



Evapotranspiração de referência estimada pelos métodos Penman–Monteith-FAO (56) e Hargreaves & Samani para o município de Dourados, MS

Reference evapotranspiration estimated by Penman – Monteith-FAO (56) and Hargreaves & Samani for the city of Dourados, MS

Carlos Phelippe Zocolaro Noia¹, Silvio Bueno Pereira², David Rafael Quintão Rosa², Rafael Alvarenga Almeida²

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Rod. Dourados-Itahum, km 12, Caixa Postal 332, CEP 79.825-070, Dourados, MS.
E-mail: carlosphelippe@hotmail.com

² Universidade Federal de Viçosa (UFV), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Viçosa, MG.

Recebido em: 29/06/2013

Aceito em: 13/02/2014

Resumo. O atendimento das necessidades hídricas é um dos principais parâmetros para o aumento da produtividade das culturas. Entretanto, a utilização de métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência, como fator de entrada para estimativa da evapotranspiração das culturas agrícolas, pode se tornar um problema quando não se dispõe de uma base de dados meteorológicos suficientes para a utilização de determinado método. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho, analisar as estimativas da ETo, para o município de Dourados, MS, utilizando os métodos de Penman–Monteith-FAO (56) e Hargreaves & Samani, com base em dados horários, diários, decendiais e mensais, por meio do programa computacional REF-ET, referente ao período de janeiro a dezembro de 2008 para os dados diários e para os dados horários. Os resultados obtidos permitiram concluir que a ETo diária pode ser estimada tanto com base em dados diários ou a partir da integração da ETo horária para o método de Penman –Monteith-FAO (56) bem como a ETo decendial e mensal obtida a partir da integração da ETo diária para os métodos de Penman –Monteith-FAO (56) e Hargreaves & Samani; os resultados obtidos por Hargreaves & Samani mostraram que a ETo estimada foi, em média, 36,78% maior do que os obtidos por Penman –Monteith-FAO (56); e a equação de Hargreaves & Samani mostrou-se satisfatória para o cálculo da evapotranspiração de referência com a utilização do fator de correção de 0,7212.

Palavras-chave: agrometeorologia, irrigação, REF-ET

Abstract. Meeting the water needs is one of the main parameters for increasing crop productivity. However, the use of the methods for the estimation of reference evapotranspiration as input factor for evapotranspiration of crops, it can become a problem when you do not have a database climatological sufficient for their use of a particular method. In this context, the aim of this study was to analyze the estimates of ETo for the city of Dourados - MS, using the methods of Penman-Monteith-FAO (56) and Hargreaves & Samani, based on data hourly, daily, decennial and monthly, via computer program REF-ET for the period from January to December 2008 for daily data and hourly data. The results showed that the daily ETo can be estimated either based on daily data or from the integration of hourly ETo for the Penman-Monteith-FAO (56) as well as the ten-day and monthly ETo obtained from the integration the daily ETo for methods of Penman-Monteith-FAO (56) and Hargreaves & Samani, the results obtained by Hargreaves & Samani showed that ETo was estimated, on average, 36.78% higher than those obtained by Penman-Monteith -FAO (56), and the equation of Hargreaves & Samani was satisfactory for the calculation of reference evapotranspiration using the correction factor of 0.7212.

Keywords: agrometeorology, irrigation, REF-ET



Introdução

O estado de Mato Grosso do Sul é internacionalmente conhecido pelo seu grande potencial como produtor de grãos e cereais. Entretanto, eventos de veranico e secas prolongadas têm inibido a expressão deste potencial, o que faz da irrigação uma atividade essencial para a manutenção da produção. Na elaboração de um projeto de irrigação, diversas variáveis são importantes quando se deseja o uso racional da água. Entre as quais destaca-se a otimização na utilização dos recursos hídricos disponíveis, o correto dimensionamento dos componentes bem como a estimativa de consumo de água pelas culturas, as quais assumem grande destaque à medida em que se busca maximizar a produção e minimizar custos.

A evaporação é um processo natural no qual a água é transformada lentamente da fase líquida para a gasosa. Já a evapotranspiração pode ser definida como a quantidade de água evaporada e transpirada por uma superfície de solo vegetada durante determinado período, incluindo a evaporação da água do solo, da água depositada por uma irrigação, chuva ou pelo orvalho na superfície das folhas e a transpiração vegetal (Doorenbos & Kassan, 1979). Pereira et al. (1997) definem a evapotranspiração como um elemento climático fundamental, que corresponde ao processo oposto à precipitação, também expressa em milímetros. Aplicações de água em excesso ou em déficit acarretam em ineficiência do método de irrigação, pois sempre é esperado que aplicação da água ocorra na quantidade ideal, previamente estabelecida. O estudo mais aprofundado da estimativa da evapotranspiração é de extrema importância na agricultura, pois o uso da água na irrigação de acordo com as necessidades hídricas está implicitamente ligado ao conhecimento da evapotranspiração das culturas (Mendonça, 2008).

O correto manejo da água e sua influência na produtividade das culturas podem ser mais bem correlacionados em função da confiabilidade dos métodos utilizados para estimar a evapotranspiração das culturas (Fernandes et al., 2012).

Outro conceito de fundamental importância é a evapotranspiração de referência (ET_o), a qual acontece em uma cultura hipotética que cobre todo o solo, em crescimento ativo, sem restrição hídrica ou nutricional, com altura média de 0,12 m, albedo

igual a 0,23 e resistência da superfície ao transporte de vapor de 70 s m^{-1} (Allen et al., 1998).

Bernardo et al. (2006) dividem os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em dois grandes grupos: diretos e indiretos. Para Gonçalves et al. (2009) os métodos diretos, apesar de apresentarem ótimos resultados, necessitam da aquisição de equipamentos de custo relativamente elevado, tornando a sua utilização no dia a dia inviável para o manejo da água na agricultura irrigada em pequenas propriedades rurais. Segundo Mendonça et al. (2003) existem diversos métodos indiretos para estimativa da ET_o, com as mais variadas concepções e número de variáveis envolvidas.

A equação de Penman-Monteith-FAO (56), considerada padrão, leva em conta as seguintes variáveis: Saldo de Radiação (R_n), Fluxo de calor no solo (G), Temperatura média do ar (T), Velocidade do Vento (U₂), Pressão de vapor de saturação (e_s), Pressão de vapor atual (e_a), Declividade da curva de pressão de vapor (Δ) e o Coeficiente psicrométrico (λ). Essa equação tem se tornado o meio conveniente para a estimativa da ET_o, a partir de dados meteorológicos, normalmente coletados em estações meteorológicas. No entanto, os produtores rurais normalmente não dispõem desses dados, sendo necessário, assim, a utilização de métodos mais simples para o cálculo da ET_o (Carvalho et al., 2011).

Métodos que utilizam como dados de entrada, somente a temperatura do ar e a radiação solar para a estimativa da ET_o, tal como o método de Hargreaves & Samani, podem ser empregados pelos produtores para o manejo da irrigação. Estes métodos são utilizados devido à falta de uma rede de estações meteorológicas mais densa em determinados locais. No entanto, é necessário a obtenção de um coeficiente para a correção dos valores obtidos de ET_o com base no método padrão, devido a superestimativa que o mesmo pode proporcionar.

Na tentativa de escolher o melhor método de estimativa da evapotranspiração para um determinado local, vários pesquisadores comparam os métodos buscando o que melhor represente as condições locais. Assim, com base no conceito de cultura de referência e na recomendação de utilização do modelo padrão de Penman-Monteith-FAO (56) alguns pesquisadores têm avaliado a validade de métodos de estimativa da ET_o,



comparando-os com o método de Penman-Monteith-FAO (56) (Carvalho et al., 2011).

Trajkovic & Kolakovic (2009), na Croácia e Sérvia, avaliaram cinco diferentes métodos para a estimativa da ETo, sob condições úmidas. O estudo indicou que o método de Turc é o mais adequado para estimar a ETo nas condições do trabalho, quando os dados são insuficientes para aplicar o método Penman-Monteith-FAO. Os outros métodos que foram avaliados apresentaram a seguinte ordem decrescente de desempenho: Priestley-Taylor, Jensen-Haise, Thornthwaite e Hargreaves & Samani.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho comparar a estimativa da ETo, para o município de Dourados, MS, obtida pelos métodos de Penman-Monteith-FAO (56) e Hargreaves & Samani, utilizando dados horários, diários, decendiais e mensais.

Material e Métodos

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os dados diários e horários da estação meteorológica pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada no município de Dourados, MS, à 22°11' de latitude sul, 54°55' de longitude oeste e altitude de 452 m. Conforme classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico, com verão quente e chuvoso).

Para estimativa da ETo utilizou-se a metodologia proposta por Penman-Monteith, parametrizada pela FAO, conforme descrito no Boletim FAO 56 (ALLEN et al., 1998), com a utilização do programa computacional REF-ET (ALLEN, 2000), considerando o período de uma semana para os dados horários, enquanto que, para

os dados diários a ETo foi obtida para o período de janeiro a dezembro de 2008.

Foram quantificados os valores das temperaturas máxima, média e mínima do ar, umidades relativas do ar máxima, média e mínima, radiação solar, precipitações e velocidade do vento à 2 m (u_2).

A evapotranspiração de referência, obtida pelo método de Hargreaves & Samani foi estimada conforme Pereira et al. (1997).

Os dados com base decendial e mensal foram obtidos pela média dos dados diários. Para possibilitar a comparação da ETo calculada com base em dados horários, diários, decendiais e mensais fez-se necessária a integração dos dados para o período de 10 e 30 dias.

Para efeito de comparação dos resultados, após a integração dos dados referentes à ETo, foram estabelecidas as correlações da ETo calculada pela utilização de dados diários com a ETo baseada em dados diários obtido por meio da integração dos dados horários, ETo decendial com dados decendiais e ETo mensal com dados mensais, sendo ambos obtidos por meio da integração dos dados diários.

A exatidão relacionada ao afastamento dos valores observados nos diversos períodos analisados, bem como entre os modelos, foi determinada estatisticamente pelo índice de concordância, proposto por Willmott et al. (1985), conforme descrito por Camargo & Sentelhas (1997). Utilizou-se, ainda, o índice de desempenho (c) apresentado por Camargo & Sentelhas (1997) para avaliar o desempenho dos diferentes períodos de entrada de dados na estimativa da ETo.

Os critérios de interpretação das estimativas da ETo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de interpretação das estimativas da ETo, proposta por Camargo & Sentelhas (1997)

Valor do índice de desempenho (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

Na Figura 1 são apresentadas as curvas de ETo diárias obtidas a partir de dados diários (EToD)

e da integração da ETo calculada com dados horários (EToDIH), a ETo decendial obtida a partir de dados decendiais (EToDc) e da integração da

ETo calculada com dados diários (EToDcID) e a ETo mensal obtida a partir de dados mensais (EToM) e da integração da ETo calculada com dados diários (EToMID). Na Figura 1(a) verifica-se, de modo geral, a tendência de superestimativa da ETo diária em relação a ETo diária estimada a partir da integração dos dados horários. Entretanto, na Figura 1(b) não houve predominância de subestimativa ou superestimativa nas formas de

determinação da ETo utilizadas no estudo. Isso ocorre, provavelmente, devido a não linearidade da equação de Tetens (1930) e a pressão de vapor de saturação média para períodos diários, decenciais e mensais, quando calculada como a média da pressão de vapor de saturação nas temperaturas máximas e mínimas diária no período; já para períodos horários, tem-se a pressão de vapor de saturação a cada hora ao longo do dia.

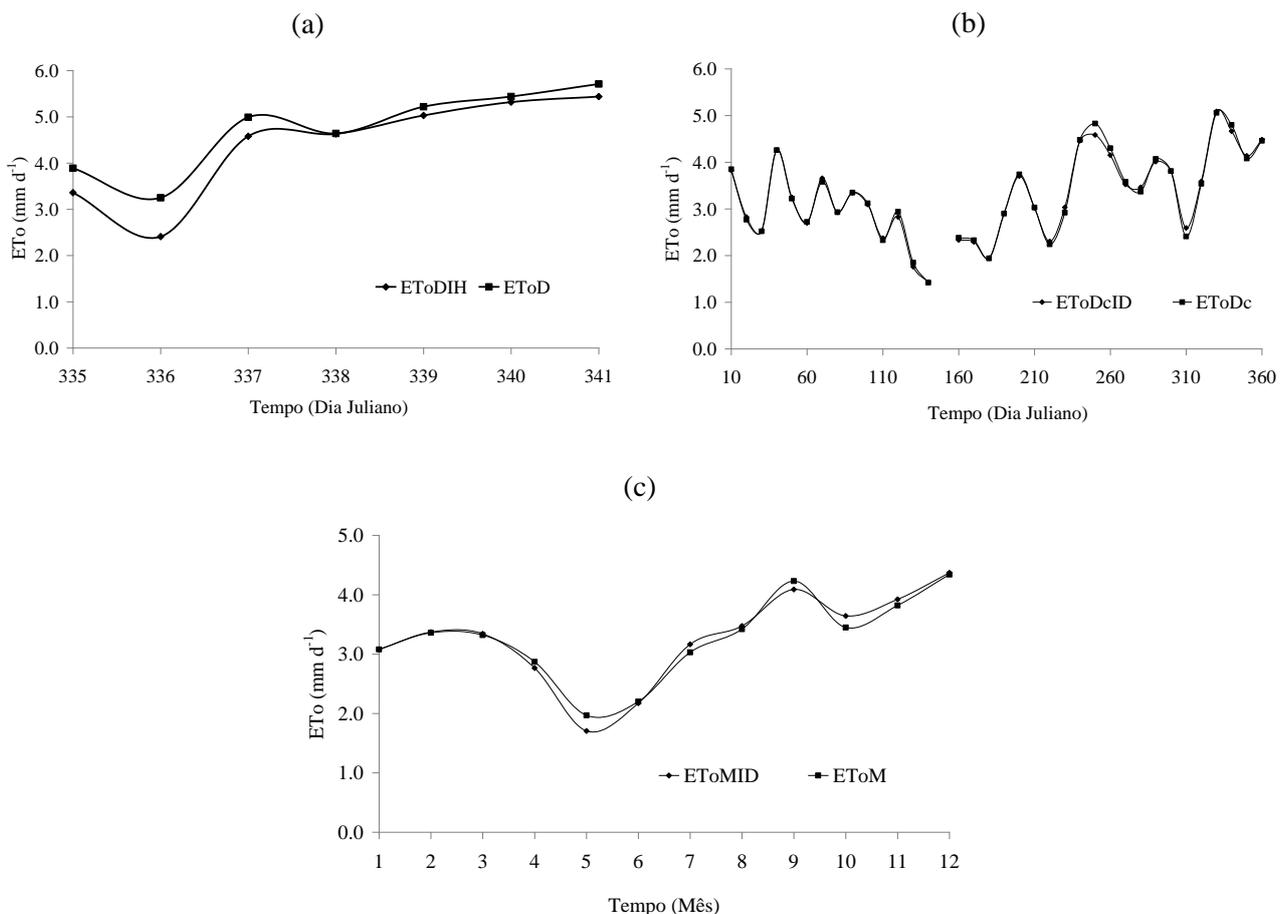


Figura 1. Evapotranspiração de Referência (ETo) estimada pelo método de Penman-Monteith-FAO (56), sendo: (A) ETo diária estimada com dados diários obtidos através da integração dos dados horários (EToDIH) e com dados diários (EToD); (B) ETo decenal estimada com dados decenciais obtidos através da integração dos dados diários (EToDcID) e com dados decenciais (EToDc); e (C) ETo mensal estimada com dados mensais obtidos através da integração dos dados diários (EToMID) e com dados mensais (EToM).

Na Figura 2 é possível observar as estimativas de ETo obtidas pelo método de Hargreaves & Samani nos diferentes períodos analisados. Pode-se verificar que não há uma predominância de subestimativa ou superestimativa das formas de

determinação da ETo utilizadas. Isto indica, de certa forma, que a ETo Total, para períodos maiores que um dia, pode ser calculada usando a média das condições meteorológicas do período ou usando a soma da ETo computado para o período diário.

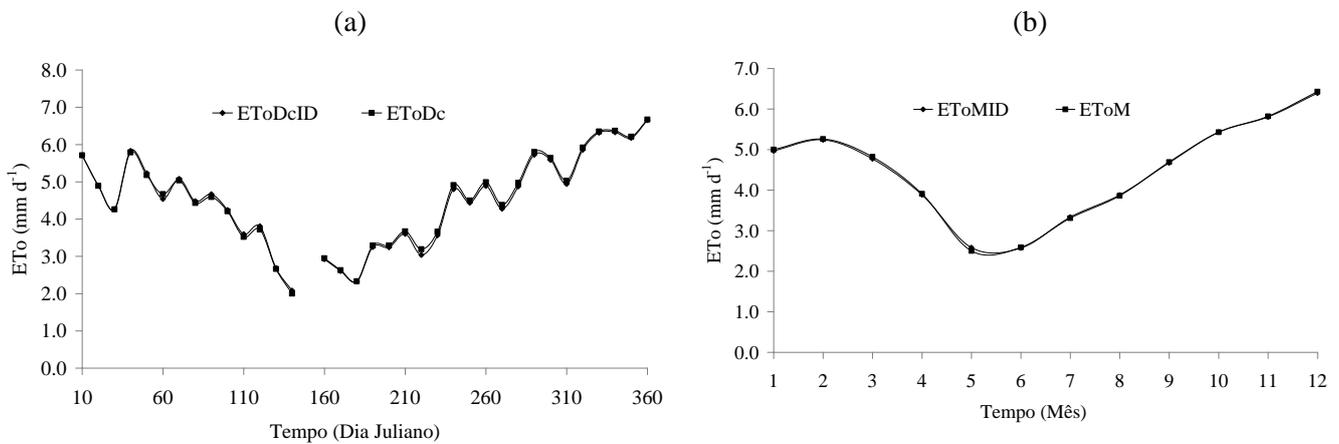


Figura 2. Evapotranspiração de Referência (ETo) estimada pelo método de Hargreaves & Samani, sendo: (A) ETo decenal estimada com dados decenciais obtidos por meio da integração dos dados diários (EToDcID) e com dados decenciais (EToDc); e (B) ETo mensal estimada com dados mensais obtidos por meio da integração dos dados diários (EToMID) e com dados mensais (EToM)

Na Figura 3, observa-se alta correlação linear entre os valores estimados de ETo calculados para os períodos diário com dados diários obtidos por meio da integração dos dados horários (EToDIH) em função dos dados diários (EToD); e ETo decenal com dados decenciais obtidos por meio da integração dos dados diários (EToDcID) em função dos dados decenciais (EToDc) (0,98 e 0,99,

respectivamente), indicando pouca diferença entre as duas formas para estimativa da ETo. Este fato mostra que a ETo total para períodos maiores que um dia pode ser calculada usando a média das condições meteorológicas do período, como recomendado pela FAO, ou usando a soma da ETo calculada para o período diário.

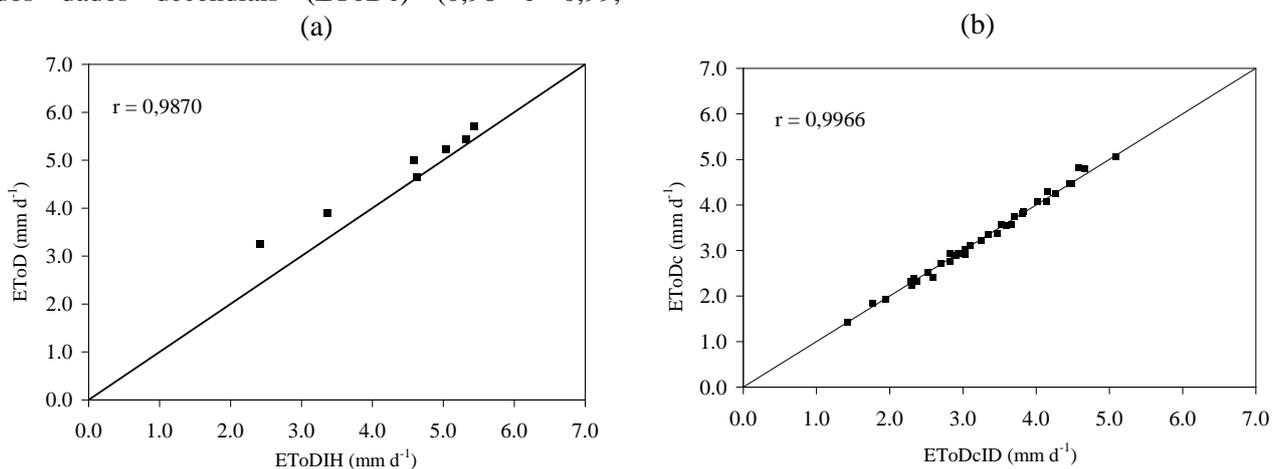


Figura 3. Correlação da evapotranspiração de referência (ETo) estimada pelo método de Penman-Monteith-FAO (56) entre dados: (A) ETo diária com dados diários obtida por meio da integração dos dados horários (EToDIH) e com dados diários (EToD); e (B) ETo decenal com dados decenciais obtidos por meio da integração dos dados diários (EToDcID) e com dados decenciais (EToDc).

Embora a aplicação do método de Penman-Monteith-FAO (56) para dados meteorológicos diários não seja considerada muito precisa, pode-se

observar que houve uma boa correlação dos valores de ETo diária, obtidos a partir de dados em base horária e diária. Isto, provavelmente, deve-se à

superestimativa do déficit de pressão de vapor (es-*ea*), enquanto a velocidade do vento à 2m (u_2) é subestimada para dados diários. .

A superestimativa do valor do (es-*ea*) para os dados diários está relacionada com o critério de cálculo do mesmo, o qual subtrai a pressão de vapor de saturação no ponto de orvalho determinado no início da manhã da média da pressão de saturação de vapor, às temperaturas máximas e mínimas. Essa tendência de superestimativa do (es-*ea*) é considerada vantajosa porque quando associada com a função, devido ao vento médio de 24 horas que é menor do que o vento do período diurno (u_d) há uma compensação entre os dois termos. No caso em que a relação entre velocidade do vento diurno e a velocidade do vento noturno é igual "2,0", a

velocidade média do vento de 24 h é normalmente em torno de $0,75 u_d$, que pode ser da mesma ordem de magnitude da superestimativa do valor de (es-*ea*) de 24 h, o que leva a um processo de compensação dos erros. No caso do método de Hargreaves & Samani, obteve-se também alta correlação linear entre os valores de ETo calculados para os períodos decendial e mensal, com o coeficiente de correlação de 0,99 (Figura 4), indicando, como mencionado anteriormente, pequena diferença entre as duas formas para estimativa da ETo. Este fato mostra que a ETo total para períodos maiores que um dia pode ser calculada usando a média das condições climáticas do período, ou usando a soma da ETo computada para o período diário.

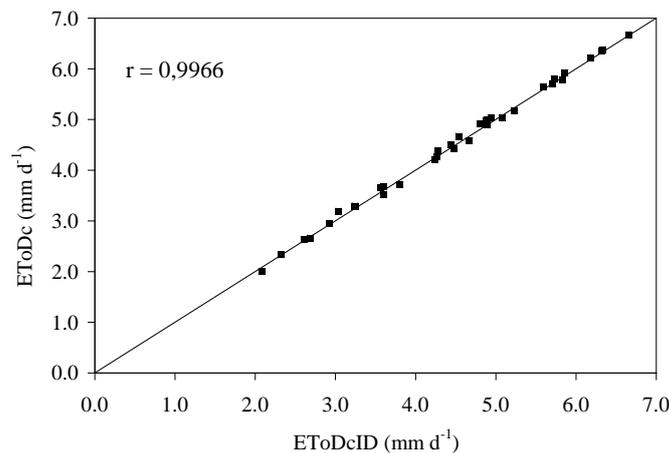


Figura 4. Correlação da evapotranspiração de referência (ETo) estimada pelo método de Hargreaves & Samani entre os dados decendiais e os dados decendiais obtidos por meio da integração dos dados diários (EToDcID) e com dados decendiais (EToDc).

Analisando a metodologia de Hargreaves & Samani em relação ao método de Penman-Monteith-FAO (56), considerado como padrão, pode-se observar boa correlação, aumentando à medida que

se aumenta o período de entrada dos dados, tal como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Relação dos coeficiente de correlação para os métodos de Penman-Monteith- FAO (56) (EToPM) e Hargreaves & Samani (EToHGS) em relação aos períodos analisados

Período analisado	Coefficiente de correlação
Diário	0,77
Decendial	0,80
Mensal	0,84

Na Figura 5 são apresentadas as relações entre os valores da evapotranspiração de referência calculados pelos métodos de Hargreaves & Samani (EToHGS) e Penman-Monteith-FAO (56) (EToPM),

para os períodos analisados. O coeficiente angular da reta de regressão, passando pela origem, apresenta um valor médio de 0,7212, considerando os três períodos de análise. Este fato mostra que a

equação de Hargreaves & Samani superestimou a ETo, com um valor médio da ordem de 36%, sendo necessário, portanto, o uso do fator de correção

(0,7212) para uso desta equação na estimativa da ETo para a região Dourados, MS.

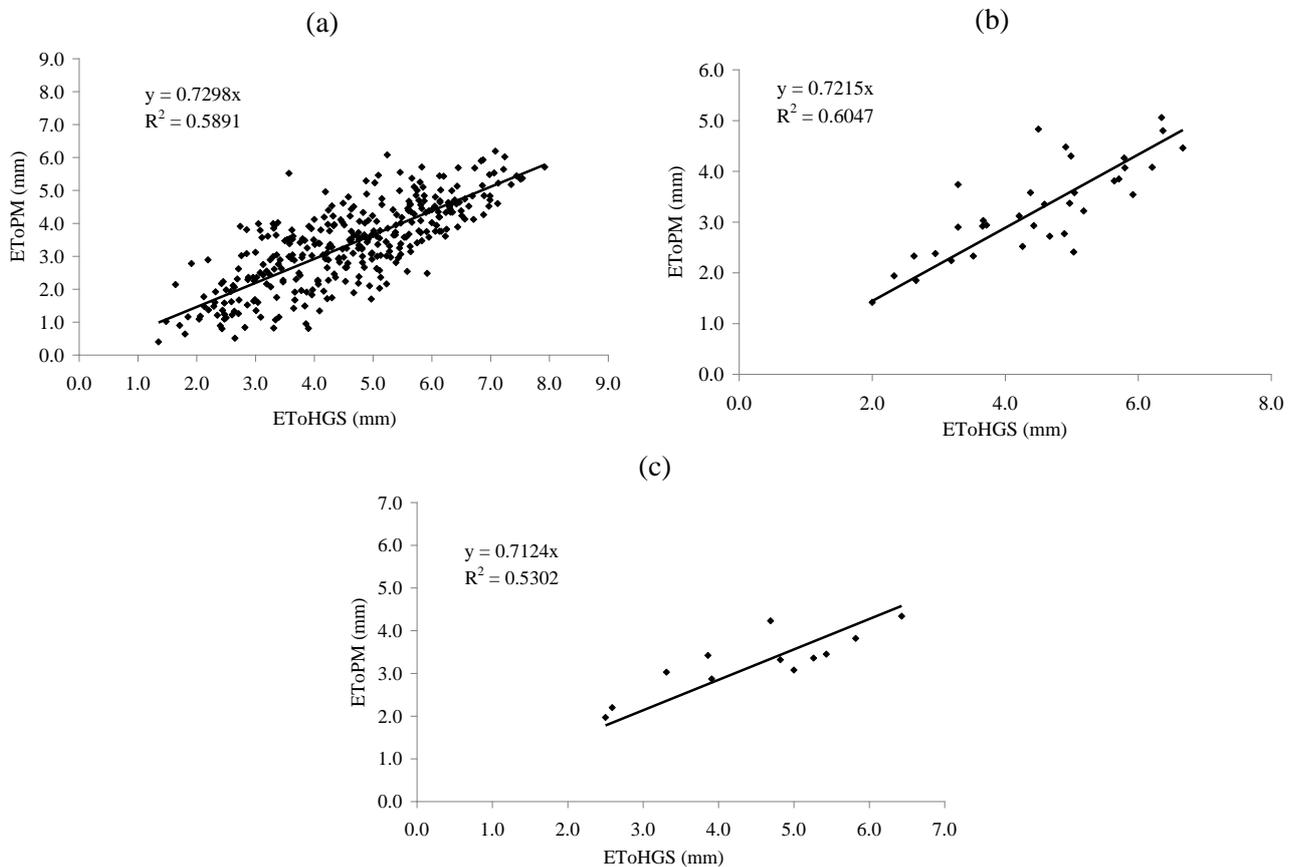


Figura 5. Relação entre os valores de ET calculados pelos métodos de Penman-Monteith-FAO (56) (EToPM) e Hargreaves & Samani (EToHGS), sendo: (A) ETo diária; (B) ETo decenal; e (C) ETo mensal.

Adotando-se o fator de correção de 0,7212 no cálculo da ETo pelo método de Hargreaves & Samani, o coeficiente angular da equação de regressão linear aproxima-se da unidade para qualquer um dos períodos analisados, fato que demonstra boa exatidão. Ressalta-se, portanto, que o uso de metodologias que utilizam poucas variáveis na determinação da ETo são de grande importância, devido a facilidade de utilização pelos produtores rurais.

O método de Penman-Monteith-FAO (56) requer dados nem sempre disponíveis, bem como o método do tanque Classe “A”, que apresenta custo elevado para a aquisição de equipamentos para a obtenção dos dados, além da necessidade de manutenção desses.

Assim, métodos baseados na temperatura do ar, como é o caso de Hargreaves & Samani, que

requerem apenas um abrigo meteorológico com os termômetros de máxima e mínima são de mais fácil adoção.

O índice de concordância (d), o índice de desempenho (c) e a classificação dos resultados obtidos são apresentados na Tabela 3. Observa-se que para o conjunto de dados analisados, a ETo pode ser estimada tanto com base em dados diários quanto a partir da integração da ETo diária, bem como a ETo decenal e mensal, obtida a partir da integração da ETo diária, para qualquer um dos métodos testados.

O índice de desempenho entre os métodos Hargreaves & Samani e Penman-Monteith-FAO (56), com uso do fator de correção de 0,7212, foi de 0,76, para a análise mensal, apresentando um desempenho classificado como “Muito Bom”,



diminuindo para 0,71 e 0,66, para as análises decendial e diária, respectivamente, classificados como “Bom”. No entanto, quando não se faz o uso do fator de correção o desempenho da equação de

Hargreaves & Samani, em relação ao método padrão FAO, passa a ser classificado como Mau, Sofrível e Sofrível, para as análises mensal, decendial e diária, respectivamente.

Tabela 3. Resumo das análises estatísticas comparativas e de desempenho dos modelos estudados, Penman-Monteith-FAO (56) (EToPM) e Hargreaves & Samani (EToHGS), para estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) em relação aos períodos analisados, sendo: evapotranspiração decendial (EToDc) e evapotranspiração decendial a partir da integração dos dados diários (EToDcID); evapotranspiração mensal (EToM) e evapotranspiração mensal a partir da integração dos dados diários (EToMID); e evapotranspiração diária (EToD) e evapotranspiração diária a partir da integração dos dados horários (EToDIH)

Método	Período analisado	Índice de concordância (d)	Índice de desempenho (c)	Desempenho
EToPM	EToDc / EToDcID	0,99	0,99	Ótimo
	EToM / EToMID	0,99	0,98	Ótimo
	EToD / EToDIH	0,94	0,93	Ótima
EToHGS	EToDc / EToDcID	0,99	0,99	Ótimo
	EToM / EToMID	0,99	0,99	Ótimo
EToHGS / EToPM	EToD	0,72	0,56	Sofrível
	EToDc	0,66	0,53	Sofrível
	EToM	0,56	0,47	Mau
EToHGS / EToPM com uso do fator de correção de 0,7212	EToD	0,86	0,66	Bom
	EToDc	0,89	0,71	Bom
	EToM	0,90	0,76	Muito Bom

Conclusão

Com a utilização do método de Hargreaves & Samani a ETo estimada foi superior à obtida com a utilização do método de Penman-Monteith-FAO (56). Entretanto, a equação de Hargreaves & Samani mostrou-se satisfatória para a estimativa da ETo quando foi utilizado um fator de correção, podendo assim, este método ser considerado uma boa alternativa para o estimativa da ETo para o município de Dourados-MS.

Referências

ALLEN, R.G. REF-ET for Windows ver. 2.0–Reference evapotranspiration calculation software for FAO and ASCE standardized equations. University of Idaho. p. 75, 2000.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. **Crop evapotranspiration**. Rome: FAO, 1998. 297p (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª edição. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária. 2006. 625p.

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.

CARVALHO, L.G.; RIOS, G.F.A.; MIRANDA, W.L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical (on line)**, v. 41, p. 456-465, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979.193p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 33).

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R.L.F.; AMORIM, A.O. Calibração regional e local da equação de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista ciência agrônômica (UFC. Online)**, v. 43, p. 246-255, 2012.



GONÇALVES, F.M.; FEITOSA, H.O.; CARVALHO, R.R.G.F.; JUNIOR, M.V. Comparação de Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para o Município de Sobral-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. Fortaleza, v.3, n.2, p.71-77, 2009.

MENDONÇA, E.A. **Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim – PB**. Campina Grande – PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2008, 114p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

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. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.7, n.2, p.275-279, 2003.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

SOUZA, A.S.P. **Avaliação de métodos de estimativa da Evapotranspiração de referência para fins de manejo de irrigação**. Rio de Janeiro – RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011, 70p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

TETENS, O. Uber einige meteorologische Begriffe. **Z. Geophys.**, v. 6, p. 297-309, 1930.

TRAJKOVIC, S.; KOLAKOVIC, S. Evaluation of reference evapotranspiration equations under humid conditions. **Water Resource Management**, Amsterdam, v. 23, n. 14, p. 3057-3067, 2009.

WILLMOTT, C. J.; ACKLESON, S. G.; DAVIS, R. E.; FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D. R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v.90, n.C5, p. 8995-9005, 1985.