

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO CALÇADO-ES

Camila Aparecida da Silva Martins¹, Eduardo Morgan Uliana¹, José Geraldo Ferreira da Silva², Guilherme Resende Camara³, Edvaldo Fialho dos Reis³

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Alto Universitário s/nº, Alegre-ES, CEP.: 29.500-000, Caixa Postal 16, camila.cca@hotmail.com; morganuliana@gmail.com;

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural/Meteorologia e Recursos Hídricos, Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, CEP.: 29.052-010, jgeraldo@incaper.es.gov.br

³Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Engenharia Rural, Alto Universitário s/nº, Alegre-ES, CEP.: 29.500-000, Caixa Postal 16, g.resende@yahoo.com.br; edreis@cca.ufes.br

Resumo- A estimativa da evapotranspiração de referência é importante, principalmente, para o dimensionamento e manejo de projetos de irrigação, pois, conhecendo-se a perda de água pelas culturas é possível propor um manejo adequado, de modo a dotar o solo de água facilmente utilizável pelas culturas, evitando-se aplicações excessivas ou deficitárias de água. Portanto, com este trabalho objetivou-se estimar a evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith, para o município de São José do Calçado-ES, por meio de uma análise de regressão entre valores obtidos pelos métodos de Camargo e de Thornthwaite. Para elaboração deste trabalho foram utilizados os dados fornecidos pelo pluviômetro que está localizado na sede do município. Pelos resultados obtidos conclui-se a evapotranspiração de referência mensal do município de São José do Calçado-ES varia de 59 mm mês⁻¹ a 149 mm mês⁻¹ ao longo do ano.

Palavras-chave: Elementos climáticos, demanda hídrica, manejo da irrigação.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

A determinação da demanda hídrica das culturas é importante, principalmente, para o dimensionamento e manejo de projetos de irrigação, pois, conhecendo-se a perda de água pelas culturas é possível propor um manejo adequado, de modo a dotar o solo de água facilmente utilizável pelas culturas, evitando-se aplicações excessivas ou deficitárias de água. Por isso, as informações sobre a evapotranspiração de referência (ET_0), que normalmente é utilizada para estimar a evapotranspiração potencial da cultura (ET_c), tornam-se ferramentas importantes no manejo da irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

A evapotranspiração de referência pode ser estimada por diversos métodos empíricos, que utilizam parâmetros medidos em estações meteorológicas, tais como: temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, irradiância solar extraterrestre, entre outros elementos climáticos (LIMA et al., 2009). Entre os métodos empíricos de estimativa da ET_0 destacam-se: Thornthwaite (1948), Simplificação de Camargo, Camargo (1971), Hargreaves e Samani (1985), Priestley e Taylor (1972) e Penman-Monteith (FAO 56) citado por Allen, Pereira e Raes (1998).

Dentre os estudos recentes sobre a estimativa da evapotranspiração de referência por meio de diferentes métodos empíricos para diversas regiões do Brasil, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Batista, Faccioli e Silva (2007) na região de Canindé do São Francisco-SE; Back (2008) em Urussanga, SC; e Silva et al. (2011) em Uberlândia-MG. De acordo com Camargo e Camargo (2000) a equação de Penman-Monteith prediz com eficácia a ET_0 em diversas condições climáticas, necessitando, entretanto, de diversos elementos meteorológicos, que nem sempre se encontram disponíveis em algumas regiões. A alternativa, segundo os autores, é o uso de equações simplificadas, tais como o método de Thornthwaite (1948) e de Camargo 1971, que considerem a evapotranspiração de referência um elemento meteorológico padrão para emprego na agrometeorologia.

Portanto, com este trabalho objetivou-se estimar a evapotranspiração de referência obtida pelo método de Penman-Monteith, para o município de São José do Calçado-ES, por meio de uma análise de regressão entre valores obtidos pelos métodos de Camargo e Thornthwaite.

Metodologia

Para elaboração deste trabalho foram utilizados os dados fornecidos pelo pluviômetro que está localizado na sede do município de São José do Calçado-ES a uma altitude de 260 m, com coordenadas geográficas de 21° 02' 78" de latitude Sul e 41° 65' 08" de longitude Oeste, situado na região Sul do Estado do Espírito Santo.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2011), o município de São José do Calçado-ES tem uma extensão territorial de 272,645 km² e população de 10.408 habitantes. A região onde está situado o pluviômetro é caracterizada como terras quentes, acidentadas e transição chuvosa/seca com temperatura média mínima no mês mais frio variando de 11,8°C a 18,0°C e com temperatura média máxima no mês mais quente oscilando de 30,7°C a 34,0°C (EMCAPA/NEPUT, 1999).

A temperatura média mensal necessária à estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) pelos métodos de Camargo (1971) e Thornthwaite (1948) foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Feitoza et al. (1989).

A ET₀ estimada pelo método de Camargo (1971) foi obtida pela equação:

$$ET_0 = 0,01 Q_0 T (ND)$$

em que:

Q₀ é a irradiância solar global extraterrestre, expressa em milímetros de evaporação equivalente por dia;

T é a temperatura média do ar (°C), no período considerado; e

ND é o número de dias do período considerado.

A ET₀ estimada pelo método de Thornthwaite (1948) foi obtida pelas equações:

$$ET_0 = 16(10T_n/I)^a \text{ para } 0 \leq T_n < 26,5^\circ\text{C}$$

Com a correção a equação fica:

$$ET_0 = ET_p \cdot \text{Correção}$$

em que:

T_n é a temperatura média do mês em °C;

n representa o mês. n = 1 é janeiro, n = 2 é fevereiro.

I é um índice que expressa o nível de calor disponível na região e é obtido pela fórmula:

$$\sum_{n=1}^{12} (0,2T_n)^{1,514}$$

$$\text{Correção} = \left(\frac{ND}{30}\right) (N/12), \text{ em que ND é o número}$$

de dias do mês e N é o fotoperíodo mensal.

Com os valores da ET₀ estimados pelos métodos de Camargo e de Thornthwaite, utilizou-se a equação de regressão linear múltipla proposta por Uliana et al. (2011) para estimar os valores da ET₀ pelo método de Penman-Monteith, conforme preconizado por Allen et al. (1998).

A equação de regressão utilizada tal foi:

$$y = 0,17531 + 1,28185(V1) - 0,36008 (V2)$$

em que:

Y é o valor de log(valor de ET₀ obtido pelo método de Penman-Monteith);

V1 é o valor de log(valor de ET₀ obtido pelo método de Camargo);

V2 é o valor de log(valor de ET₀ obtido pelo método de Thornthwaite);

Como a equação de regressão utiliza dados transformados, é necessário realizar a operação de inversão do parâmetro (ET₀ (mm/mês) = 10^Y).

Todos os cálculos estatísticos foram realizados com o auxílio do software R 2.10.

Resultados

Os resultados da evapotranspiração de referência (ET₀) mensal e anual do município de São José do Calçado, localizado na região Sul do Estado do Espírito Santo são apresentados na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1 - Evapotranspiração de referência (ET₀) mensal e anual do município de São José do Calçado, localizado na região Sul do Estado do Espírito Santo

| Meses | ET ₀ (mm mês ⁻¹) |
|------------|---|
| Janeiro | 149 |
| Fevereiro | 130 |
| Março | 118 |
| Abril | 86 |
| Mai | 71 |
| Junho | 59 |
| Julho | 64 |
| Agosto | 77 |
| Setembro | 93 |
| Outubro | 114 |
| Novembro | 122 |
| Dezembro | 139 |
| Ano | 1222 |

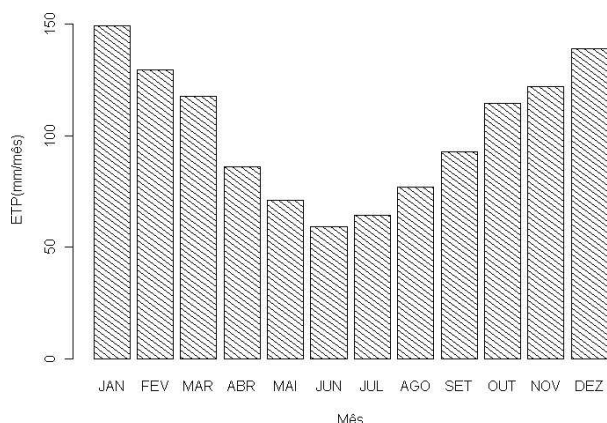


Figura 1 - Evapotranspiração de referência (ET₀) do município de São José do Calçado-ES.

Discussão

Analisando a Tabela 1, verifica-se que a evapotranspiração de referência anual atinge valores de 1222 mm, com um período de maior evapotranspiração entre os meses de outubro a março, que concentra 63% da evapotranspiração anual nestes meses.

Na Figura 1 é possível observar que a evapotranspiração de referência máxima do município de São José do Calçado-ES ocorre no mês de janeiro, com valor de 149 mm mês⁻¹ (Tabela 1). E que o menor valor da evapotranspiração de referência ocorre nos meses de junho, com valor de 59 mm mês⁻¹, como pode ser visto na Tabela 1.

Resultados semelhantes foram obtidos por Scardua, Feitoza e Castro (1986) para o município de São José do Calçado-ES.

Portanto, o período de maior demanda hídrica das culturas no município de São José do Calçado abrange o mês de janeiro.

De acordo com Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), no dimensionamento e manejo de projetos de irrigação deve-se levar em consideração a relação solo-água-planta-atmosfera para atender a demanda hídrica das culturas de importância agrícola sem desperdício de água, energia elétrica, fertilizantes, mão-de-obra, entre outros fatores que influenciam direta ou indiretamente os custos de produção. Nesse contexto, a determinação da evapotranspiração de referência de uma região, que geralmente é utilizada para estimar a quantidade de água utilizada por uma cultura em qualquer fase de seu desenvolvimento, desde o plantio até a colheita, quando não houver restrição hídrica, é considerada uma ferramenta importante no manejo da irrigação.

Para Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002), a evapotranspiração de referência é um valor indicativo da demanda evapotranspirométrica da

atmosfera de um local, em um período, utilizado para determinar a quantidade de água a ser utilizada pelas culturas, que deve ser determinado com o intuito de contribuir com o uso sustentável dos recursos naturais disponíveis.

Assim, os resultados da evapotranspiração de referência mensal e anual da área de estudo, contribuem com o planejamento agrícola, o dimensionamento e manejo de projetos de irrigação a serem adotados para qualquer cultura a ser irrigada na região.

Tendo em vista que quantificar o consumo de água das culturas de forma mais precisa significa melhorar as metodologias existentes, buscando-se novas técnicas que permitam avaliações mais rápidas, simples e precisas da evapotranspiração, razão pela qual numerosas metodologias capazes de determinar diretamente a quantidade de água consumida pelas culturas tem sido testadas (PIMENTEL et al., 2010). Neste sentido, é válido ressaltar, que a metodologia utilizada neste trabalho pode ser aplicada para qualquer local que se pretenda irrigar, pelo fato de facilitar a determinação do período de maior demanda hídrica das culturas a ser considerado no planejamento agrícola e no dimensionamento dos projetos de irrigação.

Conclusão

A evapotranspiração de referência mensal do município de São José do Calçado-ES varia de 59 mm mês⁻¹ a 149 mm mês⁻¹ ao longo do ano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas de doutorado ao primeiro autor e de mestrado ao segundo autor e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio técnico e científico.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Irrigation and Drainage Paper 56, Roma: FAO, 1998. 310p.
- BACK, A. J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **IRRIGA**, Botucatu, v.13, n.4, p.449-466, 2008.

- BATISTA, W. R. M.; FACCIOLI, G. G.; SILVA, A. A. G. Determinação e comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Canindé do São Francisco-SE. **Revista Fapese**, Aracaju, v.3, n.2, p.71-76, 2007.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 265p.
- CAMARGO, A. P. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo**. 3.ed. Campinas: IAC, 1971. 24p. Boletim n.116.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.125-137, 2000.
- EMCAPA/NEPUT. **Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo**. Vitória, 1999. 1 mapa: 87x114 cm. Escala:1:400.000.
- FEITOZA, L.R.; SCARDUA, J.A.; SEDIYAMA, G.C.; OLIVEIRA, L.M.; VALLE, S.S. Estimativas das temperaturas médias mensais e anual do Estado do Espírito Santo. **Centro Ciência Rural**. v.9, p.279-291, 1979.
- 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.
- IBGE. Estados@. **Espírito Santo**. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=es>>. Acesso em: 28 de Julho de 2011.
- LIMA, E. P.; SEDIYAMA, G. C.; ANDRADE, R. G.; DELGADO, R. C.; SOARES, V. P.; GLERIANI, J. M. Estimativa da evapotranspiração em áreas irrigadas utilizando imagem do Landsat 5 - TM. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 25-30 abril 2009, INPE, Natal. **Anais...**, p.247-254.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba (RS): Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.
- PIMENTEL, J. da S.; SILVA, T. J. A. da; BORGES JUNIOR, J. C. F.; FOLEGATTI, M. V.; MONTENEGRO, A. A. A. Estimativa da transpiração em cafeeiros utilizando-se sensores de dissipação térmica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.2, p.187-195, 2010.
- PRIESTLEY, C.H.B.; TAYLOR, R.J. **On the assessment of surface heat flux and evaporation, using large scale parameters**. Monthly Weather Review, Madison, v.100, n.2, p.81-92, 1972.
- R Development Core Team (2010). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- SCARDUA, J. A.; FEITOZA, L. R.; CASTRO, L. L. F. **Estimativas da evapotranspiração potencial para o Estado do Espírito Santo**. 2 Ed. Vitória, ES: EMCAPA, 1986, 44p.
- SILVA, V. J. da; CARVALHO, H. de P.; SILVA, C. R. da; CAMARGO, R. de; 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.
- THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, Nova Iorque, v.38, n.1, p.55-94, 1948.
- ULIANA, E.M.; SILVA, J.G. F. da.; REIS, E.F. dos.; MARTINS, C.A.S. Estimativa da ETP pelo método de Penman-Monteith utilizando estimativas obtidas pelos métodos de Camargo (1971) e Thornthwaite (1948). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SBAGRO, 2011.