

DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA: SOMA DE CÁLCULO HORÁRIO VERSUS CÁLCULO DIÁRIO

A.H.F. BEZERRA¹, S.L.A. LEVIEN², J. ESPÍNOLA SOBRINHO³, G.B. RIBEIRO⁴

RESUMO: Dados meteorológicos da estação automática de Pedro Avelino/RN, que é mantida pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), foram utilizados para calcular a evapotranspiração de referência pelo método FAO Penman-Monteith. O objetivo deste trabalho foi verificar as diferenças existentes entre o cálculo da evapotranspiração de referência em períodos diários e a soma das evapotranspirações das 24 horas do dia, usando a equação FAO-PM com as últimas alterações da literatura. Os resultados obtidos indicam que a soma das evapotranspirações horárias calculadas estão, em média, 16,11% e 11,97% abaixo da evapotranspiração diária calculada, para os meses dos períodos seco e chuvoso, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: FAO Penman-Monteith, semi-árido, manejo da irrigação

DETERMINATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION: SUM OF HOURLY CALCULATIONS VERSUS DAILY CALCULATIONS

SUMMARY: Weather data provided by Pedro Avelino/RN meteorological station, maintained by Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Brazil, were used to estimate the reference evapotranspiration with FAO Penman-Monteith method. The aim of this study was to compare daily reference evapotranspiration and the sum of the 24 hours evapotranspiration with the latest updates of FAO Penman-Monteith method. The obtained results showed that the average sum of hourly evapotranspiration are 16.11% and 19.97% below of daily evapotranspiration, for dry and wet months, respectively.

KEYWORDS: FAO Penman-Monteith, semiarid, irrigation management.

INTRODUÇÃO

Desde há muito tempo que a determinação das necessidades de água das culturas é uma preocupação. A necessidade de água de uma cultura corresponde à procura evapotranspirativa

¹ Estudante de Agronomia, Bolsista PIBIC/CNPq/UFERSA, e-mail: andre.herman@yahoo.com

² Engenheiro Agrícola, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, e-mail: sergiolevien@ufersa.edu.br

³ Professor Associado, D.Sc., Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, e-mail: jespino@ufersa.edu.br

⁴ Engenheiro Eletricista, M.Sc., Fundação Guimarães Duque, UFERSA, e-mail: george@ufersa.edu.br

dessa cultura em determinado ambiente e recebendo tratos culturais determinados. A evapotranspiração das culturas é a soma da transpiração das plantas com a evaporação da água do solo; pode ser observada com lisímetros, medida por observações micrometeorológicas ou estimada com base em observações climáticas padrão (Allen et al., 1998; Pereira, 2004; ASCE-EWRI, 2005; Allen et al., 2006a).

O principal motivo de se definir uma evapotranspiração de referência (ET_o) é calcular uma evapotranspiração (ET) pela qual se possa multiplicar um coeficiente da cultura (K_c) de forma a se estimar a evapotranspiração da cultura (ET_c) (Pereira, 2004).

A ET_o é definida como a taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, para a qual se assume uma altura de 0,12 m, uma resistência de superfície constante de 70 s m⁻¹ e um albedo de 0,23, semelhante à evapotranspiração de uma extensa superfície de grama verde de altura uniforme, em crescimento ativo, sombreando totalmente o solo e bem abastecida de água (Allen et al., 1998; Pereira, 2004; Allen et al., 2006a).

O método da FAO Penman-Monteith (FAO-PM) foi selecionado como o método pelo qual a evapotranspiração desta superfície de referência pode ser inequivocamente determinada e com o qual se obtêm valores consistentes de ET_o em todas as regiões e climas (Allen et al., 1998; Pereira, 2004; Allen et al., 2006a; López-Urrea et al., 2006).

A equação FAO-PM é uma representação clara, precisa e simples dos fatores físicos e fisiológicos que governam o processo da evapotranspiração. A equação FAO-PM, além da localização do local, requer dados de temperatura do ar, umidade atmosférica, radiação e velocidade do vento, e permite calcular a ET_o para diferentes períodos de tempo que vão desde horas até meses (Allen et al., 1998; Allen et al., 2006a).

A maioria de aplicações do método FAO-PM tem sido feita com dados para períodos diários. Com o aumento no desenvolvimento e instalação de redes de estações meteorológicas eletrônicas ao redor do mundo, os dados de tempo estão ficando crescentemente disponíveis para cálculo de ET_o em uma base de hora em hora. Tem havido questionamentos e debates como também estudos sobre a apropriada expressão e parametrização para o parâmetro da resistência de superfície (r_s) da equação de Penman-Monteith e o coeficiente associado para a forma reduzida da equação FAO-PM quando aplicado de hora em hora. FAO56 (Allen et al., 1998; Allen et al., 2006a) recomendava usar o mesmo valor de r_s (70 s m⁻¹) para intervalos de tempo de hora em hora como era usado intervalos de tempo de 24 h (Allen et al., 2006b; López-Urrea et al., 2006).

ASCE-EWRI (2005), após estudos realizados, recomenda usar r_s igual a 50 s m⁻¹ para intervalos de tempo de hora em hora, durante o dia, e 200 s m⁻¹ para intervalos de tempo de

hora em hora, durante a noite. Esta recomendação é apresentada para prover uma padronização sobre o termo para cálculo horário de ETo que é correspondente com FAO56 como aplicado com intervalo de 24 h (Allen et al., 2006b).

O objetivo deste trabalho é verificar as diferenças existentes entre o cálculo da evapotranspiração de referência em períodos diários e a soma das evapotranspirações das 24 horas do dia, usando a equação FAO-PM, com as recomendações de ASCE-EWRI (2005) e Allen et al. (2006b).

MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foram usados dados da estação automática de Pedro Avelino/RN (5°31'S; 36°22'W; 97 m), que é mantida pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), e mede dados climatológicos como radiação solar, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Esses dados foram utilizados para os cálculos da evapotranspiração de referência, diária e horária, pelo método FAO Penman-Monteith.

A região de Pedro Avelino/RN está sendo alvo de trabalhos de pesquisas devido a problemas de desertificação na região.

O método FAO-PM para estimar ETo pode ser derivado da equação original de Penman-Monteith e das equações da resistência aerodinâmica e superficial, que também tem sido adotado pela equação padronizada da ASCE (ASCE-EWRI, 2005) e pode ser representada por (Allen et al., 2006b):

$$ETo = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (Rn - G) + \gamma \cdot \frac{C_n}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + C_d \cdot u_2)} \quad (1)$$

onde: ETo é a evapotranspiração de referência; em mm dia⁻¹; Rn é a radiação na superfície do solo, em MJ m⁻² dia⁻¹; G é a densidade do fluxo do calor solar, em MJ m⁻² dia⁻¹; T é a temperatura média do ar a 2 m de altura, em °C; u₂ é a velocidade do vento a 2 m de altura, em m s⁻¹; e_s é a saturação da pressão do vapor, em kPa; e_a é a pressão de vapor atual, em kPa; e_s-e_a é o déficit da pressão do vapor, em kPa; Δ é a curva da pressão do vapor da água, em kPa °C⁻¹; γ é a constante psicométrica, em kPa °C⁻¹; e C_n e C_d são coeficientes que diferem com o período a ser calculado. Se o período for de 24 horas (diário), C_n=900 e C_d=0,24; se for horário, C_n=37 e C_d=0,24 durante o período diurno (definido como sendo quando Rn>0) e 0,96 durante o período noturno. C_n é expresso em K mm s³ mg⁻¹ dia⁻¹ e C_d em s m⁻¹.

Para se realizar essa comparação foram escolhidos dados de dois meses do ano de 2006, um mês do período chuvoso (maio) e um mês do período seco (setembro), na região de Pedro

Avelino/RN.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, no período estudado, a soma das evapotranspirações horárias é sempre inferior às evapotranspirações diárias. O comportamento entre os valores calculados da ETo diária e o da soma das ETo horárias são praticamente paralelos, o que leva a idéia de se estabelecer um fator de proporcionalidade entre eles. Foram calculadas as médias de ETo e suas respectivas diferenças (Tabela 1).

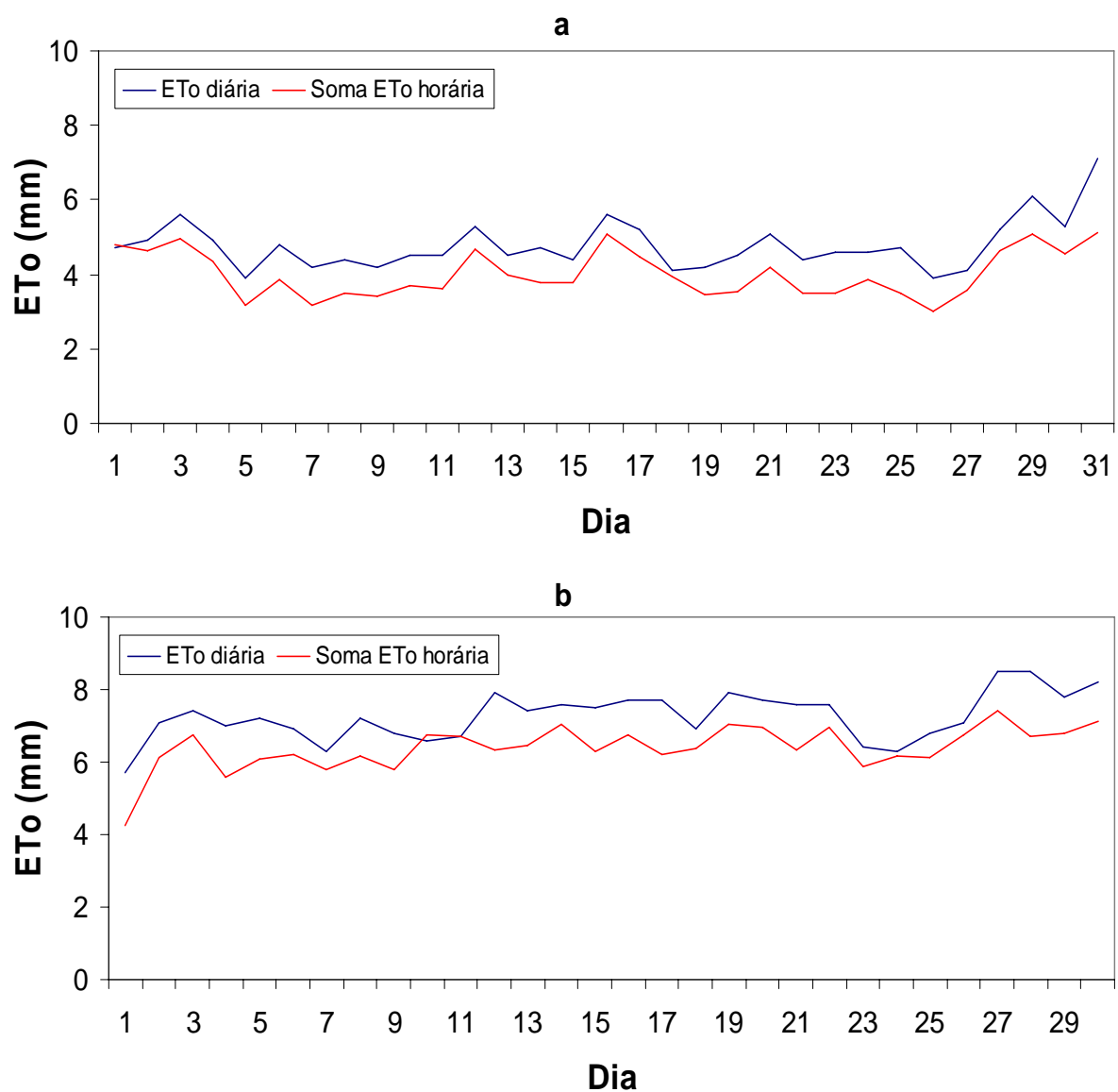


Figura 1. Dados de ETo diária obtidos, para: a) maio de 2006, b) setembro de 2006

Tabela 1. Resumo dos valores de ETo estimados (em mm dia⁻¹), para os períodos analisados

Mês	Média diária	Média Soma horária	Diferença
Maio	4.78	4.01	0.77
Setembro	7.27	6.40	0.87

Verificou-se que, em média, a soma das ETo horárias está 0,77 mm dia⁻¹, em períodos secos, e 0,87 mm dia⁻¹, em períodos chuvosos, abaixo da ETo diária calculada, o que representa uma diferença de 16,11% e 11,97% respectivamente.

CONCLUSÕES

A soma dos valores de evapotranspiração horária calculados pelo método FAO-PM está abaixo do valor de evapotranspiração diária calculado pelo mesmo método, para os meses dos períodos seco e chuvoso. Recomenda-se realizar mais análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome, Italy: FAO, Irrigation and Drainage Paper 56. 1998. 300 p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M.. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, Itália: FAO, Irrigation and Drainage Paper 56. 2006a. 298 p.
- ALLEN R.G.; PRUITT, W.O.; WRIGHT, J.L.; HOWELL, T.A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ITENFISU, D.; STEDUTO, P.; BERENGENA, J.; YRISARRY, J.B.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; PERRIER, A.; ALVES, I.; WALTER, I.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by the FAO56 Penman-Monteith method. Agricultural Water Management. 42: 1-22, 2006 b
- ASCE-EWRI. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. Technical Committee report to the Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers from the Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. Reston: ASCE-EWRI. 2005. 173 p.
- LÓPEZ-URREA, R.; MARTÍN DE SANTA OLALLA, F.; FABEIRO, C.; MORATALLA, A. An evaluation of two hourly reference evapotranspiration equations for semiarid conditions. Agricultural Water Management 86: 277-282, 2006.
- PEREIRA, L.S. Necessidades de água e métodos de rega. Lisboa: Publicações Europa-América. 2004. 312 p.