

## Controle da Irrigação para Uso Racional de Água e de Energia

Juscelino Antonio de Azevedo<sup>1</sup>

### A importância do manejo da irrigação

Não confiar no “bico da botina”, no “olhômetro” e no “apalpamento do solo” é bom começo para o agricultor irrigante que deseja produtividade rentável e produto de melhor qualidade e maior valor comercial. Quem irriga corretamente colhe mais por hectare, evita irrigações excessivas ou deficitárias, economiza água e energia e contribui para minimizar as perdas de nutrientes essenciais no solo e a ocorrência de doenças na cultura. Assim torna-se fundamental adotar um critério para estabelecer o momento da irrigação e a quantidade de água que deve ser aplicada, como forma de elevar e garantir a produção, evitando-se desperdícios de água e de energia, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo e não provocando danos ao meio ambiente. Irrigantes que aplicam muita água, além das necessidades da planta, têm custos de produção mais elevados, concorrendo para resultados econômicos desfavoráveis.

### Manejando a irrigação

Irrigações bem controladas são aquelas que permitem atender às exigências da planta sem provocar deficiência ou excesso de água. O acompanhamento das condições de umidade do solo na profundidade das raízes é uma das formas de determinar “quando” e “o quanto” irrigar. A

medida da tensão de água no solo (força com que a água é retida no solo), feita pelo tensiômetro, é indicada para controle das irrigações pelas possibilidades de extrapolação de dados que oferece, pela estreita relação que demonstra com os índices de produtividade e pelo fato de já estar disponível no comércio instrumentos que permitem confiabilidade das leituras. Com essas medidas, é possível saber se o solo está suficientemente seco para iniciar as irrigações e avaliar a efetividade da incorporação da água pelas irrigações. O tensiômetro é um tubo preenchido com água, tendo na sua parte inferior uma cápsula porosa e na sua extremidade superior um vacuômetro. Em geral, é instalado na linha de plantio, em duas (15 e 30 cm) ou três profundidades (10, 20 e 30 cm) contidas na profundidade das raízes, normalmente até 35 cm, para a qual a irrigação é controlada. Quando o solo está seco sai água do tensiômetro para “ocupar o lugar” da água que foi absorvida pelas raízes, fazendo o ponteiro do vacuômetro subir. Quando chove ou se aplica uma irrigação bem dosada, a água do solo passa para o interior do tensiômetro, fornecendo leituras baixas de tensão no vacuômetro. Para adequado funcionamento, o tensiômetro não pode ter ar em seu interior e deve ser convenientemente instalado, mantido e interpretado. Pesquisas conduzidas em ambiente de Cerrado, para culturas de grãos, como feijão, trigo e milho, revelam que boas produções são conseguidas quando as irrigações são aplicadas no momento em que os tensiômetros mais rasos (10 cm) registram leituras no intervalo de 40 a 60 kPa

<sup>1</sup> Eng. Agrôn. Dr., Embrapa Cerrados, juscelin@cpac.embrapa.br

(0,4 a 0,6 bar), sendo o limite inferior indicado para lavouras bem formadas, de alta produtividade, bem adubadas e com população de plantas adequada. Para saber a quantidade de água a aplicar por irrigação, é fundamental considerar a curva de retenção de água do solo, determinada em laboratório, que permite calcular, de forma simples, a água necessária para restabelecer o armazenamento de água que o solo é capaz de “guardar” em disponibilidade para a planta. As exigências hídricas aumentam à medida que as plantas crescem em razão do incremento da taxa de transpiração através das folhas. Atingem o máximo nos períodos críticos que são desde o início do emborrachamento até final do espigamento para o trigo; desde o início da floração até o desenvolvimento de vagens para o feijão; e desde o embonecamento até polinização para o milho. Nesses períodos, não pode faltar água para a cultura sob pena de reduzir significativamente a produção. Fazendo-se o manejo da irrigação, com o uso de tensiômetros e curva de retenção de água, estima-se uma economia de água de 25% a 40%, em comparação com aqueles sistemas em que não se usa um critério de irrigação para estabelecer o momento das irrigações e a quantidade de água a ser aplicada. O manejo por tensiometria em lavouras de feijão e de trigo irrigadas por pivô-central permite obter elevada eficiência de uso da água, respectivamente de 1,0 e 1,2 kilogramas de grãos por m<sup>3</sup> de água aplicada para rendimentos de 3445 kg/ha de feijão e 5216 kg/ha de trigo. Nessas lavouras, as irrigações foram feitas no intervalo de tensões a 10 cm entre 48 e 64 kPa para o feijão e entre 38 e 62 kPa para o trigo, produzindo, respectivamente, um total de água aplicada de 336 e 451 mm.

### Consumo de energia e eficiência de irrigação

As fontes de água para suprimento da irrigação encontram-se, normalmente, nas posições mais baixas da configuração topográfica de uma área, necessitando de bombeamento até a área irrigada. Com a elevação dos custos de energia elétrica, nos últimos anos, e dos preços dos combustíveis usados no acionamento de motores, tornou-se crescente a preocupação com esse tipo de dispêndio incidente nos custos de operação dos sistemas de irrigação. A energia requerida para bombeamento pode ser reduzida das seguintes maneiras: a) reduzindo a lâmina líquida de irrigação; b) diminuindo a altura manométrica total (sucção + recalque + perda de carga nas tubulações + pressão de serviço); c) tornando mais eficiente a irrigação; e, d) aumentando a eficiência do bombeamento. Atuando sobre esses fatores intervenientes, é possível conseguir efeitos de magnitude variáveis sobre os valores de energia de bombeamento, conforme se considerem os parâmetros combinados ou de forma isolada. Analisando-se

resultados de pesquisa verifica-se que, para melhoramentos possíveis de 20% na redução da lâmina líquida (manejo adequado), 15% de diminuição na altura manométrica (dimensionamento criterioso do equipamento de irrigação e redução da pressão de operação) e de aumento de 13% na eficiência do conjunto motobomba (dimensionamento correto, manutenção sistemática e revisão periódica) é possível conseguir uma redução de energia de 41%, sem alterar a eficiência de aplicação da água, e excluindo-se a redução de altura manométrica, a economia é de 30%. A melhoria da eficiência de aplicação de água, em métodos de irrigação por aspersão, propicia reduções de consumo energético acima de 30%, podendo alcançar valores próximos de 60% nos sistemas de irrigação por superfície. Nesses métodos, a reutilização da água, originada do escoamento superficial, sem contar a possibilidade de uso de vazões reduzidas, pode aumentar a eficiência de irrigação em cerca de 24% a 30%, correspondendo a uma redução de 19% a 24% na energia de bombeamento.

### Medidas para conservação de energia na irrigação

Para obtenção de resultados favoráveis, relativos à conservação de energia em sistemas de irrigação, podem ser adotados os seguintes procedimentos:

#### Diminuição do volume de água bombeado

A vazão do bombeamento ( $Q$ ) para um sistema de irrigação depende da lâmina líquida diária de irrigação, da área a ser irrigada, do número de horas de funcionamento por dia e da eficiência de irrigação:

#### Lâmina líquida diária

O conhecimento da necessidade diária de irrigação é fundamental para obter uso racional de água e energia e bons rendimentos da cultura. Não havendo dados relativos à evapotranspiração ao longo do ciclo da cultura, deve-se usar a tensiometria para indicar o momento e as dosagens para cada irrigação. Dessa maneira, a relação entre o esgotamento permissível da água do solo (mm) e o intervalo de dias entre irrigações para cada fase do ciclo definem a dotação de rega. Nos latossolos de Cerrado, um esgotamento de 40% a 45% da água disponível, nas primeiras camadas de solo, é um valor razoável para atendimento das necessidades hídricas de culturas como trigo, feijão e milho. Em relação ao intervalo mínimo entre irrigações, julga-se que, para produtividades ótimas, quatro dias entre uma irrigação e outra é adequado nos períodos críticos do desenvolvimento dessas culturas. Com o manejo indicado, usando tensiometria, os intervalos entre irrigações nas fases vegetativa e depois do período crítico são, em geral, maiores que quatro dias. O intervalo mínimo

de irrigação, pode ser, entretanto, ampliado para culturas menos exigentes, solos de maior capacidade de armazenamento de água e ocorrência de condições climáticas que induzem a menores valores de evapotranspiração.

### **Área irrigada**

No caso da área efetivamente molhada pelo sistema de irrigação, a influência sobre os valores de  $Q$  são contrastantes quando se consideram os sistemas de irrigação localizada como o gotejamento e a microaspersão, dimensionados para irrigar apenas parte da área, comparados com os demais que consideram toda a área como irrigada. A menor área de terreno coberta por irrigações com aqueles métodos pressupõe menores vazões de aplicação e menores perdas de água por evaporação, devido à menor superfície umedecida do solo e a menor perda por percolação profunda, em razão do maior controle sobre as quantidades de água aplicada. Assim, a irrigação localizada tem mais possibilidades de conservar energia. Em média, nos métodos de irrigação pressurizados, a potência instalada (relação CV/ha) é de 1,6 para pivô-central, 3,0 para autopropelido, 2,5 para aspersão convencional, 1,0 para microaspersão e 0,75 para gotejamento.

### **Número de horas diárias de bombeamento**

O número de horas diárias de funcionamento do equipamento deve ser o maior possível para se ter menores valores de vazão bombeada. Entretanto, a operação contínua do equipamento de irrigação e, portanto, do conjunto motobomba, por 24 horas, não é recomendada por duas razões: a) sob o aspecto econômico não se deve programar irrigações para os horários de ponta, nos sistemas de irrigação acionados por motores elétricos, em virtude dos altos custos das tarifas de consumo e da maior demanda. O horário "de ponta" é aquele composto de três horas consecutivas, compreendidas entre 17 e 22 horas, de segunda à sexta-feira. Esse horário varia conforme a localidade, sendo definido pela concessionária de energia elétrica. O horário "fora de ponta" são as horas complementares às de ponta, acrescidas à totalidade das horas referentes aos sábados e domingos. Os acréscimos nas tarifas (outubro/2001) pela irrigação no horário de ponta, para irrigantes atendidos em tensão de fornecimento entre 2,3 e 25 kV (subgrupo A4) é de 200% na tarifa azul de demanda e de 110% na tarifa azul de consumo na época seca. A tarifa verde tem preço único na demanda, mas a de consumo, na época seca do ano, é 851% mais cara no horário de ponta. A sazonalidade na produção de energia determina tarifas de consumo mais elevadas em 13,2% no período seco (maio a novembro) que no período úmido (dezembro a abril) quando a irrigação é aplicada apenas de forma suplementar. Medidores que permitem registrar as irrigações feitas entre as 23 horas e as 5 horas do dia seguinte (6 horas de duração/dia) possibilitam que o

irrigante se beneficie da "Tarifa da Madrugada", com um desconto de 80% na Região Centro-Oeste; e, b) para eventuais reparos nas unidades de bombeamento quando ocorre pane dos motores ou mau funcionamento da bomba. Assim, considera-se que o máximo de 20 horas por dia seja um valor adequado para número de horas diárias de funcionamento, deixando-se uma hora para os reparos e fugindo do horário de ponta do sistema elétrico.

### **Eficiência da irrigação**

Quanto maior a eficiência da irrigação ( $E_i$ ) tanto será menor o volume de água bombeada. A melhoria da eficiência de irrigação implica redução das perdas de água que ocorrem no sistema de condução e distribuição da água na área irrigada. Dessa forma, verifica-se que a eficiência será dependente de elementos e critérios de dimensionamento e do manejo da irrigação. Melhoramentos de 5% a 10% na uniformidade de distribuição de água nos métodos de irrigação por aspersão são perfeitamente possíveis, permitindo diminuir  $Q$ .

### **Redução da altura manométrica**

Diminuindo a altura manométrica tem-se menor consumo de energia. Assim, as medidas seguintes podem ser aplicadas com esses propósitos: a) redução da pressão de serviço do sistema de irrigação pressurizado; b) opção por métodos de irrigação de menor relação CV/ha; e, c) utilização de tubulações com paredes internas de menos rugosidade e maior diâmetro.

### **Redução do consumo de pico**

Não realizar irrigações durante três horas consecutivas, das 18 às 21 horas, em razão do custo da tarifa de energia mais elevado nesse horário.

### **Dimensionamento e manutenção adequados ao conjunto motobomba**

Trata-se de adotar um conjunto que forneça maior eficiência para a combinação de vazão e pressão calculada e seguir as recomendações de manutenção fornecidas pelo fabricante, com o intuito de minimizar o consumo de energia. Conjuntos motobombas com índices inferiores a 0,912 cVh/kWh; e 2,95 cVh/litro, respectivamente, para acionamentos elétrico e a diesel necessitam de reparos e de ajustamentos, ou de ambos.

## **Medidas para aumentar a eficiência da irrigação**

Como a maior eficiência de irrigação minimiza o consumo de energia, as medidas que aumentam essa eficiência também se prestam a esse propósito. As principais maneiras para se aumentar a eficiência de irrigação estão relacionadas com o dimensionamento e manejo desses

sistemas e objetivam reduzir as perdas e melhorar a uniformidade de distribuição da água. Essas medidas podem ser descritas, para alguns sistemas de irrigação da seguinte forma: a) usar aspersores o mais próximo possível do dossel da cultura; b) reduzir o ângulo de trajetória do jato de água; c) utilizar aspersores e espaçamentos que resultem em precipitações inferiores à capacidade de infiltração do solo; d) irrigar à noite; e) irrigar nas pressões recomendadas pelo

projetista; f) para períodos de desenvolvimento da cultura fora do pico (inicial e final), operar de forma intermitente os sistemas de irrigação por aspersão de movimentação contínua como o pivô-central; g) irrigar na quantidade que incorpore água na profundidade mais efetiva de raízes; e, h) iniciar a irrigação para as culturas de trigo, feijão e milho antes que tensões críticas (40 a 60 kPa) sejam atingidas na porção rasa do solo (0 a 15 cm).

## Irrigation Control for Optimize the Use of Water and Energy

**Abstract** - *This paper contains information about the importance and benefits of irrigation control in Cerrado area. It summarizes as the application of tensiometry criteria can improve the yield of wheat, common bean and corn to increase the water use efficiency. It is showed the relationship between energy consumption and irrigation efficiency. Also are described procedures to energy conservation and increase sprinkler irrigation efficiency in irrigated systems.*

*Index terms: water management, tensiometers, irrigation efficiency, energy conservation, cerrado region.*

### Comunicado Técnico, 83

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Cerrados**  
Endereço: BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa postal: 08223 CEP 73301-970  
Fone: (61) 388-9898  
Fax: (61) 388-9879  
E-mail: sac@cpac.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2002): 100 exemplares

### Expediente

**Supervisão editorial:** Nilda Maria da Cunha Sette.  
**Revisão de texto:** Maria Helena Gonçalves Teixeira /  
Jaime Arbués Carneiro.  
**Editoração eletrônica:** Leila Sandra Gomes Alencar.  
**Impressão e acabamento:** Divino Batista de Souza /  
Jaime Arbués Carneiro.