

# CIRCULAR TÉCNICA

n. 210 - abril - 2015

ISSN 0103-4413



Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Departamento de Informação Tecnológica

Av. José Cândido da Silveira, 1.647 - União - 31170-495  
Belo Horizonte - MG - site: www.epamig.br - Tel. (31) 3489-5000



## Manejo da irrigação: uso inteligente da água nos períodos de seca<sup>1</sup>

*Fúlvio Rodriguez Simão<sup>2</sup>  
João Batista Ribeiro da Silva Reis<sup>3</sup>  
Polyanna Mara de Oliveira<sup>4</sup>*

### INTRODUÇÃO

Atualmente, presencia-se a chamada “crise hídrica”, que ocorre em diversas regiões do Brasil.

Tanto em áreas do Semiárido, quanto em outras regiões, a disponibilidade de água para a agricultura é reduzida. Portanto, torna-se necessário que, cada vez mais, se utilize o recurso hídrico com máxima eficiência.

### MANEJO DA IRRIGAÇÃO

O manejo da irrigação permite ao irrigante determinar o momento e a quantidade de água a ser aplicada (tempo de irrigação).

Para que esse manejo torne-se efetivo é necessário fazer o monitoramento do sistema solo-água-planta-atmosfera para determinar com precisão a necessidade hídrica das culturas e a necessidade de irrigação.

Sistemas como o SISDA, IrriPlus, Irriger e sistemas análogos são fundamentados fortemente na coleta diária de dados meteorológicos. Esses só se tornaram operacionais em muitas propriedades com a disseminação de estações meteorológicas automáticas a custos razoáveis (MANTOVANI, 2002; IRRIPUS TECNOLOGIA E MANUFATURA, 2015; IRRIGER, 2015). Áreas monitoradas pelo sistema Irriger

já totalizam mais de 220 mil hectares. Também é considerado como monitoramento, com base no clima, o uso de evaporímetros.

Quanto aos sistemas com monitoramento, com base na planta, o SmartField/SmartCrop (SMARTFIELD, 2015) tem sido adotado com sucesso em algumas regiões do mundo, como a região Oeste do Texas. Tal sistema baseia-se em sensores de temperatura do dossel distribuídos por uma área. Os algoritmos utilizados por esse sistema relacionam as variações da temperatura das plantas durante o dia, bem como o estresse hídrico que estas recebem, e indicam a necessidade de iniciar ou ajustar as lâminas de água aplicadas.

Também há a possibilidade de se fazer o monitoramento do consumo de água pelas plantas, e, conseqüentemente, da necessidade de irrigação, acompanhando a umidade do solo. O método padrão de estufa necessita de mais de um dia para obter resultados (secagem da amostra a ser pesada). Portanto, esse método é isoladamente inoperacional, mas muito importante na calibragem de outros métodos e sistemas de manejo da irrigação.

O tensiômetro (Fig. 1) mede diretamente a tensão com que a água é retida no solo, com excelente correlação com a sua umidade, mas pode ter a aplicação limitada, dependendo do tipo de solo.

<sup>1</sup>Circular Técnica produzida pela EPAMIG Sede, (31) 3489.5000, epamig@epamig.br

<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Pesq. EPAMIG-DPPE/Bolsista FAPEMIG, Belo Horizonte, MG, fulvio@epamig.br

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agrícola, D.Sc., Pesq. EPAMIG Norte de Minas-FEGR/Bolsista FAPEMIG, Nova Porteirinha, MG, jbrsreis@epamig.br

<sup>4</sup>Eng<sup>a</sup> Agrícola, D.Sc., Pesq. EPAMIG Norte de Minas-FEGR/Bolsista FAPEMIG, Nova Porteirinha, MG, polyanna.mara@epamig.br



Fulvio R. Simão

Figura 1 - Utilização de tensiômetro para monitorar a umidade do solo em pomar de lima ácida 'Tahiti', no Norte de Minas

As técnicas de reflectometria no domínio do tempo - Time Reflectometry Domain (TDR) e, principalmente, da sonda de nêutrons apresentam excelentes precisão, porém, pelo alto custo, tendem a ser empregadas somente em estações experimentais ou em outros usos mais restritos.

Alguns dos sistemas mais utilizados para o manejo da irrigação têm como base o monitoramento do clima. Para que esses sistemas funcionem adequadamente, é necessário que os dados obtidos sejam utilizados para calcular o consumo de água pelas plantas, ou seja, a soma da água evaporada pelo solo (E) e a transpirada pela planta (T), totalizando a evapotranspiração (ET).

#### Determinação da evapotranspiração por meio de informações climáticas

Em algumas situações a necessidade de irrigar pode ser estimada a partir da determinação da água evapotranspirada por uma cultura, ou seja, a evapotranspiração de um cultivo (ETc) pode ser determinada como a seguir (ALLEN et al., 1998):

Equação 1

$$ETc = ET_o \times Kc$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração da cultura;

Kc = coeficiente de cultivo.

O Kc varia de acordo com a cultura e com o estágio de desenvolvimento. Este pode ser obtido por meio de literatura internacional especializada

(ALLEN et al., 1998) ou, preferencialmente, pela experimentação agrônômica realizada na região de interesse (SIMÃO, 2004). Ressalte-se também que, no caso da irrigação localizada, é necessário fazer o ajuste por meio da utilização de um coeficiente específico – o coeficiente de redução para irrigação localizada (KI) (SIMÃO, 2004). Para situações de estresse hídrico no solo, também é necessário o uso do coeficiente do estresse hídrico (Ks) relacionado com a umidade do solo (ALLEN et al., 1998; BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

O método padrão para determinar a ET<sub>o</sub> baseia-se no uso da equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998), como a seguir:

Equação 2

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma u_2 [e_s(T) - e]}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \times 900 / (T + 273)$$

Em que:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm/d);

R<sub>n</sub> = saldo de radiação (MJ/m<sup>2</sup>/h);

G = fluxo de calor do solo (MJ/m<sup>2</sup>/h);

U<sub>2</sub> = velocidade média do vento a 2 m do solo (m/s);

e<sub>s</sub>(T) = saturação de pressão de vapor do ar à temperatura T (kPa);

T = temperatura média do ar (°C);

Δ = declividade da curva de saturação do ar;

γ = constante psicrométrica (67 Pa/K).

Equação 3

$$\Delta = \frac{4098 e_s(T)}{(T + 237,3)^2}$$

Portanto, a obtenção dos dados climáticos é fator-chave para a utilização da equação padrão, sendo que, usualmente, tem sido facilitada pelas estações agroclimatológicas automáticas. Também é possível o uso de dados em estações localizadas próximas à fazenda, para obtenção dos parâmetros como os de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ou de aeroportos (fazendo-se o ajuste da velocidade do vento para altura do anemômetro de 2 m). Em algumas regiões, como no Norte de

Minas, informações climáticas de rede de estações automáticas de alta qualidade, como apresentada na Figura 2, foram instaladas por meio de parceria com a Embrapa, EPAMIG, UFMG e Unimontes, dentre outros parceiros, por meio de projetos financiados pelo CNPq e pela Fapemig e Embrapa, podem ser obtidas pela Internet, em: [sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php](http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php).

Outra opção que o irrigante tem para computar a ETo é o uso de equações que necessitam de menos parâmetros climáticos que a equação padrão, como Equação 4 de Hargreaves e Equação 5 da FAO-Blaney-Criddle.



Figura 2 - Estação meteorológica automática componente da rede de estações do Norte de Minas

#### Equação 4

$$ETo = 0,0023 Ra (Tmax - Tmin)1/2 (Tmed + 17,8)$$

Em que:

Tmed = temperatura média (°C), [Tmed = 0,5 (Tmax + Tmin)];

Tmax= temperatura máxima, (°C);

Tmin= temperatura mínima (°C);

Ra = radiação solar no topo da atmosfera (mm/d) (obtido em tabelas).

#### Equação 5

$$ETo = a + b [p (0,46 T + 8,13)]$$

Em que:

a e b = fatores de ajuste local, adimensional (obtido em tabelas);

p = porcentagem diária média de horas anuais de brilho solar;

T = temperatura média, °C.

(Os fatores de ajuste a e b são determinados em função da umidade relativa média, da duração do dia e da velocidade média do vento).

As duas metodologias citadas, especialmente a que utiliza a Equação 4, têm sido utilizadas com boa aceitação no Norte de Minas e Nordeste do Brasil, ou seja, em regiões semiáridas do País. São destacadas por dois fatores característicos dessas regiões, ou seja, altas temperaturas associadas à alta incidência de horas-luz ao longo do ano.

Quando nenhum tipo de dado climatológico é disponibilizado, o irrigante deve buscar outro sistema de monitoramento, como aqueles com base no monitoramento da umidade do solo, por exemplo o Irrigas.

#### SISTEMA IRRIGAS

O Irrigas (CALBO; SILVA, 2005) consiste em um equipamento de baixo custo para estabelecer um manejo correto de irrigação. É um sistema desenvolvido para economizar água e garantir o crescimento das plantas. Trata-se de uma ou mais cápsulas porosas conectadas por meio de tubos a uma cuba transparente ou a outro dispositivo. A cavidade da cápsula porosa e o tubo ficam sempre vazios, livres de água.

Para fins de manejo da irrigação, a cápsula é instalada no solo na profundidade efetiva do sistema radicular. Nessa situação, a cápsula porosa entra em equilíbrio hídrico com o solo, em poucas horas. No momento da medição do estado da água no solo, se este estiver úmido, a passagem de ar, através da cápsula porosa, é bloqueada, quando a cuba é imersa na água, isto é, a água não entra na cuba porque o ar não sai do sistema através dos poros da cápsula. Por outro lado, quando o solo seca e a umidade diminui, para abaixo de um valor crítico, a cápsula porosa torna-se permeável à passagem do ar. Assim, estando o solo seco, quando se emborça a cuba transparente no frasco de água, o menisco ar-água movimentar-se nessa cuba, para se igualar ao nível da água no frasco (Fig. 3). Quando isso ocorre, o solo deve ser irrigado. Ao contrário, se a cápsula úmida bloquear a entrada de água na cuba, então o solo ainda permanecerá suficientemente úmido e não deverá ser irrigado (CALBO; SILVA, 2005).

O sistema gasoso de controle de irrigação foi patenteado pela Embrapa e é usualmente denominado por sua marca registrada, Irrigas. Os produtos Irrigas não são apenas cápsulas porosas de desenhos e propriedades variados. Mais do que isto, são sistemas completos e acessórios desenvolvidos para

o manejo de irrigação agrícola e doméstico, com uma variedade de níveis de sofisticação. Adicionalmente, o Irrigas é um sensor de sistemas tensiométricos para aplicações científicas em engenharia agrícola, fisiologia vegetal e geologia.

O sistema Irrigas pode ser encontrado com diferentes numerações relacionadas com o tamanho dos poros da cápsula, sendo mais comuns os de 15, 25 e 40 kPa.

O de 15 kPa é o de poros mais grossos; o de 40 kPa apresenta poros bem pequenos e o de 25 kPa possui poros de diâmetro médio. Velas de filtro comum apresentam poros de diâmetro médio ( $\approx 25$  kPa).

A indicação de solo seco ou úmido dependerá muito do tamanho dos poros, que são os espaços para a passagem de ar pela parede da cápsula e que podem ou não conter água.

O mais importante é saber que a cápsula com poros menores tende a segurar a água com mais força do que outra com poros maiores. Por isso, em um mesmo solo, na mesma profundidade de instalação e na mesma condição de umidade, cada Irrigas pode ter uma resposta diferente, ou seja, pode indicar necessidade de irrigação mais cedo ou mais tarde, dependendo da porosidade da cápsula.

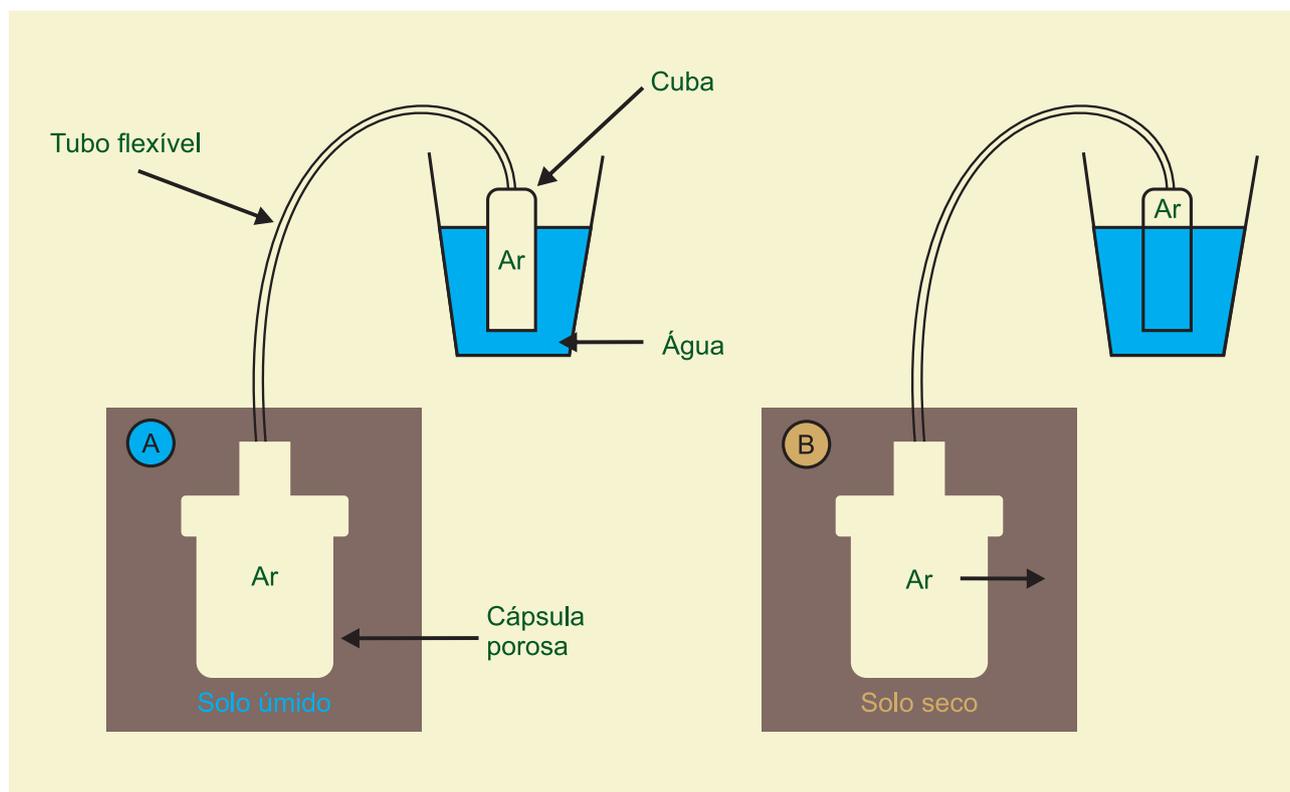


Figura 3 - Ilustração do funcionamento do Irrigas para o controle da irrigação  
 FONTE: Calbo e Silva (2005).

As aplicações do Irrigas ao manejo da irrigação são úteis em ambientes variados, como casas de vegetação, vasos de plantas ornamentais e aplicações agrícolas diversas com sistemas de irrigação como gotejamento, microaspersão e sulcos. Os produtos Irrigas fazem uso de sensores robustos e duráveis, que têm suas propriedades físicas ajustadas na fabricação. Uma série de aplicações pode ser criada a partir de modelos interessantes adaptáveis a cada situação.

Sensores Irrigas simples podem custar de cinco a dez vezes menos do que tensiômetros comuns, são muito mais simples de usar, praticamente não envolvem trabalho de manutenção e são tão rápidos quanto os tensiômetros, e, certamente, são mais confiáveis quanto ao uso por agricultores com pouca instrução, e para as aplicações de automação (CALBO; SILVA, 2005).

O baixo custo, a facilidade de leitura e o fato de ser um sensor robusto, que não precisa de manutenção, tornam o Irrigas o sensor de escolha, seja para manejo com leitura manual, seja para manejo automatizado. E a razão disso é que não é difícil adquirir e ler um número adequado de sensores Irrigas, necessários em cada aplicação de manejo de irrigação.

No Perímetro de Irrigação do Projeto Jaíba, foi proposto um trabalho pela EPAMIG, em parceria com a Emater-MG, em que o sistema Irrigas será implantado em 140 áreas de produtores da cultura da bananeira. A meta principal desse trabalho é estabelecer indicativos para a lâmina e tempo ótimos de irrigação diários, considerando o ciclo da bananeira e a inserção de um equipamento de baixo custo que proporcione rendimentos satisfatórios na produção e qualidade da cultura.

Um dos principais argumentos dos produtores rurais para não manejarem a irrigação é a complexidade e o custo dos sistemas de manejo. Portanto, a proposta de simplificação, por intermédio da aplicação do sistema Irrigas, pode ser a resposta que o setor cobra da pesquisa, visto que esse sistema foi testado em laboratório por pesquisadores e confirmada sua eficiência por comparações com tensiômetros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem alternativas viáveis para que o irrigante utilize um manejo de irrigação adequado, com instrumentos simples para a tomada de decisão, preservando os recursos hídricos e garantindo o sucesso da agricultura irrigada.

## AGRADECIMENTO

À Fapemig, ao CNPq e à Embrapa pelo financiamento de atividades de pesquisa e pela concessão de bolsas.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO, Irrigation and Drainage, Paper 56).
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625p.
- CALBO, A.G.; SILVA, W.L. de C. e. **Sistema Irrigas para manejo de irrigação: fundamentos, aplicações e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 174p.
- IRRIGER. **Irrigation management and engineering**. Uberaba, 2015. Disponível em: <<http://irriger.com.br/en-US/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- IRRIPLUS TECNOLOGIA E MANUFATURA. Viçosa, MG, [2015]. Disponível em: <<http://www.irriplus.com.br>>. Acesso em: mar. 2015.
- MANTOVANI, E.C. **Manual do SISDA**. Viçosa, MG, 2002. 85p.
- SIMÃO, F.R. **Estudo de diferentes estratégias de manejo da irrigação em cinco importantes fruteiras na região Norte de Minas**. 2004. 83f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- SMARTFIELD. **Growing a greener future**. Lubbock, 2015. Disponível em: <<http://www.smartfield.com/smartfield-products/equipment/smartcrop/>>. Acesso em: 10 mar. 2015.