

Eugênio Ferreira Coelho*
Maurício Antônio Coelho Filho**
Sizernando Luiz de Oliveira*

agricultura irrigada ocupava em torno de 18 % (275 milhões de hectares) da área total cultivada no planeta (1,5 bilhão de hectares), consumindo cerca de 70 % do total de água de qualidade usada, valor superior à quantidade consumida pelo setor industrial (21 %) e pelo consumo doméstico (9 %) (SANTOS, 1998). Na América Latina, a superfície irrigada é de, aproximadamente, 16 milhões de hectares, distribuída principalmente no México, Argentina, Brasil, Chile e Peru.

Apesar de corresponder a uma pequena parcela do total cultivado, a área irrigada mundial contribui com 42 % da produção total. No Brasil, em particular, a área irrigada corresponde a 18 % da área cultivada, mas contribui com 42 % da produção total (CHRISTOFIDIS, 2002).

A água utilizada na produção agrícola em 2000 equivaleu a um consumo médio especifico de 9436 m³/ha/ano. Tal consumo deverá ser reduzido ao longo dos anos com a incorporação de tecnologias e processos mais eficientes de gestão do uso da água, sendo estimado para 2025 uma queda para 8100 m³/ha/ano. Entretanto, em 2025, estima-se que três bilhões de pessoas serão afetadas pela escassez de recursos hídricos, cuja disponibilidade será inferior a 1700 m³/ha/ano (CHRISTOFIDIS, 2002).

Existe uma tendência natural de aumento do uso da água no futuro, seja pelo aumento populacional, culminando numa maior necessidade por alimentos, seja pela disponibilidade de terras com aptidão para uso na agricultura irrigada estimadas em 470 milhões de hectares (CHRISTOFIDIS, 2002).

Portanto, existe expectativa de aumento da demanda de água para o futuro próximo, mas não há previsão de aumento da água doce no planeta. Pelo contrário, os intermináveis desmatamentos e uso inadequado do solo têm mantido um elevado escoamento superficial com uma baixa reposição contínua dos mananciais e fontes hídricas.

^{*}Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA; e-mail: ecoelho@cnpmf.embrapa.br sizer@cnpmf.embrapa.br

^{**}Embrapa Mandioca e Fruticultura, Bolsista RD CNPq, Cruz das Almas - BA; e-mail: macoelho@cnpmf.embrapa.br

Socioeconomia

A agricultura irrigada, para manter-se sustentável, em termos ambientais, precisa ser eficiente no uso da água na irrigação, bem como no uso dos agroquímicos que aplicados às plantas ou ao solo podem causar contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

O uso eficiente da água de irrigação pode ser alcançado atuando-se: a) na estrutura de irrigação então existente, em termos de tipos de cultivo, sistemas de irrigação e gestão do uso de água; b) nos métodos de manejo da irrigação e c) nas técnicas que permitem aumento da eficiência do uso da água.

Aumento da eficiência de irrigação

A eficiência de irrigação, tomada como a razão entre a quantidade de água efetivamente usada pela cultura e a quantidade retirada da fonte, no âmbito mundial, é ainda muito baixa, situando-se, em termos médios, em torno de 37 %. A simples melhora de 1 % na eficiência do uso da água de irrigação, nos países em desenvolvimento de clima semi-árido ou árido, significaria uma economia de 200 mil litros de água, por agricultor, por hectare/ano. A irrigação utilizada de forma racional pode promover uma economia de aproximadamente 20 % da água e 30 % da energia consumida. Do valor relativo à energia, a economia de 20 % seria devido à não aplicação excessiva da água e 10 % devido ao redimensionamento e otimização dos equipamentos utilizados (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 1999).

Um dos motivos que mais contribui para a baixa eficiência da irrigação é o fato de que grande parte das áreas irrigada compreende projetos públicos ou públicos-privados, onde a maioria dos irrigantes não assimila os princípios básicos da agricultura irrigada, o que dificulta o próprio entendimento da eficiência de irrigação e suas vantagens. Isto se agrava, principalmente quando o projeto não taxa

a água usada pelo irrigante ou taxa a valores irrisórios. Na agricultura perde-se 2.500 km³ de água por ano, valor muito superior ao que a indústria perde (117 km³) e ao que o uso doméstico também perde (64,5 km³) (LEMOS, 2003).

Existem muitos projetos de irrigação que trabalham nos sistemas de fluxo contínuo e rotação, onde as quantidades de água fornecidas aos irrigantes não levam em conta as necessidades das culturas e por isso podem tanto exceder as necessidades, como não serem suficientes, o que implica no fato de serem projetos de baixa eficiência. Apenas a conversão destes sistemas para sistemas do tipo "conforme a demanda" ("on demand"), onde o produtor pode decidir a sua necessidade de água, já poderia ser um fator substancial de aumento da eficiência de irrigação. Muitos projetos em todo mundo utilizam o método de irrigação por superfície de forma rústica, isto é, sem aprimoramento técnico, ou utilizam irrigação pressurizada de baixa eficiência voltada para culturas de baixa rentabilidade. Novamente, a conversão destes sistemas de irrigação para sistemas de menor dispêndio de água, como é o caso da irrigação localizada associada a culturas de maior rentabilidade, como produtos hortícolas e fruteiras, por si, teriam elevado peso no aumento da eficiência de irrigação.

A redução das perdas por condução em canais ou dutos, em função de vazamentos, tem mantido a eficiência de condução em valores razoáveis. Entretanto, o mesmo não tem ocorrido com a eficiência de aplicação, razão entre a água absorvida pelo sistema radicular e a água aplicada. O aumento da eficiência de aplicação ocorrerá à medida que o agricultor irrigante tomar consciência da necessidade de usar racionalmente a água, o que não ocorrerá por si. A outorga de água condicionada ao uso de sistemas de irrigação mais eficientes e taxação do insumo água, bem como a orientação e capacitação dos irrigantes, podem contribuir muito para a percepção do agricultor.

Atualmente, há condição de se usar racionalmente a água empregando-se tanto os sistemas de irrigação por superfície como os pressurizados. A irrigação por sulcos com uso de pulso ou "surge flow" pode reduzir significativamente as perdas por percolação. No caso da irrigação pressurizada, pode-se promover redução substancial do dispêndio de água pelo uso de sistemas de irrigação localizada, como é o caso da microaspersão e do gotejamento (Figura 1), além de outros. Mesmo nos países desenvolvidos, em apenas 1 % das áreas irrigadas é adotado o método de gotejamento, um dos mais eficientes na relação entre produtividade e unidade de água aplicada. O uso dos métodos de irrigação localizada são mais propícios para culturas hortícolas e para fruteiras, que são de maior rentabilidade e condizentes com os custos dos sistemas. Na irrigação localizada, o gotejamento subsuperficial é o de maior eficiência (acima de 90 %), uma vez que as perdas de água por evaporação são as menores possíveis, pela própria posição do emissor no solo. As perdas por evaporação tendem a aumentar para o gotejamento superficial e para a microaspersão que expõem maior área molhada ou área de evaporação

No caso da irrigação por aspersão, os sistemas de aspersão convencional de alta pressão do tipo canhão são os de mais baixa eficiência (50 % - 60 %). Os sistemas de baixa e média pressão, tanto portáteis como móveis ("side-roll"), apresentam eficiência entre 60 % e 75 %.

Os sistemas de pivô central (Figura 2) e de movimento linear ("linear move") são os de maior eficiência, podendo-se manter os aspersores a meia altura entre a superfície do solo e a linha principal (MESA – "medium elevation spray application"), com eficiência de 80 % - 85 %. Quando os aspersores de pressão entre 34 e 68 kPa são mantidos dentro da cultura, de 0,30 m a 0,90 m da superfície do solo dentro da cultura (LPIC – "low pressure in canopy"), ou quando os aspersores são colocados a 45 cm da superfície do solo (LESA - "low elevation spray application") a eficiência desse sistema fica entre 85 % - 90 %. Essa eficiência pode aumentar para 90 % a 95 %, quando os aspersores ficam a 0,20 m da superfície e com uso de sulcos no solo, caracterizando o sistema LEPA -"low energy precision application".



Figura 1 - Irrigação por gotejamento.



Figura 2 - Irrigação com uso de pivô-central.

Manejo adequado da irrigação

O manejo da irrigação contempla a aplicação de água no momento correto e na quantidade demandada pela cultura para aquele momento. O manejo da irrigação deve ser adequado aos sistemas de irrigação de forma a se obter elevadas eficiências. Não adianta se ter um sistema de irrigação de alta eficiência se o manejo da irrigação é deficiente.

Após a instalação do sistema de irrigação, o produtor deve realizar o manejo inicial de irrigação que é normalmente baseado em turnos de rega calculados com base em valores da evapotranspiração da cultura (ETc) e da lâmina real necessária (LRN). Geralmente, os valores da ETc são calculados em função de valores estabelecidos no projeto, máximos para determinados períodos de retorno, o que leva a reposição de água ao solo acima da necessidade real da cultura diminuindo a eficiência de irrigação. Dessa forma, as recomendações de irrigação constantes nos projetos são adequadas para o dimensionamento dos sistemas de irrigação, que deve se basear em valores máximos dos

parâmetros necessários para definir as necessidades de água para segurança do projeto, não sendo adequadas para o dia a dia do consumo de água das culturas. Neste caso, as necessidades hídricas vão variar conforme o estágio de desenvolvimento e com as condições meteorológicas locais. Portanto, o manejo da irrigação não pode ser de natureza fixa conforme colocado no projeto, mas deve ser flexível.

Dentre os métodos utilizados para o manejo da irrigação, o uso de sensores de água do solo pode servir para definição do momento da irrigação como da quantidade de água a ser aplicada no solo, o que requer o conhecimento da curva característica de umidade do solo. Atualmente existem sensores calibrados para medirem a umidade ou o potencial de água do solo. Os primeiros evitam as transformações do potencial em umidade, o que, de certa forma, pode ser uma fonte de erros do sistema, dado que a curva de retenção é feita em laboratório e os resultados estão sujeitos a variáveis, tais como o funcionamento do conjunto extrator, a amostra e representatividade das condições de campo.

Na escolha do local de instalação dos sensores, é importante levar em consideração que o ponto será representativo e que a quantidade de pontos amostrados deverá aumentar com a variabilidade espacial da área. É essencial, também, que a área seja subdividida em talhões, apresentando certa homogeneidade das características físico-hídricas e químicas do solo, procedendo-se o manejo de água e nutrientes diferenciados e adequados a cada talhão. A região de instalação dos sensores deve coincidir com a zona de maior intensidade de extração de água do sistema radicular.

Atualmente, existem sensores de umidade de fácil manuseio, tais como a sonda de nêutrons, a sonda de capacitância e os refletômetros de TDR. A sonda de nêutrons apresenta problemas de perigo ao usuário pelo uso de substância radioativa no equipamento. A TDR exibe maior precisão de uso, com um leque de sensores a diferentes preços que, conforme o tipo, podem ser mais

apropriados à pesquisa ou ao uso por produtores. Os tensiômetros são de menor custo comparado a TDR e ao uso do tensímetro digital de punção, cujas leituras ficaram mais práticas e fáceis ao usuário, dispensando uso de vacuômetros pouco resistentes às intempéries e o uso do mercúrio, nocivo à saúde humana.

Em geral, a maioria das culturas se desenvolve muito bem a potenciais matriciais de água do solo a níveis próximos da capacidade de campo, isto é, próximo de -6 kPa, -10 kPa e -30kPa para solos arenosos, francos e argilosos, respectivamente. Há culturas que, pela maior demanda de água, não permitem elevada redução na tensão de umidade, tais como o mamoeiro, a bananeira, ao passo que culturas como a laranja e a manga ou o abacaxi já toleram maiores perdas de água do solo.

O uso do tanque classe A (Figura 3) é uma das ferramentas mais comuns de manejo de irrigação. Seu uso pode ser feito para se determinar a evapotranspiração potencial (ETP) que, uma vez corrigida com o coeficiente de cultura, fornece a evapotranspiração da cultura (ETC), posteriormente transformada em lâmina de irrigação. É comum, também, a adoção de fator k, de correção da leitura do tanque, para determinar diretamente a ETC. O valor de k normalmente fica acima de 0.60.

Em caso de empresas agrícolas com equipamentos agrometeorológicos automáticos (Figura 4), os elementos meteorológicos importantes no processo de perdas de água pelas plantas (umidade relativa, velocidade de vento, radiação solar e temperatura do ar) são coletados e armazenados em escala horária, permitindo um detalhamento e a tomada de decisão correta pelo produtor.

O balanço de água no solo é o método no qual se computam as perdas de água pela planta mediante o monitoramento detalhado da umidade do solo na zona de extração radicular. Dessa forma, quando o déficit de água do solo for superior ao déficit permitido, irriga-se para preencher exatamente o déficit de água no solo em relação à capacidade de campo do mesmo. Nesse caso, parte-se de uma

Socioeconomia



Figura 3 - Tanque classe A para manejo de irrigação.



Figura 4 - Estação meteorológica automática gerando dados para manejo de irrigação.

condição de solo na capacidade de campo, sendo a ETc a única fonte de retirada de água, com reposições de água equivalentes aos seus totais.

Todos os métodos de manejo da irrigação requerem cálculos. Os cálculos, por sua vez, exigem um pouco de conhecimento do irrigante, que normalmente não os absorve ou os abandona em troca do uso do método empírico de se estabelecer um número de horas. indistintamente, com base em experiência de algum outro irrigante. Portanto, transferir tecnologia de manejo de irrigação é uma tarefa difícil. As tecnologias, mesmo que envolvam em si elevados níveis do conhecimento científico, devem ser moldadas da forma mais simples possível para serem adotadas pelos irrigantes.

O uso de aplicativos computacionais com objetivo de facilitar o manejo de irrigação tem dispensando ao usuário os cálculos. Há aplicativos para manejo de irrigação de várias culturas, como é o caso do Irriga, SISDA, dentre outros. Entretanto, alguns podem assumir dimensões tais, que passam a requerer do usuário capacidade e conhecimento mais elevado, o que dificulta o uso em condições práticas.

Otimização da eficiência de uso de água

A eficiência média de irrigação a nível nacional está estimada em 60 %, significando que, para cada milímetro (10.000 litros) de água necessário às plantas por hectare, são necessários 16.667 litros, dos quais as plantas transpiram 97 %, portanto, um retorno de mais de 9.700 litros para a atmosfera, na forma de vapor ou de água pura. Os 6.667 litros tendem a evaporar da superfície do solo ou percolar e preencher os lençóis subterrâneos, que podem retornar ou não ao mesmo curso d'água de onde foi retirada. A elevação dessa eficiência em apenas 5 % representaria um volume de 1.282 litros por milímetro demandado pela cultura por hectare irrigado que deixaria de ser retirado da fonte d'água. Por conseguinte, a redução da retirada de água das fontes para a agricultura irrigada só pode ser viabilizada com o aumento da eficiência do uso da água na irrigação.

A otimização da eficiência do uso de água de forma a contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos pode ser alcançada de duas formas:

a) com base nas curvas de respostas físicas da produtividade e da eficiência de uso de água, EUA, onde a eficiência do uso de água é calculada como a razão entre a produtividade pela evapotranspiração da cultura. No caso, o aumento da EUA pode ser feito atuando-se no numerador da razão, aumentando a produtividade para a mesma quantidade de água aplicada/ evapotranspirada ou reduzindo o denominador da razão, isto é, a lâmina aplicável/evapotranspiração de forma a não diminuir, significativamente, o numerador ou a produtividade. Esta segunda alternativa implicaria na manutenção de uma alta eficiência do sistema de irrigação, elevando a eficiência de uso de

água pela redução da lâmina real necessária durante as fases de crescimento e desenvolvimento consideradas não criticas para as plantas, sem comprometimento significativo da produtividade potencial esperada. Na Espanha, estudos demonstraram que é possível a redução de 20 % a 40 % da necessidade de água em pomares cítricos com redução de 5 % a 15 % na produtividade com o uso dessa metodologia;

b) criando meios de reduzir a lâmina aplicada trabalhando favoravelmente nos fatores que reduzem a ETc, basicamente pelo aumento da resistência estomática, isto é a resistência de abertura dos estômatos nas folhas, ou pela resistência aerodinâmica das plantas, que é a resistência ao transporte de massas de ar na vegetação.

A resistência estomática pode ser aumentada com práticas de sombreamento ou com uso de uma técnica desenvolvida na Austrália, em que a irrigação é aplicada em alta frequência em um lado da planta, durante um dado período, após o qual alterna-se o lado da aplicação de água. O secamento do solo de um lado induz as raízes a produzirem ácido abscísico que é levado às folhas, provocando a redução da abertura estomática e consegüente aumento da resistência, reduzindo a ETc. A resistência aerodinâmica pode ser aumentada usando-se quebraventos, de forma a reduzir a circulação de ar na cultura.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília: ABID, n.54, p. 46-55, 2002.

LEMOS, H. M. Disponível em: http://www.estadão.com.br/ciencia/noticias/2003/mar/14/124.htm>. Acesso em: 03 dez. 2003.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. *O uso da irrigação no Brasil*: O estado das águas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999. Disponível em: http://www.iica.org.uv. Acesso em: 04 set. 2004.