

AVALIAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIÃO DE SEROPÉDICA-RJ, UTILIZANDO LISÍMETRO DE PESAGEM E MODELOS MATEMÁTICOS

VINICIUS RIOS BARROS¹, ADILSON PACHECO DE SOUZA², DANIEL F. DE CARVALHO³, LEONARDO D. B. DA SILVA⁴, CONAN AYADE SALVADOR⁵

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Bolsista de IC PIBIC/CNPq/UFRRJ, Instituto de Tecnologia, DE, UFRRJ, Seropédica – RJ, Fone: (0xx21) 9189 5799, vica-rios@bol.com.br; ² Graduando em Eng Agrícola, Bolsista do CNPq, Instituto de Tecnologia, DE, UFRRJ, Seropédica – RJ; ³ Engenheiro Agrícola, Prof. Associado, Instituto de Tecnologia, DE, UFRRJ, Seropédica - RJ, Bolsista do CNPq; ⁴ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Instituto de Tecnologia, DE, IT, UFRRJ, Seropédica – RJ; ⁵ Engenheiro Agrícola pela UFRRJ. Mestrando em Engenharia Agrícola na FEAGRI/UNICAMP.

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

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) para a região de Seropédica, RJ, correlacionando medidas obtidas em lisímetros de pesagem com os métodos de Penman-Monteith- FAO 56 (PMF), Hargreaves-Samani (HS), Camargo (CA), Priestley-Taylor (PT) e Makking (MA). Foi possível constatar um aumento expressivo dos coeficientes de determinação encontrados pelo lisímetro e pelos métodos PMF, HS, CA, PT e MA, com o aumento dos períodos de análise. Os valores de ET_o estimados por PMF, PT e MA se mostraram bem correlacionados com aqueles determinados pelo lisímetro de pesagem.

PALAVRAS CHAVE: Lisímetro de pesagem, Penman-Monteith-FAO, Hargreaves-Samani.

EVALUATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE SEROPÉDICA-BRAZIL, USING WEIGHTING LYSIMETER AND MATHEMATICAL MODELS

ABSTRACT: This work was carried out in order to evaluate the estimative of reference evapotranspiration (ET_o) for the Seropédica region, RJ, Brazil, correlating data measured from a weighting lysimeter with estimated values from Penman-Monteith- FAO 56 (PMF), Hargreaves-Samani (HS), Camargo (CA), Priestley-Taylor (PT) and Makking (MA) methods. The results obtained, it was possible to conclude that there was an expressive increase in the determination coefficients between the weighting lysimeter measurements and the PMF, HS, CA, PT and MA methods, when the analysis period increased, and that ET_o estimated by the PMF, PT and MA showed a good correlation with those determined by the weighting lysimeter.

KEYWORDS: Weighting Lysimeter, Penman-Monteith-FAO, Hargreaves-Samani.

INTRODUÇÃO: A água constitui um dos principais insumos destinados à produção de alimentos, caracterizando-se, dentre os usos consuntivos, como aquele de maior expressão, tendo em vista a grande quantidade utilizada na agricultura irrigada. Dessa forma, a evapotranspiração de referência (ET_o) assume aspecto fundamental no planejamento agrícola, pois é largamente utilizada na estimativa da demanda de água pela planta (KASHYAP & PANDA, 2001). A estimativa da ET_o por meio de equações matemáticas constitui-se no processo mais comum e mais usual de obtenção da perda de água em áreas vegetadas, sendo necessários dados climático-fisiológicos para a aplicação dos mesmos. Por se tratarem de estimativas, esses métodos apresentam problemas de precisão, principalmente pela falta de ajuste dos coeficientes dos modelos, além de erros de leitura, acurácia dos sensores e por serem desenvolvidos para condições climáticas e agronômicas específicas, não tendo validade para condições distintas. Por outro lado, os lisímetros de pesagem possibilitam a obtenção de dados com maior confiabilidade, uma vez que visam representar o ambiente, permitindo ajustes dos modelos matemáticos em uma determinada região (SENTELHAS, 2001). Em virtude da importância de se estimar corretamente a evapotranspiração de referência, desenvolveu-se o presente trabalho, com o objetivo de correlacionar medidas de evapotranspiração de referência obtidas pelo lisímetro de pesagem, e pelos métodos de estimativa PMF, HS, CA, PT e MA, para a região de Seropédica-RJ.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado com dados meteorológicos coletados do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, denominado Fazendinha Agroecológica, na área experimental da EMBRAPA – Agrobiologia, localizada no município de Seropédica, RJ. As coordenadas do local são 22°48'00''S e 43°41'00''W, e com altitude de 33 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como Aw, com chuvas concentradas de novembro a março, com precipitação anual média de 1213 mm e temperatura média anual de 24,5 °C. O lisímetro utilizado era composto de uma caixa metálica com dimensões de 1,0 m x 1,0 m de base e 0,70 m de altura, montada sobre barras transversais, a fim de concentrar a massa do conjunto sobre uma única célula de carga, localizada no centro do sistema (CRUZ, 2005). Foi utilizada célula de carga da marca ALPHA, modelo Z, com capacidade de medida de até 2.000 kg, com número total de incrementos de aproximadamente 6.000 divisões, ou seja, tendo sensibilidade de 0,3 kg. De acordo com o fabricante, a sensibilidade da célula é de $2 \pm 0,1\%$ mV/V. Próximo ao local de funcionamento do lisímetro, foi instalada uma estação meteorológica contendo sensores de radiação solar global incidente (piranômetro Kipp & Zonen, modelo SP-LITE-L), velocidade e direção do vento (anemômetro, 03001-L RM YOUNG) e temperatura e umidade relativa do ar (Vaisala, modelo HMP45C-L), além de um pluviógrafo (Globalwater, GL 400-1-1). Dentro de uma caixa de aço galvanizado foi instalado um sistema de aquisição e armazenamento de dados (microdatalogger Campbell Scientific, mod. CR23X), programado para coletar dados a cada três segundos e as médias e/ou totais a cada 30 min. Os dados eram transferidos por um módulo de memória que permitia a gravação e a manipulação dos mesmos em um microcomputador. Para a realização deste trabalho, foram utilizados dados entre os dias 2 de agosto de 2006 e 31 de janeiro de 2007. Para o ajuste dos métodos indiretos propostos, foram estabelecidas correlações entre as medidas diretas de ET_o pelo lisímetro (LIS) e as estimativas de ET_o encontradas pelos métodos de PMF, HS, CA, PT e MA. Com os valores encontrados foram ajustadas equações de regressão lineares considerando dados diários e agrupados em períodos de 3 e 5 dias. Para avaliar a qualidade dos ajustes foi utilizada a metodologia proposta por CAMARGO & SENTELHAS (1997), na qual são calculados o erro-padrão da estimativa (equação 1), o índice de concordância (equação 2) e o índice de desempenho (c), definido pelo produto entre o coeficiente de correlação (r) e o índice de concordância.

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (Y - \hat{Y})^2}{n-1}} \quad (1)$$

em que SEE = erro-padrão da estimativa, mm dia⁻¹; Y = ETo medida, mm dia⁻¹; \hat{Y} = ETo estimada pelo modelo, mm dia⁻¹; n = número de observações.

$$d = 1 - \frac{\sum (\hat{Y}' - Y')^2}{\sum (|\hat{Y}'| + |Y'|)^2} \quad (2)$$

em que $\hat{Y}' = \hat{Y} - \bar{Y}$, $Y' = Y - \bar{Y}$, d = adimensional, variando de 0 a 1; \bar{Y} = média dos valores observados, mm dia⁻¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 apresenta os gráficos e os modelos resultantes da regressão linear considerando os métodos de estimativa empregados na análise, tendo o lisímetro como padrão.

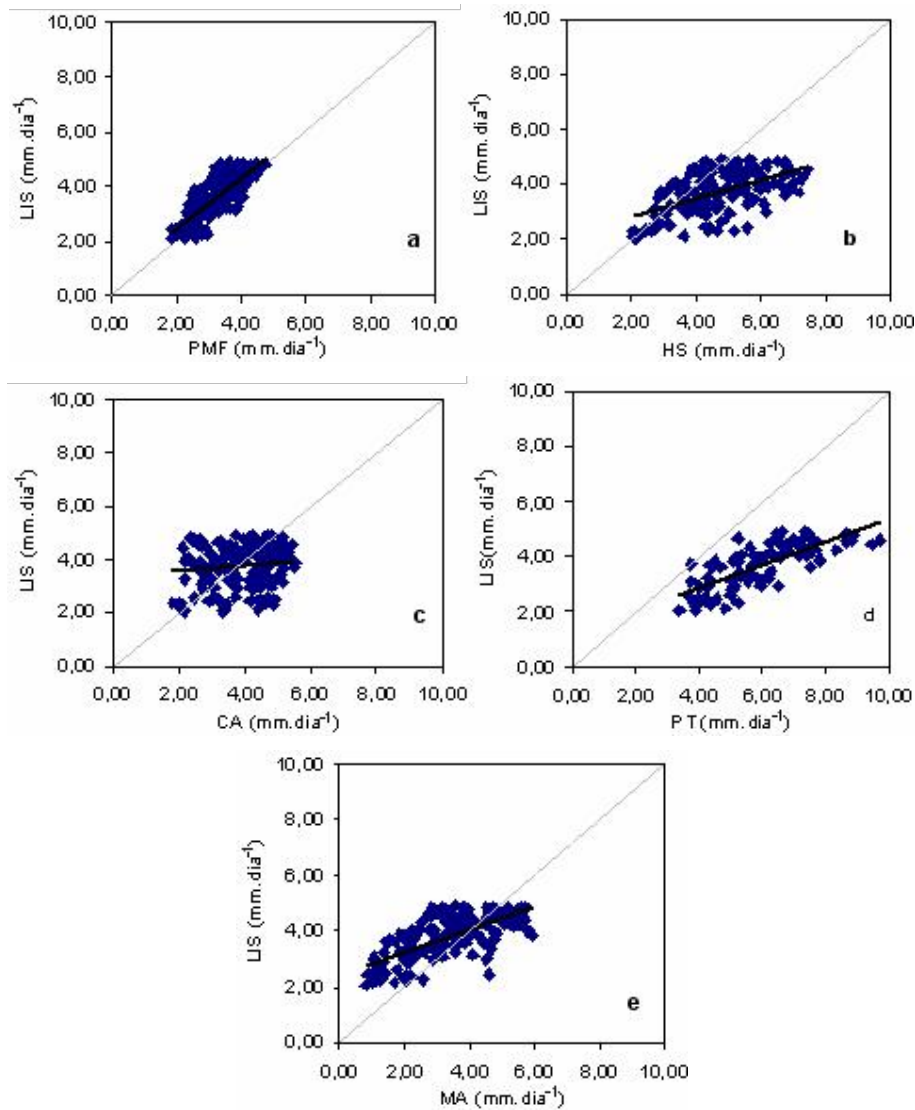


Figura 1 – Correlação entre os valores diários de ETo medidos pelo lisímetro e estimados pelos métodos PMF (a), HS (b), CA (c), PT (d) e MA (e), para região de Seropédica – RJ.

É possível perceber uma diferença expressiva entre os ajustes dos diferentes métodos utilizados. Ao longo de período estudado, a ETo estimada pelo método PMF (Figura 1a) se ajustou melhor às medidas diárias obtidas no lisímetro em comparação com as estimativas dos demais métodos. Quanto ao método HS, apesar da sua simplicidade, o resultado observado na Figura 1b indica um ajuste não satisfatório, tendo em vista o período de dados analisado, o qual se caracteriza, em grande parte, por um baixo déficit de pressão de vapor. Com relação ao método CA, que foi proposto para estimativa da ETo em período de 10 ou 30 dias (CAMARGO & CAMARGO, 1983), é possível perceber na Figura 1c que o ajuste apresentou o mais baixo valor de coeficiente de determinação, não sendo recomendado para estimativas diárias de ETo. De acordo com a Figura 1d, o método de PT estimou de modo mais satisfatório a ETo, sendo obtido um coeficiente de determinação de 0,59. Nos valores de coeficientes de determinação ocorridos no período do estudo, o método de MA foi o terceiro que mais se ajustou a ETo, ficando atrás de PMF e PT, e seguido pelos métodos de HS e CA. Agrupando os valores de ETo em períodos de 3 e 5 dias, foram constatadas melhorias nos ajustes das medidas estimadas com as medidas lisimétricas. A Tabela 1 apresenta os demais parâmetros estatísticos relativos às equações de regressão linear simples entre a ETo medida pelo lisímetro e àquelas estimadas pelos métodos, como também a classificação do desempenho destes modelos, segundo critério apresentado por CAMARGO & SENTELHAS (1997).

Tabela 1 – Valores do coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c) para as equações de regressão entre valores diários de ETo do lisímetro e estimados pelos métodos de PMF, HS, CA, PT e MA.

| Método | SEE (mm.dia ⁻¹) | r | d | c |
|-------------------------------|-----------------------------|------|------|------|
| Período Diário | | | | |
| LIS - PMF | 0,47 | 0,80 | 0,88 | 0,70 |
| LIS - HS | 0,84 | 0,55 | 0,87 | 0,48 |
| LIS - CA | 1,23 | 0,13 | 0,22 | 0,03 |
| LIS - PT | 0,53 | 0,77 | 0,86 | 0,66 |
| LIS - MA | 0,31 | 0,68 | 0,79 | 0,53 |
| Período de 3 em 3 Dias | | | | |
| LIS - PMF | 0,80 | 0,85 | 0,91 | 0,77 |
| LIS - HS | 1,60 | 0,59 | 0,73 | 0,43 |
| LIS - CA | 1,48 | 0,19 | 0,25 | 0,05 |
| LIS - PT | 1,13 | 0,79 | 0,88 | 0,70 |
| LIS - MA | 1,50 | 0,76 | 0,82 | 0,62 |
| Período de 5 em 5 Dias | | | | |
| LIS - PMF | 1,14 | 0,87 | 0,93 | 0,81 |
| LIS - HS | 2,01 | 0,67 | 1,00 | 0,67 |
| LIS - CA | 1,84 | 0,23 | 0,29 | 0,06 |
| LIS - PT | 3,69 | 0,85 | 0,92 | 0,78 |
| LIS - MA | 1,12 | 0,83 | 0,91 | 0,75 |

Foi possível constatar que, de um modo geral, o métodos de PMF, PT e MA estimaram satisfatoriamente a ETo pelo lisímetro, tendo em vista o índice de concordância acima dos 78% para todos as condições analisadas. A partir dos resultados da análise de regressão dos

dados de ETo agrupados em períodos de 3 e 5 dias, verifica-se um aumento no erro padrão da estimativa (SEE) em relação à análise diária, sendo, no entanto, obtidos maiores coeficientes de determinação e, conseqüentemente, melhores índices de desempenho dos métodos analisados.

CONCLUSÕES: Os valores de ETo estimados por PMF, PT e MA se mostraram bem correlacionados com aqueles determinados pelo lisímetro de pesagem. O método de HS não estimou satisfatoriamente a ETo e o método de CA não apresentou ajuste satisfatório com os dados do lisímetro para observações agrupados em pequenos períodos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMARGO, A.P. de. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. Boletim 116, Instituto Agrônômico, Campinas, SP, p.24, 1971.

CAMARGO, A.P. 7 CAMARGO, M.B.P., Teste de uma equação simples da evapo(transpi)ração potencial baseado na radiação solar extraterrestre e na temperatura média do ar. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 3. Campinas, p. 229-244. 1983.

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

CARVALHO, D.F; SILVA, L.D.B. da.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. da. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ utilizando lisímetro de pesagem. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, v.14, n.1, p.97-105, 2006.

CRUZ, F.A. Instalação e calibração de lisímetro de pesagem e determinação da evapotranspiração de referência para a região de Seropédica-RJ. Seropédica, RJ, 2005. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

FIETZ, C.R.; SILVA, F.C.; URCHEI, M.A. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v.13, n.2, p.225-250, 2005.

KASHYAP, P.S. & PANDA, R.K. Evaluation of evapotranspiration estimation methods and development of crop-coefficients for potato crop in a sub-humid region. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v.50, n.1, p.9-25. 2001.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia aplicada à irrigação. In: MIRANDA, J.H. & PIRES, R.C.M. **Irrigação – Série Engenharia Agrícola**. Piracicaba, SP: FUNEP, 2001. 4p.