

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DIÁRIA PARA A CIDADE DE ITUIUTABA, MG.

Ana Júlia Silva MELLO¹; Guilherme Santos ROZENO¹; Josiane Aparecida Rodrigues SILVA¹; Mariane de Lima MELLO¹

RESUMO: Para se ter um manejo da irrigação adequado, além dos conhecimentos tecnológicos e quais métodos utilizar, é necessário conhecer as necessidades hídricas de cada cultura. A evapotranspiração de referência (ET_0) tem se mostrado como uma forma de se obter essas informações. Nesse contexto, esse estudo buscou avaliar o desempenho de quatro métodos de estimativa da ET_0 em relação ao método de Penman-Monteith (padronizado pela FAO), tendo como referência os dados meteorológicos da cidade de Ituiutaba, MG. Os métodos avaliados foram os de Camargo, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Thornthwaite. Camargo foi o que obteve melhor desempenho, não diferindo estatisticamente de Priestley-Taylor. Thornthwaite apresentou desempenho mediano e Hargreaves-Samani desempenho considerado como “sofrível”, portanto, não sendo recomendado seu uso para essa localidade.

PALAVRAS CHAVE: Irrigação. Evapotranspiração. Dados meteorológicos. Penman-Monteith.

ABSTRACT: In order to have an appropriate irrigation management, as well as technological knowledge and which methods to use, it is necessary to know the water demand of each crop. Reference evapotranspiration (ET_0) has been shown as a way of obtaining these information. In this context, the purpose of this study was to evaluate the performance of four methods of estimation of ET_0 compared to the Penman-Monteith method (standardized by FAO), using the meteorological data of the city of Ituiutaba, Minas Gerais State, Brazil. The methods evaluated were: Camargo, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor and Thornthwaite. Camargo was the one that obtained a better performance, not differing statistically from Priestley-Taylor. Thornthwaite presented a median performance and Hargreaves-Samani presented a result considered unsatisfying, therefore, it is not recommended the use for this locality.

KEYWORDS: Irrigation. Evapotranspiration. Meteorological data. Penman-Monteith.

1. Graduando em Engenharia Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; anajulia.silvamello@gmail.com;

1 INTRODUÇÃO

A água é um fator essencial e limitante para a sociedade e não obstante dos meios de produção como a agricultura. Algumas regiões do Brasil sofrem com o déficit hídrico, e consecutivamente não conseguem suprir a necessidade de água das espécies cultivadas. Deste modo se recorre à irrigação, que tem por finalidade atender os requisitos necessários de água para a produção da espécie.

O manejo de irrigação conta não somente com conhecimento tecnológico e métodos para o seu uso, mas também do conhecimento da espécie e a necessidade de água de cada planta. Por meio dos conhecimentos de evapotranspiração de referência (ET_o) pode-se ter uma opção de manejo mais eficiente (SILVA, V. J. DA et al., 2011).

A ET_o compete ao consumo hídrico de referência para uma certa região, sendo utilizado para o cálculo da necessidade de água de todas as culturas (STONE et al., 1995). Em conjunto com o K_c, que refere-se ao coeficiente da cultura e varia conforme o tipo de cultura e o seu período de desenvolvimento, se obtém a evapotranspiração da cultura (ET_c), conhecido como o consumo de água de uma determinada planta cultivada (CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005).

O método de Penman-Monteith padronizado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) é considerado como o padrão (ALLEN et al., 1998) para se determinar a ET_o. Contudo, essa metodologia conta com inúmeras variáveis meteorológicas que, por sua vez, nem sempre estão disponíveis em uma estação meteorológica (SILVA, V. J. DA et al., 2011). Dessa forma, foram criados outros métodos para a determinação da ET_o, que são mais simples e contam com poucas variáveis, sendo assim, mais acessíveis.

Entre esses métodos os mais comuns para a determinação da ET_o são: Método de Camargo (CAMARGO, 1971), Método de Thornthwaite (THORNTHWAITE, 1948), Método de Hargreaves-Samani (HARGREAVES; SAMANI, 1985) e o Método de Priestley-Taylor (PRIESTLEY; TAYLOR, 1972). Eles vêm sendo analisados no mundo todo, e para diversas regiões, a fim de se estabelecer em quais tipos de condições se alcançam melhores precisões.

Deste modo, o estudo teve como objetivo comparar os diferentes métodos empíricos com o método padrão de Penman-Monteith, para estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Ituiutaba.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Ituiutaba está inserido na região centro-norte do Triângulo Mineiro, no Planalto Central do país, cujo bioma principal é o Cerrado e o relevo é, predominantemente, plano, apresentando apenas 5% em forma montanhosa (SEBRAE, 2006, apud MARTINS; SILVA; CASTANHO, 2009). Os solos, em geral são bem drenados, sendo que 80% da área total do município é composta por Latossolos, Areais Quartzosas e Terras Roxas Estruturadas, de grande importância agrícola (CORREIA et al, 1999). Com relação ao clima da cidade, é classificado por Koppen como AW quente úmido, tropical de inverno seco, com estação chuvosa e seca, bem definidas (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUIUTABA, [20--]).

A economia do município baseia-se, principalmente, no agronegócio, tendo como destaque os cultivos de cana-de-açúcar, milho e soja. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015, as quantidades produzidas dessas culturas foram, respectivamente, 1.430.000 ton, 28.200 ton e 44.800 ton, evidenciando o quão significativa é a agricultura para a cidade, e justificando a importância de se realizar medidas de evapotranspiração, visando o aumento da produtividade e melhor uso da água.

2.2. Tratamento dos dados

Para desenvolvimento do projeto foram necessários dados climatológicos, obtidos a partir da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na cidade de Ituiutaba – MG, com coordenadas 18° 57' 00'' S, 49° 31' 12'' W e altitude de 560 m. Assim, foi possível obter os valores correspondentes ao período de 2003 à 2012, para os parâmetros: umidade relativa do ar (%), temperatura máxima, mínima e média condensada (°C), insolação (h), precipitação (mm) e velocidade do vento ($m.s^{-1}$).

A partir desses dados, buscou-se estimar a ETo diária pelos métodos de Camargo, Thornthwaite, Hargreaves-Samani e Priestley-Taylor e, após isso, comparar os resultados com o método de Penman-Monteith.

O método de Priestley-Taylor foi desenvolvido para se estimar a evapotranspiração de referência (ETP) utilizando dados obtidos em uma superfície de água livre e em solos vegetais desnudos. Este método é uma simplificação do método de Penman (PENMAN, 1948), possui

uma menor exigência na quantidade de variáveis ambientais necessárias (SILVA et al., 2015) e pode ser calculado por meio da Equação 1.

$$ETP = \alpha * W * \frac{(R_n - G)}{\lambda} \quad (1)$$

Onde “ α ” é o coeficiente de Priestley-Taylor, que varia de 1,08 a 1,32, com um valor médio de 1,26, o qual é considerado a melhor estimativa (FIETZ; FISCH, 2009); “W” é o fator de ponderação dependente da temperatura do ar e do coeficiente psicrométrico; “R_n” é a radiação líquida total diária, em MJ.m².dia; “G” é o fluxo total diário de calor no solo, em MJ.m².dia; e, “ λ ” é o calor latente de evaporação, que equivale a 2,45 MJ.kg⁻¹.O fator “W” pôde ser calculado pelas Equações 2 e 3.

$$W = 0,407 + 0,0145 * T \quad (0 \text{ }^\circ\text{C} < T < 16 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (2)$$

$$W = 0,483 + 0,01 * T \quad (16,1 \text{ }^\circ\text{C} < T < 32 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (3)$$

O método de Thornthwaite apresenta-se como uma alternativa para a medida da ETo, quando não se tem a disponibilidade das diversas variáveis requeridas no método de Penman-Monteith. Baseia-se em um índice de eficiência de temperatura anual (I), calculado a partir da temperatura média mensal (T_a), conforme mostra a Equação 4.

$$I = \sum_1^{12} (0,2 * T_a)^{1,514} \quad (4)$$

Além disso, exige também, a utilização de um coeficiente “a”, obtido por meio da Equação 5, onde I corresponde ao índice de calor anual.

$$a = I^3 * 6,75 * 10^{-7} - I^2 * 7,71 * 10^{-5} + 0,01791 * I + 0,49239 \quad (5)$$

Obtidos esses valores, pode-se aplicá-los nas Equações 6 e 7, para obtenção da evapotranspiração potencial (ETP_P) em mm.

$$ETP_P = 16 * \left(\frac{10 * T_a}{I} \right)^a \quad (T < 26,5 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (6)$$

$$ETP_P = - 415,85 + 32,24 * T_a - 0,43 * T_a^2 \quad (T > 26,5 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (7)$$

Depois, corrigiu-se o resultado encontrado para uma condição real a partir da Equação 8, na qual ND corresponde ao número de dias do mês e N é o fotoperíodo.

$$ET_{Ot} = \frac{N}{12} * \frac{ND}{30} * ETP_P \quad (8)$$

O método de Hargreaves – Samani permite o cálculo da ETP quando não se tem dados de radiação global solar, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Assim, determinou-se a ETP_P por meio da Equação 9:

$$ETP_P = 0,0023 * Q_o * (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{0,5} * (T_{\text{méd}} + 17,8) \quad (9)$$

Onde “ETP_p” é a evapotranspiração potencial (mm dia⁻¹), “Q_o” é a irradiância solar global extraterrestre (mm dia⁻¹), “T_{máx}” é a temperatura máxima do ar (°C), “T_{mín}” é a temperatura mínima do ar (°C), e “T_{méd}” é a temperatura média do ar (°C).

Já o método de Camargo, é desenvolvido por uma equação de estimativa da ETo, simplificada a partir do método Thornthwaite (SYPERRECK et al., 2008) e apresenta como vantagem o fato de não necessitar da Temperatura média anual normal. Portanto, por este método, a ETP pôde ser calculada a partir da Equação 10.

$$ETP = F * Q_0 * T * ND \quad (10)$$

Sendo que “Q_o” é a radiação solar extraterrestre diária (mm.d⁻¹), “T” é a temperatura média do período (°C), ND é o número de dias do período e “F” é o fator de ajuste que varia com a temperatura média anual do Local como apresenta na Tabela 1.

Tabela 1. Valores da Função de ajuste em relação à Temperatura média anual (°C).

Temperatura média anual (°C)	F
Até 23	0,01
24,0	0,0105
25,0	0,011
26,0	0,0115
27,0	0,012

Por fim, para comparação foi realizado o cálculo da evapotranspiração de referência (ETo) utilizando o método padrão recomendado pela FAO, de Penman-Monteith, a partir da metodologia que é descrita por Allen et al. (1998) através da Equação 11:

$$ET_O = \frac{0,408 * s * (R_n - G) + \frac{\gamma * 900 * U_2 * (e_s - e_a)}{T + 273}}{s + \gamma * (1 + 0,34 * U_2)} \quad (11)$$

Onde “ETo” é a evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹), “s” é a declividade da curva de pressão de vapor na temperatura do ar, (kPa °C⁻¹), “R_n” corresponde ao saldo de radiação diário (MJ.m⁻².dia⁻¹); “G” é o fluxo de calor no solo (MJ.m⁻².dia⁻¹), “γ” é a constante psicrométrica, calculada a partir da Equação 13, “U₂” refere-se a velocidade do vento aferida a dois metros de altura (m.s⁻¹), “e_s” é a pressão de saturação de vapor (kPa), “e_a” é a pressão parcial de vapor (kPa), e, “T” é a temperatura média do ar (°C).

Segundo Conceição (2006), como os valores de “R_n”, “G”, “U₂”, “T” e “UR” foram aferidos na estação meteorológica de Ituiutaba – MG, as outras variáveis “s”, “γ”, “e_s” e “e_a” foram calculadas através de equações.

A declividade da curva de pressão de vapor na temperatura do ar (s) foi calculada a partir da Equação 12:

$$s = \frac{4098 * e_s}{(T + 273,3)^2} \quad (12)$$

A constante psicrométrica foi calculada a partir da Equação 13, em função da pressão atmosférica (P_{atm}) obtida por meio da Equação 14 e é influenciada pela altitude local (z).

$$\gamma = 0,665 * 10^{-3} * P_{atm} \quad (13)$$

$$P_{atm} = 101,3 * \left(\frac{293 - 0,0065 * z}{293} \right)^{5,26} \quad (14)$$

A pressão de saturação de vapor (e_s) foi obtida através da Equação 15:

$$e_s = 0,06108 * 10^{\left(\frac{7,5}{273,3 + T} \right)} \quad (15)$$

Já a pressão parcial de vapor (e_a) pela Equação 16, em que “UR” corresponde à umidade relativa média do ar (%).

$$e_a = \frac{(e_s * UR)}{100} \quad (16)$$

Por sua vez, a radiação líquida total diária (R_n) foi estimada pela Equação 17:

$$R_n = Q_g * (1 - r) - 4,903 * 10^{-9} * T * \left(0,34 - 0,14\sqrt{e_a} \right) * \left(0,1 + 0,9 * \frac{n}{N} \right) \quad (17)$$

Onde “ Q_g ” é a irradiância solar global diária ($MJm^{-2}dia^{-1}$), “r” é o albedo da superfície, adimensional, “T” corresponde a temperatura média diária ($^{\circ}C$), “ e_a ” é a pressão parcial de vapor média (kPa), “n” é a insolação (horas), e “N” é o fotoperíodo (horas).

Por fim, o fluxo de calor no solo (G) se obteve através da Equação 18:

$$G = 0,38 * (T_d - T_{-3d}) \quad (18)$$

Em que “ T_d ” é a temperatura média do ar do dia em questão ($^{\circ}C$) e “ T_{-3d} ” é a temperatura média do ar dos três dias anteriores ($^{\circ}C$).

Para dar suporte a análise, avaliou-se a precisão dos métodos empregados para estimativa da evapotranspiração de referência utilizando o índice de concordância (d) proposto por Willmot et al. (1985), o coeficiente de correlação de Pearson (r) e o coeficiente de confiança ou desempenho (c) proposto por Camargo e Sentelhas (1996). Estes coeficientes foram calculados pelas Equações 19, 20 e 21, respectivamente. O critério de interpretação do índice de confiança ou desempenho está representado pela Tabela 2.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \quad (19)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (20)$$

$$c=r*d \quad (21)$$

Onde “P_i” é a evapotranspiração de referência obtida pelo método considerado, em mm/dia, “O_i” é a evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão, em mm/dia, “ \bar{O} ” é a média dos valores de evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão, “n” é o número de observações, “x_n” e “y_n” são os valores medidos das variáveis, e “ \bar{x} ” e “ \bar{y} ” são a média das variáveis.

Tabela 2. Critérios de interpretação do índice de confiança ou desempenho (c) para métodos para estimativa da evapotranspiração.

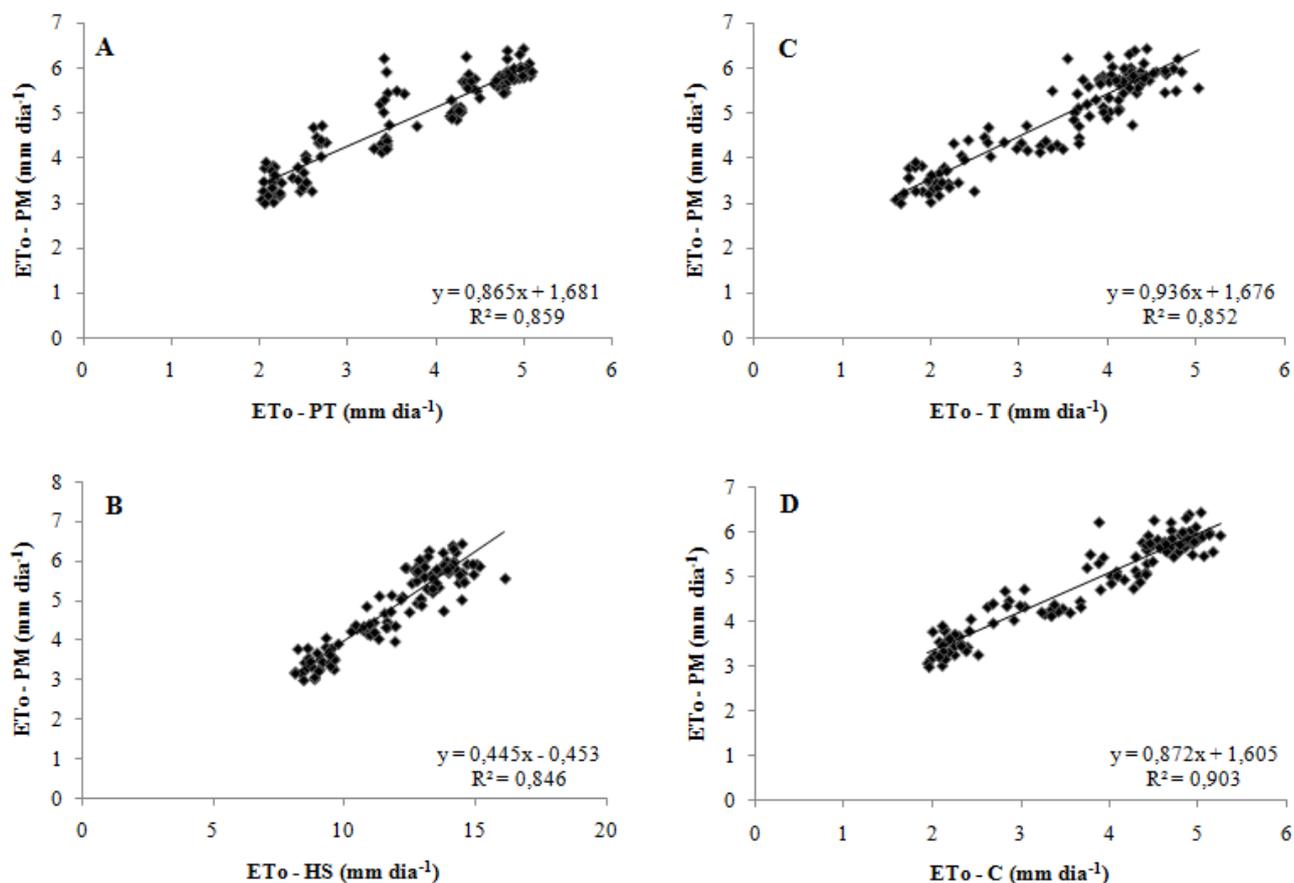
Índice de confiança ou desempenho	Classificação
> 0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
≤ 0,40	Péssimo

Fonte: Camargo e Sentelhas (1997)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos, elaboraram-se gráficos comparativos de cada um dos métodos de estimativa em relação ao método de Penman-Monteith, padronizado pela FAO e tido como padrão. Os gráficos foram agrupados na Figura 1, onde se pôde visualizar uma tendência de superestimativa para o método descrito por Hargreaves-Samani – também verificada nos estudos realizados por Silva, V. J. da et al. (2011) e Mendonça et al. (2003) – e, leve subestimativa para o método de Thornthwaite, esperada em regiões com condições de clima seco, como é Ituiutaba na maior parte do ano.

Figura 1. Comparação entre os valores diários de ETo obtidos pelo método de Penman-Monteith (ETo - PM) e os valores estimados pelos métodos de Priestley-Taylor (ETo - PT), Thornthwaite (ETo - T), Hargreaves-Samani (ETo - HS) e Camargo (ETo - C) em Ituiutaba, MG.



Fonte: elaborada pelo autor (2016)

Observou-se também que os métodos descritos por Camargo e Priestley-Taylor apresentaram boa correlação com a evapotranspiração estimada pelo método de Penman-Monteith. A partir das análises estatísticas, conforme mostra a Tabela 3, verificou-se que esses métodos obtiveram bom índice de desempenho “c” e ajuste com a regressão linear aplicada.

Tabela 3. Desempenho dos métodos de estimativa da ETo diária para a cidade de Ituiutaba, MG.

Métodos	r ¹	d ²	c ³	Classificação
Camargo	0,95	0,76	0,72	Bom
Priestley-Taylor	0,92	0,74	0,68	Bom
Thornthwaite	0,92	0,67	0,62	Mediano
Hargreaves-Samani	0,92	0,23	0,21	Péssimo

¹: Coeficiente de correlação de Pearson; ²: índice de concordância de Wilmott; ³: índice de desempenho

O método de Camargo obteve o melhor desempenho comparado aos demais métodos, porém foi classificado como “bom” assim como o método de Priestley-Taylor. O método de

Camargo, apesar de ser uma simplificação do método de Thornthwaite, obteve um desempenho superior a este método, semelhante aos resultados encontrados por Melo e Fernandes (2012), que avaliaram diferentes métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Uberaba, MG. Da Silva et al. (2014) alcançaram um resultado semelhante, porém inferior, para o método de Priestley-Taylor ao avaliarem o desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Fernando de Noronha, onde o coeficiente de desempenho encontrado foi de 0,64, sendo classificado como “mediano”.

O método de Thornthwaite apresentou rendimento “mediano” evidenciando o impacto das subestimativas no seu desempenho. Resultado inferior ao obtido por Da Silva et al. (2011), que o classificou como “bom” ao avaliar métodos de estimativa da evapotranspiração para a cidade de Uberlândia, também localizada em Minas Gerais.

O método de Hargreaves-Samani, apesar de ter valores semelhantes aos demais métodos para o coeficiente de correlação de Pearson, obteve um índice de concordância bem abaixo dos demais, levando-o a uma classificação “péssima”, diferente da classificação dada por Bragança et al. (2010), que, apesar de ainda ter obtido um desempenho ruim para o método, o classificou como sofrível ao avaliar a evapotranspiração de referência para três localidades do estado do Espírito Santo durante o período chuvoso. O resultado alcançado neste estudo pode ser explicado pela superestimativa significativa na maior parte dos resultados obtidos, consequência da utilização de apenas duas variáveis (temperatura e irradiância solar extraterrestre), sendo necessária uma calibração da equação para obtenção de resultados mais satisfatórios para a localidade em questão.

4 CONCLUSÕES

Entre os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0), o método descrito por Camargo se mostrou como o a melhor opção para a cidade de Ituiutaba, MG, quando não se dispõe de todas as variáveis necessárias para o cálculo por meio do método de Penman-Monteith.

Outra opção é utilizar a metodologia de Priestley-Taylor, que apresenta o mesmo índice de desempenho, “bom”, não diferindo estatisticamente em relação aos resultados de Camargo.

Não se recomenda o uso do método de Hargreaves-Samani para estimativa da ET_0 na cidade de Ituiutaba, MG, em função do seu índice de desempenho, considerado como “sofrível”.

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).
- BRAGANÇA, R. et al. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência no período chuvoso para três localidades no estado do espírito santo. **Idesia (Arica)**, v. 28, n. 2, p. 21–29, ago. 2010.
- CAMARGO, A. P. Balanço hídrico no Estado de São Paulo. **Campinas: Instituto Agrônômico**, 1971.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Equação para a estimativa da evaporação potencial baseada no método de Hargreaves - 1974. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria. v. 4, n. 1, p. 77–81, 1996.
- 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**, v. 5, n. 1, p. 89–97, 1997.
- CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F.; Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p.303-307, 2005.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. **Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO**. Circular Técnica. Bento Gonçalves, RS, Dezembro, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/circular/cir065.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2016.
- CORREIA, J. B. et al. **Levantamento Pedológico do município de Ituiutaba – MG**. Embrapa Cerrados, Planaltina, n.21, p. 2-3,1999. (Pesquisa em andamento). Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/download/2432/t>. Acesso em: 5 dez. 2016.
- DA SILVA, V. J. et al. Desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em Uberlândia, MG.= Performance of different methods of estimating the daily reference evapotranspiration in Uberlandia, MG. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, 2011.
- FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. Evaluation of models to estimate net radiation and the Priestley-Taylor method in the region of Dourados, MS, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 449–453, ago. 2009.
- HARGREAVES, G. L.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Journal of the Irrigation and Drainage Division-ASCE**, Basin. v. 111, n. 1, p. 113–124, 1985.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal (Ituiutaba): lavouras temporárias**. 2015. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=313420&idtema=158&search=minas-gerais|ituiutaba|producao-agricola-municipal-lavoura-temporaria-2015>>.

Acesso em: 10 dez. 2016.

MELO, G. L. DE; FERNANDES, A. L. T. Evaluation of empirical methods to estimate reference evapotranspiration in Uberaba, State of Minas Gerais, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 5, p. 875–888, out. 2012.

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

PENMAN, H. L. Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. **Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 193, n. 1032, p. 120–145, 22 abr. 1948.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITUIUTABA. **Localização**. Ituiutaba, [20--]. Disponível em: <<http://www.ituiutaba.mg.gov.br/t/localizacao>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Monthly Weather Review**, v. 100, n. 2, p. 81–92, 1972.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE, **Circuito Turístico Águas do Cerrado** – Diagnóstico. Belo Horizonte, 2006. 191 p. apud MARTINS, D. D.; SILVA, L. R. G. da; CASTANHO, R. B. **ITUIUTABA – MINAS GERAIS/BRASIL: sua organização sócio-espacial analisada com o suporte do Geoprocessamento**. 2009. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevatecnologias/Sig/11.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

SILVA, V. J. DA et al. Desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em Uberlândia, MG. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 95-101, Jan./Feb. 2011.

SILVA, V. DE P. R. DA et al. Methods for estimating the sugarcane evapotranspiration under rainfed conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 5, p. 411–417, maio 2015.

SYPERRECK, V. L. G. et al. Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 5, 12 dez. 2008.

STONE, L.F. SILVEIRA, P.M. DA. **Determinação da evapotranspiração para fins de irrigação**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995. 49p. Documentos, 55.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55–94, 1948.

WILLMOT, C. J. et al. Statistic for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa. v. 90, n. 5, p. 8995–9005, 1985.