



II Workshop Internacional de Inovações
Tecnológicas na Irrigação

&
I Simpósio Brasileiro sobre o uso
Múltiplo da Água

10 a 13 de junho de 2008

Fortaleza - CE

DIFERENTES METODOLOGIAS DE CÁLCULO DO COEFICIENTE DO TANQUE CLASSE A PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Diêgo Nathã Bonifácio Rodrigues¹, Tony Thiago Souza Ferreira¹, Anna Karine Paiva Bezerra¹,
Edivam José da Silva¹, Luiz Carlos Gurreiro Chaves³ & Fernando Bezerra Lopes²

¹ Tecnólogo em Recursos Hídricos / Irrigação, Mestrando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Departamento de Engenharia Agrícola - DENA, Universidade Federal do Ceará – UFC, bolsista do CNPq, Fone: (85) 3366 9761, e-mail: diegonathan05@yahoo.com.br, tony_thiagos@yahoo.com.br, fabriciomota21@yahoo.com.br, marcosilario@hotmail.com, edivamjs26@hotmail.com

² Tecnólogo em Recursos Hídricos / Irrigação, M.Sc. Irrigação e Drenagem, e-mail: lopesfb@hotmail.com

³ Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação, M. Sc. em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Pesquisador, FUNCEME, Fortaleza – CE

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar duas metodologias de estimativa de Kp para o cálculo da ETo diária, baseada na evaporação do tanque Classe A. Foram usados dados de evaporação de 1 de Julho a 31 de Dezembro de 2007, pertencentes ao banco de dados da Unidade de Ensino e Pesquisa – UEPE/FATEC Limoeiro do Norte, Ceará. Foram analisadas diversas equações para ser utilizado o coeficiente do tanque para estimar a evapotranspiração de referência. Observou-se que o menor valor do Kp para os meses estudados foi obtido pela metodologia de Allen et al. (1998) com uma média de 0,65 valor igual ao encontrado pela metodologia de Doorenbos & Pruitt (1997) através da tabela apresentada no manual 24 da FAO. Todas as metodologias estudadas apresentaram valores próximos da evapotranspiração de referência podendo-se utilizar qualquer uma das mesmas, sendo possível também utilizar um valor fixo mensal por ser simples e ter apresentado valor semelhante às outras metodologias.

Palavras chaves: evaporação, equações, Kp

DIFFERENT METHODOLOGIES TO CALCULATE THE COEFFICIENT OF CLASS A PAN TO ESTIMATE THE EVAPOTRANSPIRATION REFERENCE

ABSTRACT: This study aimed to assess two methodologies for estimating Kp for the calculation of daily ETo, based on the evaporation of the Class A pan. We used data from evaporation from July 1 to December 31, 2007, belonging to a database of Unit Teaching and Research - UEPE / FATEC Limoeiro do Norte, Ceara, Brazil. It was examined several models to be used the coefficient of the tank to estimate evapotranspiration of reference. It was observed that the lower value of Kp for the months studied was obtained by the methodology of Allen et al. (1998) with an average of 0.65 value equal to that found by the methodology of Doorenbos & Pruitt (1997) through the table presented in the manual 24 of FAO. All

methodologies showed values close of the evapotranspiration of reference can be used any of the same, one can also use a fixed amount monthly for being simple and have presented similar value to other methodologies.

Key words: evaporation, equation, Kp

INTRODUÇÃO

Um dos métodos mais simples para estimar a evapotranspiração de referência, muito usado em áreas agrícolas e pesquisas é o método tanque Classe A no qual converte a evaporação em evapotranspiração de referência utilizando um coeficiente que pode ser obtido por equações ou tabelas.

É freqüente o uso do tanque Classe A para estimar a evapotranspiração de culturas principalmente em projetos de irrigação (Pereira et al., 1997).

Existem diversas equações para calcular o coeficiente do tanque Classe A dentre elas merecem destaque à de Cuenca (1989), Snyder (1992), Allen et al. (1998) e etc., sendo que todas elas são em função de dados meteorológicos como velocidade do vento, umidade relativa do ar e distância a bordadura, podendo o tanque ser instalado com superfície gramada ou solo nu.

A escolha de qual equação encontrar para o Kp do tanque fica a critério de cada pesquisador, podendo o mesmo utilizar um valor fixo que pode ser encontrado no Manual 24 da FAO.

O presente trabalho teve por objetivo estimar a evapotranspiração de referência pelo tanque Classe A utilizando diversas metodologias de cálculo do coeficiente do tanque, para as condições climáticas de Limoeiro do Norte – CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região da Chapada do Apodi, que apresenta clima semi-árido, BSw'h' (classificação de Köppen), com os seguintes valores médios anuais: precipitação, 772 mm, bastante irregular; temperatura, 28,5°C; umidade relativa, 62%; insolação, 3.030 horas.ano⁻¹ (DNOCS, 2008).

Os dados de evaporação do tanque Classe A são relativos ao período de 1 de Julho a 31 Dezembro de 2007 que é considerado o período seco no município e foram obtidos através da coleta diária na estação meteorológica convencional, pertencente ao banco de dados da Unidade de Ensino e Pesquisa – UEPE/FATEC Limoeiro do Norte.

A evapotranspiração de referência foi calculada pela equação:

$$ET_o = E_v \cdot K_p \quad (\text{Eq. 1})$$

em que: ET_o = evapotranspiração de referência (mm.mês⁻¹), E_v = evaporação do Tanque Classe A (mm.mês⁻¹) e K_p = coeficiente do tanque, sendo função da velocidade do vento, umidade relativa do ar e do tipo de extensão da bordadura, adimensional.

Para as estimativas da ETo pelo método do Tanque Classe A (equação 1), os valores de Kp diário foram determinados pelos seguintes métodos:

CUENCA (1989)

$$K_p = 0,475 - 2,4 \cdot 10^{-4} u + 5,16 \cdot 10^{-3} RH + 1,18 \cdot 10^{-3} F - 1,6 \cdot 10^{-5} RH^2 - 1,01 \cdot 10^{-6} F^2 - 8,0 \cdot 10^{-9} RH^2 u - 1,0 \cdot 10^{-8} RH^2 F \quad (\text{Eq. 2})$$

em que: u = velocidade do vento a 2 m, em Km.dia⁻¹; RH = umidade relativa média, em percentagem; e F = menor distância do centro do tanque ao limite da bordadura grama ou solo nu, considerada igual a 10 m.

SNYDER (1992)

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(F) - 0,000376u + 0,0045 RH \quad (\text{Eq. 3})$$

DOORENBOS & PRUIT (1997)

$$K_p = 0,65$$

Valor médio para as condições climáticas locais, obtidas através da tabela para efeito de comparação entre os outros métodos.

ALLEN et al. (1998)

$$K_p = 0,61 + 0,00341 RH - 0,000162u_2 RH - 0,00000959u_2 F + 0,00327u_2 \ln(F) - 0,00289u_2 \ln(86,4u_2) - 0,0106 \ln(86,4u_2) \ln(F) + 0,00063 [\ln(F)]^2 \ln(86,4u_2) \quad (\text{Eq. 4})$$

em que: u = velocidade do vento a 2 m, em m.s⁻¹;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores de Kp mensal calculado por diferentes metodologias para a estimativa da evapotranspiração de referência.

Tabela 1. Valores de Kp calculados por diferentes metodologias.

MESES	Valores de Kp			
	Cuenca (1989)	Snyder (1992)	Doorenbos & Pruitt (1997)	Allen et al. (1998)
Julho	0,71	0,77	0,65	0,69
Agosto	0,67	0,71	0,65	0,65
Setembro	0,73	0,70	0,65	0,63
Outubro	0,73	0,71	0,65	0,64
Novembro	0,74	0,71	0,65	0,65
Dezembro	0,74	0,73	0,65	0,66
MÉDIA	0,72	0,72	0,65	0,65

Observa-se que o menor valor do Kp para os meses estudados foi obtido pela metodologia de Allen et al. (1998) com uma média de 0,65 valor igual ao encontrado pela metodologia de

Doorenbos & Pruitt (1997) através da tabela apresentada no manual 24 da FAO. Já o método de Cuenca (1989) encontrou valores maiores que o de Snyder (1992) nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro, sendo seus valores de K_p menores nos meses de julho e agosto, obtendo uma média para o 6 meses estudado de 0,72, valor esse igual ao de Snyder (1992).

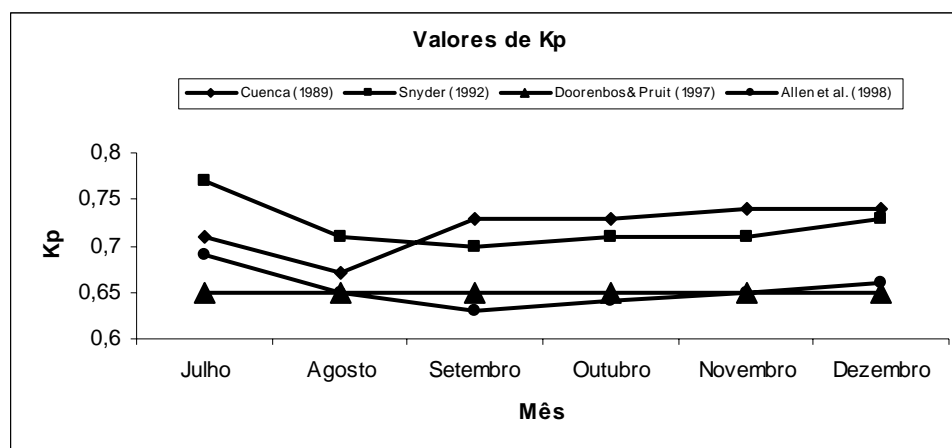


Figura 1. Disposição dos valores de K_p sob diferentes metodologias de cálculo do K_p .

Observa-se pela figura 1 que dentre todas as metodologias analisadas a que apresentou o maior valor de K_p para o mês de julho e agosto foi a de Snyder (1992) e para o restante dos meses foi a metodologia de Cuenca (1989), sendo que o menor valor de K_p foi obtido para o mês de setembro utilizando a metodologia de Allen et al. (1998).

Tabela 2. Valores de $K_p \times ETo$ ($mm.mês^{-1}$) para cada metodologia de cálculo do K_p .

Mês	$K_p \times ETo$ ($mm.mês^{-1}$)							
	CUENCA (1989)		SNYDER (1992)		DOORENBOS & PRUIT (1997)		ALLEN et al. (1998)	
	K_p	ETo	K_p	ETo	K_p	ETo	K_p	ETo
Julho	0,71	5,2	0,77	5,7	0,65	4,8	0,69	5,1
Agosto	0,67	6,1	0,71	6,5	0,65	5,9	0,65	5,9
Setembro	0,73	7,5	0,70	7,2	0,65	6,6	0,63	6,4
Outubro	0,73	7,3	0,71	7,1	0,65	6,5	0,64	6,4
Novembro	0,74	7,2	0,71	7,0	0,65	6,3	0,65	6,3
Dezembro	0,74	6,5	0,73	6,4	0,65	5,7	0,66	5,8

De acordo com a tabela 2 o maior valor da evapotranspiração de referência foi encontrado com o K_p de Cuenca (1992) para o mês de setembro com um valor de $7,5 mm.mês^{-1}$ e o menor valor de evapotranspiração foi encontrado com a metodologia de Allen et al. (1998) para o mês de julho. Quando se utilizou um valor de K_p fixo o menor valor da evapotranspiração de referência foi obtido para o mês de julho em comparação com todas as outras metodologias de

cálculo. Na falta de dados meteorológicos pode-se utilizar um valor de K_p fixo desde que seja determinado regionalmente, concordando com Mendonça et al. (2006) em trabalho realizado para Campo dos Goytacazes – RJ.

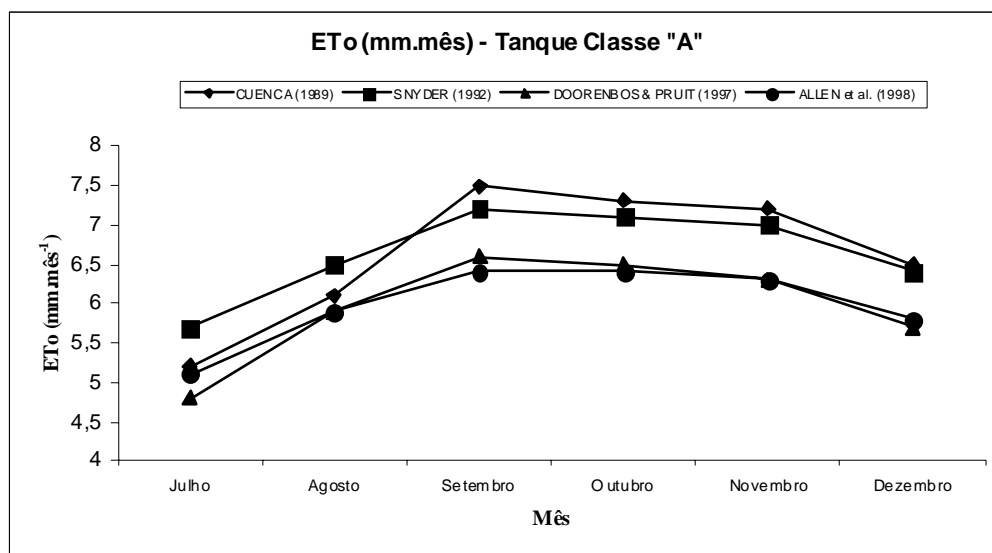


Figura 2. Disposição da evapotranspiração de referência nos meses estudados por diferentes metodologias de cálculo do K_p .

Como pode ser visto na figura 2 a evapotranspiração de referência calculada pela metodologia de Cuenca (1989) foi maior que as outras metodologias nos meses de setembro a dezembro, sendo menor nos meses julho e agosto somente para a metodologia de Snyder (1992).

CONCLUSÕES

Todas as metodologias estudadas apresentaram valores próximos de evapotranspiração de referência podendo-se utilizar qualquer uma das mesmas, sendo possível também usar um valor fixo mensal por ser simples e ter apresentado valor semelhante a outras metodologias.

Também podem ser usadas diferentes equações no decorrer da estação seca da região, ficando a critério do pesquisador escolher o método que melhor se ajustou pelo R^2 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998. 300p.
CUENCA, R. H. Irrigation system design: an engineering approach. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1989, 133p.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS). Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi. 2008. Disponível em <http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos.php>. Acesso em: 19 mar. 2008.
- DOORENBOS, J. PRUIT, W.O. Necessidades hídricas das culturas. Tradução de GHEYI, H. R.; METRI, J. E. C.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande, UFPB, 1997. 204p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24)
- MENDONÇA, J.C; SOUSA, E. F. de.; ANDRÉ, R. G. B.; BERNARDO, S. Coeficientes do Tanque Classe A para a estimativa da evapotranspiração de referência em Campos dos Goytacazes, RJ. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 14, n.1, p.123-128, 2006.
- PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. S. Evapo(tanspi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.
- SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. Journal of the Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 118, p. 977-980, 1992.