



*Opção para propriedades com pouca declividade, o sistema de irrigação linear pode ser projetado com diversas configurações que irão se adequar à necessidade de cada produtor*

# Em linha reta

O sistema de irrigação linear, também conhecido como lateral móvel ou ainda, como alguns incorretamente o chamam, de pivô linear, pode ser definido como um sistema de irrigação por aspersão automatizado, introduzido em 1977 a partir do conceito de movimentação usado no pivô central e aproveitando partes de suas estruturas e componentes, porém com a inovação de um sistema de caminhamento, que permite mobilidade de todo o equipamento em um sentido transversal sobre a cultura que se deseja irrigar. Hoje, esta tecnologia é responsável pela irrigação de, aproximadamente, 600 mil hectares de lavouras de grãos, forrageiras, verduras, cana-de-açúcar, café e frutíferas em todo o mundo.

No Brasil, o sistema foi introduzido em 1986. Nos últimos anos graças as inovações tecnológicas que ocorreram com estas máquinas, a praticidade de manejo proporcionada, a economia de água e ao bom momento que o setor agrícola atravessa, este equipamento tem ganhado força junto ao agricultor, pois em 2002 foi instalado o terceiro maior equipamento deste tipo no Brasil (436 ha) e em 2003 foi instalado em área do cerrado o maior linear do mundo, capaz de irrigar até 800 ha.

Este artigo intenciona definir o sistema linear de irrigação, seus componentes, levantar principais características de funcionamento, parâmetros para projetos e fatores limitantes

de sua utilização.

## SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO

Na alimentação por canal é construída uma valeta retilínea e em nível no centro da área a ser irrigada (alimentação central) ou na sua lateral (alimentação lateral), de onde a água será tirada para irrigar a lavoura. Este canal acompanha toda a extensão da área, tem formato trapezoidal, pode ser revestido (concreto ou manta vinílica) para evitar manutenção exagerada. Pode ter pequenos diques, não superiores à 80 cm, pois é assimilado pela tubulação de sucção. Deve ter dimensões calculadas de acordo com a área e lâmina d'água a ser utilizada, que, normalmente, é colocada neste canal através de um bombeamento feito junto a fonte mais próxima e levada por adutora até o encontro deste.

Na alimentação por mangueira, há uma linha principal pressurizada por onde a água chega, vinda, diretamente, do manancial. Nesta linha são colocados hidrantes onde são enfiadas mangueira de polietileno flexível, de 4" ou 6", dependendo da vazão que por ela passará. Ele deve ter comprimento máximo de até 150m e por sua vez acopla-se no cart alimentando com água a tubulação aérea e os aspersores.

Normalmente o recomendado é que haja dois lances de mangueira. Um mantido em

funcionamento e outro em espera, pois quando o cart esgota o comprimento entre um hidrante e outro, não precisa desligar a motobomba, evitando paradas indesejáveis na irrigação.

## CARRO DE COMANDO

O carro de comando é o principal componente que diferencia os lineares dos demais sistemas de irrigação automatizada por aspersão. Pode localizar-se no centro do equipamento e dele irradiar, perpendicularmente, tubulações áreas para irrigar simultaneamente os dois lados, ou localizar-se na lateral da área irrigada, no caso de irrigar somente por um lado. Em



**Por não contar com uma torre central, nos sistemas lineares, todo o equipamento locomove-se ao longo da área irrigada**

“O tamanho do motor diesel e da bomba dependem da dimensão da área e da vazão a ser aplicada, além do diâmetro dos tubos da parte aérea sendo comum valores entre 56 à 300 cv de potência”

ambas as situações o deslocamento se dá ao longo da área junto com todo o sistema.

O cart consiste numa torre de comando, formado por vigas transversais onde se acoplam rodas com redutores ligados por eixo de transmissão a pequenos motoredutores que transmitem torque suficiente para girá-las pelo terreno e impulsionar a estrutura. Nele está localizado o painel de controle, por onde os principais parâmetros de funcionamento são comandados. Pode conter, no caso de alimentação por canal, sucção flutuante, motor, bomba e gerador, estes três quando acoplados em um único conjunto denomina-se conjunto 3x1. No caso de alimentação por mangueira a operação é feita por um barrilhete de alimentação de água no lugar da sucção flutuante e motor acoplado num gerador que denomina-se, grupo gerador. Em ambos tem-se um tanque de combustível, tubulação de ligação entre a entrada de água e sua saída para abastecimento dos tubos da parte aérea dos sistema e posterior aspersão na lavoura.

De acordo com o tipo de cart e alimentação, pode-se dividir os sistemas lineares em sistema linear, sistema universal linear e sistema linear duas rodas.

No chamado sistema linear usa-se cart de quatro rodas e a alimentação é feita por canal. É o caso dos equipamentos citados no início e alcançam as maiores áreas irrigadas.

O sistema universal linear é construído através de uma estrutura baseada na torre central de um pivô. Parte do princípio de que componentes da estrutura dessa torre central também são utilizadas neste sistema, a diferença é que no universal, toda a torre é colocada em cima de duas vigas com quatro pneus e unidades de transmissão.

Consegue irrigar uma faixa e, ao final do curso, realizar o pivotamento, ou seja, fazer com que toda a estrutura aérea gire 180° em torno do cart como se fosse um pivô central e voltar irrigando uma faixa adjacente. Desta forma, com a mesma quantidade de lances (torres móveis) irriga o dobro da área, economizando



**Na alimentação por canal, é construída uma valeta no centro ou na lateral da área a ser irrigada, que acompanha toda a extensão da lavoura**

substancialmente na aquisição do sistema. Sua alimentação é feita por canal.

Os lineares de duas rodas são alimentados por mangueira. Neste caso, a solução tecnológica permite que a própria viga-base de um lance comum seja transformada para receber um grupo gerador, o sistema de alinhamento, o painel, o acoplamento de mangueiras, o barrilhete e tubulação, que alimentará com água todo o restante do sistema.

Ele não terá que succionar água e aspergí-la por toda a tubulação, pois neste caso a motobomba que conduz a água na linha de adutora já pressuriza todo o sistema, não requer grande motorização nem de bomba acoplada, somente de um grupo gerador para movimentar as unidades de transmissão o que diminui sensivelmente o peso no cart, possibilitando esta solução de duas únicas rodas, que confere ao sistema maior versatilidade e diminuição de custo.

Além de pivotável, pode também ser rebocável, ou seja, pode ser acoplado uma segunda tomada de água no final do último lance do sistema e com a ajuda de um trator, pode ser rebocado para uma faixa adjacente e reiniciar a operação.

## MOTORIZAÇÃO

No caso de alimentação por canal, além de um conjunto motobomba junto à fonte de água, com acionamento elétrico ou diesel e adutora de transporte da água até o canal, tem-se o cart que suportará um conjunto 3x1 composto por um motor diesel, um gerador e uma bomba centrífuga. O motor diesel alimentará o gerador, normalmente de 20 à 30 KVA e através da energia elétrica obtida coordenará os movimentos dos motoredutores (1,5 cv) instalados jun-



**Os lances são sustentados por sistema de treliças e firantes, apoiadas sobre as torres móveis**



**O cart é uma torre de comando, formado por vigas transversais onde se acoplam rodas com redutores**

to aos rodados do cart e junto as vigas base das torres móveis dos lances, que por sua vez, transmitirão por eixos cardãs e juntas universais torque aos redutores de roda instalados junto aos pneus que fazem com que toda a estrutura se locomova.

Este mesmo motor diesel alimenta a bomba que succiona água do canal e a envia pela tubulação da parte aérea até os aspersores, que por sua vez, fazem a aplicação da água na cultura. O tamanho do motor diesel e da bomba dependem da dimensão da área e da vazão a ser aplicada, além do diâmetro dos tubos da parte aérea sendo comum valores entre 56 à 300 cv de potência.

A motorização que capta água de alguma



O canal pode ser revestido por concreto ou manta vinílica, evitando manutenção exagerada

fonte e alimenta o canal (sistema linear ou universal linear) ou que pressuriza a linha de adutora no caso de alimentação por mangueira (linear duas rodas) poderá ser diesel ou elétrico, porém para locomoção do cart todos os modelos de lineares necessitam de motor diesel.

## LANCES

Lances são as estruturas de aço aéreas compostas por tubos com pequenas saídas onde são colocados os aspersores e por onde é conduzido a água. São sustentados por sistema de treliças e tirantes e apoiadas sobre as torres móveis.

Os diâmetros dos tubos são de 6 5/8" ou 8 5/8". Pode ter altura de 2,7m (standard) ou 3,7m (alto) para irrigar culturas que requeiram maior vão livre. Cada lance é formado por sete a oito tubos de aproximadamente 6m, que juntos formam comprimentos padrões de 48m e 54m.

O número de lances para cada sistema está limitando em 22 para o sistema linear, o que dá uma largura de até 1260 m. Para o sistema universal linear o limite é de 350 m e para o sistema linear duas rodas, a largura até 520 m é mais indicada.

## ALINHAMENTO

Em função de não contar com uma torre central, como ocorre no pivô, nos sistemas lineares, todo equipamento locomove-se ao longo da área irrigada de modo a necessitar que a estrutura toda caminhe com precisão e na mesma velocidade. Para que isto ocorra, deve-se obter um bom alinhamento do sistema. Há necessidade de um alinhamento para o cart e outro para os lances.

Quer quando alimentado por canal, para evitar que o cart caia nele, quer quando alimentado por mangueira, para evitar que um lado da estrutura puxe o outro, temos o sistema de alinhamento do cart, que pode ter os modelos roda guia e sulco, guia e cabo de aço e antena com oscilador e cabo elétrico.

Sistema por roda guia e sulco consiste na


abertura de um sulco em forma de "V", entre 10 a 15 cm de profundidade, no sentido de todo o comprimento da área a ser irrigada, que dá a informação da retinidade a dois braços controladores (sensores) dispostos no cart e que os convertem em sinais elétricos e alinham o cart com relação ao sulco. Este tipo de alinhamento é usado em sistemas universal linear e linear duas rodas.

O alinhamento por guia e cabo de aço é obtido com a colocação ao longo de todo o comprimento de pequenos postes galvanizados com espessura de 3/4" distanciados um do outro em 25m e colocados a uma altura de 75cm sobre o nível do solo. Por todo o comprimento também será estendido um cabo de aço que irá prender-se nos postes de modo a formar uma espécie de cerca de um único fio.

Existe também um sistema, mais avançado tecnologicamente, de alinhamento por antena com oscilador e cabo elétrico. Um cabo elétrico é enterrado no sentido paralelo ao caminhamento do cart energizado, este cabo emite

freqüência magnética que é captada por uma antena localizada num dos lances e que eletricamente faz a correção do posicionamento do cart diante do desalinhamento encontrado. Este tipo é mais utilizado em sistemas lineares.

O sistema de alinhamento das torres móveis evita que um lance ande adiantado ou atrasado com relação ao outro. É feito com dispositivo de alta sensibilidade junto a caixa elétrica de comando de cada lance e impede deflexões acima de 3° entre um lance e outro, fazendo com que praticamente todas as torres trabalhem alinhadas. Este alinhamento é utilizado nos lances de todos os sistemas lineares citados.

Diante da necessidade de sempre estar totalmente alinhado, a velocidade máxima de deslocamento do sistema linear é menor que de um pivot central, sendo da ordem de 200 m/h quando em máxima velocidade. 

**Edno J. Celeghini Filho,**  
Valmont

## COMO CONFECCIONAR UM PROJETO

Para saber se a área que se quer irrigar presta-se a aplicação de um sistema linear, alguns parâmetros são necessários. É preciso observar o tamanho da área a ser irrigada, a informação sobre o tipo de solo, as culturas a serem irrigadas, a fonte de energia disponível (eletricidade ou diesel), a intensidade de ventos, a planta ou "croquis" contendo dados precisos dos desníveis da área e a disponibilidade de água são os dados básicos que o futuro irrigante deve obter para que possa ser confeccionado um projeto/orçamento de um sistema linear. Porém, alguns parâmetros mais técnicos podem indicar a viabilidade ou não deste sistema.

O primeiro é que a aquisição torna-se interessante em área cujo comprimento a ser percorrido pelo cart seja, pelo menos, três vezes a largura, sendo ideal a relação superior a cinco vezes, pois desta forma o custo por ha irrigado se torna menor. Assim, para áreas quadradas ou pouco retangulares outros sistemas, como o pivot central, são mais indicados.

O segundo é quanto à declividade apresentada pelo terreno. Como o sistema não possui um ponto fixo de apoio e em muitas vezes a alimentação será feita por canal, as limitações de declividade são mais restritas para estes sistemas. Para o sistema linear e universal linear tem-se 2% para máxima declividade lateral (desnível entre o cart e o final da última torre), no sentido do comprimento (faixa a ser percorrida) o limitante é o canal que além de estar em nível não terá diques maiores que 80 cm, pois este valor é máximo deve ser absorvido pela sucção flutuante.

Para o sistema linear duas rodas tem-se 1%

para o desnível entre o cart e o final da última torre, no sentido do caminhamento, em solos argilosos e arenosos os limites permissíveis são, respectivamente, 5 e 3%.

Através de sua baixa taxa de aplicação de água, obtida com o movimento contínuo de toda a estrutura pela área irrigada, evita erosão, sobretudo em solos pesados, tornando-o, neste aspecto, superior, até mesmo, ao pivô central que caracteriza por aumentar a taxa de aplicação conforme se caminha da torre central em direção ao final do equipamento e que em muitos casos provoca sérios danos ao solo via erosão.

O mesmo equipamento permite irrigar áreas enormes, que se irrigadas com outros sistemas necessitaria de vários módulos, encarecendo substancialmente a aquisição.

Por trabalhar com pequenas pressões necessita de motorização baixa comparado com outros tipos de sistemas, o que significa menor gasto energético e menor custo de irrigação.

Seus vários modelos permitem irrigar várias áreas contínuas ou não, facilitando a colocação deste sistema em várias áreas da fazenda.

O manejo da área a ser irrigada é facilitado, pois como é retangular pode-se criar inúmeras formas de manejar a irrigação atribuindo diferentes velocidades de deslocamento ao cart e, conseqüentemente, diferentes lâminas aplicadas em distintas culturas plantadas.

Através de um projeto bem elaborado e bem executado, os sistemas de irrigação lineares são as melhores ferramentas que os agricultores podem hoje dispor para aumentar a produtividade e produzir alimentos.