

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERENCIA SIMPLIFICADA PARA LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (BA), BRASIL

GUSTAVO HADDAD SOUZA VIEIRA¹, RODRIGO JUNIOR NANDORF², RUDSON
TONOLI FELISBERTO³, ANDRÉ DALLA BERNARDINA GARCIA⁴, PAOLA
ALFONSA VIEIRA LO MONACO⁵, ALBERTO CHAMBELA NETO⁶

¹ Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, IFES/Santa Teresa-ES, +55 (27) 99697-5987, ghsvieira@gmail.com

² Graduando em Agronomia, IFES/Santa Teresa-ES, +55 (27) 99520-8470, rodrigojrnanndorf@gmail.com

³ Graduando em Agronomia, IFES/Santa Teresa-ES, +55 (28) 99992-3124, rudsontonoli@gmail.com

⁴ Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal, UENF/Campos dos Goytacazes-RJ, +55 (27) 99830-8582, andredallabg@outlook.com

⁵ Engenheira Agrícola, Doutora em Engenharia Agrícola, IFES/Santa Teresa-ES, +55 (27) 99533-5556. paolalomonaco2004@yahoo.com.br

⁶ Zootecnista, Doutor em Ciência Animal, IFES/Santa Teresa-ES, +55 (27) 99948-4825, chambela@gmail.com

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: o método Penman-Monteith, utilizado mundialmente para estimativa da evapotranspiração de referência, exige a utilização de uma estação meteorológica completa para obtenção dos seus dados de entrada o que torna a estimativa onerosa e inviabiliza seu uso por pequenos e médios produtores. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi comparar a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método Penman-Monteith com dados faltantes e Hargreaves-Samani com o método Penman-Monteith completo para o município de Luís Eduardo Magalhães-BA. A comparação se baseou nos parâmetros da regressão linear, coeficiente de determinação, índice de concordância de Willmott, coeficiente de correlação, coeficiente de confiança e raiz quadrada média do erro, sendo a melhor alternativa ao método padrão, em Luís Eduardo Magalhães, o método com dados faltantes de radiação solar e umidade relativa, apresentando os maiores valores de R², índice de concordância, coeficiente de correlação e índice de concordância assumindo 0,80; 0,92; 0,89 e 0,82, respectivamente, e menor valor de raiz quadrada média de erro, 0,7 mm dia⁻¹, sendo classificado como “Muito Bom”.

PALAVRAS-CHAVE: estação meteorológica simplificada, Penman-Monteith, dados faltantes.

SIMPLIFIED REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR LUÍS EDUARDO MAGALHÃES (BA), BRAZIL

ABSTRACT: The Penman-Monteith method, used worldwide to estimate reference evapotranspiration, requires the use of a complete meteorological station to obtain its input data, which makes the estimate costly and makes its use by small and medium farmers unfeasible. Thus, the aim of this study was to compare the reference evapotranspiration estimated by the Penman-Monteith method with missing data and Hargreaves-Samani with the complete Penman-Monteith method for the municipality of Luís Eduardo Magalhães-BA. The comparison was based on the parameters of linear regression, determination coefficient, Willmott's agreement index, correlation coefficient, confidence coefficient and mean square

root of the error, being the best alternative to the standard method, in Luís Eduardo Magalhães, the method with missing data on solar radiation and relative humidity, showing the highest values of R^2 , agreement index, correlation coefficient and agreement index, assuming 0.80; 0.92; 0.89 and 0.82, respectively, and the lowest mean square root value of error, 0.7 mm day^{-1} , being classified as “Very Good”.

KEYWORDS: simplified weather station, Penman-Monteith, missing data.

INTRODUÇÃO: A evapotranspiração de referencia (ET_0) é considerada a variável hidrológica mais importante para o planejamento de recursos hídricos regionais. O método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) se destaca como método padrão recomendado pela FAO para a estimativa da ET_0 podendo ser utilizado em diversas regiões e escalas de tempo (BARROS et al., 2019). Segundo Barros et al. (2017) o método pode ser utilizado mundialmente sem necessidade de calibrações locais devido seu embasamento físico, no entanto, o método exige utilização de uma estação meteorológica completa para que ET_0 seja estimada o que torna a aquisição onerosa e inviabiliza seu uso por uma parte dos produtores rurais, especialmente pequenos e médios. Entretanto, uma alternativa viável para estimativa de ET_0 evidencia pelo uso de metodologias que utilizam menor número de variáveis meteorológicas (SILVA et al., 2018) ou ainda possibilidade do uso de métodos alternativos ao Penman-Monteith com estimativa dos dados utilizados pelo mesmo conforme proposto por Allen et al. (1998) e a equação de Hargreaves e Samani (1985). Dessa forma, o presente estudo objetivou estimar ET_0 utilizando dados meteorológicos em escala de medição diária ao longo de um período de cinco anos com análise anual do Penman-Monteith FAO56 com dados meteorológicos faltantes e Hargreaves-Samani comparados com o método Padrão-Penman-Monteith.

MATERIAL E MÉTODOS: a estimativa de ET_0 foi realizada com dados meteorológicos extraídos de uma estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada sob as coordenadas $12^\circ 09' 00'' \text{ S}$ e $45^\circ 48' 00''$ (Luís Eduardo Magalhães – BA), a uma altitude de 761 metros. As variáveis meteorológicas utilizadas foram temperatura máxima ($^\circ\text{C}$) e mínima ($^\circ\text{C}$) do ar, umidade relativa do ar (%), velocidade média do vento (m s^{-1}) e radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) em escala diária no período de janeiro de 2010 a dezembro de 2014. A Estimativa de ET_0 foi realizada pelas seguintes metodologias: Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), considerado padrão (PM-FAO56); PM-FAO56 com dados faltante de radiação solar e umidade relativa, ambos estimados segundo metodologia proposta por Allen et al. (1998) e com leituras de velocidade do vento (PM-URRa); PM-FAO56 com dados faltante de radiação solar e umidade relativa, ambos estimados segundo metodologia proposta por Allen et al. (1998) e com velocidade do vento fixa em 1 m s^{-1} (PM-1); PM-FAO56 com dados faltante de radiação solar e umidade relativa, ambos estimados segundo metodologia proposta por Allen et al. (1998) e com velocidade do vento fixa em 2 m s^{-1} (PM-2); PM-FAO56 com dados faltante de radiação solar e umidade relativa, ambos estimados segundo metodologia proposta por Allen et al. (1998) e com velocidade do vento fixa em 3 m s^{-1} (PM-3); Hargreaves-Samani. A comparação dos métodos se deu pela análise dos parâmetros β_0 e β_1 da regressão linear, coeficiente de determinação (R^2), índice de concordância de Willmott (d) (WILLMOTT et al., 1985), coeficientes de correlação (r) e confiança (c) (CAMARGO & SENTELHAS, 1997), e raiz quadrada média do erro (RMSE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: verifica-se que a maioria das metodologias estimaram ET_0 com erro menor ou igual a 3% em relação ao método PM-FAO56, exceto PM-1 e PM-3 que apresentaram maiores erros, 13% e 9%, respectivamente (TABELA 1). Verifica-se que com o aumento da velocidade do vento fixa de 2 m s^{-1} para 3 m s^{-1} houve uma tendência de superestimativa de ET_0 , enquanto a redução da mesma para 1 m s^{-1} a tendência é de subestimar ET_0 , indicando que a velocidade média do vento na região está próxima a 2 m s^{-1} . Este resultado está em acordo com o descrito por Alencar et al. (2015), que indica que quando os dados de vento na região não estão disponíveis, um valor de 2 m s^{-1} pode ser utilizado como uma estimativa provisória, pois este valor é uma média de mais de 2.000 estações meteorológicas ao redor do mundo.

TABELA 1. Evapotranspiração média diária do período (ET_0), percentagem em relação ao método-padrão (PM), Raiz quadrada média do erro (RMSE), coeficiente de determinação para a regressão ajustada (r^2) e parâmetros de ajuste da equação de regressão (β_0 e β_1), para as cidades em estudo.

Método	ET_0 (mm dia ⁻¹)	%	RMSE (mm dia ⁻¹)	R^2	β_0	β_1
PM	4,9	100	-	-	-	-
URRa	5,0	103	0,7	0,80	0,6602	1,7973
PM-1	4,2	87	1,3	0,39	0,3071	2,7385
PM-2	4,8	99	1,0	0,48	0,3807	2,9449
PM-3	5,3	109	1,1	0,51	0,4452	3,1180
H-S	5,0	102	1,1	0,43	0,3901	3,0771

Observa-se pela Tabela 1, que o método URRa apresenta elevado agrupamento de dados evidenciado pelo elevado valor de R^2 , enquanto as demais metodologias apresentam um maior padrão de dispersão, com valores de R^2 mais baixos, variando entre 0,39 e 0,51, o as tornam menos indicadas para uso, quando há ausência de dados. Silva et al. (2016b), em estudo realizado na região de Sergipe, encontraram baixos valores de R^2 sendo estes valores ainda mais baixos a medida em que se aumentou a velocidade do vento, contrariamente ao que ocorre no presente estudo, onde o aumento da velocidade do vento proporcionou aumento do valor de R^2 .

Apesar dos bons resultados, em média, da estimativa da ET_0 apresentados anteriormente, nota-se que quando avaliados os índices (d), (c) e (r), apenas o método URRa apresenta bons resultados, sendo classificado como “Muito bom”, enquanto as demais metodologias são consideradas “Ruins” ou “Toleráveis” (TABELA 2). Este resultado indica que o componente aerodinâmico da ET_0 para esta região tem grande importância e não podem ser fixados ou desprezados. Silva et al. (2016a), em estudo realizado no Piauí, observaram que em regiões onde há grande variação da velocidade do vento ou a mesma é muito elevada, esta não pode ser fixada, pois quanto maior for a distância do valor médio registrado da velocidade do vento há piora no desempenho do método em geral.

TABELA 2. Índice de desempenho (c), índice de concordância (d), coeficiente correlação (r), raiz quadrada média do erro (RMSE) e a classificação baseada no índice de desempenho.

Método	d	r	c	Classificação “c”
URRa	0,92	0,89	0,82	Muito Bom
PM-1	0,65	0,63	0,41	Ruim
PM-2	0,75	0,69	0,52	Tolerável
PM-3	0,77	0,71	0,55	Tolerável
H-S	0,79	0,65	0,49	Ruim

CONCLUSÕES: diante dos resultados alcançados conclui-se que para Luís Eduardo Magalhães, quando há ausência de dados meteorológicos, o método mais indicado para estimar a evapotranspiração de referência é o Penman-Monteith FAO56 com dados faltantes de radiação solar e umidade relativa do ar e o uso de dados da velocidade do vento medidos, enquanto os demais métodos não são indicados.

REFERÊNCIAS:

- ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C. Estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀ padrão FAO), para Minas Gerais, na ausência de alguns dados climáticos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n. 1, p.39 - 50, 2015.
- ALLEN, R. G. PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **Irrigation and Drainage Paper 56**. p. 300, 1998.
- BARROS, A. C.; SILVA, C. S. O.; NETTO, A. O. A. Ajuste dos parâmetros da equação Hargreaves-Samani em escala diária para o perímetro irrigado Jacaré-Curitiba, Canindé-SE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, n. 8, p. 2152 - 2161, 2017.
- BARROS, A. C.; SILVA, F. F.; ARAUJO, P. H. V.; MEDEIROS, P. R. F.; NETO, J. A. L. Estimativa diária de evapotranspiração de referência por Hargreaves-Samani e ajuste de parâmetros para Alagoas. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 3, p. 527-537, 2019.
- CAMARGO, A. P. de; 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, p.89-97, 1997.
- HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. **Reference crop evapotranspiration from temperature**. Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.
- SILVA, C. O., de ANDRADE JUNIOR, A. S., de SOUSA, V. F., RIBEIRO, V. Q., SENTELHA, P. C. Estimativa da evapotranspiração de referência com dados climáticos limitados no estado do Piauí. **Revista Espacios**, v. 37, n. 23, p. 12 – 27, 2016a.
- SILVA, J. R.; HELDWEIN, A. B.; HINNAH, F. D.; BRAND, S. I.; PUHL, A. J.; LEONARDI, M. Ajuste de equações de estimativa de evapotranspiração de referência para Bento Gonçalves e Lagoa Vermelha – RS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 7, p. 3096 - 3107, 2018.
- SILVA, M. G.; BATISTA, L. D. S., GOMES FILHO, R. R.; de CARVALHO, C. M. Estimativa da evapotranspiração de referência por Penman-Monteith FAO 56 usando dados meteorológicos limitados em Aracaju, Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 830-840, 2016b.
- WILLMOT, 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**, v.90, p.8995-9005, 1985.