

DETERMINAÇÃO DE COEFICIENTES DE TANQUE CLASSE A (K_p) E ESTIMATIVA DIÁRIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET_o) EM SEROPÉDICA - RJ

ADILSON PACHECO DE SOUZA¹; VINÍCUS RIOS BARROS², MARINALDO FERREIRA PINTO², MÁRCIO EMANOEL DE LIMA³, DANIEL FONSECA DE CARVALHO⁴,
LEONARDO BATISTA DUARTE DA SILVA⁴

¹Graduando em Engenharia Agrícola – UFRRJ, Bolsista IC – CNPq, pachecoufrj@yahoo.com.br, (21) 82729563; ²Graduando em Engenharia Agrícola – UFRRJ, Bolsista IC; ³ Agrônomo, Doutorando em Fitotecnia – UFRRJ; ⁴Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia, IT/UFRRJ, Seropédica-RJ.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 02 a 05 de julho de 2007 –
Aracaju – SE

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo comparar os diferentes métodos de determinação do coeficiente do tanque evaporimétrico Classe A (K_p) e as suas respectivas influências na estimativa diária de ET_o . Considerando dados climáticos de velocidade do vento média e umidade relativa média diária foram determinados os valores de K_p para os métodos propostos por SNYDER (1992); ALLEN et al., (1998); CUENCA (1989) e PEREIRA et al., (1995), além da determinação do K_p direto (ET_o/CEA), sendo analisadas suas performances através de análises estatísticas com relação a ET_o . Em todos os métodos, os valores de K_p ficaram compreendidos entre 0,55 e 0,90. Todos os modelos de cálculo de K_p utilizados neste estudo superestimaram as estimativas de ET_o calculadas pelo método do Tanque Classe A, os melhores resultados foram obtidos pelos métodos de Allen et al. (1998), Snyder (1992), seguido pela utilização de um K_p constante de 0,74.

PALAVRAS CHAVES: evaporação da água; estimativa de ET_o ; manejo de irrigação.

ABSTRACT: The present work had like objective compare the different approaches of determination of the coefficient of the tank evaporimétrico Class TO (K_p) and its respective influences in the daily estimate of ET_o . Considering climatic facts of speed of the medium wind and daily medium relative humidity were determined the values of K_p for the approaches proposed by SNYDER (1992); ALLEN et al., (1998); CUENCA (1989) and PEREIRA et al., (1995), beyond the determination of the K_p straight (ET_o/ECA), being analyzed its performances through statistical analyses regarding ET_o . In all of the approaches, the values of K_p stayed understood between 0,55 and 0,90. All of the models of calculation of K_p utilized in this I study overestimated the estimates of ET_o calculated by the approach of the Tank Class TO, the best results were obtained by the approaches of Allen et al. (1998), Snyder (1992), followed by the utilization of a K_p constant of 0,74.

KEYWORDS: Evaporation of the water; Estimate of ET_o ; management of irrigation.

INTRODUÇÃO: Dentre os diversos usos consuntivos, o uso da água na agricultura tem se caracterizado como aquele de maior expressão, em virtude da grande quantidade de água

normalmente utilizada na agricultura irrigada. A determinação do consumo hídrico das culturas agrícolas é um dos principais parâmetros para um correto planejamento, dimensionamento e manejo da irrigação, onde uma das maneiras de estimar o consumo hídrico das plantas é através da evapotranspiração de referência (MENDONÇA et al., 2003). Esta determinação pode ser realizada por diversas metodologias diretas e/ou matemáticas, sendo que em virtude da simplicidade de operação e do custo, o uso de tanques evaporimétricos tem sido muito utilizado na obtenção do consumo hídrico das culturas, utilizando valores de evaporação da água. O tanque Classe A se caracteriza por apresentar uma superfície de água livre, que perde mais água que uma cultura, necessitando que os valores diários de evaporação do tanque (ECA) sejam corrigidos por meio de coeficientes que depende do tamanho da bordadura à qual o tanque está exposto, da umidade relativa do ar e da velocidade do vento. O coeficiente do tanque Classe A (K_p) tem sido empregado para se estimar a evapotranspiração de referência (E_{To}), importante componente no manejo da água de culturas irrigadas, a partir da evaporação do tanque. O objetivo deste trabalho é a comparação de diferentes metodologias para a obtenção do coeficiente do tanque evaporimétrico Classe A e suas respectivas influências na estimativa diária de E_{To} .

MATERIAL E MÉTODOS: O presente trabalho foi realizado com dados climáticos coletados no período de agosto de 2006 a janeiro de 2007, no município de Seropédica – RJ. A área apresenta coordenadas 22° 46' de latitude Sul e 43° 41' de longitude Oeste, e está inserida no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), do convênio CNPAb/UFRRJ/PESAGRO. Segundo Köppen, o clima da região é classificado como Aw, com chuvas concentradas no período de novembro a março, com precipitação anual média de 1210 mm e temperatura média anual de 24,5°C. Nesta mesma área, foi instalada uma estação meteorológica provida de sensores capazes de medir e registrar as variáveis climatológicas relevantes ao processo evapotranspirométrico, principalmente a velocidade e direção do vento (anemômetro, 03001-L RM YOUNG) e temperatura e umidade relativa do ar (Vaisala, mod. GL400-1-1), além de um pluviômetro (Globalwater, HMP45C-L), conectados a um sistema de aquisição de dados (microdatalogger Campbell Scientific, mod. CR23X), programado para realizar leituras dos sensores a cada três segundos, armazenando valores médios a cada meia hora. Neste datalogger foi ainda conectado uma célula de carga de um lisímetro de pesagem (1,0 m largura; 1,0 m de comprimento; 0,70 m de profundidade) com grama batatais (*Paspalum notatum flugge*), a fim de se obter a evapotranspiração de referência. A grama foi mantida sempre com altura variando entre 0,08 m e 0,15 m. O tanque evaporimétrico foi instalado sobre um estrado de madeira, a 0,15 m da superfície gramada, sendo as leituras efetuadas diariamente e o nível da superfície líquida mantido entre 0,05 m e 0,08 m da borda do tanque, permitindo assim determinar a evaporação da água (ECA). No período analisado foram desconsiderados os dias que ocorreram chuvas e dias com grandes velocidades de vento, que causaram incertezas e erros nos resultados de E_{To} do lisímetro, totalizando neste estudo 96 dias analisados. Na obtenção dos valores dos coeficientes do tanque (K_p), foram utilizadas cinco metodologias, além do valor constante obtido na regressão linear da relação E_{To} x ECA. O primeiro método utilizado foi o direto, no qual o K_p foi obtido pela divisão da E_{To} pela ECA, sendo adotado como valor de K_p constante, o coeficiente angular da regressão linear E_{To} x ECA. As demais metodologias analisadas foram às propostas por SNYDER (1992); ALLEN et al., (1998); CUENCA (1989) e PEREIRA et al., (1995), cujas equações são apresentadas por SENTELAS & FOLEGATTI (2003). Foram avaliadas as performances dos métodos de estimativa de K_p e suas influências nos valores de E_{To} estimadas diariamente, através de regressão linear entre os valores de K_p estimados e o calculado (E_{To} /

ECA) e aplicando os critérios de um índice de ajuste ou índice de agregação (D), erro absoluto médio (MAE), erro absoluto máximo (MAXE) e a eficiência (EF), conforme critérios e equações apresentadas por SENDELAS & FOLEGATTI (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 apresenta a relação entre os valores de ETo medidos pelo lisímetro e a evaporação da água obtida pelo tanque Classe A, usada para determinação do valor de Kp constante (SENDELAS & FOLEGATTI, 2003). Observa-se nesta Figura que houve um ajuste satisfatório entre os dados de ETo e ECA, apresentando um coeficiente de determinação de 0,54, mostrando que a ETo pode ser obtida diretamente pela multiplicação de ECA por 0,74 diariamente, que pode ser adotado em função de sua praticidade e simplicidade de obtenção.

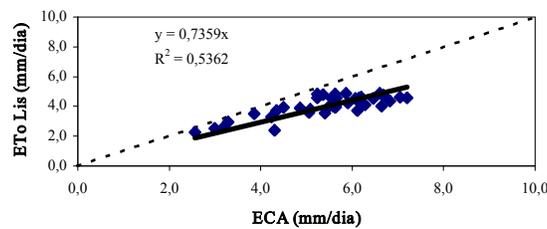
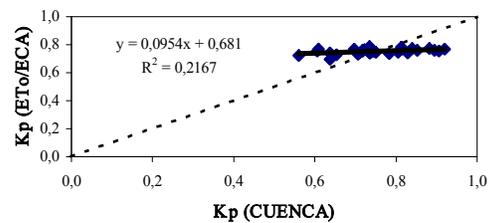
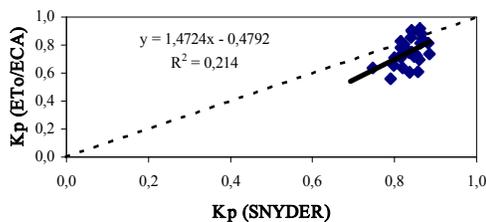


Figura 1. Relação entre ETo obtida pelo lisímetro e ECA.

A Figura 2 apresenta a relação entre os valores de Kp estimados pelos modelos matemáticos estudados com o valor direto de Kp ($Kp = ETo / ECA$). Em todos os métodos de estimativa de Kp, os valores ficaram compreendidos entre 0,70 e 0,90, enquanto que os valores obtidos diretos variaram entre 0,55 e 0,90, sendo que o valor mínimo obtido deveu-se ao fato de que no dia de sua ocorrência a velocidade do vento e a umidade relativa média diária apresentaram valores que influenciaram mais decisivamente a evaporação da água no tanque. Em geral os métodos não apresentaram boas correlações com os valores diretos conforme observado na Figura, que podem ser explicados pelo fato de que essas metodologias foram desenvolvidas baseadas nos valores propostos por DORRENBOS & PRUITT (1977).



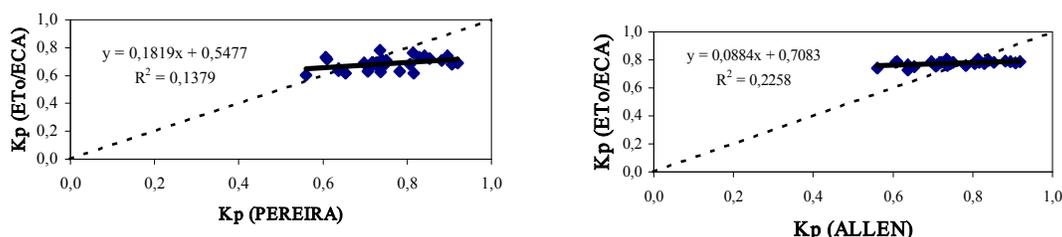


Figura 2. Relação entre os valores estimados de Kp e valores calculaos (ETo / ECA).
 Nota-se que os valores de Kp obtidos pelo método direto tiveram uma variação maior no período analisado (desvio padrão de 0,0943), evidenciando a diferença existente na comparação entre um método de medição direta e um de estimativa de ETo. Os valores médios encontrados de Kp para ETo/ECA, Kp_{SNYDER}, Kp_{CUENCA}, Kp_{PEREIRA} e Kp_{ALLEN}, foram de 0,76, 0,82, 0,74, 0,68 e 0,77, respectivamente. Os valores de ETo estimados pelas metodologias correlacionados com a ETo do lisímetro estão apresentados na Figura 3. Observa-se que, para esta análise de mensuração de ETo, que a melhor correlação foi encontrada na metodologia de ALLEN et al. (1998), com coeficiente de determinação (r²) de 0,6472, porém existe um indicativo de que ambas as metodologias apresentaram um bom índice de precisão na estimativa de ETo, variando entre 0,58 e 0,65. Estudos realizados por MENDONÇA et al., (2003) sobre a influência dos coeficientes de tanque nos valores estimados de ETo com o método de Penman-Monteith-FAO 56, para Campos dos Goytacazes - RJ, apresentaram valores maiores para estas correlações, variando entre 0,77 e 0,80. Resultados próximos aos encontrados neste estudo foram apresentados por CONCEIÇÃO (2002), em um estudo similar ao desenvolvido por MENDONÇA et al., (2003).

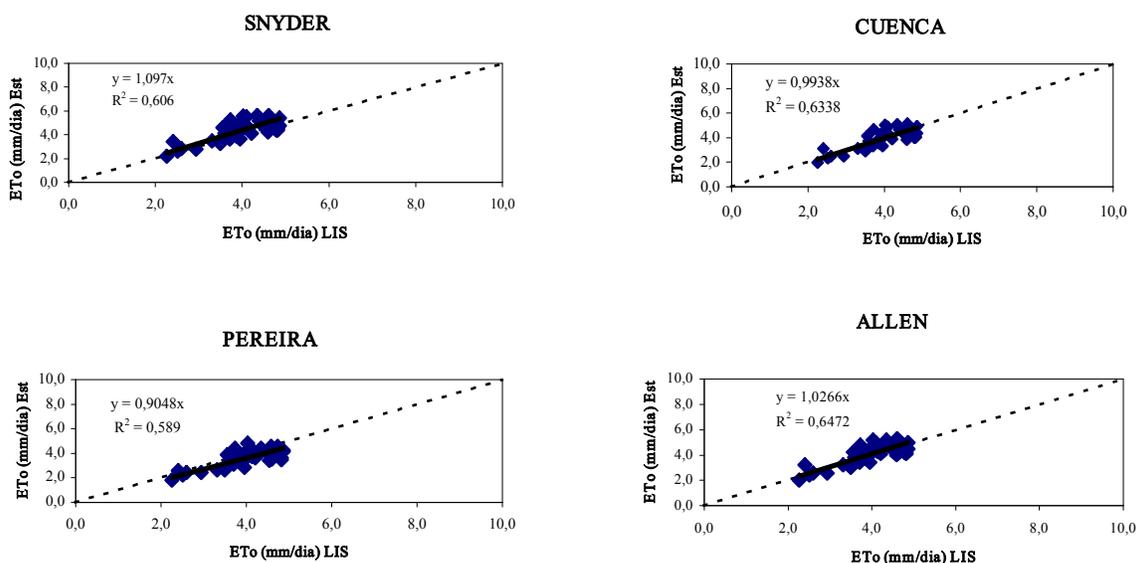


Figura 3. Relação entre ETo do lisímetro e ETo estimada pelos métodos de Kp analisados.

A Tabela 1 apresenta as análises estatísticas de eficiência de aplicação das metodologias de estimativa de Kp deste estudo, o melhor modelo para converter EV em ETo foi o proposto por

Allen (1998), $D = 0,774$ e $EF = 0,759$, seguidos dos modelos de Snyder (1992), $D = 0,815$ e $EF = 0,752$, K_p constante (0,74) que apresentou um índice de agregação (D) de 0,793 e $EF = 0,751$. SENTELHAS et al. (2003) também observaram uma boa estimativa de ET_o diária quando foi utilizado o modelo de Cuenca (1989), na região de Piracicaba, SP. O maior valor do erro médio absoluto foi apresentado quando se adota um valor de K_p constante (0,74), que também apresentou o maior valor do erro máximo absoluto, $MAXE = 1,01$. Esses resultados não concordaram com os valores obtidos por Sentelhas et al. (2003), em Piracicaba, SP, que observaram maior erro médio absoluto, $EMA = 0,640$ e maior erro máximo absoluto $MAXE = 2,81$, no modelo de Snyder (1992). MENDONÇA et al., (2003) encontraram na Região Norte Fluminense, o maior valor do erro médio absoluto apresentado pelo modelo de Doorembos e Pruitt (1977), $EMA = 0,6644$, seguido por Pereira et al. (1995), $EMA = 0,6567$, que também apresentou o maior valor do erro máximo absoluto, $EMAX = 3,3176$.

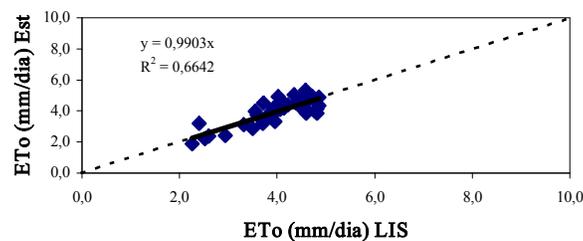


Figura 4. Relação entre valores medidos e estimados (0,74ECA) diários de ET_o .

Tabela 1. Comparação estatística de eficiência estatística para valores de ET_o medida diariamente e valores estimados pelos métodos de K_p .

Kp Método	D	MAE MAXE		EF
		(mm/dia)		
SNYDER	0,815	0,54	1,53	0,752
CUENCA	0,764	0,41	0,99	0,665
PEREIRA	0,775	0,53	1,37	0,750
ALLEN	0,774	0,42	1,16	0,759
$K_p = 0,74$	0,793	1,01	2,25	0,751

CONCLUSÃO: Os valores de K_p estimados pelas diferentes metodologias usadas neste estudo não apresentam uma boa correlação com os valores calculados por ET_o/ECA . Todos os modelos de cálculo de K_p utilizados neste estudo superestimaram as estimativas de ET_o calculadas pelo método do Tanque Classe A, a melhor estimativa da ET_o diária na Região de Seropédica – RJ, foi obtida quando se utilizou o valor de K_p calculado pelo modelo de Allen et al. (1998), Snyder (1992), seguido pela utilização de um K_p constante de 0,74.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 301 p. Irrigation and Drainage Paper, 56.
 CONCEIÇÃO, M.A.F. Reference evapotranspiration based on Class A pan evaporation. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.3, p.417-420, 2002.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Crop water requirements. Rome: FAO, 1977. 119 p. Irrigation and Drainage Paper, 24.

MENDONÇA, J.C.; SOUZA, E.F.; BERNARDO, S.; DIAS, G.P. GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ETo), na região norte fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v.7, n.2, p.275-279, 2003.

SENTELHAS, P.C.; FOLEAGATTI, M.V. Class A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (Eto). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v.7, n.1, p.111-115, 2003.