

# AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA MONTE ALEGRE DE MINAS-MG

VALDINEY J. SILVA<sup>1</sup>; HUDSON P. CARVALHO<sup>2</sup>, CLÁUDIO R. SILVA<sup>3</sup> e WELDER J. S. PEREIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Fone: 34 9119 5593, neyjosilva@hotmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Doutor, Depto Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, MG.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Monte Alegre de Minas – MG. Os dados meteorológicos foram mensurados no período de 01/01/2002 à 31/12/2006 por uma estação meteorológica automática. Avaliaram-se os métodos de Thornthwaite, Camargo, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samani. Os valores estimados por esses métodos foram confrontados com aqueles obtidos pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO-1991). O método de Priestley-Taylor apresentou o melhor resultado, porém, com índice de desempenho sofrível; o pior desempenho foi apresentado pelo método de Hargreaves-Samani, seguido pelos métodos de Thornthwaite e Camargo todos com índice de desempenho péssimo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Penman-Montehith, índice de desempenho.

## EVALUATION OF METHODS FOR ESTIMATION EVAPOTRANSPIRATION REFERENCE TO MONTE ALEGRE DE MINAS-MG

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate different methods for estimating reference evapotranspiration for Monte Alegre de Minas - MG. The meteorological data were measured for the period 01/01/2002 to 12/31/2006 for an automatic weather station. We assessed the methods of Thornthwaite, Campbell, Priestley-Taylor and Hargreaves-Samani. The values estimated by these methods were compared with those obtained by the Penman-Monteith (FAO-1991 Standard). The method of Priestley-Taylor presented the best result, but with sluggish performance index; the worst performance was presented by the method of Hargreaves-Samani, followed by the methods of Thornthwaite and Campbell all with lousy performance index.

**KEYWORDS:** Penman-Montehith, performance index.

**INTRODUÇÃO:** A água vem se tornando cada vez mais escassa. Embora seu uso varie de país para país, a agricultura é a atividade que mais a consome. Assim, quantificar seu uso pelas plantas é fundamental para o manejo sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, quantificar a evapotranspiração das plantas é de suma importância para a irrigação, pois permite repor água ao solo que a planta extraiu. A estimativa da Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>) é uma das

maneiras de quantificar o consumo de água de uma cultura. Existem diversos métodos para estimá-la. Em diferentes partes do Brasil e do mundo, vem-se avaliando o desempenho desses métodos. As conclusões variam muito segundo a condição experimental e isso dificulta o usuário em decidir sobre a conveniência de utilizar determinado método (PEREIRA et al., 1996). São poucos experimentos relatados para a região do Triângulo Mineiro sobre o desempenho de métodos de estimativas da ETo. Esses estudos são de grande importância para a região devida sua forte atividade agrícola. Nesse sentido, esse trabalho objetivou avaliar diferentes métodos de estimativa da ETo para Monte Alegre de Minas – MG.

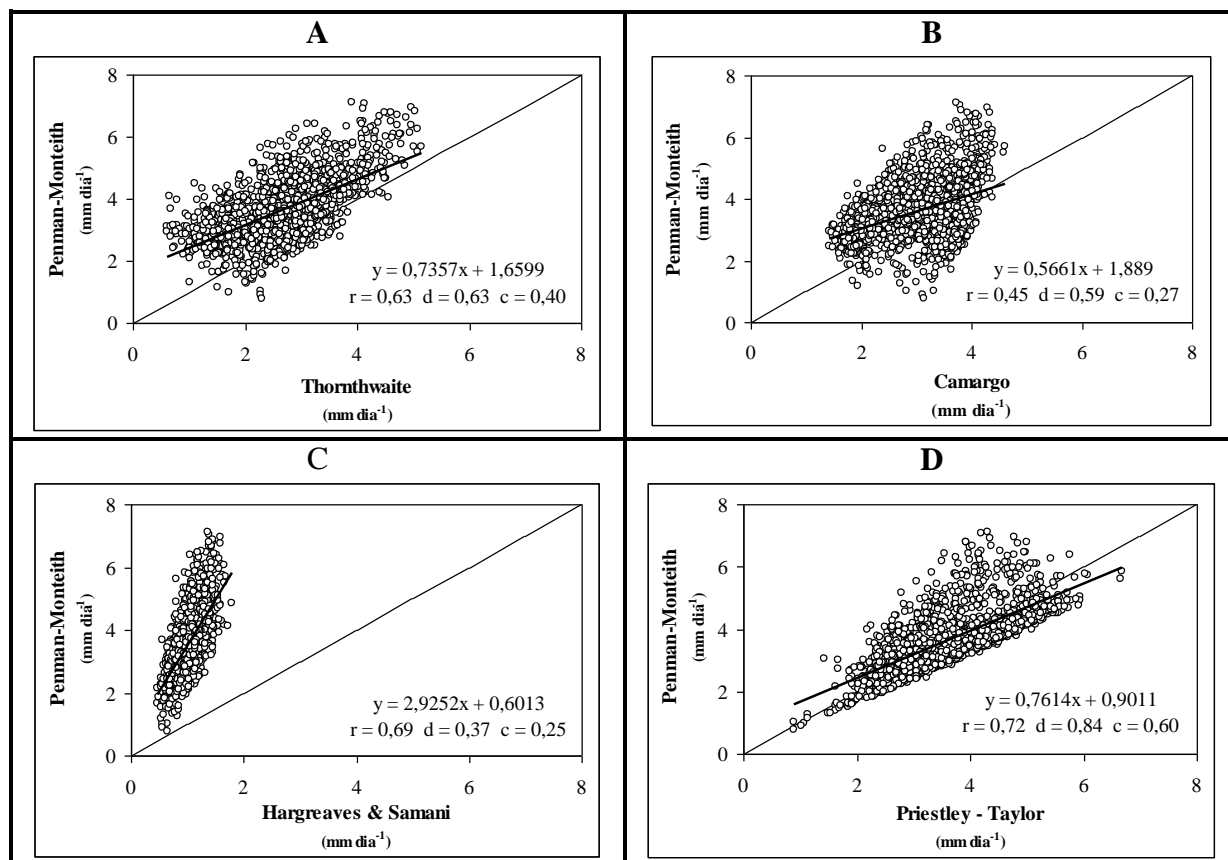
**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi realizado com dados meteorológicos medidos na Fazenda Gaia, pertencente ao Grupo Algar, localizada a 18° 45' 32" S, 48° 45' 18" W e 842 m de altitude, em Monte Alegre-MG. Foram medidas: a temperatura média, máxima e mínima; a radiação solar global; a velocidade do vento; e umidade relativa do ar. Esses elementos meteorológicos foram coletados no período de 01/01/2002 à 31/12/2006, por uma estação climatológica automática da marca Davis® que os registrou a cada 30 minutos totalizando 48 registros por dia. Através destes, realizou-se a média diária dos elementos de temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, radiação solar global, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Descartaram-se as datas com dados incompletos resultando no total 1668 dias de avaliação. Avaliou-se os métodos de Camargo, Thornthwait, Hargreaves-Samani e Priestley-Taylor, conforme citado por Pereira; Angelocci e Sentelhas (2002). Os resultados obtidos por esses métodos foram confrontados com os obtidos pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO – 1991), conforme Allen et al. (1998), através de índices estatísticos, conforme Camargo e Sentelhas (1996). Para tanto, foram calculados o índice de exatidão (WILLMOT et al., 1985), o coeficiente de correlação de Pearson e coeficiente de confiança ou desempenho. O critério adotado para interpretar o desempenho dos métodos pelo índice “c”, para as médias diárias da ETo, estão compilados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Critério de interpretação do desempenho do método de estimativa da evapotranspiração, pelo índice “c”.

| Valor de “c” | Desempenho |
|--------------|------------|
| > 0,85       | Ótimo      |
| 0,76 a 0,85  | Muito Bom  |
| 0,66 a 0,75  | Bom        |
| 0,61 a 0,65  | Mediano    |
| 0,51 a 0,60  | Sofrível   |
| 0,41 a 0,50  | Mau        |
| ≤ 0,40       | Péssimo    |

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As Figuras 1A, 1B, 1C e 1D mostram as correlações entre os dados de ETo estimados pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO - 1991) confrontados com os estimados pelos métodos de Thornthwaite, Camargo, Hargreaves-Samani e Priestley-Taylor, respectivamente. Observa-se pela Tabela 2 e pela Figura 1 que o desempenho dos métodos foi pouco variável. Três métodos tiveram o desempenho sofrível como é caso dos métodos de Thornthwaite, Camargo e Hargreaves-Samani, os quais apresentaram índice “c” variando entre 0,25 e 0,40. O desempenho desses métodos pode ser melhor observado nas Figuras 1A, 1B e 1C, onde se verifica também baixos índices de exatidão “d” e de correlação “r”. O método de Camargo apresentou o pior índice de correlação, superestimando os valores de ETo mais baixos e subestimando a maior partes dos valores, principalmente nos meses mais secos. Resultado contrário foi observado por Camargo e Sentelhas (1997) para períodos mensais e por Medeiros (1998) para

períodos quinquidiais. Não obstante, os dados obtidos pelo método de Camargo neste trabalho, corroboram com aqueles encontrados por Bonomo et al. (1998) também para Minas Gerais.



**Figura 1.** Análise de regressão entre a ETo diária estimada pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO - 1991) e os de: Thornthwaite (A); Camargo (B); Hargreaves & Samani (C); e Priestley-Taylor (D) com seus respectivos índices estatísticos calculados ( $r$ ,  $d$  e  $c$ ), no período de 2002 a 2006, em Monte Alegre de Minas – MG.

As estimativas geradas por Hargreaves-Samani apresentou o pior índice de exatidão entre os métodos avaliados. Ele subestimou todos os valores da ETo, oposto do encontrado por Pereira et al. (1997) no estado de São Paulo, o qual superestimou demasiadamente os valores. Explica-se isso, pelo fato deste método ter sido ajustado para as condições semi-áridas da Califórnia, diferente da região de Monte Alegre de Minas-MG, local do estudo. A metodologia proposta por Thornthwaite não obteve índices de desempenho e correlação altos, onde ambos os valores foram 0,63. Além disso, apresentaram tendência a subestimar a maior parte dos valores de ETo. Esse resultado era esperado uma vez que a equação foi desenvolvida para condições de climas úmidos, além de se basear apenas na temperatura média do ar, conforme observou Medeiros (2002). Resultados semelhantes foram obtidos por Amatya et al. (1992), que verificaram que dentre oito métodos utilizados para estimar a ETo em três localidades da Carolina do Norte (EUA), o de Thornthwaite foi o que teve correlação menor, quando comparada a ETo obtida pelo método padrão (lisímetro), porém com subestimativas dessa variável. Esses resultados diferem dos encontrados por Camargo e Sentelhas (1997), que observaram excelente desempenho do método de Thornthwaite quando comparam a ETo estimada por este método, com os dados de lisímetros de drenagem nas escalas decendial e mensal.

**Tabela 2.** Desempenho dos métodos de estimativa da ETo diária, segundo índice de desempenho “c”, para Monte Alegre de Minas – MG.

| Métodos           | Índice “c” | Desempenho |
|-------------------|------------|------------|
| Priestley-Taylor  | 0,60       | Sofrível   |
| Thornthwaite      | 0,40       | Péssimo    |
| Camargo           | 0,27       | Péssimo    |
| Hargreaves-Samani | 0,25       | Péssimo    |

O método de Priestley-Taylor apresentou o desempenho sofrível, como pode ser observado na Tabela 2. Mesmo com este desempenho ele foi aquele que apresentou melhor estimativa da ETo dos quatro métodos analisados. Conforme observaram Fietz et.al. (2005), esse resultado pode ter ocorrido devido a esse método utilizar valores de radiação líquida, elemento meteorológico fundamental na evapotranspiração, diferindo nesse aspecto das demais metodologias testadas. Como pode ser observado na Figura 4, o referido método apresentou índice de exatidão muito bom 0,84, mas com índice de correlação apenas bom, 0,72, fazendo com que o índice de desempenho apresentasse a classificação como “sofrível”. Os resultados encontrados para esta região apresentaram baixos níveis de correlação, indicando a impossibilidade de se utilizar métodos empíricos para a determinação da evapotranspiração de referência que exigem poucas variáveis climatológicas. Por outro lado, espera-se um melhor ajuste se os resultados gerados pelos métodos testados fossem estimados em escala mensal, uma vez que os valores extremos tendem a ser suavizados.

**CONCLUSÕES:** Os resultados obtidos permitiram concluir que: 1. O método de Priestley-Taylor teve o melhor resultado, porém, com índice de desempenho “c” sofrível; 2. O pior resultado apresentado foi aquele obtido pelo método de Hargreaves-Samani, considerado péssimo.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- AMATYA, D. M.; SKAGGS, R. W.; GREGORY, J. D. **Comparison of methods for estimating potential evapotranspiration.** St. Joseph: ASAE, 1992. 27p. (ASAE Paper, 92-2630).
- BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Estudo comparativo de modelos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) para as regiões cafeeiras do Triângulo e Noroeste de Minas Gerais. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998 Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA: SBEA, 1998. v. 1, p. 307-309.
- 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**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- 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, v. 13, n. 2, p. 250-255, 2005.
- MEDEIROS, A. T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba, CE. 2002. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP. 103 p.
- MEDEIROS, S. L. P. Avaliação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para a região mesoclimática de Santa Maria Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 105-19, 1998.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.