



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Estimativa da Evapotranspiração de Referência para três Localidades do Estado de Minas Gerais no Período seco¹



Fernanda Marques Freitas²; Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagir³; Carlos Rogério de Mello⁴; Olivio Bahia do Sacramento Neto⁵

¹Trabalho apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 23 a 28 de agosto de 2015

²Estudante de graduação em Eng. Ambiental e Sanitária, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG, (35)2142-2025, e-mail: fernandamarquesfreitas@gmail.com

³Meteorologista, Profa. Adjunto, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG, e-mail: silvia.yanagi@deg.ufla.br

⁴Eng. Agrícola, Prof. Associado, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras – MG, e-mail: crmello@deg.ufla.br

⁵Meteorologista, pesquisador CPTEC/INPE, e-mail: olivio.neto@cptec.inpe.br

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho realizar o estudo comparativo das equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) com o método padrão Penman-Monteith FAO 56 para as condições climáticas dos municípios de Lavras, São Lourenço e Machado ambas localizados na região Sul do Estado de Minas Gerais. Foram utilizadas as variáveis climáticas referentes ao período seco (junho, julho e agosto) do ano de 2014, pertencentes à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologias (INMET) instaladas nos municípios citados. A comparação dos valores de ET_o estimados por meio dos métodos empíricos com o do método padrão Penman-Monteith (FAO56) na escala diária, foram realizados considerando os parâmetros estatísticos da equação de regressão, coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) e índice de confiança ou desempenho (c), para os meses estudados nas três localidades. Os resultados indicam que para as condições climáticas estudadas, os melhores métodos, em escala diária, para os municípios de Lavras e São Lourenço foram FAO24 Penman, FAO24 Blaney-Criddle, Priestley-Taylor, FAO24 Radiação e Makkink (Mk). Por sua vez, para o município de Machado os melhores modelos foram Priestley-Taylor, FAO24 Penman, Makkink, Blaney-Criddle e FAO24 Radiação.

PALAVRAS-CHAVE: variável climática, métodos empíricos, evapotranspiração.

Estimation of reference evapotranspiration for three counties of Minas Gerais state in dry period

ABSTRACT: It was aimed with this work to perform a comparative study of the empirical equations for estimating the reference evapotranspiration (ET_o) with the standard Penman-Monteith FAO 56 method for the climatic conditions of Lavras, São Lourenço and Machado counties, located in the southern region of Minas Gerais state. Climatic variables of the dry season (June, July and August) of 2014, which belongs to the monitoring network of the National Institute of Meteorology (INMET) installed in the mentioned counties, were used. Comparison among the values of ET_os estimated by the empirical methods and the standard Penman-Monteith (FAO56) method, in daily scale, were performed considering the statistical parameters of the regression equation, coefficient of determination (r^2), coefficient of correlation (r), concordance index (d) and reliability index or performance (c), for the months studied in the counties. The results indicates that for the climatic conditions studied, the best methods, in daily scale, for the counties of Lavras and São Lourenço were the FAO24 Penman, FAO24 Blaney-Criddle, Priestley-Taylor, FAO24 Radiation and Makkink (Mk). On the other hand, for the Machado county the best methods were Priestley-Taylor, FAO24 Penman, Makkink, Blaney-Criddle and FAO24 Radiation, respectively.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



KEY WORDS: climate variable, empirical methods, evapotranspiration

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração é a perda de água por evaporação do solo e a transpiração da planta, sendo um elemento climatológico fundamental que corresponde ao processo oposto da chuva (THORNTHWAITE, 1948). Com a crescente preocupação com o meio ambiente e os recursos naturais o estudo das perdas hídricas por evapotranspiração torna-se de grande importância na gestão dos recursos hídricos das atividades humanas. Esta situação exige da comunidade científica novos conhecimentos, visando a diminuição dos impactos ambientais. O método Penman-Monteith (método-padrão da FAO), adotado universalmente, concilia os aspectos aerodinâmico e termodinâmico, incluindo também as resistências aerodinâmica (r_a), e a resistência à transferência de vapor d'água (r_c) (PEREIRA et al., 1997). O estudo comparativo das equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) em comparação ao método Penman-Monteith, revela os melhores métodos, para as condições climáticas estudadas.

O ideal seria que um método para estimar a evapotranspiração incorporasse todos os fatores que influenciam à mesma, como a morfologia da planta, o índice de área foliar, estágio de crescimento, condições de solo, principalmente a forma com que as propriedades físicas do solo afetam diretamente a água disponível para a extração pelo sistema radicular e, ainda, as condições microclimáticas nos aspectos dos processos de transferências de massa e energia (SEDIYAMA, 1996).

Villa Nova (1987) ressalta que é difícil separar a ação de cada um dos elementos meteorológicos do solo e da planta, pois os mesmos agem simultaneamente na evapotranspiração, mas de maneira geral objetivando a simplificação de tais cálculos, definiu-se o conceito de evapotranspiração de referência (ALLEN et al., 1998), que necessita apenas de dados meteorológicos para sua quantificação, podendo ser ajustada posteriormente às condições específicas de vegetação e umidade do solo (MANTOVANI, 1993).

O objetivo deste trabalho foi realizar o estudo comparativo das equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), em comparação ao método padrão Penman-Monteith FAO 56, para as condições climáticas dos municípios do Sul de Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Trabalho foi conduzido para a região Sul de Minas Gerais, inicialmente para os municípios ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1. Localização geográfica dos municípios estudados

Numero da estação	Nome	Latitude	Longitude	Altitude	Período dos dados
83687	Lavras	- 21.75°	-45°	918.84m	01/06/2014 31/08/2014
83736	São Lourenço	-22.1°	-45.01°	953.20m	01/06/2014 31/08/2014
83683	Machado	-21.68°	-45.94°	873.35m	01/06/2014 31/08/2014

Para a estimativa da ETo foram utilizados os dados das variáveis climáticas: temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar, insolação, pressão atmosférica e velocidade do vento, pertencentes à rede de monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologias (INMET) instaladas nos municípios citados acima, referentes ao período seco (junho, julho e agosto) do ano de 2014.

O Programa Computacional REF-ET versão 3.1.16 foi utilizado para a estimativa da ETo pelos diferentes métodos empíricos: FAO24 Penman (24Pn), FAO24 Blaney-Criddle (24BC), Priestley-Taylor (Tylr), FAO24 Radiação (24Rd) e Makkink (Mk) os quais foram comparadas com o método universal padrão FAO56 Penman-Monteith (PM) nas escalas diária para períodos seco nas localidades descritas anteriormente.

Após a verificação dos dados foi realizada uma análise de regressão que correlacionou os valores de ETo estimados pelas equações empíricas com o método universal padrão FAO 56 Penman-Monteith (FAO56-PM). Foram considerados os parâmetros estatísticos da equação de regressão coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) e índice de confiança ou desempenho (c), para os meses estudados nas três localidades.

A análise de desempenho dos modelos foi feita comparando os valores de ETo obtidos pelos métodos empíricos com o método universal padrão FAO 56 – Penman-Monteith (FAO56-PM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2, 3 e 4 encontram-se os parâmetros da equação de regressão (b_0 , b_1) coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) e valores da ETo diárias, para o período seco (junho, julho e agosto) de 2014 para as localidades de Lavras-MG, São Lourenço-Mg e Machado-MG, respectivamente, considerando os métodos FAO24 Penman, FAO24 Blaney-Criddle, Priestley-Taylor, FAO24 Radiação e Makkink (Mk).

Tabela 2 – Parâmetros da equação de regressão (b_0 , b_1) coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) e valores da ETo diárias, para o período seco (junho, julho e agosto) de 2014 para localidade de Lavras-MG.

	b_0	b_1	r^2	r	d	C	class	Eto(mm)
PM								3,05
24Pn	-0,1501	1,2177	0,95	0,98	0,78	0,77	MB	3,57
24Rd	-0,2843	1,2743	0,83	0,91	0,71	0,648	Mediano	3,60
24BC	0,1192	1,0865	0,85	0,92	0,79	0,73	Bom	3,44
Tylr	0,6788	0,6098	0,77	0,88	0,76	0,66	Bom	2,54
Makk	0,4081	0,6883	0,75	0,86	0,75	0,652	Mediano	2,51

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Os resultados obtidos no período seco de 2014 da localidade de Lavras, na escala diária, mostram que o método de FAO 24 Penman Modificado apresentou o melhor índice de desempenho ($c = 0,77$) caracterizado como Muito bom, com desempenho Bom ficaram os métodos de FAO 24 Blaney-Criddle ($c = 0,73$) e Priestly-Taylor ($c = 0,66$) e desempenho Mediano o de Makkink e FAO 24 Radiação.

Tabela 3 – Parâmetros da equação de regressão (b_0 , b_1) coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) e valores da ETo diárias, para o período seco (junho, julho e agosto) de 2014 para localidade de São Lourenço-MG.

	b_0	b_1	r^2	r	D	c	class	Eto(mm)
PM								2,51
24Pn	-0,258	1,229	0,95	0,97	0,84	0,82	MB	2,82
24Rd	-0,1863	1,2698	0,82	0,91	0,72	0,66	Bom	2,99
24BC	0,0686	1,0862	0,89	0,95	0,85	0,80	MB	2,79
Tylr	0,5725	0,696	0,81	0,90	0,86	0,77	MB	2,32
Makk	0,2484	0,7847	0,77	0,89	0,83	0,74	Bom	2,21

Os resultados obtidos no período seco (junho, julho e agosto de 2014) para a localidade de São Lourenço, na escala diária todos os métodos estudados apresentaram desempenho de muito bom a bom, com índice médio variando de 0,77 a 0,82 para o desempenho muito bom (FAO 24 Penman, FAO24 Blaney-Criddle, Priestley-Taylor) e de 0,66 a 0,74 (Makkink e FAO 24 Radiação) para o desempenho bom, respectivamente.

Os resultados obtidos no período seco de 2014 da localidade de Machado, na escala diária, mostram que o método de Priestly-Taylor apresentou o melhor índice de desempenho ($c = 0,76$) caracterizado como Muito bom, com desempenho Bom ficaram os métodos de FAO 24 Penman, FAO 24 Blaney-Criddle, e Makkink. Com relação ao método de FAO 24 Radiação ($c = 0,57$, $r = 0,88$; $d = 0,64$), caracterizando desempenho Sofrível, superestimando em 0,78 mm/dia a ETo em relação ao padrão FAO 56 PM, portanto com restrição de uso para estimativa da ETo, para as condições climáticas do local da pesquisa.

Tabela 4 – Parâmetros da equação de regressão (b_0 , b_1) coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) e valores da ETo diárias, para o período seco (junho, julho e agosto) de 2014 para localidade de Machado-MG.

	b_0	b_1	r^2	r	d	c	classe	Eto(mm)
PM								2,19
24Pn	-0,0488	1,2358	0,94	0,97	0,75	0,73	Bom	2,66
24Rd	-0,0983	1,3068	0,78	0,88	0,64	0,57	Sofrível	2,76
24BC	0,1778	1,1169	0,84	0,92	0,74	0,68	Bom	2,62
Tylr	0,6707	0,7354	0,76	0,87	0,87	0,76	MB	2,29
Makk	0,355	0,7962	0,70	0,84	0,85	0,71	Bom	2,10

CONCLUSÕES

Para as condições climáticas registradas nos períodos seco de 2016 das localidades de Lavras-MG, São Lourenço-MG e Machado-MG os métodos de estimativa de ETo, em escala diária, para as condições climáticas estudadas, encontram-se como resultados os melhores métodos de estimativa de



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

ETo para os municípios de Lavras e São Lourenço o método de FAO24 Penman, seguidos em ordem por FAO24 Blaney-Criddle, Priestley-Taylor, FAO24 Radiação e Makkink (Mk). Por sua vez, para o município de Machado os melhores modelos foram Priestley-Taylor, seguidos de FAO24 Penman, Makkink e Blaney-Criddle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. 1998. Evapotranspiração de colheitas – Diretrizes para computar necessidades de água de colheitas - irrigação e drenagem –Boletim FAO 56 - Roma.

MANTOVANI, E. C. Desarrollo y evaluación de modelos para el manejo del riego: Estimación de la evapotranspiración y efectos de la uniformidad de aplicación del riego sobre la producción de los cultivos. 1993. 184p. Tese de Doutorado - Universidad de Córdoba.

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

SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica evapotranspiration estimate: historic, evolution and critical analysis. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 1-12, 1996.

THORNTHWAITE, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. The Geographical Review. New York, v. 38, n. 1, p. 55-94. (PEREIRA et al.,1997).

VILLA NOVA, N.A. Principais métodos de estimativa de aplicação de água de irrigação. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ/USP, 1987. 22p.