

CAPÍTULO 16

Manejo da Irrigação

José Aloísio Alves Moreira e Luís Fernando Stone

Pesquisas e revisão de literatura feitas por Moreira e Stone (2006) mostram que, dos vários segmentos da produção agrícola, a irrigação é a maior usuária de água e de energia elétrica. Apesar da grande quantidade de água utilizada, a irrigação representa a maneira mais eficiente e produtiva de se produzir alimentos. Acredita-se que, no futuro, a grande maioria da produção de alimentos será proveniente da agricultura irrigada.

Visto que os principais fatores da produção agrícola irrigada, a energia elétrica e a água, são recursos finitos e têm que ser pagos, a tendência dos custos de bombeamento será sempre crescente. Por isso, para aumentar a rentabilidade do processo de irrigação é necessário produzir cada vez mais grãos por unidade de água aplicada.

A irrigação constitui um processo contínuo, que vai desde a tomada de água até a distribuição da mesma para a cultura. Entretanto, o processo, mesmo contínuo, apresenta duas fases com características próprias e bem definidas: a fase hidráulica e a fase agrícola. Dentro dessas duas etapas é possível estabelecer estratégias de ação com o objetivo de otimizar cada operação, visando a redução dos custos de irrigação e o conseqüente aumento do retorno econômico.

Na fase agrícola, o requerimento de água pela cultura, em função do percentual de cobertura do solo pela palhada, no Sistema Plantio Direto - SPD, constitui informação importante para os produtores que queiram otimizar o funcionamento dos equipamentos de irrigação.

A semeadura direta de culturas de grãos irrigados por aspersão na palhada é uma prática comum na Região Central do Brasil. Essa é uma alternativa de manejo correto e sustentável de sistemas agrícolas intensivos. O solo no SPD geralmente apresenta maiores valores de densidade e microporosidade e menores valores de porosidade total e macroporosidade, nas camadas superficiais do perfil, quando comparado a outros sistemas de preparo convencional do solo (VIEIRA, 1981; VIEIRA; MUZILLI, 1984). À primeira vista, este comportamento não é favorável para permitir altos índices de infiltração. Porém, no SPD, o solo encontra-se protegido pela cobertura morta, o que aumenta a rugosidade da superfície. Assim, aliando-se o efeito da cobertura ao da maior estabilidade estrutural, a infiltração de água no solo sob SPD tem sido mais elevada que em outros sistemas de preparo, ocasionando menor perda de água por escoamento superficial (ROTH; VIEIRA, 1983). Outra característica hídrica importante do solo sob SPD é o seu maior armazenamento de água. Nas tensões matriciais mais baixas, a

distribuição do tamanho dos poros é altamente correlacionada com o armazenamento de água no solo. Desta maneira, aqueles sistemas de preparo que provocam maior revolvimento do solo e, portanto, aumentam o seu volume, armazenam menos água na camada revolvida em comparação à outra camada idêntica sem revolvimento (VIEIRA, 1981). Aliado ao aspecto armazenamento, fatores como temperatura e cobertura superficial têm garantido ao perfil do solo com menor revolvimento, em muitas situações, maiores conteúdos de água para as plantas (LAL, 1974; VIEIRA, 1981; SIDIRAS et al., 1983; SALTON; MIELNICZUK, 1995). Pode-se deduzir, portanto, que o manejo da irrigação deve ser diferenciado no SPD em relação ao sistema de preparo convencional do solo, principalmente em relação à lâmina total de água e ao intervalo entre irrigações.

O objetivo da irrigação é fornecer água às culturas no momento certo e na quantidade adequada. Com um manejo adequado, um sistema de irrigação deve proporcionar maior eficiência de uso de água, aumentando a produtividade das culturas, diminuindo os custos de produção e, conseqüentemente, proporcionando maior retorno dos investimentos.

No meio rural, a irrigação é responsável pela maior parte do consumo de água e energia elétrica. Muitas vezes, parte da energia utilizada na irrigação é supérflua em razão das perdas de água devido ao manejo inadequado da irrigação. Por não adotar uma estratégia de manejo eficiente, o produtor normalmente irriga em excesso, temeroso que a cultura sofra deficiência hídrica que possa comprometer a produção.

A irrigação em excesso tem como consequência, o desperdício de energia gasta com bombeamento desnecessário de água. Para exemplificar, um milímetro de lâmina de água excedente em uma área irrigada de 100 ha, representa a condução desnecessária de 1000 m³ de água, que pode consumir, dependendo das condições do equipamento, de 3 a 8 kWh de energia elétrica (MAROUELLI et al., 1996). Em estudo mais recente, Carlesso et al. (2003) estimaram em R\$100,00 o custo de aplicação de 1 mm de água em pivô de 100 ha. Deve-se, portanto, manejar racionalmente a irrigação para se definir o momento exato e a quantidade de água a ser aportada na área irrigada para atender às necessidades hídricas das culturas.

São vários os procedimentos que podem ser adotados como critérios para se determinar quando e quanto de água deve ser aplicado em uma cultura. A maioria dos critérios se baseia no estado

da água em um ou mais componentes do sistema solo-planta-atmosfera. De acordo com inúmeros pesquisadores, o ideal seria monitorar o grau de deficiência hídrica na própria planta. Muitos indicadores podem ser utilizados para esse fim - abertura estomática, temperatura de folha, taxa de transpiração, potencial osmótico, potencial de água, entre outros, todos estes são parâmetros que poderiam, com boa precisão, fornecer informações para se estabelecer critérios para quantificar as necessidades de água de uma cultura. Entretanto, para esses procedimentos, os equipamentos são dispendiosos e inacessíveis à maioria dos produtores.

De mais fácil acesso e menos complexas, as medidas do estado da água no solo podem ser usadas para a avaliação das necessidades hídricas das plantas.

Medidas do conteúdo ou tensão da água no solo podem ser utilizadas para avaliar indiretamente a deficiência hídrica de uma cultura. O uso de medidas de tensão da água no solo para o controle da irrigação tem como principal vantagem a possibilidade de extrapolação dos resultados para solos semelhantes com poucas modificações. Isto é possível porque a absorção de água pela planta é realizada em resposta a diferenças de potenciais, que produz, de certa forma, um efeito semelhante na planta independentemente do local considerado (SILVA et al., 1976).

Os critérios baseados em medidas climáticas também fornecem subsídios para estimar as necessidades hídricas de uma cultura. Com base em determinadas variáveis, como a radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e evaporação da água do solo, é possível determinar, por meio de equações empíricas, a evapotranspiração de um cultivo de referência (ET_o) e, com o auxílio de coeficientes apropriados - coeficientes de cultura (K_c), estimar as necessidades hídricas de uma cultura. Para esse fim, também podem ser utilizadas, adicionalmente, medidas de evaporação de uma superfície livre de água, em tanques evaporimétricos, tipo tanque Classe A.

O coeficiente de cultura (K_c) é a relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o). ET_c é a perda de água para a atmosfera por evaporação e transpiração de uma cultura em condições ótimas de desenvolvimento. ET_o é a evapotranspiração ocorrente em uma superfície vegetada com grama batatais, *Paspalum*

notatum Flügge, bem provida de água, em fase de desenvolvimento ativo e com bordadura adequada.

A ETo pode ser estimada por meio de fórmulas empíricas ou por meio de tanques evaporimétricos, dos quais o mais usado é o tanque USWB Classe A.

Quando o tanque Classe A é usado, a evaporação do tanque (ECA) é transformada em ETo por meio do coeficiente do tanque (Kp), que leva em conta as condições meteorológicas reinantes e o meio circundante ao tanque (Tabela 1). Assim:

$$E_{To} = ECA \times K_p$$

Tabela 1. Valores do coeficiente de tanque.

Vento (m s ⁻¹)	Posição do tanque R ¹ (m)	Tanque circundado por grama			Tanque circundado por solo nu		
		Umidade relativa média			Umidade relativa média		
		Baixa < 40%	Média 40-70%	Alta > 70%	Baixa < 40%	Média 40-70%	Alta > 70%
Fraco							
< 2	0	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderado							
2-5	0	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte							
5-8	0	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Muito Forte							
> 8	0	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

¹Por R, entende-se a menor distância do centro do tanque ao limite da bordadura.

Nota: Para extensas áreas de solo nu, reduzir os valores de Kp de 20%, em condições de alta temperatura e vento forte, e de 10 a 5%, em condições de moderada temperatura, vento e umidade.

Fonte: Doorenbos e Kassam (1979).

Conhecida a E_{To} , que é obtida pela multiplicação da evaporação do tanque pelo coeficiente do tanque (Tabela 1) a E_{Tc} pode ser calculada por:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c$$

Para estimar as necessidade hídricas de cultura de grãos, visando o manejo da irrigação, Moreira e Stone (2006) determinaram o K_c para o feijão sob diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada, no SPD, no período de outono/inverno, (Fig. 1). Os valores máximos de K_c , para a cultura e níveis de cobertura do solo, ocorreram no período reprodutivo. Observa-se que foram obtidos diferentes valores de K_c para os diferentes níveis de cobertura da superfície do solo. Para o feijão, comparando o valor de K_c , no período reprodutivo, obtido no solo sem cobertura, em torno de 1,25, para o solo com 100% de cobertura, em torno de 1,0, observa-se que a cobertura total do solo pela palhada propiciou economia de água de cerca de 20% (Fig. 1). Isto é, ocorre economia expressiva de água quando o solo é totalmente coberto pela palhada. Sabe-se, entretanto, da dificuldade de se manter, nos sistemas agrícolas tradicionais, o solo totalmente coberto pelos resíduos da cultura anterior.

A palhada atua na primeira fase do processo de evaporação da água do solo, reduzindo a taxa de evaporação devido à reflexão de energia radiante. A taxa de redução depende da magnitude da cobertura morta e da arquitetura e desenvolvimento do dossel da planta cultivada. Assim, quando a palhada é pouca ou é rapidamente decomposta, e a cultura cobre rapidamente o solo, esse benefício não é tão expressivo. Esta é a razão da diferença de comportamento, entre os solos cobertos e descobertos, em relação à eficiência do uso da água. Devido à rápida decomposição dos resíduos com baixa relação C/N em condições de clima tropical, diminuindo seu volume, reduzindo a porcentagem de cobertura do solo e aumentando, em consequência, as perdas de água por evaporação e pelo escoamento superficial, a eficiência do uso da água é menor no SPD à medida que a cobertura morta for menor e/ou não perdurar até o final do ciclo da planta. Moreira et al. (1999) observou que a economia de água começa a ser importante a partir de 50% de cobertura do solo pela palhada, implicando em menor número de irrigações (Fig. 2).

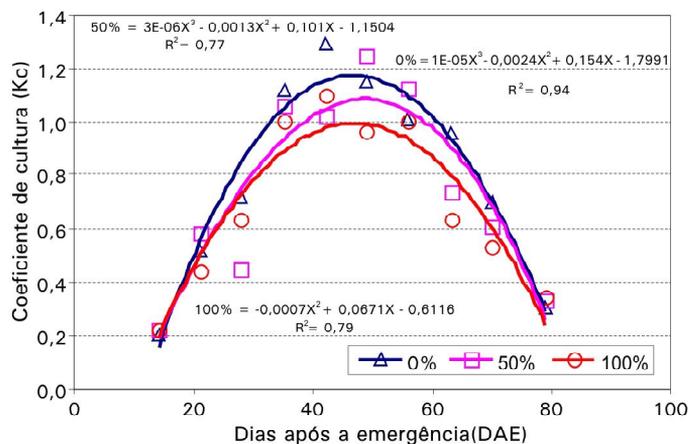


Fig. 1. Coeficientes de cultura do feijoeiro no SPD, em diferentes níveis de cobertura do solo pela palhada.

Assim, sugere-se como alternativa para a produção de palhada objetivando a cobertura total do solo, o Sistema Santa Fé, preconizado pela Embrapa Arroz e Feijão (KLUTHCOUSKI et al., 2003). O Sistema baseia-se na produção consorciada de culturas de grãos, com forrageiras tropicais, como as do gênero *Brachiaria*. Um dos objetivos do Sistema Santa Fé é a produção de palhada em qualidade e quantidade para o cultivo de culturas de grãos irrigadas no período de outono/inverno (Fig. 3).

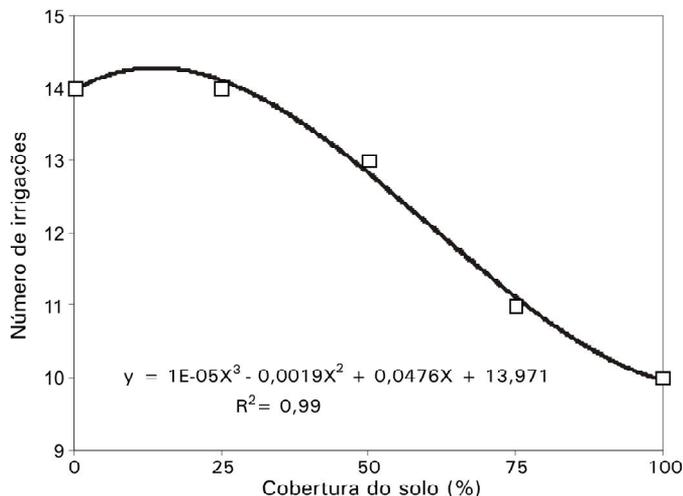


Fig. 2. Número de irrigações, em função da porcentagem de cobertura do solo pela palhada. Fonte: adaptado de Moreira et al. (1999).



Fig. 3. Biomassa de cobertura morta, na cultura do feijoeiro irrigado, em áreas submetidas à sucessão do milho consorciadas com *Brachiaria brizantha*.

Referências

- CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. da; ALMEIDA, M. Z. Controle total: o manejo da irrigação usando estações meteorológicas automáticas, computadores e comunicação via Internet garante precisão e menos despesas. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 3, n. 16, p. 20-23, jan./fev. 2003.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Estudio FAO. Riego y Drenaje, 33).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.
- LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 321-331, 1974.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C. e; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.
- MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F. Manejo da irrigação para culturas de grãos no sistema plantio direto: coeficiente de cultura. **Item: Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, n. 68, p. 60-64, 2006.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. **Manejo da irrigação do feijoeiro em plantio direto: cobertura do solo.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em foco, 26).

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3, p. 4, 1983.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um podzólico vermelho-escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 313-319, maio/ago. 1995.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R.; MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento da soja, em Latossolo Roxo distrófico (Oxisol). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 103-106, 1983.

SILVA, E. M. da; PINTO, A. C. de Q.; AZEVEDO, J. A. de. **Manejo de irrigação e fertirrigação na cultura da mangueira.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1976. 77 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 61).

VIEIRA, M. J. Propriedades físicas do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná.** Londrina, 1981. p. 19-32. (IAPAR. Circular, 23).

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.