

Pivô Central

Luiz Antonio Lima / Dep. Engenharia / UFLA

INTRODUÇÃO

O pivô central foi construído pela primeira vez em 1948. Em 1949, seu inventor, Frank L. Zybach, submeteu o invento para ser analisado e finalmente foi patenteado em 1952, no Colorado, Estados Unidos. O pivô girava acionado por mecanismos de pistões movidos hidráulicamente pela água. O inventor produziu unidades até 1954, quando vendeu os direitos de fabricação para empresa americana Valley, localizada no estado do Nebraska. A partir de 1968, outra empresa (Lindsay) também iniciou a fabricação de pivôs e atualmente dividem a liderança do mercado mundial de pivôs. No Brasil existem fábricas subsidiárias de ambas empresas, sendo a Valmont (marca Valley) em Uberaba-MG e a Lindsay (marca Zimmatic) em Mogi Guaçu-SP. Além deles existem fabricantes como Krebsfer, Focckink e outros. Estima-se que o mercado brasileiro seja da ordem de 800 unidades por ano.

A grande aceitação do pivô central deve-se a vários fatores, entre eles:

- necessidade mínima de mão de obra;
- simplicidade de operação;
- adapta-se a terrenos planos e ondulados (até 20%);
- também pode aplicar fertilizantes via água;
- também consegue irrigar de forma localizada desde que plantado em círculos.

COMPONENTES DO SISTEMA

- unidade de bombeamento (elétrico ou diesel)
- adutora (PVC ou metálica)
- torre central do pivô
- linha lateral montada sobre torres móveis e estrutura metálica
- painel de comando na torre central
- aspersores ou sprayers

FUNCIONAMENTO

O painel de comando do pivô, através de seu percentímetro, ajusta a velocidade de movimentação da última torre. Caso esteja ajustado em 100%, ela se move continuamente na velocidade de aproximadamente 250 m/h. As torres internas movem-se toda vez que o ângulo de declinação de um vão em relação ao outro for superior a um valor predeterminado (em geral 5 graus). Um mecanismo simples detecta tal variação no ângulo e mecanicamente aciona uma chave elétrica permitindo a passagem de corrente para um motor de $\frac{3}{4}$ ou de 1 cv, localizado sobre a base da torre. Este motor, designado moto-redutor, aciona um conjunto de engrenagens, girando um eixo que faz movimentar outro conjunto moto-redutor localizado junto à roda da torre. Desse modo, as torres do pivô se movimentam em velocidade constante, parando somente se a declinação entre os vãos estiver abaixo do ângulo máximo permitido. Como os vãos possuem ângulo variável entre si, a junção dos mesmos é feita através de uma junta articulada flexível de borracha.



Cada torre possui duas rodas com pneus similares aos pneus de tratores. Esses pneus podem ter 12,4 polegadas de largura ou 14,9 (pneus de bandagem mais larga apropriados para solos com menor capacidade de suporte a cargas). O diâmetro das rodas também pode variar para conferir maior ou menor velocidade de deslocamento do pivô, podendo ser de 24 ou 28 polegadas.

Além da última torre, pode haver um lance de tubulação designado como balanço. Este lance é normalmente constituído de 1 a 4 tubos. Cada tubo tem aproximadamente 6,7 metros (marca Lindsay). Os vãos internos são formados por tubulações constituídas de 6, 7, 8 ou 9 tubos. Terrenos mais nivelados permitem vãos maiores. Em geral, declividades de 15 até 20% exigem vãos de 6 tubos enquanto declividades de 10 a 15% exigem 7 tubos, 5 a 10% 8 tubos, e de até 5% com 9 tubos. Os tubos têm diâmetro de 10, 8 5/8", 8", 6 5/8" e até mesmo 4 ou 3". Os vãos mais internos, próximos do centro do pivô, possuem em geral maior diâmetro, pois transportam maior vazão. A altura das torres também pode variar. Em geral são de 3 metros podendo atingir até mesmo 5 metros de altura (irrigação de fruteiras, citrus, mamão, cana, etc).

A torre central é fixa, ou seja, não se move. Alguns pivôs possuem rodas na torre central permitindo que o conjunto possa ser rebocado para outra área. Este sistema não é muito empregado, pois o deslocamento frequente do pivô de uma área para outra pode afetar a estrutura do mesmo.



Pode-se observar na foto anterior (cenoura em São Gotardo-MG) que em cada torre, entre as rodas, existe um motoredutor. A foto ao lado apresenta detalhes do motoredutor da Valmont (www.valmont.com.br)

EMISSORES DO PIVÔ

A água aplicada pelo pivô é feita através de aspersores do tipo spray que funcionam na posição invertida como na figura abaixo:



Para plantio no formato circular (círculos concêntricos), cada emissor irriga uma linha de plantas e neste caso a irrigação pode ser aplicada de forma localizada pelos emissores tipo LEPA (low energy precision application – aplicação precisa de baixo consumo de energia – pressão), como mostrado na figura abaixo.



DIMENSIONAMENTO BÁSICO DO PIVÔ

1. Lâmina Bruta a ser aplicada diariamente

$$LB \text{ (mm/dia)} = (Kc_{\max} \text{ ETr}_{\max})/Ea$$

Onde Kc_{\max} é o valor máximo de Kc para cultura, ETr_{\max} é a evapotranspiração de referência média máxima para a região (mm/dia) e Ea é a eficiência de aplicação de água do pivô (em geral 0,9 que equivale a 90%, ou seja 10% da água pode ser perdida por arraste pelo vento e evaporação).

Exemplo (milho em Lavras-MG)

$$Kc_{\max} = 1,1 \quad ETr_{\max} = 5,5 \text{ mm/dia (janeiro)}$$

$$LB = (1,1 * 5,5)/0,90 = 6,7 \text{ mm/dia}$$

2. Volume de água máximo aplicado por dia

$V_{\max} = A * LB$ onde A é a área do pivô em metros quadrados e LB a lâmina em metros por dia

Exemplo (pivô 50 há)

$$V_{\max} = 500000 \text{ m}^2 * 0,0067 \text{ m/dia} = 3350 \text{ m}^3/\text{dia}$$

3. Vazão do pivô

$$Q = V_{\max} / \text{jornada máxima diária}$$

A jornada máxima diária é, em geral, de 21 horas pois no período de ponta (em geral das 18:30 as 21:30), a concessionária de energia restringe o consumo de energia elétrica (veja item Bombeamento). Se o transformador do pivô for de potência menor ou igual a 75 kVA, é possível irrigar 24 horas se o produtor optar por esta forma de tarifação da energia.

$$\text{Ex. } Q = 3350 / 21 = 159 \text{ m}^3/\text{hora}$$

4. Tempo gasto para completar uma volta a 100%

Girando a 100% de sua velocidade máxima, a última torre desloca-se com velocidade de aproximadamente 250 m/h (varia conforme o fabricante).

$$T_{100} = \text{Perímetro ult. Torre} / \text{jornada}$$

Ex. Supondo que o pivô do exemplo tenha balanço de 21 metros:

$$\text{Área} = 500000 \text{ m}^2 = \pi R^2 \quad \text{então } R = 399 \text{ metros}$$

Este é o raio total do pivô. Descontando o comprimento do balanço (21m) tem-se o raio até a última torre.

$$R_{ut} = 399 - 21 = 378 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro percorrido pela última torre} = 2 \pi R_{ut} = 2 * 3,14 * 378 = 2374 \text{ m}$$

Se a última torre percorre 250 m em 1 hora, 2374 m serão percorridos então em 9,5 horas.

5. Lâmina aplicada a 100%

Se a vazão do pivô é de 159 m³/h, em 9,5 horas serão aplicados 1510 m³

Este volume, aplicado numa área de 500000 m² resulta em

$$1510 \text{ m}^3 / 500000 \text{ m}^2 = 0,00302 \text{ m ou } 3,02 \text{ mm}$$

6. Lâmina aplicada em outras percentagens do percentímetro

$$L = (\text{Lâmina a 100\%}) * 100 / \text{percentual}$$

$$\text{Por exemplo, a 50\% } L = 302 / 50 = 6,04 \text{ mm}$$

7. Percentual para aplicar uma determinada lâmina

$$\% = (\text{Lâmina a 100\%}) * 100 / \text{Lâmina (mm)}$$

Por exemplo, 6,7 mm seriam aplicados com que percentual?

$$\% = 302 / 6,7 = 45\%$$

POTENCIA DA MOTOBOMBA

A potencia necessária na bomba pode ser estimada como:

$$P \text{ (cv)} = (Q * P) / (2,7 * \eta)$$

Onde Q é a vazão (m³/h), P a pressão em mca, e η é o rendimento da bomba (%). O valor do rendimento situa-se em geral entre 50 e 87%, sendo que quanto maior melhor pois significa que uma maior parte da energia será realmente transformada em trabalho (bombeamento). Por exemplo, uma bomba para bombear 480 m³/h numa pressão de 70 mca e com rendimento de 85% requer:

$$P = (480 * 70) / (2,7 * 85) \quad P = 146,4 \text{ cv}$$

POTENCIA DO MOTOR

As bombas são acionadas por motores. A potencia do motor pode ser estimada considerando a potencia exigida pela bomba e o rendimento do motor (em geral 90%). Assim, para o exemplo acima:

$$P_{\text{motor}} = 146,4 / 0,90 \quad P_{\text{motor}} = 162,7 \text{ cv}$$

Para este caso certamente seria utilizado o motor de 175 cavalos.

POTENCIA DO TRANSFORMADOR

Para os motores elétricos, a potencia do transformador pode ser estimada como:

$$P_{\text{transf}} = P_{\text{motor}} / \cos \varphi$$

Onde $\cos \varphi$ representa o fator de potência (em geral superior a 0,86). Assim sendo, o motor de 175 cavalos vai exigir um transformador de:

$$P_{\text{transf}} = 175 / 0,86$$

$$P_{\text{transf}} = 203 \text{ KVA}$$

Os transformadores elétricos são disponíveis nas potências 5, 7.5, 10, 15, 30, 45, 75, 112.5, 150, 225, 300 e 500 KVA. Neste caso empregariamos um transformador de 225 KVA.