

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DO TANQUE CLASSE “A” PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM AQUIDAUANA-MS

Adriano da Silva Lopes¹; Gabriel Queiroz de Oliveira²; Leandro Henrique Jung³; Arthur Pacheco⁴

¹Eng. Agrônomo, Prof. D.Sc., Tutor e Bolsista PET, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS. e-mail: lopes@uemms.br

²Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS. e-mail: gabrielqo@hotmail

³Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Aquidauana, MS. e-mail: ljung61@hotmail.com

⁴Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS. e-mail: arthur_ap@hotmail.com

1 RESUMO

O manejo de irrigação com a utilização do tanque Classe “A” (TCA) é uma boa opção ao agricultor irrigante para o uso mais racional da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da estimativa da evapotranspiração de referência utilizando o método do TCA com diferentes metodologias que estimam o coeficiente do tanque (kp), comparando com o método de Penman-Monteith FAO-56, no período de inverno, para a região de Aquidauana-MS. O trabalho foi realizado na estação meteorológica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Unidade Universitária de Aquidauana, sendo que as medidas da evaporação do tanque foram realizadas diariamente entre os meses de junho e setembro de 2010. Os métodos avaliados que estimaram o kp foram o de Cuenca, FAO, Pereira e Snyder. Conclui-se que o kp estimado pela equação de Cuenca é o mais adequado para o cálculo da evapotranspiração de referência com o método do TCA, no inverno de Aquidauana-MS.

Palavras-chave: Tanque Classe A, Penman-Monteith, irrigação, elementos climáticos.

LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; JUNG, L. H.; PACHECO, A. EVALUATION OF PAN COEFFICIENT FOR ESTIMATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN AQUIDAUANA-MS, BRAZIL

2 ABSTRACT

The management of irrigation with the use of the Class “A” pan is a good option for the more rational use of water by the irrigating farmer. The objective of this study was to evaluate the estimation of reference evapotranspiration using the Class A pan method with different methodologies to estimate the pan coefficient (kp), compared with the Penman-Monteith FAO-56, for winter season at the region of Aquidauana-MS, Brazil. The study was conducted at the meteorological station of the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Unidade Universitária de Aquidauana. The pan evaporation measurements were carried out daily between June and September 2010. All methods that estimated the kp were to Cuenca, FAO, Pereira and Snyder. It is concluded that the Cuenca’s kp equation is the most suitable for the

calculation of reference evapotranspiration with the Class “A” pan method in the winter of Aquidauana-MS.

Keywords: Class A pan, Penman-Monteith, irrigation, weather elements.

3 INTRODUÇÃO

Diante da preocupação mundial com o uso racional da água e, considerando que a irrigação é, indiscutivelmente, a atividade de maior uso desse recurso natural, tornou-se necessário, para um planejamento mais eficiente do aproveitamento da água na produção agrícola, o desenvolvimento de metodologias que possibilitem obter máxima produção com um mínimo de água (Oliveira et al., 2010). A determinação da quantidade de água necessária para atender à demanda das culturas irrigadas, aliada a um correto dimensionamento do sistema de irrigação, é o principal parâmetro para o uso sustentável dos recursos hídricos na agricultura com essa tecnologia (Esteves et al., 2010).

Neste sentido, Mendonça & Dantas (2010) acreditam que, para se alcançar economia hídrica na agricultura, é oportuno se obter uma irrigação mais próxima do ideal e, para tanto, necessita-se de estudos que levem em consideração, principalmente, os aspectos meteorológicos da região. Contudo, faz-se necessário o conhecimento de estimativas mais confiáveis para o manejo dessa técnica.

Vescove & Turco (2005) afirmam que, para determinar o quanto de água está sendo perdido por evapotranspiração, é necessária a utilização de métodos que permitam estimar essas perdas que serão repostas via água de irrigação, caso as chuvas não sejam suficientes. A evapotranspiração de referência (ET_o) foi criada para facilitar a obtenção dos valores de evapotranspiração de cultura (ET_c) pois, para sua determinação direta, faz-se necessário um grande número de parâmetros de solo, de planta, de clima ou mesmo de equipamentos sofisticados, o que limita a sua aplicabilidade (Mendonça et al., 2006).

Segundo Saad et al (2002) e Tagliaferre et al. (2012), os métodos frequentemente utilizados para estimar a necessidade hídrica pelas culturas, se baseiam em métodos climáticos, fazendo necessário obter informações meteorológicas regionais para estimativa da ET_o e conseqüentemente, melhorar o aproveitamento de água proveniente das precipitações pluviais e otimizar o dimensionamento de sistemas de irrigação.

Existem vários métodos que estimam a ET_o, desde métodos que necessitam de um conjunto completo de dados meteorológicos à aqueles que utilizam apenas dados de temperatura do ar. Outro método bastante utilizado é denominado de tanque Classe “A” (TCA), que, comparado a outros, é mais fácil de ser manejado, necessitando apenas da leitura da evaporação de água do tanque.

O TCA foi desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (U.S.W.B.) e oferece uma estimativa dos efeitos combinados da radiação solar, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar. Quando bem conduzido, este método oferece resultados confiáveis na determinação da evapotranspiração de referência (Oliveira et al., 2008a). Segundo Braga et al. (2008), o TCA é um dos métodos indiretos da ET_o de uso generalizado, inclusive no Brasil, em virtude do seu fácil manejo e baixo custo de implantação. Todavia, muitos pesquisadores questionam o método de escolha do coeficiente do tanque (kp) para estimativa da ET_o usando esse tanque evaporímetro.

Roderick & Farquhar (2004) salientaram que empiricamente, pode-se avaliar as tendências do ET_o através de medidas de evaporação, destacando que a comunidade

científica, tem sido, quase sempre interessados nas tendências brutas de evaporação pela maioria dos estudos anteriores baseados em médias de evaporação do tanque, onde em alguns locais a evaporação aumentou e outros em que diminuiu. Por isso o método de k_p adotado para determinada região deve ser o adequado, para que não haja estimativas equivocadas e, por esta razão, a pesquisa regional em busca de valores de k_p específicos é de suma importância para o manejo racional dos recursos hídricos na agricultura irrigada (Esteves et al., 2010).

Na região de Aquidauana, município que se encontra no alto Pantanal de Mato Grosso do Sul, há carência sobre estudos de ETo, uma vez que esta região tem grande potencial para agricultura irrigada, principalmente de culturas perenes. Diante das dificuldades dos produtores em conseguir e utilizar os dados climáticos pensou-se em realizar este estudo avaliando diferentes metodologias de k_p para a utilização do TCA, que é um método mais simples. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da estimativa da evapotranspiração de referência utilizando o método do TCA, com diferentes métodos que estimam o k_p , comparando com o método de Penman-Monteith FAO-56, no período de inverno para região de Aquidauana-MS.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando os dados meteorológicos obtidos entre o período de 22 de junho a 24 de setembro de 2010, da estação meteorológica pertencente à rede estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situado em Aquidauana-MS, com coordenadas geográficas 20° 20' Sul, 55° 48' Oeste e altitude média de 155 m. O clima da região é classificado segundo Köppen, como do tipo Aw, definido como clima tropical quente sub-úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno e precipitação pluviométrica anual média de 1.200 mm. Os dados coletados em períodos diários foram: temperatura do ar e do ponto de orvalho (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento a 2 m de altura ($m s^{-1}$) e radiação solar global ($MJ m^2 dia^{-1}$). O tanque Classe "A" encontrava-se na estação meteorológica da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana, sendo a leitura da evaporação realizada as 8:00 horas de cada dia.

Para a estimativa da ETo utilizando o Método de Penman-Montheith FAO-56 (PM) considera-se a resistência estomática de $70 s m^{-1}$, a altura da grama fixada em 0,12 m e albedo de 23%, conforme Equação 1 (Allen et al., 1998):

$$ET_{O(PM)} = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900 U_2}{T + 273} \right) (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

em que,

$ET_{O(PM)}$ - evapotranspiração de referência pelo método PM, $mm dia^{-1}$;

R_n - Saldo de radiação, $MJ m^{-2} dia^{-1}$;

G - fluxo de calor no solo, $MJ m^{-2} dia^{-1}$;

Δ - declinação da curva de saturação do vapor da água, $kPa ^\circ C^{-1}$;

U_2 - velocidade média do vento a 2 m acima da superfície do solo, $m s^{-1}$;

T - temperatura média do ar, $^\circ C$;

e_s - pressão de saturação de vapor, kPa;

e_a - pressão atual de vapor, kPa; e

γ - constante psicrométrica, kPa °C⁻¹.

Para o método de estimativa de ETo utilizando o tanque Classe A (TCA), utilizou-se a Equação 2 (Allen et al., 1998):

$$ET_{O(TCA)} = ECA \cdot k_p \quad (2)$$

em que,

$ET_{O(TCA)}$ – evapotranspiração de referência pelo método TCA, mm dia⁻¹;

ECA – evaporação d' água no TCA, mm dia⁻¹; e

k_p – coeficiente do tanque.

Para as estimativas do k_p , utilizou-se as equações 3, 4, 5 e 6 apresentadas a seguir.

Método da FAO para determinação do k_p esta apresentado na Equação 3 (Allen et al., 1998):

$$k_p = 0,108 - 0,0286U_2 + 0,0422\ln(B) + 0,1434\ln(UR) - 0,000631[\ln(B)]^2\ln(UR) \quad (3)$$

em que,

k_p – coeficiente do tanque Classe A;

U_2 – velocidade do vento a 2 m de altura, em m s⁻¹;

UR – umidade relativa média, em percentagem; e

B – bordadura da área grama, considerada igual a 10 m.

Método de Snyder (1992), descrito na Equação 4:

$$k_p = 0,482 + 0,024\ln(B) - 0,000376U_2 + 0,0045UR \quad (4)$$

em que,

B é a bordadura da área (10 m),

U_2 é a velocidade do vento (km dia⁻¹), e

UR é a umidade Relativa media (%).

Método de Cuenca (1989), descrito na Equação 5:

$$k_p = 0,475 - 2,4 \cdot 10^{-4}U_2 + 5,16 \cdot 10^{-3}UR + 1,18 \cdot 10^{-3}B - 1,6 \cdot 10^{-5}(UR)^2 - 1,01 \cdot 10^{-6}B - 8,0 \cdot 10^{-9}(UR)^2 \cdot U_2 - 1,0 \cdot 10^{-8}(UR)^2B \quad (5)$$

em que B é a bordadura da área (15 m), e

U_2 é a velocidade do vento (km dia⁻¹).

Método de Pereira et al. (1995), estimado conforme Equação 6:

$$k_p = \frac{0,85 (\Delta + \gamma)}{[\Delta + \gamma (1 + 0,34U_2)]} \quad (6)$$

Os respectivos métodos de kp foram avaliados empregando o método de estimativa de ETo do TCA e comparando com o método de Penman-Monteith.

Os indicadores estatísticos utilizados para a avaliação da precisão dos modelos foram à análise de regressão linear para determinação dos coeficientes da equação ($Y = a + bx$) e do coeficiente de determinação e correlação (r^2 e r respectivamente) (Equação 7 e 8). Para a exatidão dos métodos de kp foi realizada a análise para a determinação do índice de concordância de Willmott (1981) (d) (Equação 9) e índice de desempenho (c) (Equação 10), que corresponde o produto do “r” pelo “d” e interpretados conforme Camargo & Sentelhas (1997) (Tabela 1).

$$r^2 = 1 - \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (O_i - O)^2} \right] \quad (7)$$

$$r = \sqrt{r^2} \quad (8)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (9)$$

$$c = r d \quad (10)$$

em que:

P_i = corresponde aos valores estimados pelos métodos;

O_i = valores observados pelo método de Penman-Monteith; e

O = média dos valores observados pelo método de Penman-Monteith.

Tabela 1. Interpretação do desempenho dos métodos para a estimativa da ETo.

Valor do índice de desempenho "c"	Desempenho
> 0,85	Ótimo
0,76-0,85	Muito bom
0,66-0,75	Bom
0,61-0,65	Mediano
0,51-0,60	Sofrível
0,41-0,50	Mal
≤ 0,40	Péssimo

A indicação dos métodos de estimativa da ETo com uso do TCA, para o inverno do município de Aquidauana-MS, foi segundo os critérios propostos por Camargo & Sentelhas (1997), com índices “c”, sendo estes superiores a 0,65.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontra-se na Tabela 2 os valores máximo, mínimo, média e mediana de evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente médio de tanque (kp) para cada métodos de estimativa do kp: Cuenca, FAO, Pereira e Snyder. Verifica-se que o maior valor máximo de ETo foi de 10,962 mm dia⁻¹ e, o menor valor mínimo foi de 0,753 mm dia⁻¹, ambos encontrados pelo método de Pereira. Os métodos de Cuenca, FAO, Pereira e Snyder

obtiveram valores médios de ETo de 4,165; 4,383; 4,608 e 4,754 mm dia⁻¹, respectivamente. No final do período de inverno os valores médios de kp foram de 0,697 (Cuenca), 0,729 (FAO), 0,757 (Pereira) e 0,793 (Snyder). Conforme os valores médios de ETo do método do TCA utilizando as diferentes metodologias kp, o método de Penman-Monteith foi superestimado pelo método TCA utilizando kp de Cuenca (14%), FAO (18%), Pereira (22%) e Snyder (25%). Em uma região semi-árida da província da Índia, Gundekar et al. (2008) encontraram no período de inverno, médias de kp de 0,68; 0,75; 0,40 e 0,72 para os métodos de Cuenca, FAO, Pereira e Snyder respectivamente, e concluíram que de maneira geral o método de Snyder tem melhor desempenho que Cuenca.

Tabela 2. Valores máximo, mínimo, média e mediana da evapotranspiração de referência (ETo) e coeficiente médio de tanque (kp) para período de inverno em Aquidauana-MS.

Métodos de ETo	ETo (mm dia ⁻¹)				kp
	Máximo	Média	Mínimo	Mediana	
PM	7,281	3,577	0,732	3,503	-
TCA Cuenca	9,052	4,165	0,782	3,879	0,697
TCA FAO	9,563	4,383	0,799	4,046	0,729
TCA Pereira	10,962	4,608	0,753	4,184	0,757
TCA Snyder	10,776	4,754	0,913	4,426	0,793

Na Figura 1, estão apresentados os valores médios decendiais da evapotranspiração de referência obtida pela metodologia de Penman-Monteith e TCA, utilizando as diferentes metodologias de obtenção do kp. Observa-se ainda na Figura 1, que as metodologias de Cuenca, FAO, Pereira e Snyder superestimaram o método usado como padrão (EToPM) durante todo o período avaliado, resultado também obtido por Braga et al. (2008).

Duarte et al. (2003) citam que, devido à área relativamente pequena do TCA, da absorção da radiação pelas paredes do recipiente e pelo fato dele criar seu próprio ambiente aerodinâmico ao ficar exposto acima do solo, obtêm-se valores de evaporação às vezes um pouco exagerados, proporcionando uma superestimativa da ETo. Os erros de estimativa por parte das metodologias também podem ser atribuídos a maior susceptibilidade ao processo de advecção, a qual o tanque está sujeito. Mendonça et al. (2003), analisando metodologias para estimativa da ETo na região Norte Fluminense, concluíram que o método do TCA superestimou o método de Penman Monteith (EToPM).

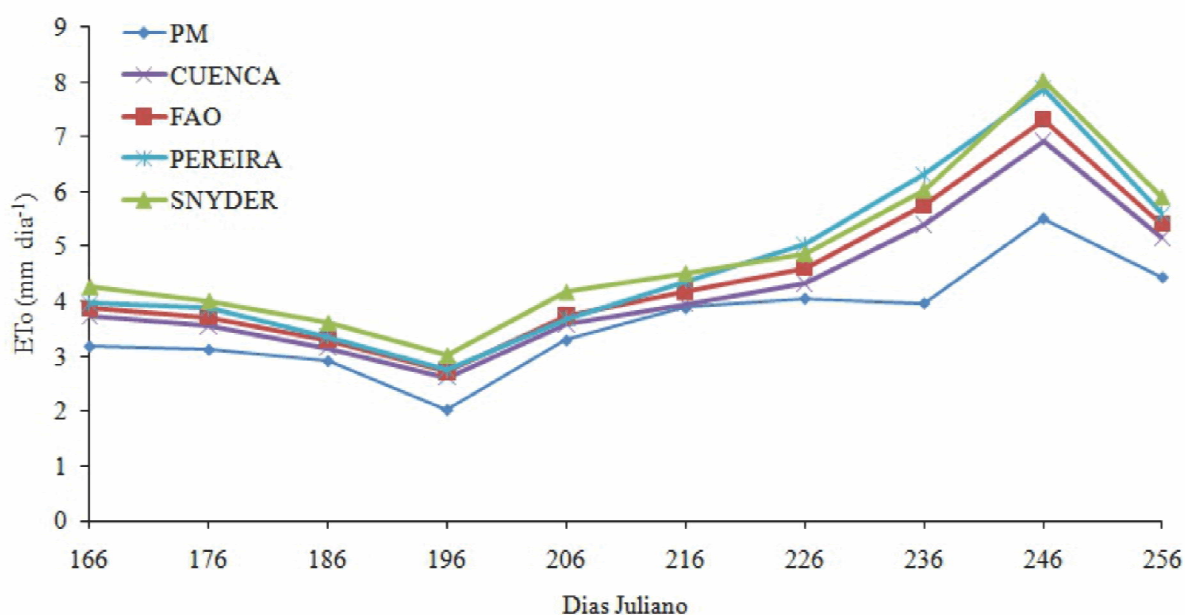


Figura 1. Valores decendiais da evapotranspiração de referência (ETo) estimada pelo método de Penman-Monteith e pelo tanque Classe A com o uso das diferentes metodologias de obtenção do coeficiente do tanque (k_p) no período de inverno.

Na região noroeste do Estado de São Paulo Conceição (2002) empregou em seu trabalho um valor fixo de k_p utilizado regionalmente e encontrou valores satisfatórios, com valor médio de k_p no período seco de 0,7 e, observou que fatores como a umidade relativa do ar e a velocidade do vento não devem apresentar grandes variações durante o período analisado.

Na Figura 2 estão apresentadas as relações entre a evapotranspiração de referência (ETo) diária estimada pelo método do tanque Classe A, utilizando-se os valores de k_p calculados pelos quatro métodos avaliados, em comparação a estimada pelo método de Penman-Monteith, padrão (FAO PM).

Observa-se que todos os métodos de determinação do k_p apresentaram coeficientes angulares (b) abaixo de 1, indicando tendência de superestimativa da ETo estimada pelo método considerado como padrão, cujo método com maior coeficiente angular foi o de Cuenca ($b = 0,602$).

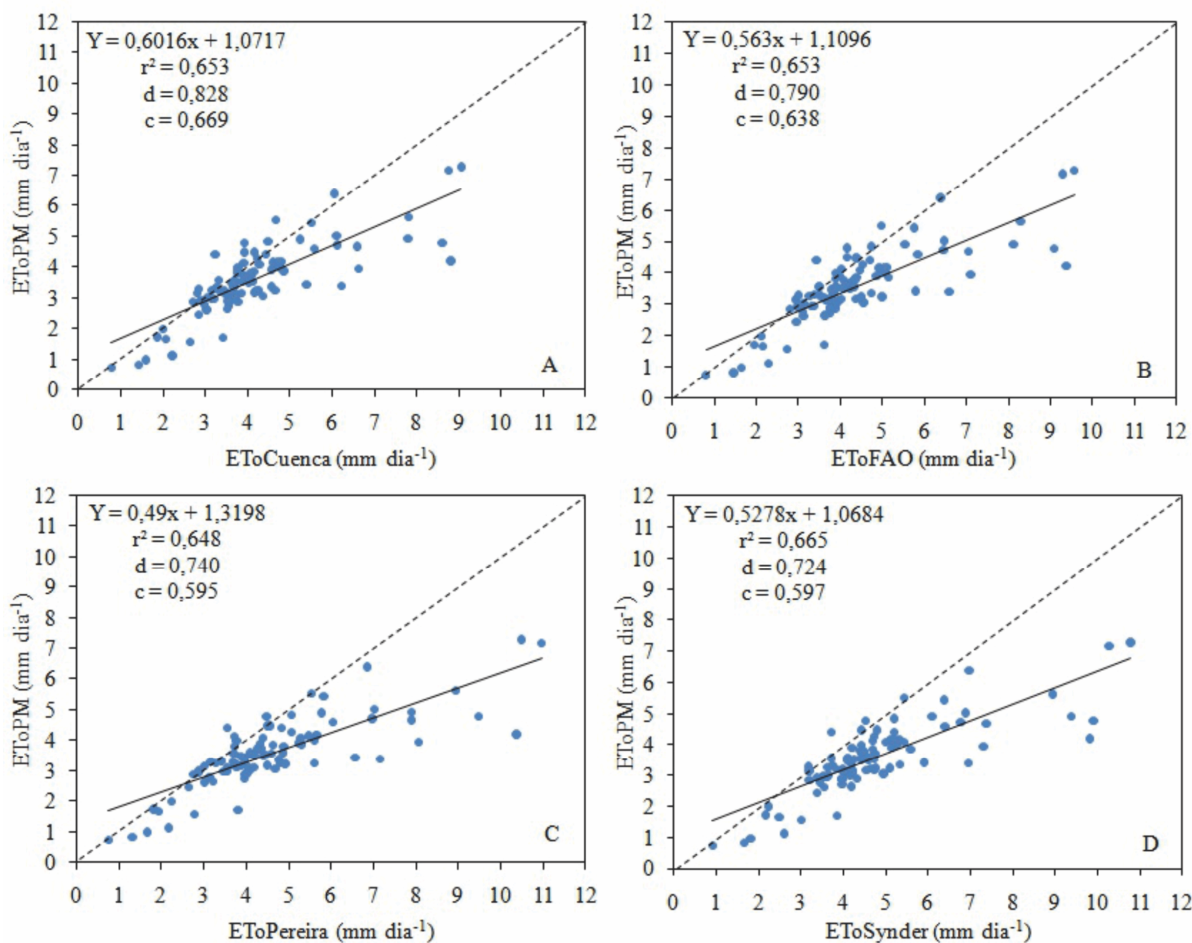


Figura 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (r^2), índice de concordância (d) e desempenho (c) dos métodos de Cuenca (A), FAO (B), Pereira (C) Snyder (D), em Aquidauana-MS no período de inverno.

Esteves et al. (2010), estudando a comparação de diferentes métodos para se obter o k_p em Campos dos Goytacazes, verificaram que os métodos Cuenca, Allen e Snyder apresentaram o mesmo comportamento, no entanto, com coeficiente angular próximo de 1 e coeficiente de determinação (r^2) na ordem de 81%.

Todos os métodos comparados neste trabalho obtiveram r^2 próximo de 65% ($r = 80\%$), sendo classificado como muito alta. No entanto, a adoção do r^2 como critério de definição da qualidade de métodos não é adequada, uma vez que esse método não estabelece o tipo e a magnitude das diferenças entre um valor padrão e um valor previsto por modelos de estimativa ou outros mecanismos de medida diferentes do padrão (Barros et al., 2009).

O índice de concordância (d), que expressa uma medida de exatidão do modelo, o coeficiente de correlação (r), que expressa uma medida da precisão do modelo, e o índice “c”, que expressa um desempenho conjunto do modelo, também considerado um indicador de confiança, foram os critérios de indicação do método de k_p a ser utilizado no período de inverno em Aquidauana-MS. Verificou-se que o método de Cuenca, FAO, Pereira e Snyder resultaram índices “d” de 0,828; 0,790; 0,740 e 0,724 e “c” na ordem de 0,669; 0,638; 0,595 e 0,597 respectivamente em relação aos métodos, sendo que o maior índice “c” foi obtido com o método de Cuenca (0,669) e classificado como Bom, (Figura 2) atingindo o critério de recomendação de uso conforme Camargo & Sentelhas (1997). Em trabalho realizado no

município de Campo de Goytacazes Esteves et al. (2010), observaram que a metodologia de maior eficiência para determinação do k_t e posterior conversão da evaporação do TCA em E_{To} diária, foi o proposto por Cuenca.

Peixoto et al. (2010) verificaram que, em Mossoró-RN, o método de k_p proposto por Snyder com “c” igual a 0,82, sendo o método que mais se aproximou do método padrão (Penman-Monteith). Resultados encontrados por Oliveira et al. (2008b) reforçam a idéia que deve-se realizar estudos em condições regionais, pois os mesmos, utilizando o método do TCA com k_p fixo igual a 0,75, encontraram índice de desempenho de 0,49, sendo classificado como “Mau”.

6 CONCLUSÃO

Diante da comparação do método de estimativa de evapotranspiração de referência do tanque Classe “A”, com o método de Penman-Monteith no inverno de Aquidauana-MS, recomenda-se o uso do k_p calculado conforme o método de Cuenca.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Pan evaporation method.

In: **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, p. 78-85, 1998. (Irrigation and Drainage, 56).

BARROS, V. R.; SOUZA, A. P.; FONSECA, D. C.; SILVA, L. B. D. Avaliação da evapotranspiração de referência na Região de Seropédica, Rio de Janeiro, utilizando lisímetro de pesagem e modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.198-203, 2009.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M., MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F. Coeficientes do tanque classe “A” para estimativa da evapotranspiração de referência na região do Vale do Submédio São Francisco, estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n.1, p.49-57, 2008.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Reference evapotranspiration based on class A pan evaporation. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.417-420, 2002.

CUENCA, R. H. **Irrigation system design: A engineering approach**. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1989. 133p.

DUARTE, W.O.; BARROS, D.D.L.; ASSUNÇÃO, W.L. Comparação entre as leituras diárias do tanque Classe “A” e o evaporímetro de piché, da estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia. In: Simpósio Regional de Geografia: Perspectivas para o Cerrado no Século XXI, 2, 2003, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2003. p. 1-5.

- ESTEVEVES, B.S.; MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; BERNARDO, S. Avaliação do Kt para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.274–278, 2010.
- GUNDEKAR, H.G.; KHODKE, U.M.; SARKAR, S.; RAI, R.K. Evaluation of pan coefficient for reference crop evapotranspiration for semi-arid region. **Irrigation Science**, v. 26, p. 169-175, 2008.
- MENDONÇA, E.A.; DANTAS, R.T. Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.196–202, 2010.
- MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.275-279, 2003.
- MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F.; ANDRE, 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, p.123-128, 2006.
- OLIVEIRA, G.M.; LEITÃO, M.M.V.B.R.; BISPO, R.C.; SANTOS, I.M.S.; ALMEIDA, A.C. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência na região Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4, n.2, p.104–109, 2010.
- OLIVEIRA, L.M.M.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; AZEVEDO, J.R.G.; SANTOS, F.X. Evapotranspiração de referência na bacia experimental do riacho Gameleira, PE, utilizando-se lisímetro e métodos indiretos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.1, p. 58-67, 2008b.
- OLIVEIRA, R. A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G. C.; MATERAM, F. J.V.; CECON, P. R. Desempenho do Irrigâmetro na estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.166-173, 2008a.
- PEIXOTO, T.D.C.; LEVIEN, S.L.A.; BEZERRA, A.H.F. Comparação entre diferentes equações de tanque Classe “A” para cálculo da ET_o em Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 3, p.161–165, 2010.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; PEREIRA, A.S.; BARBIERI, V. A model for the class A pan coefficient. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.76, p.75-82, 1995.
- RODERICK, M.L.; FARQUHAR, G.D. Changes in Australian pan evaporation from 1970 to 2002. **International Journal of Climatology**, v. 24, p. 1077-1090, 2004.
- SAAD, J.C.C.; BISCARO, G.A.; DELMANTO JUNIOR, O.; FRIZONNE, J.A. Estudo da distribuição da evapotranspiração de referência visando o dimensionamento de sistema de irrigação. **Irriga**, v. 7, n. 1, p. 10-17, 2002.

SNYDER, R.L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversion. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.118, n.6, p.977-980, 1992.

TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, L.C.; SANTOS NETO, I.J.; SANTOS, T.J.; ROCHA, F.A.; GUIMARÃES, D.U. Estimativa da evapotranspiração de referência com uso do irrigâmetro em Vitória da Conquista/BA. **Irriga**, v. 17, n. 1, p. 28-38, 2012.

VESCOVE, H.V.; TURCO, J.E.P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para região de Araraquara, SP. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.713-721, 2005.

WILLMOTT, C.J. On the validation of models. **Physical Geography**, v.2, p.184-194, 1981.