



BACHARELADO EM AGRONOMIA

ARIELA ALEXANDRE INOCENCIO RIZO

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE  
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIAO SUL  
DE GOIÁS

Morrinhos

2021

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETÁRIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS MORRINHOS

BACHARELADO EM AGRONOMIA

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE  
EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NA REGIAO SUL  
DE GOIÁS

ARIELA ALEXANDRE INOCENCIO RIZO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Instituto Federal Goiano – *Campus* Morrinhos,  
como requisito parcial para a obtenção do Grau  
de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cícero José da Silva

Morrinhos

2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

R627d Rizo, Ariela Alexandre Inocêncio.  
Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência na região Sul de Goiás. / Ariela Alexandre Inocêncio Rizo. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2021.  
22 f.

Orientador: Dr. Cicero José da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Bacharelado em Agronomia, 2021.

1. Penman-Montheith. 2. Irrigação . 3. Evaporação. I. Silva, Cicero José da. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 631.67(213.54)

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Ariela Alexandre Inocêncio Rizo

Matrícula: 2016104220210081

Título do Trabalho: Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência na região Sul de Goiás

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/03/2021

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, 05 / 03 / 2021.  
Local      Data

*Ariela Alexandre Inocêncio Rizo*

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

*Cláudio José da Silva*

Assinatura do(a) orientador(a)

ARIELA ALEXANDRE INOCENCIO RIZO

DESEMPENHO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE  
REFERÊNCIA NA REGIAO SUL DE GOIÁS

Trabalho de Conclusão de curso DEFENDIDO e APROVADO 02 de Março de 2021 pela banca  
examinadora constituída pelos membros:

César Antônio da Silva

Prof. Dr. César Antônio da Silva  
Membro  
IF Goiano – Campus Morrinhos

Danilo Silva de Oliveira

Msc Danilo Silva de Oliveira  
Membro  
IF Goiano – Campus Morrinhos

Cícero José da Silva

Prof. Dr. Cícero José da Silva  
Presidente – Orientador  
IF Goiano – Campus Morrinhos

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus, por estar sempre comigo me dando força e fé para lutar pelos meus sonhos. Devo toda minha trajetória unicamente a ele.

Aos meus pais, que tanto me apoiaram durante toda a minha trajetória, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis e que sempre me incentivaram a crescer profissionalmente. Ao meu irmão, que é o meu porto seguro e minha melhor companhia.

Ao meu companheiro de vida por estar sempre me apoiando a conquistar os meus sonhos.

Ao Instituto Federal Goiano, por ter me proporcionado tantos aprendizados, por ter contribuído no meu desenvolvimento profissional. A todos os docentes que fizeram parte do meu aprendizado.

Ao meu querido orientador, por toda a sua paciência e entusiasmo ao ensinar, pela ótima pessoa que ele demonstrou ser desde que o conheci.

Aos meus amigos, que me ajudaram nesta jornada e me proporcionaram tantos momentos incríveis, vou sempre levar um pedacinho de vocês comigo.

A todos que de alguma forma, seja direta ou indireta, fizeram parte da minha formação.

**Meu muito obrigada!**

## Sumário

|    |                              |    |
|----|------------------------------|----|
| 1. | INTRODUÇÃO.....              | 9  |
| 2. | MATERIAL E MÉTODOS.....      | 10 |
| 3. | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 13 |
| 4. | CONCLUSÃO.....               | 16 |
| 5. | REFERÊNCIAS .....            | 17 |
| 6. | ANEXOS.....                  | 20 |

## RESUMO

RIZO, Ariela Alexandre Inocêncio. **Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência na região Sul de Goiás.** 2021. 22 p. Trabalho de conclusão de curso (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2021.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho dos métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) na região Sul de Goiás. Foram coletados dados meteorológicos de cinco localidades no Sul de Goiás, nas quais foram Catalão, Rio verde, Morrinhos, Jataí e Itumbiara, sendo quesito para seleção aqueles municípios que haviam no mínimo dez anos de dados. Foram analisadas cinco equações sendo elas Turc, Hargreaves e Samani, Priestley e Taylor, Camargo e Makkink tomando como referência o método padrão de Penman-Monteith-FAO. Todos os dados coletados que totalizam trinta e três anos (1980 a 2013), foram analisados em planilhas no Microsoft Excel®, onde as comparações foram realizadas levando em consideração o período anual e a sazonalidade do período seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril). As comparações de desempenho diário dos métodos de ET<sub>o</sub> foram realizadas por meio de análise de correlação, através de regressão linear e índices estatísticos. O melhor método de estimativa de ET<sub>o</sub> na escala anual e no período seco e chuvoso foi o de Turc apresentando desempenho ótimo para todas as localidades. Os piores métodos foram os de Hargreaves e Samani e Camargo, que obtiveram desempenhos igualmente péssimos em todos os parâmetros analisados.

**Palavras-chaves:** Água, Irrigação, Penman-Montheith, Evaporação.

## ABSTRACT

RIZO, Ariela Alexandre Inocêncio. **Performance of reference evapotranspiration estimation in the southern region of Goiás**. 2021. 22 p. Final course work (Bachelor's Degree in Agronomy). Federal Institute of Education, Science and Technology of Goiás - Campus Morrinhos, Morrinhos, GO, 2021.

The present study aimed to evaluate the performance of the reference evapotranspiration estimation methods (ET<sub>o</sub>) in the South of Goiás. Meteorological data were collected from five locations in the South of Goiás, in which were Catalão, Rio verde, Morrinhos, Jatai and Itumbiara, being a question for selected local young people who will have at least ten years of data. Five equations were analyzed, Turc, Hargreaves and Samani, Priestley and Taylor, Camargo and Makkink taking as a reference the standard Penman-Monteith-FAO method. All data collected, totaling thirty-three years (1980 to 2013), were provided in spreadsheets in Microsoft Excel®, where comparisons were made taking into account the annual period and the seasonality of the dry (May to October) and rainy periods (November to April). Comparisons of daily performance of ET<sub>o</sub> methods were performed through correlation analysis, through linear regression and statistical indexes. The best method of estimating ET<sub>o</sub> on an annual scale and in the dry and rainy season was the Turkish optimum performance for all locations. The worst methods were those of Hargreaves and Samani and Camargo, who obtained equally poor performances in all consumption parameters.

**Keywords:** Water, Irrigation, Penman-Montheith, Evaporation.

## 1. INTRODUÇÃO

O planejamento de um projeto de irrigação que vise ótima produtividade, utilizando a água de maneira eficiente, é de suma importância a determinação do consumo hídrico por meio de estimativas da evapotranspiração, proporcionando uma irrigação mais precisa em diferentes fases de desenvolvimento das plantas. A evapotranspiração define o consumo de água pelas plantas e evaporação do solo, conseqüentemente, a lâmina de irrigação a ser aplicada (SILVA & FOLEGATTI, 2001; COSTA, 2018; OLIVEIRA, 2020).

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) é definida como a taxa de evapotranspiração para uma extensa superfície gramada, de 0,12 m de altura, uniforme de resistência aerodinâmica de 70 s.m<sup>-1</sup> e albedo de 23%, em crescimento ativo de 0,08 a 0,12 m e sem déficit de água (ALLEN et al., 1998). O método de Penman-Monteith-FAO é considerado o padrão para a determinação de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), devido sua alta precisão e excelentes resultados nas mais distintas condições climáticas, substituindo com precisão os lisímetros de grama na determinação da ET<sub>o</sub>. No entanto, a equação é de difícil utilização pela complexidade dos cálculos, exigência de dados meteorológicos, especialmente a campo para produtores rurais. O método emprega em sua estimativa dados de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), radiação solar (RS) e velocidade do vento (V) (MEDEIROS, 2002).

No decorrer dos anos, vários métodos de estimativa da ET<sub>o</sub> foram desenvolvidos. Isto acontece devido as limitações de elementos meteorológicos ou climáticos que são necessários nos métodos, a adequação para regiões mais específicas e a busca da simplicidade e facilidade na utilização. Comumente, estudos utilizando artifícios estatísticos para comparar os métodos de estimativas de ET<sub>o</sub>, avaliando assim os que possuem maior aplicabilidade no local de estudo, vêm sendo desenvolvidos (LIMA et al., 2019). Porém, os resultados variam muito entre os estudos, pois cada região apresenta características climáticas diferentes, o que dificulta ao usuário decidir sobre a conveniência de qual método adotar (CRUZ et al., 2017). Pereira et al. (2009) recomendam que antes de aplicar um método para determinado local, é necessário verificar o desempenho deste e, quando necessário, fazer calibrações, a fim de minimizar erros de estimativa.

Dentre os métodos alternativos mais conhecidos para cálculo de ET<sub>o</sub>, em substituição ao método Padrão de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 1998), pode-se citar os métodos de Makkink (1957), Turc (1961), Camargo (1971), adequado por Camargo et al. (1999), Priestley e Taylor (1972), Hargreaves e Samani (1985), Blaney e Criddle – 1950 (ALLEN e PRUITT, 1986) e dentre outros. Porém, esses métodos foram desenvolvidos nas mais diversas condições climáticas e de manejo de culturas, sendo necessária a calibração dos mesmos para aplicação em regiões de climas diferentes dos quais foram desenvolvidos. Inclusive a sazonalidade anual pode influenciar no desempenho destas equações. Em determinado local, uma equação pode ter um bom desempenho no inverno e ruim no verão, e vice versa (MELLO et al., 2017). Tais informações são complementares as de Pereira et al. (2009), quando afirmam que os métodos de estimativa da ET<sub>o</sub> que empregam o uso da radiação solar, apresentam melhor desempenho, em comparação aos que utilizam apenas a temperatura do ar.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de equações empíricas simplificadas para estimativa da evapotranspiração de referência na região Sul de Goiás, em comparação método padrão Penman-Monteith-FAO.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As estações meteorológicas selecionadas para o presente estudo foram as de Morrinhos (-17°44'42" S, -49°06'06" W e altitude de 751 metros), Catalão (-18°9'17" S, -47°55'39" W e altitude de 901 metros), Itumbiara (-18°24'35" S, -49°11'31" W e altitude de 491 metros), Rio Verde (-17°47'7" S, -50°57'53" W e altitude de 780 metros), Jataí (-17°55'25" S, -51°43'03" W e altitude de 670 metros) pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), tendo como critério de seleção aquelas com bancos de dados meteorológicos de no mínimo 10 anos. Os dados meteorológicos foram obtidos através do INPE/CPTEC (2019 – Instituto Nacional de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos).

Os dados eram constituídos das variáveis meteorológicas de precipitação pluvial (mm), umidade relativa (%), velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ), temperatura máxima e mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ) e radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) de um período de trinta e três anos. Os dados registrados foram acumulados em dados diários, usando tabelas dinâmicas no Microsoft Excel® e as séries meteorológicas foram organizadas individualmente por localidades em planilhas.

Os valores de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foram calculados com as seguintes equações:

a) Método de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 1998), conforme as Equações 1 a 7:

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot \Delta (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273,16} \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{4098 \cdot \left[ 0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \right]}{(T + 237,3)^2} \quad (2)$$

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

$$P_{\text{atm}} = 101,3 \cdot \left( \frac{293 - 0,0065 \cdot \text{Altitude}}{293} \right)^{5,26} \quad (4)$$

$$e^{\circ}(T) = 0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \quad (5)$$

$$e_s = \frac{e^{\circ}(T_{\text{max}}) + e^{\circ}(T_{\text{min}})}{2} \quad (6)$$

$$e_a = \frac{UR \cdot e_s}{100} \quad (7)$$

Em que:  $\Delta$  é a declividade da curva de pressão de vapor ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ );  $R_n$  é o saldo de radiação líquida ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ );  $G$  é o fluxo de calor no solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), desprezível para intervalos de tempo longos,  $\geq 1,0$  dia;  $\gamma$  é a constante psicrométrica ( $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura média diária do ar, a 2,0 m de altura ( $^{\circ}\text{C}$ );  $U_2$  é a velocidade do vento, a 2,0 m de altura ( $\text{m s}^{-1}$ );  $e_s$  – é a pressão de saturação de vapor ( $\text{kPa}$ );  $e_a$  – é a pressão de vapor atual;  $\exp$  é a base do logaritmo natural; e  $P_{\text{atm}}$  é a pressão atmosférica ( $\text{kPa}$ ), em função da altitude em metros;  $e^{\circ}(T)$  é a pressão de saturação de vapor ( $\text{kPa}$ ) à temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ );  $e_s$  é a média aritmética das pressões de saturação de vapor nas temperaturas máxima ( $T_{\text{máx}}$ ) e mínima ( $T_{\text{mín}}$ ) do ar; e  $UR$  é a umidade relativa média do ar (%).

b) Método de Camargo (1971) – (CM): considera a temperatura efetiva, conforme proposto por Camargo et al. (1999) - (Equação 8):

$$ET_o = 0,01 \cdot \frac{Q_o}{2,45} \cdot (1,08 \cdot T_{\max} - 0,36 \cdot T_{\min}) \cdot ND \quad (8)$$

Em que:  $Q_o$  é a radiação solar extraterrestre ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ );  $T_{\max}$  é a temperatura máxima diária ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_{\min}$  é a temperatura mínima diária ( $^{\circ}\text{C}$ );  $ND$  é o número de dias do período.

c) Método de Turc (1961) (TC), conforme as equações 09 e 10:

$$ET_o = a_t \cdot 0,013 \cdot \left( \frac{T_{med}}{T_{med} + 15} \right) \cdot \left( \frac{\left( \frac{R_s}{0,0238846} \right) + 50}{\lambda} \right) \quad (9)$$

$$a_t = 1 + \frac{50 - UR}{70} \quad (10)$$

Em que:  $ET_o$  é a evapotranspiração de referência segundo o método de Turc ( $\text{mm dia}^{-1}$ );  $T_{med}$  é a temperatura média do ar, em  $^{\circ}\text{C}$ ;  $R_s$  é a radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ );  $\lambda$  é o calor latente de vaporização ( $2,45 \text{ MJ mm}^{-1}$ ) a  $20^{\circ}\text{C}$ ;  $UR$  é a umidade relativa do ar, (%);  $a_t$  é o fator da umidade relativa. Se a umidade relativa ( $UR$ ) do ar for maior ou igual a 50%,  $a_t = 1,0$ , se não, calcula-se pela equação 10, adimensional:

d) Método de Hargreaves e Samani (1985) – (HS), conforme a Equação 11:

$$ET_o = \alpha \times Q_o \times (T + 17,8)^{\beta} \times \sqrt{T_{\max} - T_{\min}} \quad (11)$$

Em que:  $ET_o$  é a evapotranspiração de referência ( $\text{mm d}^{-1}$ );  $\alpha$  um parâmetro empírico, sendo utilizado o seu valor original de 0,0023;  $Q_o$  é a radiação no topo da atmosfera ( $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ );  $T$  é a temperatura média ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_{\max}$  é a temperatura máxima,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\min}$  é a temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ );  $\beta$  um parâmetro empírico exponencial, tendo seu valor original 0,5

e) Método Priestley e Taylor (1972) – (PTy), conforme as Equações 12 a 14:

$$ET_o = \alpha \cdot W \cdot \frac{(R_n - G)}{2,45} \quad (12)$$

$$W = 0,407 + 0,0145 \cdot T \quad (\text{Para } 0^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}) \quad (13)$$

$$W = 0,483 + 0,01 \cdot T \quad (\text{Para } T > 16^{\circ}\text{C}) \quad (14)$$

Em que:  $\alpha$  parâmetro ou coeficiente de Priestley-Taylor;  $R_n$  é o saldo de radiação ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ );  $G$  é o fluxo de calor do solo ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ );  $W$  é o fator de ponderação dependente da temperatura do ar ( $T$ , em  $^{\circ}\text{C}$ );

e) Método de Makkink (1957) – (MK), conforme as Equações 15 e 16:

$$ET_o = 0,61 \cdot W \cdot R_s - 0,12 \quad (15)$$

$$W = \left( 0,392 + 3 \cdot 10^{-5} \cdot Z \right) + 0,01172 \cdot T - 0,0001 \cdot T^2 \quad (16)$$

Em que:  $R_s$  é o total diário de radiação solar medida ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ );  $W$  é o fator de ponderação (adimensional),  $Z$  que é calculado em função da temperatura média do período ( $T_m$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ) e da altitude do local (m).

Os cálculos dos valores de ETo de cada método de determinação foram determinados através do Software Reference Evapotranspiration Calculator (REF – ET®, versão 4.1, software livre), utilizando os dados meteorológicos necessários para cada método de determinação da ETo. Os métodos de estimativa de ETo que não foram contemplados no software REF-ET, como é o caso do método de Camargo et al. (1999), foram calculados através de planilha desenvolvida no Microsoft Excel para tal fim.

Após os cálculos dos valores de ETo (mm dia<sup>-1</sup>), com cada método de estimativa, os mesmos foram organizados em planilha do Microsoft Excel®. A partir de então foi realizada a análise de comparação dos métodos de determinação de ETo, considerando como referência de comparação, os valores de ETo determinado por Penman-Monteith-FAO. As comparações foram realizadas levando em consideração o período anual e a sazonalidade do período de seco (Maio a Outubro) e chuvoso (Novembro a Abril). As comparações de desempenho diário das estimativas de ETo foi realizada por meio de análise de correlação, através de regressão linear e índices estatísticos, como: o índice de concordância de Willmott (WILLMOTT et al. 1985), “d” (Equação 17), o coeficiente de correlação de Pearson, “r” (Equação 18) e coeficiente de confiança ou desempenho, “c” (CAMARGO & SENTELHAS, 1997) (Equação 19).

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n \left[ (P_i - O) + (O_i - O) \right]^2} \quad (17)$$

Em que: d é o índice de concordância ou ajuste; P<sub>i</sub> é evapotranspiração de referência obtido pelo método testado (mm.dia<sup>-1</sup>); O<sub>i</sub> é a evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão (Penman-Monteith-FAO) (mm.dia<sup>-1</sup>); O é a média dos valores de ETo obtido pelo método padrão (Penman-Monteith-FAO) (mm.dia<sup>-1</sup>); n é o número de observações.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m) \cdot (y_i - y_m)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - y_m)^2}} \quad (18)$$

Em que: r é o coeficiente de correlação de Pearson; X<sub>i</sub> é evapotranspiração de referência obtido pelo método considerado (mm.dia<sup>-1</sup>); X<sub>m</sub> é a média da evapotranspiração de referência obtido pelo método considerado (mm.dia<sup>-1</sup>); y<sub>i</sub> é a evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão (Penman-Monteith-FAO) (mm.dia<sup>-1</sup>); y<sub>m</sub> é a média evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão (Penman-Monteith-FAO) (mm.dia<sup>-1</sup>).

$$c = r \cdot d \quad (19)$$

Em que: c é o coeficiente de confiança ou desempenho; r é o coeficiente de correlação de Pearson; e d é o índice de concordância de Willmott.

Sendo o índice “c” de Camargo e Sentelhas (1997) variável de 0 a 1,0 para o desempenho do método de determinação de ETo. Quando “c” > 0,85, desempenho 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 e; < 0,40, péssimo.

Através destas análises, foram definidas as equações de desempenho potencial para períodos anuais e períodos seco e chuvoso, quando comparadas ao método padrão de Penman-Monteith-FAO para a região Sul de Goiás.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de ETo variaram de 3,15 a 5,91 mm.d<sup>-1</sup>, em escala anual apresentando desempenhos entre “Péssimo” e “Ótimo”. De forma geral, as equações de Camargo, Makkink e Turc subestimaram os valores de ETo se comparados ao método padrão, enquanto Hargreaves e Samani e Priestley e Taylor superestimaram (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análises estatísticas de comparação dos métodos de estimativa de evapotranspiração de referência (ETo), em relação ao método padrão de Penman-Montheith (PM) FAO, em cinco municípios da região sul de Goiás em escala anual, no período de 1980-2013.

| Municípios | Métodos            | r    | d    | c    | Desempenho | ETo (mm.d <sup>-1</sup> ) |
|------------|--------------------|------|------|------|------------|---------------------------|
| Catalão    | PM FAO             | -    | -    | -    |            | 4,03                      |
|            | Hargreaves         | 0,57 | 0,58 | 0,33 | Péssimo    | 5,40                      |
|            | Priestley e Taylor | 0,87 | 0,90 | 0,78 | Muito bom  | 4,52                      |
|            | Camargo            | 0,36 | 0,69 | 0,25 | Péssimo    | 3,53                      |
|            | Makkink            | 0,93 | 0,84 | 0,79 | Muito bom  | 3,29                      |
|            | Turc               | 0,93 | 0,97 | 0,92 | Ótimo      | 3,91                      |
| Itumbiara  | PM FAO             | -    | -    | -    |            | 4,12                      |
|            | Hargreaves         | 0,52 | 0,54 | 0,28 | Péssimo    | 5,81                      |
|            | Priestley e Taylor | 0,81 | 0,90 | 0,73 | Bom        | 4,60                      |
|            | Camargo            | 0,41 | 0,75 | 0,31 | Péssimo    | 3,75                      |
|            | Makkink            | 0,89 | 0,82 | 0,73 | Bom        | 3,32                      |
|            | Turc               | 0,91 | 0,97 | 0,88 | Ótimo      | 4,01                      |
| Jataí      | PM FAO             | -    | -    | -    |            | 3,88                      |
|            | Hargreaves         | 0,51 | 0,54 | 0,28 | Péssimo    | 5,91                      |
|            | Priestley e Taylor | 0,82 | 0,89 | 0,73 | Bom        | 4,38                      |
|            | Camargo            | 0,46 | 0,81 | 0,37 | Péssimo    | 3,78                      |
|            | Makkink            | 0,89 | 0,82 | 0,74 | Bom        | 3,15                      |
|            | Turc               | 0,89 | 0,97 | 0,88 | Ótimo      | 3,79                      |
| Morrinhos  | PM FAO             | -    | -    | -    |            | 4,06                      |
|            | Hargreaves         | 0,49 | 0,53 | 0,26 | Péssimo    | 5,68                      |
|            | Priestley e Taylor | 0,83 | 0,89 | 0,73 | Bom        | 4,56                      |
|            | Camargo            | 0,40 | 0,74 | 0,29 | Péssimo    | 3,68                      |
|            | Makkink            | 0,90 | 0,83 | 0,75 | Bom        | 3,31                      |
|            | Turc               | 0,91 | 0,97 | 0,89 | Ótimo      | 3,95                      |
| Rio verde  | PM FAO             | -    | -    | -    |            | 4,03                      |
|            | Hargreaves         | 0,48 | 0,44 | 0,21 | Péssimo    | 5,75                      |
|            | Priestley e Taylor | 0,80 | 0,88 | 0,70 | Bom        | 4,40                      |
|            | Camargo            | 0,36 | 0,76 | 0,27 | Péssimo    | 3,71                      |
|            | Makkink            | 0,88 | 0,83 | 0,73 | Bom        | 3,16                      |
|            | Turc               | 0,90 | 0,97 | 0,87 | Ótimo      | 3,81                      |

\*\* r - Coeficiente de correlação de Pearson; d – Índice de concordância de Willmott; c - coeficiente de confiança; ETo – Evapotranspiração de referência

A equação que demonstrou melhor desempenho em escala anual foi a de Turc, independente do município onde foi testada, tendo seus índices “c” com valor mínimo de 0,87, sendo classificado como ótimo. O nível de concordância “d” foi excelente (d = 0,97),

coeficiente de correlação de Pearson, “r” variou de 0,89 a 0,93, além de apresentar baixo valor de subestimativa de ETo em relação ao método padrão, variado de 0,09 a 0,22 mm d<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Com desempenhos satisfatórios, os métodos de Makkink e Priestley e Taylor foram classificados como muito bom, no município de Catalão, e bom para os demais municípios. Ambos os métodos obtiveram índice de correlação “d” considerados forte, variando entre 0,82 a 0,90 (Tabela 1).

Os métodos de estimativas de ETo de Hargreaves e Samani e Camargo mostraram-se ineficientes em escala anual, apresentando desempenho péssimos em todas as localidades testadas, onde o índice “c” não ultrapassou 0,37. O método de Hargreaves superestimou em média 1,68 mm d<sup>-1</sup> (42%) e o método de Camargo subestimou, em média, 0,334 mm d<sup>-1</sup> (8%) os valores de ETo em comparação ao método padrão de Penman-Monteith-FAO (Tabela 1).

Comparando os métodos de estimativa de ETo na sazonalidade do período de inverno e verão, observou-se uma variação muito grande entre os métodos no período chuvoso, onde a ETo média variou de 3,31 a 5,56 mm d<sup>-1</sup>, e no período seco onde variou foi ainda maior 2,97 a 6,28 mm d<sup>-1</sup> (Tabela 2). O que mostra a variação entre um método e outro a depender da localidade onde testado.

De maneira geral, todos os métodos demonstraram melhor desempenho no período chuvoso. Os métodos de Turc e Makkink apresentaram desempenho ótimo para todas as localidades onde foram testados, com coeficiente de confiança ou desempenho, “c” variando entre 0,87 a 0,98 (Tabela 2). Especialmente o método de Makkink apresentou melhor resultado no período chuvoso, se comparado ao período anual. O método de Priestley e Taylor apresentou desempenho satisfatório no período chuvoso, com índice de confiança variando de bom a muito bom. As equações de Camargo e Hargreaves e Samani demonstraram desempenhos insatisfatórios em ambos os períodos, chuvoso e seco, sendo classificados de muito baixo a péssimo, independentemente no município (Tabela 2).

Analisando o período seco do ano, os métodos testados, de forma geral, perderam em desempenho em relação ao método padrão de Penman-Monteith-FAO, independentemente do município onde foi testado. No período seco do ano, a equação de Turc também se destaca em relação ao método padrão de Penman-Monteith-FAO, quando apresentou desempenho de ótimo (Catalão) a muito bom nas demais localidades. A equação de Priestley e Taylor se mostrou estável também no período seco do ano, independentemente da localidade testada, quando seu índice de confiança variou de muito bom a bom. O método de Makkink no período seco apresentou desempenho bom para todas as localidades onde foi testado, exceto em Rio Verde onde apresentou desempenho mediano. As Equações de Camargo e Hargreaves e Samani demonstraram desempenhos insatisfatórios no período seco, sendo classificados de mau a péssimo, independentemente no município (Tabela 02).

Os métodos de Priestley e Taylor e Turc mostraram-se estáveis, independentemente da época do ano em que foram testados, com pouca variação dos valores médios de ETo e do coeficiente de confiança “c” quando comparados ao método padrão. Já o método de Hargreaves e Samani superestimou os valores de ETo, independentemente da época do ano e onde foi testado, se comparado ao método padrão de Penman-Monteith-FAO. O fato do modelo de Turc levar em consideração valores de radiação, temperatura e umidade relativa faz com que ocorra um bom desempenho. Resultados similares foram obtidos em Rio Verde – GO e Chapadão do Sul – MS com desempenhos “Ótimo” e “Muito bom”, respectivamente (CUNHA et al., 2013; CRUZ et al., 2017). Um estudo realizado por Lima et al. (2019), concluiu que em todos os climas brasileiros, o método de Turc tende a se manter estável em todos os períodos do ano, sendo considerado o melhor método, concordando com os resultados obtidos no presente estudo.

**Tabela 2.** Análises estatísticas comparando métodos de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>, mm d<sup>-1</sup>) no período chuvoso e seco, tendo como referência o método padrão de Penman Monteith FAO.

| Municípios | Métodos | Período chuvoso |      |      |                 |            | Período seco |      |      |                 |            |
|------------|---------|-----------------|------|------|-----------------|------------|--------------|------|------|-----------------|------------|
|            |         | r               | d    | c    | ET <sub>o</sub> | Desempenho | r            | d    | c    | ET <sub>o</sub> | Desempenho |
| Catalão    | PM      | -               | -    | -    | 4,04            | -          | -            | -    | -    | 4,01            |            |
|            | HG      | 0,74            | 0,66 | 0,49 | 5,19            | Mau        | 0,51         | 0,51 | 0,26 | 5,61            | Péssimo    |
|            | PTy     | 0,98            | 0,88 | 0,86 | 4,79            | Ótimo      | 0,87         | 0,94 | 0,83 | 4,26            | Muito bom  |
|            | CM      | 0,46            | 0,73 | 0,34 | 3,89            | Péssimo    | 0,52         | 0,67 | 0,35 | 3,16            | Péssimo    |
|            | Mk      | 0,99            | 0,91 | 0,89 | 3,43            | Ótimo      | 0,92         | 0,78 | 0,71 | 3,14            | Bom        |
|            | Turc    | 0,99            | 0,99 | 0,98 | 4,06            | Ótimo      | 0,91         | 0,96 | 0,88 | 3,76            | Ótimo      |
| Itumbiara  | PM      | -               | -    | -    | 4,17            | -          | -            | -    | -    | 4,08            |            |
|            | HG      | 0,66            | 0,60 | 0,40 | 5,56            | Péssimo    | 0,53         | 0,47 | 0,25 | 6,06            | Péssimo    |
|            | PTy     | 0,97            | 0,87 | 0,84 | 4,95            | Muito bom  | 0,82         | 0,94 | 0,76 | 4,26            | Muito bom  |
|            | CM      | 0,48            | 0,76 | 0,36 | 4,13            | Mau        | 0,55         | 0,75 | 0,41 | 3,37            | Péssimo    |
|            | Mk      | 0,98            | 0,89 | 0,87 | 3,52            | Ótimo      | 0,87         | 0,77 | 0,67 | 3,13            | Bom        |
|            | Turc    | 0,98            | 0,99 | 0,97 | 4,21            | Ótimo      | 0,89         | 0,95 | 0,84 | 3,80            | Muito bom  |
| Jataí      | PM      | -               | -    | -    | 3,96            | -          | -            | -    | -    | 3,81            |            |
|            | HG      | 0,64            | 0,54 | 0,35 | 5,54            | Péssimo    | 0,51         | 0,36 | 0,18 | 6,28            | Péssimo    |
|            | PTy     | 0,97            | 0,85 | 0,83 | 4,72            | Muito bom  | 0,81         | 0,93 | 0,75 | 4,05            | Bom        |
|            | CM      | 0,48            | 0,77 | 0,37 | 4,10            | Mau        | 0,56         | 0,84 | 0,47 | 3,47            | Péssimo    |
|            | Mk      | 0,98            | 0,88 | 0,87 | 3,34            | Ótimo      | 0,86         | 0,80 | 0,69 | 2,97            | Bom        |
|            | Turc    | 0,99            | 0,99 | 0,97 | 3,99            | Ótimo      | 0,88         | 0,96 | 0,84 | 3,59            | Muito bom  |
| Morrinhos  | PM      | -               | -    | -    | 4,09            | -          | -            | -    | -    | 4,03            |            |
|            | HG      | 0,67            | 0,61 | 0,41 | 5,40            | Mau        | 0,50         | 0,46 | 0,23 | 5,95            | Péssimo    |
|            | PTy     | 0,97            | 0,86 | 0,84 | 4,87            | Muito bom  | 0,82         | 0,93 | 0,76 | 4,26            | Muito bom  |
|            | CM      | 0,49            | 0,75 | 0,37 | 4,03            | Mau        | 0,53         | 0,73 | 0,39 | 3,34            | Péssimo    |
|            | Mk      | 0,98            | 0,90 | 0,88 | 3,48            | Ótimo      | 0,88         | 0,77 | 0,67 | 3,14            | Bom        |
|            | Turc    | 0,98            | 0,99 | 0,98 | 4,13            | Ótimo      | 0,89         | 0,95 | 0,85 | 3,78            | Muito bom  |
| Rio verde  | PM      | -               | -    | -    | 4,03            | -          | -            | -    | -    | 4,03            |            |
|            | HG      | 0,61            | 0,52 | 0,32 | 5,44            | Péssimo    | 0,52         | 0,40 | 0,21 | 6,06            | Péssimo    |
|            | PTy     | 0,97            | 0,84 | 0,82 | 4,68            | Muito bom  | 0,79         | 0,92 | 0,73 | 4,12            | Bom        |
|            | CM      | 0,42            | 0,74 | 0,31 | 4,03            | Mau        | 0,48         | 0,77 | 0,37 | 3,39            | Péssimo    |
|            | Mk      | 0,98            | 0,89 | 0,87 | 3,31            | Ótimo      | 0,84         | 0,77 | 0,65 | 3,02            | Mediano    |
|            | Turc    | 0,98            | 0,99 | 0,97 | 3,95            | Ótimo      | 0,87         | 0,95 | 0,82 | 3,67            | Muito bom  |

\*\* r - Coeficiente de correlação de Pearson; d – Índice de concordância de Willmott; c – coeficiente de confiança; ET<sub>o</sub> – Evapotranspiração de referência; PTy - Priestley e Taylor; HG – Hargreaves; CM – Camargo; Mk – Makkink; PM – Penman-Monteith FAO.

A variação de desempenho entre o período seco e chuvoso apresentada pela equação de Makkink, certamente ocorreu em função de origem de desenvolvimento do método (Holanda), onde o clima é instável tendo variações em curtos períodos (MAKKINK,1957). Fato que corrobora com as informações de Silva et al. (2018), onde afirmam que para melhor desempenho do método, os coeficientes da equação devem ser ajustados de acordo com a localidade. Resultados similares aos deste trabalho foram descritos por Melo et al. (2012), em Uberaba – MG, onde o método de Makkink subestima a ET<sub>o</sub> comparada ao método padrão em qualquer período do ano, porém apresentou o melhor índice de desempenho, classificado como “Bom”.

O desempenho estável apresentado pelo método de Priestley e Taylor neste trabalho são condizentes aos observados por Silva et al. (2011) em Uberlândia - MG, onde obteve índice de desempenho classificado como “Ótimo”. Fato, que segundo os autores, ocorreu devido a este método assemelhar-se ao método de Penman-Monteith-FAO. Entretanto, os resultados são divergentes dos estudos realizados por Cruz et al. (2017), em Jatai – GO, onde o método foi considerado o pior dentre os estudados, tendo seu desempenho classificado como “Sofrível”.

O baixo desempenho do método de Hargreaves e Samani neste trabalho, certamente se deve à sua origem, na Califórnia, onde o clima é semiárido com poucas precipitações e dias mais quentes que o clima do presente estudo, o que pode ter influenciado no seu péssimo desempenho (HARGREAVES e SAMANI, 1985). Resultados semelhantes foram obtidos por Fernandes et al., (2012), em Jatai – GO, onde o método superestimou os valores de ETo e obteve desempenho não satisfatório. Fato que corrobora com os resultados encontrados por Rigone et al. (2013), em Aquidauana – MS, onde verificaram que o método de Hargreaves e Samani foi insatisfatório, não sendo recomendado para as regiões estudadas, por superestimar os valores de ETo. Os resultados foram semelhantes aos de Oliveira et al. (2007), em Goiânia, onde também verificaram que o método tende a superestimar os valores de ETo em qualquer época do ano. Porém, resultados obtidos em Uberaba, por Alencar et al. (2011), demonstraram que o método aproxima do método padrão no período chuvoso e seco, sendo classificado como o melhor método. Os resultados obtidos contrariam os encontrados por Melo et al. (2012), em Uberaba – MG, pois constataram que o método subestima os valores de ETo em relação ao método padrão.

O método de Camargo apesar de ter como base de seu desenvolvimento centenas de localidades, apresentou neste estudo desempenho ruim. Os resultados são condizentes aos estudos realizados por FIETZ et al., (2005), OLIVEIRA et al., (2013), OLIVEIRA et al., (2015) em Rio Paranaíba – MG, Aquidauana e Dourados – MS, respectivamente, onde o método subestimou os valores de ETo. Porém, resultados contrários foram relatados em Jacupiranga – SP, onde foram obtidos desempenhos ótimos do método de Camargo em relação ao método padrão (BORGES et al., 2007).

Analisando todos os métodos, levando em consideração os períodos do ano, os resultados obtidos em Aquidauana – MS, são semelhantes aos do presente estudo, com exceção do método de Camargo (RIGONE et al., 2013).

Os resultados desta pesquisa contribuem às observações de Pereira et al. (1997) de que muitos métodos empíricos de estimativa de ETo, pela sua simplicidade e facilidade de aplicação, não devem ser descartados, pois muitas vezes são os únicos com potencial de utilização.

#### 4. CONCLUSÃO

O melhor método analisado na escala anual foi o de Turc, apresentando desempenho ótimo para todas as localidades. Os piores métodos foram os de Hargreaves e Samani e de Camargo, com desempenhos péssimos.

No período chuvoso, os métodos com maiores índices de correlação foram os de Makkink e Turc, mantendo o desempenho ótimo em todas as localidades. No período seco apenas o método de Turc demonstrou ótimos resultados. Em ambos os períodos (chuvoso e seco) os piores métodos foram considerados os de Hargreaves e Samani e Camargo.

O método de Turc, com índice de confiança ótimo, é o mais indicado para estimar ETo nos locais estudados, seja para período anual, chuvoso ou seco.

Os métodos de Priestley e Taylor e Makkink demonstraram resultados medianos, com uma possível calibração possuem capacidades de si tornarem ótimos métodos para as localidades estudadas.

## 5. REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PRUIT, W.O. Rational use of the FAO Blaney-Criddle formula. *Journal of Irrigat and Drainage Engineering*, v. 11 n.2, p.139–155, 1986.

ALENCAR, L.P. de; DELGADO, R. C.; ALMEIDA, T. S.; WANDERLEY, H. S. Comparação de diferentes métodos de estimativa diária da evapotranspiração de referência para a região de Uberaba. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 6, n. 2, p.337-343, 2011.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BORGES, A.C. ,MENDIONDO, E.M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na bacia do rio Jacupiranga, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 11, n. 3, p.293-300, 2007.

CAMARGO, A.P. **Balço hídrico no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1971. 24p. Boletim 116.

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.

CAMARGO. A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C. PICINI. A.G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.7, n.2, p.251-257, 1999.

COSTA, J.A.; RODRIGUES, G.P.; SILVA, N.D. da; SOBRINHO, O.P.L.; COSTA, L.D.A. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Alagoas. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v. 25, n. 1, p.173-179, 2018.

CRUZ, G.H.T.; SANTOS, L da C.; SILVA, S. da C., S. M.; REIS, E. F. dos. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Rio verde - GO. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza, v. 11, n. 6, p.1854-1861, 2017.

CUNHA, F.F.; MAGALHÃES, F.F.; CASTRO, M.A. de. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul-MS. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 21, n. 2, p.159-172, 2013.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. F.; DE OLIVEIRA AMORIM, A. Calibração regional e local da equação de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência. *Revista Ciência Agrônômica*, Botucatu, v. 43, n. 2, p.246-255, 2012.

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.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Journal of Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

INPE/CPTEC. Dados Meteorológicos - INFOCLIMA. Disponível em: <http://infoclima.cptec.inpe.br/> Acesso em: setembro de 2019.

LIMA, J. G. A.; VIANA, P. C.; SOBRINHO, J. E.; COUTO, J. P. C. Comparação de métodos de estimativa de ETo e análise de sensibilidade para diferentes climas brasileiros. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 3, p.538-551, 2019.

MAKKINK, G. F. Ekzamenno de la formula de Penman. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.5, n.3, p.290-305, 1957.

MEDEIROS, A. T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Pirapaba, CE. 102 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MELLO, A. J. S.; ROZENO, G. S.; SILVA, J. A. R.; DE LIMA MELLO, M. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para as cidades de Ituiutaba, MG. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v.11, n.2, p.1-12, 2017.

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**, Jaboticabal, v. 32, n. 5, p.875-888, 2012.

OLIVEIRA, E.R.; SILVA, T.C.; RAMOS, R.F.O. Evapotranspiração de referência em Januária-MG pelos métodos tanque classe “A” e Hargreaves-Samani. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 1, p.48-54, 2020.

OLIVEIRA, G. Q. de; LOPES, A. da S.; JUNG, L.H.; NAGEL, P.L.; BERTOLI, D.M. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência baseadas na temperatura do ar, em Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Agricultura irrigada**, Fortaleza, v. 5, n. 3, p.224-234, 2013.

OLIVEIRA, L. F. C. DE; CARVALHO, D. F. DE; ROMÃO, P. DE A.; CORTÊS, F. C. Estudo comparativo de modelos de estimativa da evapotranspiração de referência para algumas localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, Goiânia, v. 31, n. 2, p.122-126, 2007.

OLIVEIRA, V. M. R. de; DANTAS, G. de FIGUEREDO; PALARETTI, L. F.; DARLI, A. B.; SANTOS, M. G. dos; FISCHER FILHO, J. A. Estimativa de evapotranspiração de referência na região de Rio Paranaíba-MG. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p.790-798, 2015.

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

PEREIRA, D.R.; YANAGE, S.N.M.; MELLO, C.R.; SILVA, A.M.; SILVA, L.A. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p.2488-2493, 2009.

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

RIGONE, E. R.; DE OLIVEIRA, G. Q.; BISCARO, G. A.; DE QUEIROZ, M. V. B. M.; DA SILVA LOPES, A. Desempenho sazonal da evapotranspiração de referência em Aquidauana, MS. **Revista Engenharia na Agricultura Reveng**, Viçosa, v. 21, n. 6, p.547-562, 2013.

SILVA, J.R da ; HELDWEIN, A.B.; HINNAH, F.D.; Brand, S.I.; Puhl, A.J. & Leonardi, M. Ajuste das equações de estimativa da evapotranspiração de referência para Bento Gonçalves e Lagoa Vermelha - RS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 7, 2018.

SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V. Determinação da evapotranspiração do capim Tanzânia, utilizando um sistema automático de razão de Bowen e um lisímetro de pesagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., REUNIÃO LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais**. v.2, p.923.

SILVA, V.J.; CARVALHO, H.P.; DA SILVA, C.R.; CAMARGO, R.; TEODORO R.E.F. Desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p.95-101, 2011.

TURC, L. Estimation des besoins en eau d'irrigation, evapotranspiration potentielle, formule climatique simplifiée et mise. **Journal Annual Agronomic**. Califórnia, v. 12, n.1, p.13-49, 1961.

WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, J.J.; FEDDEMA, K.; KLINK, D.R. Statistics for the evaluation and of comparison models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n. 5, p.8995-9005, 1985.

## 6. ANEXOS

### REVISTA IRRIGA – BRAZILIAN JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE

A Revista IRRIGA (Brazilian Journal of Irrigation and Drainage) foi fundada em 1995 pelo Prof. Emérito Antonio Evaldo Klar e destinada inicialmente a divulgar os trabalhos científicos desenvolvidos no Programa de Pós-graduação em Irrigação e Drenagem da Faculdade de Ciências Agrônomicas, campus Botucatu, da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”. Trata fundamentalmente do uso dos recursos hídricos na agricultura irrigada, tema que corresponde a mais de 50% das pesquisas desenvolvidas e trabalhos publicados na área de Engenharia Agrícola.

Atualmente, somos QUALIS B1 da CAPES, sendo agora uma das mais conceituadas revistas na área das Ciências Agrárias no País. Tal classificação, bem como nosso compromisso por oferecer um veículo de divulgação sem fins lucrativos e com baixos custos de publicação para os autores, cria uma tribuna para a ciência nacional e internacional se expor.

### ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência da Revista IRRIGA - Brazilian Journal of Irrigation and Drainage, possui espectro amplo, envolvendo temas como: uso racional da água na irrigação; sustentabilidade da agricultura irrigada; engenharia da irrigação; drenagem agrícola; controle do nível freático e o ambiente; quimigação; reúso de água na agricultura; monitoramento de parâmetros agrometeorológicos em áreas irrigadas; e geoprocessamento aplicado à irrigação e drenagem.

### MISSÃO

A missão da Revista IRRIGA – Brazilian Journal of Irrigation and Drainage é divulgar artigos científicos e/ou técnico-científicos gerados por pesquisas originais, nacionais e internacionais, visando o desenvolvimento científico na área de aplicação de recursos hídricos na Agricultura.

### Normas para submissão

#### Edição de texto:

- **Software:** O artigo deverá ser editado apenas no software Word;
- **Fonte:** “Times New Roman”, tamanho 12;
- **Texto:** alinhamento justificado, números de linhas contínuos;
- **Espaçamento:** duplo;
- **Coluna:** uma;

- **Títulos:** em negrito, centralizados, numerados e em caixa alta, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12, deve-se dar o espaçamento de duas linhas antes do título e uma linha abaixo do título;
- **Subtítulos:** em negrito, alinhados à esquerda, numerados (Ex: 5.1), somente primeira letra maiúscula, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12; deve-se dar o espaçamento de uma linha antes e uma linha abaixo do título;
- **Parágrafo:** 1,25 cm (tabulação)
- **Página:** papel A4, orientação retrato, espaçamento simples;
- **Margens:** superior, inferior e esquerda: 3 cm e direita: 2 cm;
- **Tabelas:** largura de 10 ou 15 cm, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12, inserido logo abaixo do parágrafo em que foram citados, o título da tabela deve estar acima da mesma, o termo “Tabela” deve ser em negrito, numerado e ser seguido de ponto (Exemplo: **Tabela 1.** Revista Irriga), a fonte da tabela deve vir logo abaixo da mesma, em “Times New Roman”, tamanho 10, o termo “Fonte” deve ser em negrito e ser seguido de dois pontos (Exemplo: **Fonte:** Irriga (2017));
- **Gráficos e figuras:** largura de 10 ou 15 cm, com resolução mínima de 300 bpi, inserido logo abaixo do parágrafo em que foram citados, o título deve estar acima da mesma, o termo “Gráfico” ou “Figura” deve ser em negrito, numerado e ser seguido de ponto (Exemplo: **Figura 1.** Revista Irriga), a fonte deve vir logo abaixo da mesma, em “Times New Roman”, tamanho 10, o termo “Fonte” deve ser em negrito e ser seguido de dois pontos (Exemplo: **Fonte:** Irriga (2017)). Recomenda-se o uso de cores para facilitar a compreensão das informações expressas, não devem ter bordadura;
- **Equações:** devem ser alinhadas à esquerda e numeradas entre parênteses à direita da linha.
- **Referências e citações:** De acordo com as normas ABNT.

## COMPOSIÇÃO SEQUENCIAL

- **Título:** fonte “Times New Roman”, tamanho 12, negrito, centralizado e caixa alta. O título do trabalho, em maiúsculas, centralizado e em negrito não incluindo nomes científicos das espécies, a menos que não haja nome comum no idioma em que foi redigido. Os títulos das seções devem ser em maiúsculas, centralizados, em negrito e numerados (Ex: **3 INTRODUÇÃO**); os subtítulos devem ser alinhados à esquerda (Ex: 3.1 Solo);
- **1 RESUMO:** não deve conter mais de 200 palavras;
- **Palavras-chave:** no mínimo 3 (três) e no máximo 5 (cinco), separadas por vírgula, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, todas em minúscula. Estas nunca devem repetir termos para indexação que já estejam no título;
- **Título em inglês;**

- **2 ABSTRACT;**
- **Keywords:** separadas por vírgula, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, todas em minúscula, devendo ser uma tradução fiel das palavras-chave;
- **3 INTRODUÇÃO;**
- **4 MATERIAL E MÉTODOS;**
- **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO;**
- **6 CONCLUSÕES;**
- **7 REFERÊNCIAS:** de acordo com as normas ABNT. Pular uma linha entre as referências. Alinhamento à esquerda