

## **Fatores de correção para a evapotranspiração de referência estimada para uso no software IrrigaFácil**

**Paulo Emílio Pereira de Albuquerque<sup>(1)</sup>; Elena Charlotte Landau<sup>(2)</sup>; Daniel Pereira Guimarães<sup>(3)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo); Sete Lagoas, MG; paulo.albuquerque@embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisadora; Embrapa Milho e Sorgo; charlotte.landau@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; daniel.guimaraes@embrapa.br.

**RESUMO:** O manejo de irrigação é fundamental como uma das boas práticas agrícolas de um sistema de produção irrigado. Tendo em vista o lançamento do software "IrrigaFácil" via web para utilização em todos os municípios do estado de Minas Gerais, o objetivo deste artigo é obter fatores de correção para os valores estimados da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) decendial, principalmente para os períodos chuvosos. Por meio de séries históricas de dados climáticos de diversas estações dispersas no estado de Minas Gerais e de algumas de estados vizinhos, foram estimados os valores decendiais da ET<sub>o</sub>, pelo método de Penman-Monteith, para os 853 municípios mineiros. A ET<sub>o</sub> é necessária para programar o manejo de irrigação das culturas que compõem o software IrrigaFácil versão 2.0 via web: milho, sorgo e feijão. Simulações de manejo de irrigação foram feitas para a cultura do milho plantada em período chuvoso (dezembro a março) e seco (abril a agosto), utilizando-se os dados estimados de ET<sub>o</sub> para o software e os reais ocorridos nos decêndios correspondentes, para o município de Sete Lagoas, MG. Quando se utilizam séries históricas em períodos chuvosos para estimativa da ET<sub>o</sub>, geralmente os valores dessa são subestimados, na condição de dias sem chuva durante esses períodos, por isso há necessidade de correções. Os fatores de correção, para os dias sem chuva, que resultaram em déficits hídricos não significativos à cultura do milho, são de 1,2 para os decêndios dos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, e de 1,1 para os dos meses de março e outubro.

**Termos de indexação:** irrigação, milho, Minas Gerais.

### **INTRODUÇÃO**

Manejo de irrigação define-se como uma boa prática no setor agrícola, na medida em que, além dos benefícios óbvios que a irrigação traz em si, promove também o uso racional dos recursos hídricos. Com a disseminação dos recursos da tecnologia da informação (TI), o manejo da irrigação

tem-se tornado de uso mais simples e fácil. Entre as ferramentas de TI lançadas a partir da década de 2000, podem-se citar as planilhas eletrônicas e o software denominado IrrigaFácil (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2001; ALBUQUERQUE et al., 2011a; 2013).

Entretanto, embora tenha havido simplificações nos últimos anos, alguns dados de entrada aos softwares são ainda de difícil obtenção, como, por exemplo, os de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Vários métodos têm sido propostos para a sua estimativa, sendo que alguns necessitam de um número maior de variáveis climáticas, como é o método de Penman-Monteith, que é o padronizado pela FAO (ALLEN et al., 1998). Além do mais, não há estações climáticas instaladas em todas as localidades operando há pelo menos 15 anos, de modo que possam compor séries históricas confiáveis. Contudo, nessa versão do IrrigaFácil (via web), os dados de ET<sub>o</sub> para períodos decendiais são provenientes de uma tabela preparada para cada um dos 853 municípios mineiros. Conforme descrito em Albuquerque et al. (2011b), os dados climáticos foram obtidos de estações meteorológicas convencionais operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando observações diárias de 50 anos (1960-2010). A equação utilizada para obter a ET<sub>o</sub> foi a de Penman-Monteith, parametrizada pela FAO. Posteriormente, procedeu-se a espacialização da ET<sub>o</sub>, com o treinamento de uma Rede Neural Artificial (RNA), relacionando as variáveis climáticas por época do ano (base decendial) com as características geográficas (latitude, longitude e altitude), como apresentado em Albuquerque et al. (2011a).

Embora as tabelas com médias decendiais históricas sejam práticas, os valores de ET<sub>o</sub> nelas contidos tendem a ser subestimados nos períodos chuvosos (COELHO et al., 2005), como é comum entre os meses de outubro a março em todo o estado de Minas Gerais. Daí a importância de fazer correções sobre a ET<sub>o</sub> nos períodos chuvosos.

O objetivo deste trabalho foi obter fatores de correção, para os dias sem chuva (ou com chuvas

menores que 2 mm), sobre os valores decendiais de ETo, procurando-se retificar a sua subestimativa no período chuvoso (outubro a março) do município de Sete Lagoas, para uso interno do software IrrigaFácil versão 2.0 (versão web). Posteriormente, esses fatores foram extrapolados para uso em todos os municípios mineiros.

### MATERIAL E MÉTODOS

O software utilizado para as simulações do manejo de irrigação foi o IrrigaFácil, versão 2.0, específica para uso via web, conforme descrito em Albuquerque et al. (2013). O município selecionado para teste da metodologia foi o de Sete Lagoas, MG, a cultura do milho, o sistema de irrigação por aspersão convencional e capacidade de água disponível do solo (CAD) média (10% volume). Essa CAD é a que mais se aproxima dos solos classificados como os Latossolos encontrados no Cerrado mineiro. Duas datas de plantio foram consideradas:

- a) Período seco: 01/04/2013 e duração do ciclo de 150 dias;
- b) Período chuvoso: 01/12/2013 e duração do ciclo de 120 dias.

Todas as precipitações pluviométricas diárias durante o ciclo da cultura foram medidas, assim como a evapotranspiração de referência (ETo) diária, cujo método de cálculo foi o de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO (ALLEN et al., 1998).

Os dados de ETo internos ao software IrrigaFácil, versão 2.0, são dos 36 períodos decendiais do ano e estão em uma tabela na base de dados, para os 853 municípios mineiros. Essa tabela foi gerada a partir de séries históricas de variáveis meteorológicas registradas em estações meteorológicas convencionais operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando observações diárias de 50 anos (1960-2010). Procedeu-se a espacialização da ETo, com o treinamento de uma Rede Neural Artificial (RNA), relacionando as variáveis climáticas por época do ano (base decendial) com as características geográficas (latitude, longitude e altitude) de cada município, como apresentado em Albuquerque et al. (2011). Como não há estações climatológicas para todos os municípios de Minas Gerais houve a necessidade de se interpolarem os dados de ETo para compor a tabela do IrrigaFácil (ALBUQUERQUE et al., 2013).

Comparações entre a ETo diária medida e a média estimada empregando a série histórica de clima foram realizadas procurando-se convergir para fatores de correção mais apropriados para uso interno ao software IrrigaFácil, de modo que o resultado não impactasse negativamente em termos de déficit hídrico dentro de um determinado limite. As precipitações pluviométricas diárias também foram medidas, como forma de observar a influência sobre a ETo diária medida e, posteriormente, poder utilizar dados deste elemento climático para tomar

decisão sobre o uso e os valores mais apropriados dos fatores de correção.

Assim, ao final das simulações, resultaram-se as cinco planilhas (tratamentos) de manejo de irrigação, como apresenta a Tabela 1.

No software, terminado o ciclo da cultura, gera-se um relatório final onde se pode observar a ocorrência de déficit hídrico, consumo total de água, número de irrigações, dentre outros. É possível, então, aferir a qualidade dos coeficientes de correção utilizados.

**Tabela 1** – Tratamentos de manejo de irrigação à cultura do milho, conforme valores de evapotranspiração de referência (ETo) utilizados no software IrrigaFácil v.2.0.

Trat.	Descrição
A	Período seco, com os dados diários medidos de ETo
B	Período seco, com os dados diários estimados de ETo pela série decendial interna ao software
C	Período chuvoso, com os dados diários medidos de ETo
D	Período chuvoso, com os dados diários estimados de ETo pela série decendial interna ao software
E	Período chuvoso, com os dados diários estimados de ETo pela série decendial interna ao software, multiplicado pelo fator de correção selecionado nos dias sem chuva ou com chuva menor que 2 mm

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representados os valores médios diários de evapotranspiração de referência (ETo) medidos (reais) ou estimados pela série histórica utilizada no software IrrigaFácil, além dos valores das chuvas decendiais, obtidos no município de Sete Lagoas, MG. Salienta-se que os decêndios de 1 a 6 correspondem ao ano de 2014 e os demais ao ano de 2013. Os decêndios de 1 a 6 e de 31 a 36 correspondem ao período chuvoso e os demais ao período seco.

Observa-se na Figura 1 um maior desvio entre os valores de ETo medida em relação à estimada pela série histórica no período chuvoso quando se observaram menos chuvas (decêndios 1 a 6). Mesmo nesse período, quando ocorreram mais chuvas (decêndios 31 a 36) observou-se menor discrepância entre a ETo medida e a estimada. Por outro lado, no período seco (decêndios 10 a 23), não houve muita variação entre seus valores. A subestimativa da ETo estimada pode atingir valores até 40% em relação à ETo medida, como ocorreu no decêndio 4.

Diante dessas considerações, adotou-se um fator de correção de 1,2 (ou seja, 20% de acréscimo à ETo diária) nos decêndios referentes aos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro e de 1,1 (10% de acréscimo à ETo) aos meses de março e outubro, todas as vezes que as chuvas diárias fossem menores que 2 mm ou igual a zero. Desse

modo, os fatores relatados no tratamento E na Tabela 1 são escolhidos.

Após as simulações com o software IrrigaFácil para os cinco tratamentos constantes na Tabela 1 obteve-se a Tabela 2 para a observação do déficit hídrico dos tratamentos com a ETo estimada em relação à ETo medida.

**Tabela 2** – Parâmetros de manejo de irrigação para a cultura do milho obtidos do software IrrigaFácil v.2.0, conforme tratamentos estipulados na Tabela 1.

Trat	LR <sup>1</sup> (mm)	Chuva total (mm)	Chuva efetiva (mm)	NI <sup>2</sup>	LLT <sup>3</sup> (mm)	Déf <sup>4</sup> (%)
A	399,4	135,7	52,3	18	333,9	0
B	396,4	135,7	61,1	17	316,3	1 <sup>5</sup>
C	614,5	574,8	178,7	21	428,1	0
D	577,0	574,8	208,9	15	312,3	11 <sup>6</sup>
E	577,0	574,8	164,2	18	405,7	3 <sup>6</sup>

<sup>1</sup> lâmina de irrigação total requerida

<sup>2</sup> número total de irrigações

<sup>3</sup> lâmina líquida de irrigação total aplicada

<sup>4</sup> O déficit hídrico é calculado em relação à ETo medida (real) no período chuvoso ou seco, conforme o caso

<sup>5</sup> em relação ao tratamento A

<sup>6</sup> em relação ao tratamento C

Coelho et al. (2005) também mostram ajustes e predições para a ETo para uso no IrrigaFácil versão 1.0 (desktop). De forma diferente daqui exposto, os valores de ETo, quando ocorrem chuvas, são eliminados, o que causa sempre superestimativa dos valores preditos, na condição da ocorrência de chuvas. No caso presente, as correções são feitas pelos fatores 1,2 ou 1,1 apenas nos dias sem chuva ou com precipitações menores que 2 mm.

Observa-se na Tabela 2 que no período seco (de abril a setembro) nenhuma correção necessita ser feita sobre a ETo estimada, pois o déficit no tratamento B (plantio em período seco) foi de apenas 1% em relação à ETo medida. Entretanto, no período chuvoso (tratamentos C, D e E), houve um déficit de 11% (tratamento D), quando não se adotou nenhum fator de correção sobre a ETo estimada, ao passo que, utilizando-se os fatores de correção (tratamento E), o déficit reduziu-se para apenas 3%.

É fato que mais simulações devem ser feitas considerando-se outros locais e outras culturas, de modo que se possam encontrar outros fatores ou corroborar os atuais, todavia considera-se que os fatores já adotados no programa IrrigaFácil v.2.0 (via web) propiciem um bom ajuste à ETo estimada da base de dados para todos os municípios mineiros.

## CONCLUSÕES

Na condição diária sem chuva ou com chuva menor que 2 mm, os fatores de correção de 1,2 sobre os dados estimados da evapotranspiração de referência (ETo), para os meses de janeiro,

fevereiro, novembro e dezembro, e de 1,1 para os meses de março e outubro, fornecem bons ajustes à tabela de ETo decendial para o município de Sete Lagoas para uso no software de manejo de irrigação IrrigaFácil via web.

Até que se teste maior número de municípios, esses mesmos fatores serão extrapolados para os demais municípios mineiros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; ANDRADE, C. de L. T. de. **Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 10).

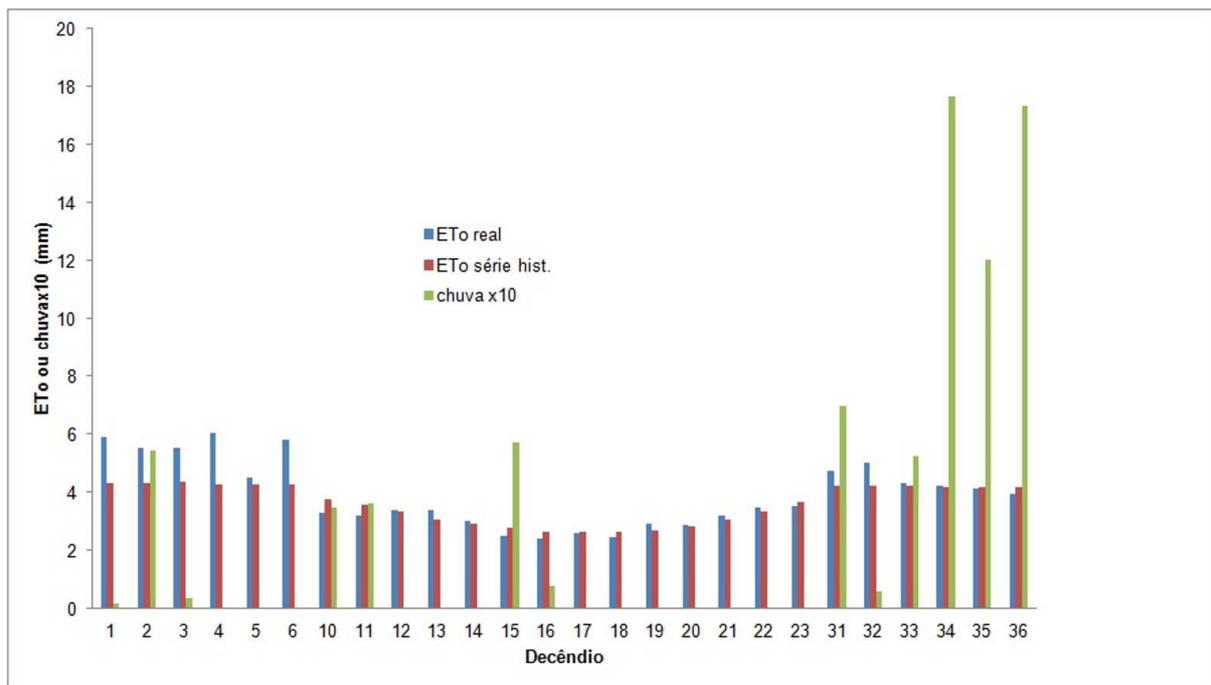
ALBUQUERQUE, P. E. P. de; FARIA, C. M. de; COELHO, E. A. **Utilização do software IrrigaFácil para manejo de irrigação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011a. 36 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 128).

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Mapas decendiais da evapotranspiração de referência (ETo) para Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011b. 18 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 131).

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P. **Aplicativo computacional "IrrigaFácil" versão 2.0 implementado via web para o manejo de irrigação de algumas culturas anuais em Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 164).

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

COELHO, E. A.; RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; FARIA, C. M.; VIANELLO, R. L. IrrigaFácil: um software para manejo da irrigação utilizando valores de evapotranspiração de referência (ETo) ajustados e preditos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA AGRICULTURA IRRIGADA, 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABID; Embrapa Meio Norte, 2005. 1 CD-ROM.



**Figura 1.** Valores da evapotranspiração de referência (ETo) medidos (real) e da série histórica utilizada no software IrrigaFácil e de chuvas ocorridos no município de Sete Lagoas, MG, nos decênios de 2013 (10 a 23 e 31 a 36) e de 2014 (1 a 6).

