

Irrigação por Superfície: Sistemas por Inundação

Irrigação por tabuleiros ou bacias

Introdução

A irrigação por tabuleiros ou bacias é uma das formas mais comuns de irrigação, principalmente em regiões onde prepondera pequenas propriedades. Tendo uma área nivelada em todas as direções, é possível construir diques ou taipas que impeçam perdas por escoamento superficial e permita criar uma área inundada, a que se denomina bacia ou tabuleiro (Figura 1)



Figura 1: Irrigação de arroz em bacias ou tabuleiros.

Características do sistema

Existem poucas culturas e solos que não são recomendados para serem utilizados com a irrigação em tabuleiros, mas a condição mais indicada são os solos com baixa capacidade de infiltração e as culturas com raízes profundas e com pequeno espaçamento entre plantas. Este método não deve ser usado em culturas sensíveis à saturação do solo na zona radicular ou em solos que formem crosta na superfície, a não ser se os tabuleiros sejam sulcados e se o cultivo seja realizado em canteiros.

Nos tabuleiros são aplicadas lâminas d'água durante a irrigação, que ficam retidas dentro dos tabuleiros e disponíveis para serem infiltradas. No manejo com lâmina intermitente, essas lâminas de irrigação ficam acumuladas até serem infiltradas ou drenadas. No caso de irrigação com lâmina contínua, como no caso da cultura do arroz, a lâmina d'água é mantida nos tabuleiros, por meio da aplicação de uma vazão pequena e contínua (Figura 2).



Figura 2: Exemplo da irrigação por inundação com lâmina contínua.

A lixiviação de solos afetados por sais pode ser facilmente realizada com a irrigação por inundação, não sendo necessário dimensionar a aplicação de lâminas adicionais para ocorrer escoamento superficial ou drenagem, como em outros sistemas de irrigação. Entretanto, no projeto do sistema deve-se incluir as estruturas de drenagem da área, em função principalmente das chuvas ou de um possível erro no manejo da lâmina de irrigação.

O uso da irrigação por tabuleiros apresenta algumas vantagens para os agricultores, com:

- Pouca perda d'água por escoamento superficial.
- Utiliza pouca mão-de-obra.
- O manejo de irrigação é fácil de ser operacionalizada no campo.
- Se bem manejada e projetada tem o potencial para ter uma boa eficiência de irrigação.
- Possibilita irrigação em solos com baixa capacidade de infiltração.
- Controle bom de ervas daninhas.
- Permite o aproveitamento das águas da chuva.

A irrigação por tabuleiros possui uma série de limitações, principalmente as duas já citadas com relação a recomendação das culturas e dos solos que podem ser utilizados nesse tipo de irrigação. Pode-se citar outras limitações que dificultam o seu uso pelos agricultores:

- Necessidade da sistematização da área, para se atingir altas eficiências e uniformidades (Figura 3);



Figura 3: Agricultor nivelando um tabuleiro para o plantio de arroz.

- Dificuldade de trânsito das máquinas devido a presença das taipas;
- As dimensões pequenas de muitos tabuleiros dificulta a mecanização;
- Os diques devem ser altos e bem mantidos, ocupando junto com o sistema de distribuição de água (canais e estruturas hidráulicas) áreas significativas de plantio (Figura 4);



Figura 4: Exemplo da altura de diques e da área ocupada por canais.

- Para se atingir níveis altos de eficiência é preciso utilizar altas vazões por unidade de largura, sem causar erosão;
- Pela presença da lâmina de água ocorre um aumento na incidência de insetos;
- O sistema não é adaptável a solos com alta capacidade de infiltração;

Tipos de sistemas

Os tabuleiros são geralmente retangulares, mas existem todos os tipos de configurações com formatos regulares ou irregulares. Eles podem conter sulcos ou corrugações no seu interior ou possuir outras modificações no relevo, como canteiros, para poder beneficiar diferentes culturas que são exploradas nesses sistemas.

Os dois tipos mais comuns de tabuleiros são os tabuleiros retos e os tabuleiros em contorno, típico de região montanhosas e produtoras de arroz.

Tabuleiros retos

São constituídos de áreas planas, limitadas por diques ou taipas retilíneas (Figura 5). Geralmente exigem terrenos sistematizados, com pequena declividade uniforme, sendo em tamanho menor que os tabuleiros em contorno. Esses tabuleiros são normalmente empregados em solos com infiltração acentuada que necessitam um enchimento rápido dos compartimentos, para apresentar uma boa uniformidade de aplicação e podem ser aplicados em árvores frutíferas. Os tabuleiros de áreas maiores são empregados em solos de permeabilidade mais baixa e são adaptados a culturas tolerantes a saturação do solo.



Figura 5: Exemplo de tabuleiros retangulares.

O manejo dos tabuleiros retangulares pode ser realizado com alimentação individual dos tabuleiros ou com alimentação coletiva, onde a água passa de um tabuleiro para outro.

No caso da alimentação individual (Figura 6) a irrigação deve acontecer com:

- Terrenos relativamente planos ou sistematizados quase a zero.
- A água fornecida aos tabuleiros através de comportas ou sifões.

Para se adotar a alimentação coletiva de água entre tabuleiros é preciso que:

- Terrenos com maior declividade.
- Inundação contínua.
- Circulação realizada com o canal totalmente aberto nos diques transversais.



Figura 6: Agricultor manejando a irrigação com alimentação individual.

Tabuleiros em Contorno (diques em nível)

São formados por um sistema de diques seguindo a curva de nível e diques retilíneos em direção transversal às curvas de nível, para dividir a área no tamanho apropriado, geralmente maior que os tabuleiros retangulares (Figura 7). Esse tipo de sistema exige menor movimentação de terra na sistematização do terreno, pois normalmente só é necessário eliminar algumas saliências e depressões mais pronunciadas.



Figura 7: Tabuleiros em contorno utilizada na China na plantação de arroz.

Existem dois tipos de tabuleiros em contorno:

- Diques paralelos entre si, ou seja, o espaçamento entre diques é constante, exigindo assim um terreno bem sistematizado.
- Diques seguem exatamente a curva de nível, ou seja, o espaçamento entre diques varia ao longo do tabuleiro em função da declividade. Esse tipo é muito usado na cultura do arroz.

Parâmetros de projeto

Tamanho dos Tabuleiros

O tamanho dos tabuleiros podem variar de 1 m² para hortaliças e pomares (Figura 8), até áreas maiores que 5 ha, usados na irrigação de arroz e outros tipos de cereais plantados em solos planos e argilosos.



Figura 8: Irrigação de frutífera em bacias (taças).

A área do tabuleiro deve ser ajustada ao tamanho da vazão, declividade do terreno e capacidade de infiltração. Quanto mais impermeável for o subsolo, maiores poderão ser os tabuleiros. A vazão deve apresentar uma quantidade suficiente para proceder rapidamente ao enchimento dos tabuleiros, proporcionando uma boa uniformidade de irrigação, evitando uma diferença muito grande nas alturas de água infiltrada no início e no final do compartimento. A vazão, por recomendação, deve ser tal que o tempo necessário para o enchimento do tabuleiro não exceda 1/4 do tempo efetivo de irrigação. Henderson (1965) recomenda a seguinte relação:

$$A = 100 \cdot \frac{Q}{I_b}$$

sendo:

A = Área do Tabuleiro (m²)

Q = Vazão (m³/h)

I_b = Infiltração básica (mm/h)

Esta relação é puramente empírica e serve somente para orientar uma determinação preliminar do tamanho adequado do tabuleiro. Por exemplo, tendo uma vazão disponível de 150 m³/h e apresentando o solo uma infiltração básica de 3 mm/h, a área do tabuleiro não deve exceder a:

$$A = 100 \times (150/3) = 5000 \text{ m}^2 = 0,5 \text{ ha}$$

Quanto as condições topográficas, o tamanho do tabuleiro deve ser tal que a diferença de elevação dentro de cada tabuleiro, entre o ponto mais elevado e o mais baixo, não deve exceder 2/3 da altura da lâmina média que se deseja manter dentro do tabuleiro. Ou seja:

$$x \leq \frac{2}{3} h_m$$

sendo, x igual a diferença de elevação dentro do tabuleiro.

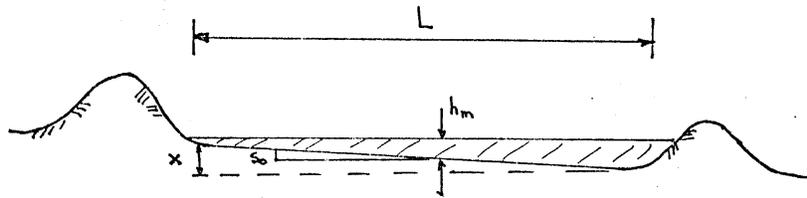


Figura 9: Esquema explicando como calcular o máximo comprimento.

Por exemplo, para uma área com declividade de 0,1% e uma lâmina média requerida de 15 cm o comprimento máximo na direção do declive não deve exceder a:

$$x \leq \frac{2}{3} \cdot 0,15 \leq 0,10$$

Como:

$$x = S \cdot L \Rightarrow L = \frac{x}{S} = \frac{0,10}{0,001} = 100m$$

Para este tipo de irrigação, o terreno com uma declividade entre 0,1 a 1% parece ser o ideal, pois abaixo deste limite a drenagem torna-se difícil e acima, os tabuleiros ficariam muito estreitos, prejudicando os trabalhos culturais.

Construção dos Tabuleiros

Este tipo de irrigação se adapta a solos com até 2% de declividade. Deve-se sistematizar o terreno (Figura 10), procurando compensar a movimentação de terra nos cortes e aterros e evitando-se a exposição do subsolo infértil. Esta sistematização pode ser realizada por máquinas ou em áreas com menor declividade um simples nivelamento com o tabuleiro coberto com uma lamina d'água, por meio de um pranchão, com tração animal.



Figura 10: Agricultores sistematizando os tabuleiros para o plantio de arroz.

Os diques ou taipas podem ser classificados como permanentes ou temporários. As principais características desses diques são:

- *Temporários*: duram somente um ciclo vegetativo, não tendo portanto um acabamento final e usados para culturas de ciclo curto.
- *Permanentes*: são mais largos e mais bem acabados, usados em pastagens, alfafa, etc.

O tamanho e forma dos diques ou taipas que irão formar os tabuleiros, dependem da altura da lamina d'água que se pretende manter dentro dos tabuleiros, da intensidade do vento da região, do tamanho de cada tabuleiro, os quais determinarão o tamanho das ondas, da instabilidade do solo, do seu assentamento e do tipo e intensidade do tráfego sobre os diques.

Para construir os diques podem-se usar diferentes tipos de equipamentos como: entaipadeiras, arado de disco, arado de aiveca. A Figura 11 apresenta um tipo de entaipadeira fabricada no Brasil e as possíveis dimensões da taipa construída por esse implemento.

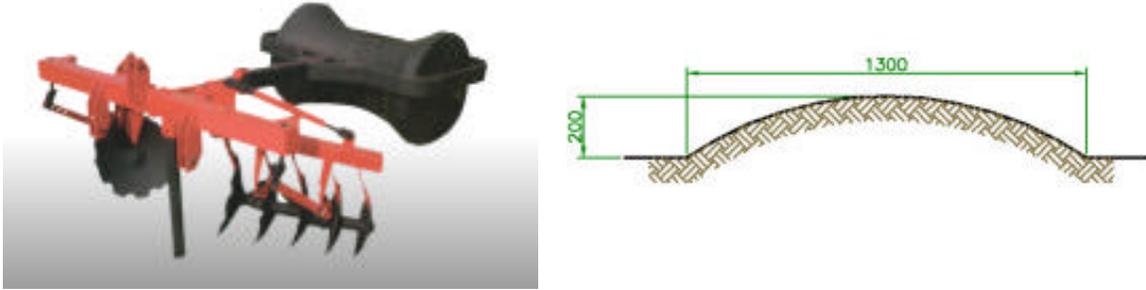


Figura 11: Exemplo de entaipadeira e esquema da taipa construída pela mesma(Fonte: CTL: Máquinas Agrícolas).

Os diques devem ter margem livre de 10 a 20 cm acima do nível d'água dos tabuleiros. (Figura 12 e 13.). Na parte interna dos diques em contorno, deve-se construir um sulco paralelo ao dique para facilitar a distribuição de água e a drenagem dos tabuleiros.

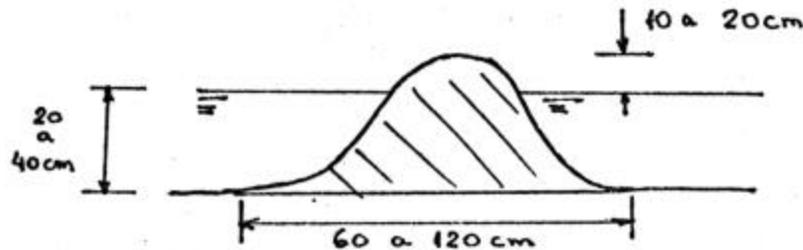


Figura 12: Diques Para Tabuleiros Temporários

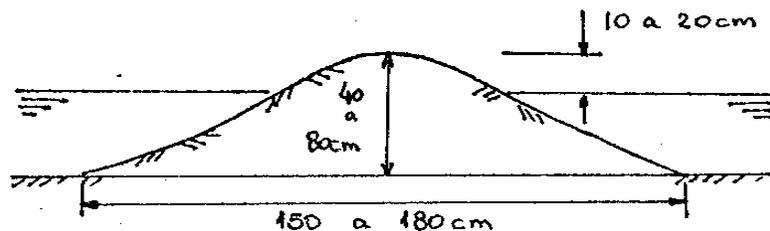


Figura 13: Diques Para Tabuleiros Permanentes

Avaliação do Sistema

A avaliação é usualmente realizada através de ensaios de campo. A determinação do valor exato da eficiência é impraticável devido a variações espaciais na taxa de infiltração dentro do tabuleiro. Um método possível para avaliação desses sistemas é o levantamento das curvas de avanço e recesso, com uma análise posterior do comportamento das curvas com relação à lâmina infiltrada acumulada. Para isso é importante a determinação das características de infiltração do solo.

Outro método que poderá indicar a adequação da irrigação é a determinação do teor de umidade do solo antes e após a irrigação.

Fatores que afetam a uniformidade da irrigação por inundação:

- Sistematização da área
- Taxa de infiltração uniforme
- Vazão adequada

- Altura correta de água aplicada
- Tamanho dos tabuleiros

Irrigação por Faixas

Introdução

A irrigação por faixas nada mais é do que uma extensão da irrigação por tabuleiros, só que nesse caso, com tabuleiros em declive com formas retangulares ou em contorno dos diques e com uma saída no final da faixa para drenagem do escoamento superficial. As faixas possuem pouca ou nenhuma declividade transversal, mas devem ter uma determinada declividade longitudinal que determinará a direção do movimento da água sobre a faixa. A Figura 14 ilustra uma faixa convencional de irrigação, aonde a área está dividida por faixas em declive.



Figura 14: Faixas em declive.

Nesse sistema a água é aplicada individualmente em cada faixa por estruturas hidráulicas ou sifões (Figura 15). Quando a água é retirada da faixa, o volume de água acumulado sobre a superfície do solo avança para a parte mais baixa do terreno, infiltrando-se e aplicando a lâmina de irrigação.



Figura 15: Agricultor derivando água do canal secundário para as faixas com soja.

Faixas em declividade podem ser utilizadas em quase todas as culturas, excetuando-se aquelas que precisam de algum tipo de alagamento ou inundação. Entretanto, são mais recomendadas para culturas que cobrem toda a superfície do solo, por exemplo, pastagens, alfafa, capineiras e algumas culturas em fileiras. A Figura 16 apresenta um exemplo de aplicação das faixas na irrigação de uma floresta energética com água de baixa qualidade.



Figura 16: Floresta energética irrigada por faixas e com água residuária.

Esse sistema funciona eficientemente em solos que possuem de baixa a média velocidade de infiltração básica, podendo assim ser utilizado em solos de textura média. A vazão por unidade de largura precisa ser alta, principalmente na primeira irrigação quando o solo foi preparado intensamente. A precisão do nivelamento e a preparação da topografia são críticas na operação e uniformidade de funcionamento da irrigação por faixas.

A velocidade de avanço d'água sobre a faixa é função da largura, comprimento, vazão aplicada, declividade e da resistência ao movimento d'água por causa da cobertura vegetal.

Parâmetros de projeto

Declividade

A declividade no sentido longitudinal da faixa pode variar de 0,2% a 6%, sendo que na direção transversal, o ideal é não ter nenhuma declividade, porém pode-se permitir algumas pequenas declividades.

A diferença de nível transversal máxima permitida é aproximadamente dois quintos (2/5) da lâmina normal que se movimentara sobre a faixa. Por ex. para uma lâmina d'água de 10 cm e uma declividade transversal de 0,5%, a diferença de nível transversal máxima recomendada será:

$$D \leq \frac{2}{5} h_m \leq \frac{2}{5} \cdot 10 \leq 4 \text{ cm} \leq 0,04 \text{ m}$$

E a largura máxima da faixa será:

$$D = S_t \cdot L \Rightarrow L = \frac{D}{S_t} = \frac{0,04 \cdot 100}{0,5} = 8 \text{ m}$$

Para uma melhor distribuição da lâmina d'água em toda a largura da faixa deve-se construir dois sulcos transversais e sem declividade, no início da faixa.

Comprimento

Em geral, o comprimento das faixas variam de 50 a 400 metros. Contudo, devem ter o máximo comprimento possível, desde que se possa irrigar eficientemente, pois quanto mais comprida a faixa menor será o custo com sistemas de distribuição d'água, bem como quantidade de mão-de-obra.

Largura

Em geral, a largura das faixas variam entre 4 e 20 metros. A largura das faixas é função de:

- declividade transversal da faixa;
- declividade longitudinal;
- vazão disponível;
- largura das máquinas que se movimentarão dentro da faixa

Construção dos Diques

Os equipamentos usados na construção de diques para irrigação por faixa são idênticos aos descritos na construção dos diques para irrigação por inundação, porém suas dimensões são um pouco menores e, em geral, suas alturas variam entre 15 a 20 centímetros. Quando se fala de diques temporários é possível construí-los manualmente (Figura 17).



Figura 17: Agricultor construindo os diques manualmente.