

# COEFICIENTE DO TANQUE CLASSE “A” CORRIGIDO PELA METODOLOGIA DE PENMAN-MONTEITH/FAO PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM PENTECOSTE - CE<sup>1</sup>

A. L. Amaral Neto<sup>2</sup>; B. M. de Azevedo<sup>3</sup>; T. V. de A. Viana<sup>3</sup>; R. A. Furlan<sup>4</sup>, D. V. Vasconcelos<sup>5</sup>

**RESUMO:** O correto dimensionamento e manejo de projetos de irrigação necessitam de uma estimativa adequada da quantidade de água a ser utilizada, a evapotranspiração da cultura (ETC). Com a implantação do experimento e cálculo de  $K_{pPM}$  (coeficiente do tanque Classe “A”, corrigido com a equação de Penman-Monteith), para diversas regiões estudadas, esperava-se estimar a ETC, utilizando-se para isso os valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) para o Estado do Ceará. O presente trabalho teve por objetivo estimar valores de  $K_p$ , corrigido para a região estudada com a utilização da metodologia de Penman-Monteith, nas escalas diária e mensal. Os valores encontrados na escala diária ( $K_{pPM} = 1,1698K_{pTAB} - 0,3122$ ;  $R^2 = 0,075$ ) e mensal ( $K_{pPM} = 1,6787 K_{pTAB} - 0,7542$ ;  $R^2 = 0,4686$ ) não obtiveram boa correlação com os valores apresentados por Doorenbos & Pruitt (1975), apresentando uma superestimativa e baixo índice de correlação. Dessa forma, produtores agrícolas e demais interessados da região em valores confiáveis da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e conseqüentemente de lâminas de irrigação das diversas culturas, não devem utilizar essa metodologia nas escalas de tempo estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** evapotranspiração, tanque Classe “A” e Penman-Monteith.

## CLASS “A” EVAPORATION PAN COEFICIENTE CORRECTED BY THE PENMAN-MONTEITH/FAO METHODOLOGY TO ESTIMATE THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION VALUE IN PENTECOSTE, CE.

**SUMMARY:** For a correct design and implementation of irrigation projects, it is needed to have an adequate estimation of the amount of water to be used, the crop evapotranspiration

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, mestrando em Irrigação e Drenagem na Universidade Federal do Ceará (UFC), E-mail: [abelardoamaral@yahoo.com.br](mailto:abelardoamaral@yahoo.com.br).

<sup>3</sup> Professor da Universidade Federal do Ceará, Doutor em Irrigação e Drenagem.

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, doutora em irrigação e drenagem, bolsista DCR, CNPq/UFC.

<sup>5</sup> Engenheira Agrônoma, mestranda do curso de Irrigação e Drenagem da UFC.

(ETC). With the implementation of the experiment and the  $K_{pPM}$  calculation (class A evaporation pan, corrected by the Penman Montheit equation), for the various studied regions, it was expected to estimate the ETC by using crop coefficients ( $K_c$ ) values for the Ceara State, Brazil. The main objective of this study is to estimate the  $K_p$  values adjusted to the studied region by using the Penman-Montheit methodology in daily and monthly scales. The obtained values for daily scale ( $K_{pPM} = 1,1698K_p \text{ tab} - 0,3122$ ;  $R^2 = 0,075$ ) and monthly scale ( $K_{pPM} = 1,6787K_p \text{ tab} - 0,7542$ ;  $R^2 = 0,4686$ ) did not present good correlation with the values presented by Doorenbos & Pruitt by presenting overestimation and low correlation coefficient. Therefore, producers and others interested in obtaining reliable reference crop evapotranspiration ( $E_{to}$ ) values and consequently the water requirement of various crops should not use this methodology in the studied temporal scale.

**KEYWORDS:** evapotranspiration, pan Class “A” evaporation, Penman-Monteith.

## INTRODUÇÃO

Na agricultura irrigada no tocante ao uso racional da água, a pesquisa se preocupa com a eficiência com que esse bem é utilizado. A determinação da evapotranspiração de referência é imprescindível no processo de medir a quantidade de água utilizada pelas culturas, para sua produção e sobrevivência.

A evapotranspiração de referência ( $E_{to}$ ) pode ser obtida por meio de medidas diretas ou por estimativas. A evapotranspiração, do ponto de vista teórico, pode ser considerada bastante simples, sendo assunto complexo e difícil, quando se pretende medi-la (PEREIRA et al., 1997). As medidas diretas, obtidas por meio de lisímetros, são pouco usadas nas propriedades agrícolas e mesmo em instituições de pesquisa, devido ao seu elevado custo.

Existem vários métodos de estimativa da  $E_{to}$ , dentre os quais o de Penman-Monteith/FAO, que é considerado como uma das metodologias padrão dessa estimativa, por ser um método de alta precisão e correlação com as medidas lisimétricas. Contudo, ela requer elevado nível tecnológico e equipamentos de custo elevado, contrapondo-se à realidade nordestina. Para suprir as necessidades de informações sobre a  $E_{to}$ , em localidades que não têm acesso a altas tecnologias, podem-se utilizar metodologias de estimativas empíricas, muitas delas utilizam apenas dados coletados em estações meteorológicas, como a temperatura do ar, embora muitas vezes não se alcance a precisão recomendada.

REICHARDT (1990) afirma que uma superfície de água livre como a do tanque Classe A perde mais água do que uma cultura. Por isso, os valores de evaporação do tanque ECA devem ser corrigidos. Para isso utiliza-se um coeficiente de tanque Kp:

$$ET_o = K_p \cdot ECA \quad (01)$$

em que,

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência;

K<sub>p</sub> = coeficiente do tanque;

ECA = evaporação do tanque Classe “A”.

O presente trabalho tem por objetivo estimar o coeficiente do Tanque Classe “A” (K<sub>p</sub>), corrigido para a região de estudo com a utilização da metodologia de Penman-Monteith/FAO, nas escalas diária e mensal.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Vale do Curu (FEVC), localizada no município de Pentecoste (CE), geograficamente localizada entre os paralelos 3° 45' e 4° 00' S e os meridianos 39° 15' e 39° 30' W, de propriedade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

A área experimental foi vegetada com grama batatais (*Paspalum notatum flügge*). Durante todo o período de coleta de dados, a grama foi mantida com altura de 0,12 m ± 0,03 m e isenta de competição com plantas daninhas e pragas.

Os equipamentos da área experimental foram dispostos sobre uma área gramada, sendo as áreas circunvizinhas cultivadas com culturas anuais, sob irrigação no período seco, o que é importante no objetivo de minimizar as decorrências do efeito oásis.

As informações meteorológicas foram obtidas com uma estação agrometeorológica automática. Com um sistema de aquisição de dados (modelo CR 10 - Campbell Scientific), se registrou os dados de forma contínua, permitindo armazenar valores médios das informações a cada hora, de leituras realizadas a cada segundo.

Para estimativa do K<sub>p</sub> médio coletaram-se os dados, da evaporação do Tanque Classe “A” (ECA) obtidos da estação meteorológica do local do experimento e posteriormente calculou-se a evapotranspiração de referência (ET<sub>oPM</sub>) pelo o método de Penman-Monteith, como mostra a equação (03). Na sequência dividiu-se os valores ET<sub>oPM</sub> por ECA.

$$K_{pC} = ET_{oPM} / ECA \quad (02)$$

em que,  $K_{pC}$  = coeficiente do tanque corrigido;  $ET_{OPM}$  = evapotranspiração de referência de Penman-Monteith;  $ECA$  = evaporação do tanque Classe "A".

Para emprego do método de Penman-Monteith pode-se utilizar a equação proposta por MONTEITH (1965), que pode ser expressa da seguinte maneira, possibilitando a utilização de unidades internacionais:

$$LE = \frac{S \cdot (R_n - G) + \frac{\rho \cdot c_p \cdot \Delta e}{ra}}{S + \gamma \cdot (1 + \frac{rc}{ra})} \quad (03)$$

em que,  $LE$  = fluxo de calor latente de evaporação ( $W \cdot m^{-2}$ );  $R_n$  = radiação líquida ( $W \cdot m^{-2}$ );  $G$  = fluxo de calor sensível no solo ( $W \cdot m^{-2}$ );  $\rho$  = massa específica do ar atmosférico ( $kg \cdot m^{-3}$ );  $c_p$  = calor específico do ar a pressão constante ( $J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ );  $\Delta e$  = déficit de vapor d'água a temperatura do ar,  $e_s - e_a$ , (kPa);  $rc$  = resistência da cobertura vegetal ( $s \cdot m^{-1}$ );  $ra$  = resistência aerodinâmica à transferência de calor sensível e calor latente de evaporação ( $s \cdot m^{-1}$ );  $\gamma$  = coeficiente psicrométrico  $\cong 0,0626 \text{ kPa} \cdot ^\circ C^{-1}$ ;  $S$  = inclinação da tangente à curva de pressão de saturação de vapor d'água, no ponto dado pela temperatura do ar ( $kPa \cdot ^\circ C^{-1}$ ).

Os parâmetros climáticos foram calculados de acordo com a padronização proposta pela FAO/1991 (ALLEN et al, 1998; PEREIRA et al., 1997), devido sua grande aceitação e facilidade de manipulação. Além disso, alguns parâmetros foram considerados como constantes, embora apresentando alguma variação, graças à aceitação científica e a fraca variabilidade durante o período das estimativas.

Para calcular a pressão de saturação do vapor d'água em função da temperatura do ar, pode-se utilizar a equação a seguir:

$$e_s = 0,6108 \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3}\right) \quad (04)$$

em que,  $e_s$  = pressão de saturação do vapor de água (kPa);  $T$  = temperatura do ar ( $^\circ C$ ).

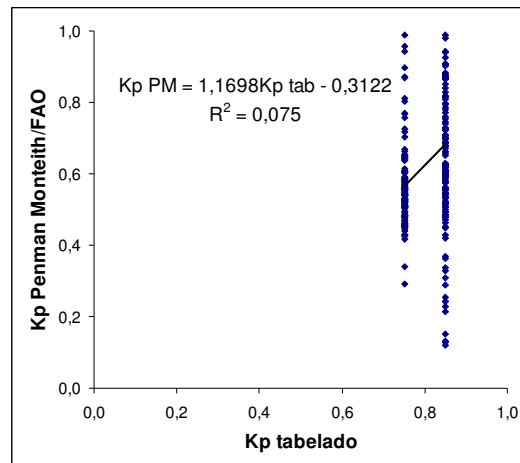
A equação (05) pode ser empregada no cálculo da pressão atual de vapor d'água.

$$e_a = e_s \cdot \frac{UR}{100} \quad (05)$$

em que,  $e_a$  = pressão parcial do vapor d'água do ar (kPa);  $UR$  = umidade relativa do ar (%).

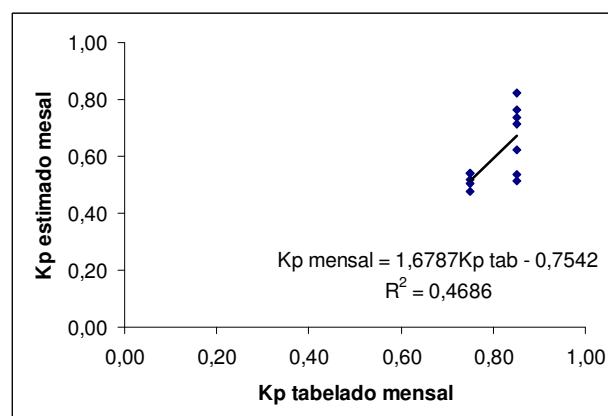
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente ( $K_p$ ) do Tanque Classe “A”, corrigido para a região de estudo com a utilização da metodologia de Penman-Monteith/FAO, na escala diária, não foram adequados observando elevada dispersão dos resultados quando comparados com os valores tabelados por Doorenbos & Pruitt, uma vez que os valores de obtidos de  $K_{pPM}$  foram superestimados em relação aos valores tabelados ( $r^2=0,075$ ) (Figura 1).



**Figura 1** – Correlação entre o  $K_p$  tabelado por Doorenbos & Pruitt e  $K_p$  estimado pela metodologia de Penman-Monteith/FAO na escala diária no período de janeiro a dezembro de 2003.

Na escala mensal, os valores encontrados para a correlação entre o  $K_p$  tabelado por Doorenbos & Pruitt e  $K_p$  estimado pela metodologia Penman-MONteith/FAO, também não se ajustam para região em estudo devido ao seu baixo valor de correlação ( $r^2=0,4686$ ) (Figura 2).



**Figura 2** – Correlação entre o  $K_p$  tabelado por Doorenbos & Pruitt e  $K_p$  estimado pela metodologia de Penman-Monteith/FAO na escala mensal no período de janeiro a dezembro de 2003.

Sendo assim, não se aconselha aos produtores e demais interessados da região utilizar apenas um Tanque Classe A, pois não irão obter valores confiáveis da ETo e, conseqüentemente, poderá ocorrer estimativa incorretas de lâminas de irrigação das diversas culturas, possibilitando a ocorrência de aplicação de água em excesso ou escassez.

Desperdícios de recursos hídricos podem ser evitados, racionalizando seu uso sem afetar negativamente a produção, desde que ocorra estimativa precisa das lâminas de irrigação a serem aplicadas aos cultivos, o que é possível com a utilização de cálculo da Eto pela metodologia de Penman-Monteith/FAO e com valores de coeficiente da cultura (Kc), de preferência obtidos em estudos na própria região, para cálculo da evapotranspiração da cultura (ETC).

## CONCLUSÃO

Para a região em estudo, na estimativa da evapotranspiração de referência, é aconselhado utilizar a metodologia de Penman-Monteith/FAO.

A utilização de Kp tabelado não foi adequada às condições de estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 299p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- MONTETH, J, L. Evaporation and environment. **Symposium of the Society for Experimental Biology**, v.19, p.205-234, 1965.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ / USP, 1997. 183 p.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. Editora Manole Ltda., São Paulo, 188p. 1990.