

nº 23

# **IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**



**Embrapa**

*Agroindústria Tropical*

Edição **SEBRAE**

**CE**

# **IRRIGAÇÃO LOCALIZADA (MICROIRRIGAÇÃO)**

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

*Presidente*  
FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

***Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

*Ministro*  
ARLINDO PORTO NETO

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária***

*Presidente*  
ALBERTO DUQUE PORTUGAL

*Diretores*  
JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PERES  
DANTE DANIEL GIACOMELLI SCOLARI  
ELZA ÂNGELA BATTAGLIA BRITO DA CUNHA

***Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical***

*Chefe Geral*  
JOÃO PRATAGIL PEREIRA DE ARAÚJO

*Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento*  
JOÃO RIBEIRO CRISÓSTOMO

*Chefe Adjunto de Apoio Técnico*  
FRANCISCO FÉRRER BEZERRA

*Chefe Adjunto de Apoio Administrativo*  
LINDBERGUE ARAÚJO CRISÓSTOMO

# **IRRIGAÇÃO LOCALIZADA (MICROIRRIGAÇÃO)**

Francisco José de Seixas Santos  
Fábio Rodrigues de Miranda  
Vitor Hugo de Oliveira  
Luiz Carlos Uchoa Saunders



Fortaleza  
1997

## **ENTIDADES QUE COMPÕEM O CONSELHO DELIBERATIVO DO SEBRAE/CE:**

Secretaria de Indústria e Comércio do Estado do Ceará – SIC/CE  
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE/NA  
Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC  
Associação Comercial do Ceará – ACC  
Federação da Agricultura do Estado do Ceará – FAEC  
Federação das Associações do Comércio, Indústria e Agropecuária do Ceará – FACIC  
Federação do Comércio do Estado do Ceará – FECEC  
Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE  
Federação Cearense de Micro e Pequena Empresa – FECEMPE  
Banco do Nordeste do Brasil S/A – BNB  
Banco do Estado do Ceará S/A – BEC  
Universidade Federal do Ceará – UFC

### **PRESIDENTE DO CONSELHO DELIBERATIVO:**

Raimundo José Marques Viana

### **ENTIDADES DO CONSELHO FISCAL:**

Associação Comercial do Estado do Ceará – ACC  
Banco do Nordeste do Brasil S/A – BNB  
Federação Cearense de Micro e Pequena Empresa – FECEMPE

### **DIRETORES DO SEBRAE/CE:**

Antônio de Albuquerque Sousa Filho – Diretor Superintendente  
Edilson Azim Sarriune – Diretor Técnico  
Luciano Moreno dos Santos – Diretor Administrativo Financeiro

Tiragem: 1000 exemplares

SANTOS, F. J. de. S.; MIRANDA, F. R. de; OLIVEIRA, V. H.;  
SAUNDERS, L. C. V. **Irrigação localizada:** microirrigação.  
Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1997. 48p. (EMBRAPA-CNPAT.  
Documentos, 23).

Irrigação; Fertirrigação; Manejo; Microirrigação

ISSN 0103-5797

CDD 631.7

## **APRESENTAÇÃO**

A irrigação localizada é um método sobremaneira importante para a Região Nordeste, uma vez que esta apresenta carência de recursos hídricos, porque meramente acumulados em regime de açudagem, a partir do início deste século, em processo de contínua evaporação natural, a par dos longos e repetidos períodos de estiagem.

Apresenta-se, pois, como solução para o produtor rural que não dispõe de recursos financeiros suficientes para usufruir de um sistema convencional de irrigação, o qual acarreta, usualmente, investimentos de médio e grandes portes, normalmente além de suas posses.

De outro modo, é um método de irrigação inteligente, pois visa molhar apenas a parte radicular do vegetal, evitando-se o desperdício de água e, conseqüentemente, o grande consumo de energia elétrica, já que funciona com bombas injetora e/ou aspersora.

Ao lado dessas vantagens, citadas apenas com o fim de aguçar interesse maior no espírito do leitor, deixamos-lhe a oportunidade de mergulhar neste trabalho científico, desenvolvido por técnicos da EMBRAPA, resultado de criterioso estudo de pesquisa no campo, embora saibamos que é consenso geral, não haver sistema de irrigação ideal, que atenda a todas as necessidades e interesses envolvidos.

A leitura, de entendimento acessível, coaduna-se com a filosofia do SEBRAE/CE de publicar textos compatíveis com a realidade de seu público-alvo que, neste caso, está direcionada, principalmente, à pessoa do pequeno produtor rural.

Mais uma vez, o SEBRAE/CE deseja que seu objetivo seja alcançado, através deste trabalho publicado em conjunto com a EMBRAPA, o qual certamente dotará o pequeno produtor rural de informações básicas, que o guarneçam de conhecimentos válidos sobre a irrigação localizada na aplicação de sua atividade diária.

JOÃO PRATAGIL PEREIRA DE ARAÚJO  
Chefe Geral  
Embrapa - Agroindústria Tropical

ANTONIO DE ALBUQUERQUE SOUSA FILHO  
Diretor Superintendente SEBRAE/CE

# **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. IRRIGAÇÃO LOCALIZADA OU MICROIRRIGAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
2.1 Definição .....	11
2.2 Escolha do local .....	11
2.3 Tipos .....	11
<b>3. PARTES CONSTITUINTES .....</b>	<b>13</b>
<b>4. BOMBEAMENTO .....</b>	<b>15</b>
<b>5. BOMBA CENTRÍFUGA .....</b>	<b>21</b>
<b>6. SISTEMA DE FILTRAGEM .....</b>	<b>25</b>
<b>7. CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA .....</b>	<b>29</b>
7.1 Distribuição do sistema no campo .....	29
7.1.1 Setores ou unidades de irrigação .....	29
7.1.2 Linhas laterais .....	29
7.1.3 Linha de derivação ou secundária .....	30
7.1.4 Linha principal .....	30
7.2 Emissores .....	30
7.2.1 Tipos .....	30
7.2.2 Características do emissor .....	32
7.2.3 Números de emissores por plantas .....	32
<b>8. FERTIRRIGAÇÃO .....</b>	<b>35</b>
8.1 Considerações gerais .....	35
8.2 Vantagens da fertirrigação .....	35
8.3 Limitações da fertirrigação .....	37
8.4 Manejo da fertirrigação .....	37
8.5 Sistema injetor de fertilizantes .....	38
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

# **IRRIGAÇÃO LOCALIZADA: MICROIRRIGAÇÃO**

**Francisco José de Seixas Santos<sup>1</sup>  
Fábio Rodrigues de Miranda<sup>1</sup>  
Vitor Hugo de Oliveira<sup>1</sup>  
Luis Carlos Uchoa Saunders<sup>2</sup>**

## **1. INTRODUÇÃO**

É consenso não haver um sistema de irrigação considerado ideal, ou seja, capaz de atender a todas as condições e interesses envolvidos. Em conseqüência, deve-se selecionar o método mais adequado para cada condição, em função dos objetivos desejados.

Além disso, um método de irrigação não é melhor que outro quanto à produção vegetal; o que existe, na realidade, é um método que melhor se adapta às condições locais de solo, topografia e cultura a ser irrigada.

Entretanto, em muitas regiões, ocorre um desconhecimento das diversas alternativas de irrigação existentes, conduzindo a uma seleção inadequada do melhor sistema para uma condição específica. Este fato agrava-se quando os resultados esperados não correspondem às expectativas dos agricultores irrigantes.

Decorrente da seleção inadequada e do uso irracional dos recursos hídricos, muitas vezes observam-se danos irreversíveis aos recursos naturais, ocasionando redução da produtividade até atingir níveis irrecuperáveis. É o caso de algumas áreas no perímetro irrigado

---

<sup>1</sup> Eng.-Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical (CNPAT), Rua D. Sara Mesquita, 2270 - Planalto Pici, Caixa Postal, 3761, CEP 60511-110 Fortaleza, CE

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Dr., Professor do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Caixa Postal 12.168

de Morada Nova, CE, São Gonçalo, PB e outras no Nordeste. Assim, decorrido algum tempo, os esperados benefícios da irrigação não se manifestam, e a técnica, inadequadamente utilizada, passa a receber uma imerecida reputação.

Por isto, a seleção criteriosa do sistema de irrigação a ser utilizado é uma oportunidade ímpar que o agricultor dispõe para evitar perda de tempo e, em última instância, investimentos dispendiosos.

O presente trabalho objetiva apresentar os elementos básicos sobre irrigação localizada, visando fornecer subsídios para o emprego desse método na agricultura irrigada por técnicos e irrigantes. A técnica da fertirrigação também é exposta, pois é uma operação fundamental em condições de agricultura intensiva como a preconizada pela irrigação localizada.

## **2. IRRIGAÇÃO LOCALIZADA OU MICROIRRIGAÇÃO**

### **2.1 Definição**

A irrigação localizada ou microirrigação consiste na aplicação de água molhando apenas parte da área ocupada pelo sistema radicular das plantas, ou seja, parte do solo. A área molhada de mais de 55% da área sombreada pela planta descaracteriza o método, eliminando uma de suas principais vantagens, que é a economia d'água. A área mínima molhada deve ser de 20% nas regiões úmidas e 33% nas regiões semi-áridas.

### **2.2 Escolha do local**

Os métodos de irrigação atingem sua máxima eficiência de aplicação de água, uso de mão-de-obra e mínima demanda de investimentos quando empregados em condições em que os fatores de seleção (água, solo, planta, clima, topografia, etc.) mais favorecem as características do método.

Desse modo, a irrigação localizada, para atingir seu ponto ótimo, deve ser empregada em lugares onde existe pouca disponibilidade de água ou esta é cara, e/ou em culturas que requerem espaçamentos maiores, como as fruteiras, por exemplo.

### **2.3 Tipos**

Os tipos de irrigação localizada variam conforme a vazão e a forma de distribuição da água pelos emissores (emissor é um dispositivo instalado nas linhas laterais, com a finalidade de controlar a saída d'água). Os três mais conhecidos na região semi-árida do Brasil são o gotejamento, a microaspersão e o xique-xique.

Na irrigação por gotejamento, a água é liberada na forma de pequenas gotas com baixa vazão. Esse sistema é o que está mais sujeito a entupimentos; para prevenir o problema, a água deve ser muito bem filtrada. Como o sistema trabalha com baixa vazão de água, às vezes emprega-se mais de um gotejador por planta; em citros, por exemplo, são usados de quatro a cinco.

Na microaspersão, a água é distribuída em forma de círculo ou semicírculo. O círculo irrigado é normalmente de 3m a 7m de diâmetro, com uma lâmina d'água equivalente a 5 ou 6 mm/hora. Com esse sistema, a filtragem da água torna-se menos rigorosa, podendo ser utilizado apenas filtro de tela ou de discos.

O xique-xique é o tipo mais simples; o próprio agricultor pode fazer orifícios que variam de 1mm a 2mm, através de minivazadores, na parede da tubulação lateral. Vale ressaltar que neste sistema a eficiência de distribuição de água é muito baixa, em torno de 67% (Mendes, 1989), ocorrendo também muitos pontos de entupimento.

### **3. PARTES CONSTITUINTES**

Num sistema de irrigação localizada devem estar presentes:

- cabeçal de irrigação e aparelhos de controle hidráulico;
- tubulações de distribuição de água;
- emissores;
- equipamentos para estimar as necessidades hídricas das culturas.

O cabeçal de irrigação é o conjunto de aparelhos utilizados para filtrar, fertilizar e controlar pressões e vazões (Abreu & Lopez, 1977). O cabeçal de controle e os emissores constituem as principais partes de um sistema de irrigação localizada (Bernardo, 1989). O cabeçal deve ser colocado na tubulação principal, de tal forma que a água proveniente da fonte passe por ele antes de chegar à parcela. Em grandes áreas cultivadas ou em situações com cultivos diferentes podem ser instalados vários cabeçais de menores capacidades, permitindo melhor controle da exploração.

O cabeçal de controle constitui-se, em geral, das seguintes partes (Bernardo, 1989):

- medidores de vazão (hidrômetros);
- filtro de tela e/ou de areia;
- injetor de fertilizante;
- válvula de controle de pressão;
- registros;
- manômetros.

A Fig. 1 mostra os principais componentes de um cabeçal de controle.

- 1 - registro de gaveta  
 2 - válvula volumétrica  
 3 - válvula de retenção  
 4 - derivação de água ao tanque de fertilizante  
 5 - válvula de vácuo  
 6 - manômetro  
 7 - válvula de controle de pressão  
 8 - entrada de fertilizantes no sistema de irrigação  
 9 - filtro
- 10 - tubulação com água  
 11 - tubulação com água e fertilizante  
 12 - saída de fertilizante  
 13 - tanque de fertilizante
- A - Entrada do cabeçal  
 B - Saída do cabeçal

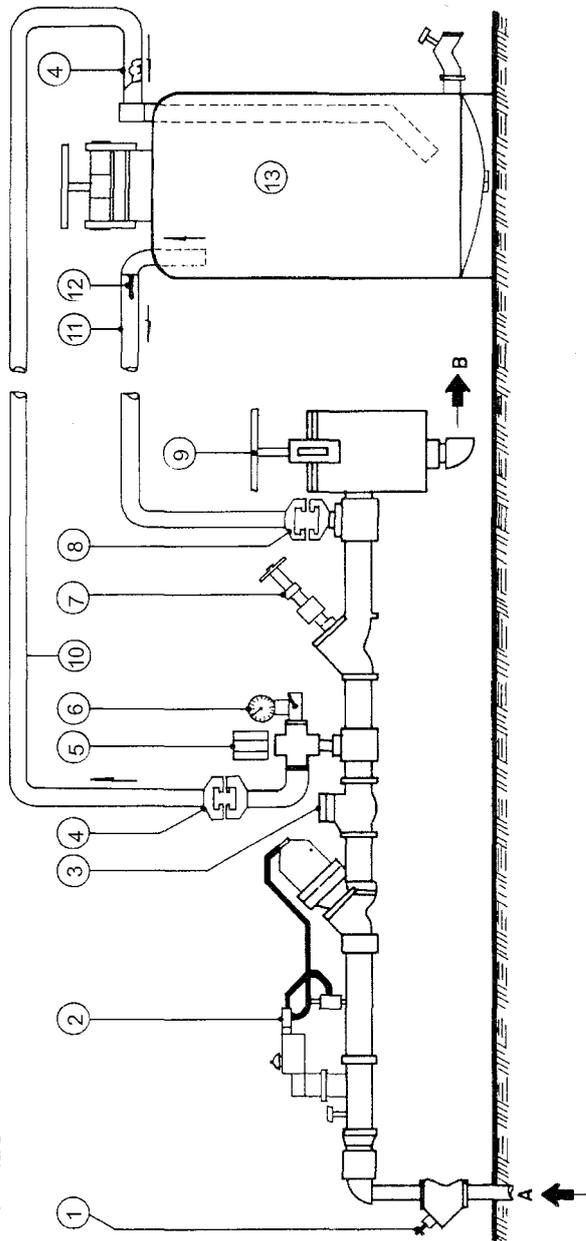


FIG. 1 – Cabeçal de controle de sistemas de irrigação localizada (adaptado de Dakar, 1984).

## **4. BOMBEAMENTO**

O bombeamento é uma das operações básicas da irrigação pressurizada. Nesta operação objetiva-se colocar certa vazão de água em uma posição topograficamente mais elevada a partir de uma cota de nível inferior, sendo necessário então ao líquido vencer as forças contrárias ao escoamento no interior das tubulações, bem como as diferenças de níveis topográficos da área onde será montado o sistema de irrigação.

As bombas hidráulicas dinâmicas convertem o trabalho mecânico de uma fonte motriz (motor) em energia hidráulica, através da velocidade de rotação, sendo capaz de impulsionar a água na forma de energia cinética e de energia de pressão (Jardim, 1992). Para cada bomba existe uma curva característica que representa o seu desempenho operacional, determinado pela variação da vazão em função da altura manométrica, correspondendo este último parâmetro à soma das alturas geométricas de sucção e de elevação (recalque), em conjunto com as perdas de pressão que a água sofre dentro da tubulação e a pressão de serviço dos emissores. Quando se aumenta a vazão de uma bomba por meio da abertura de um registro, mantendo constante a velocidade de rotação, a altura manométrica da bomba diminui, reduzindo a sua capacidade de fornecer pressão à água; com o fechamento parcial de um registro a vazão é reduzida e a altura manométrica aumentada. Catálogos com os rendimentos das bombas são fornecidos pelos fabricantes, para que seja feita a sua escolha de acordo com as necessidades do projeto de irrigação.

As bombas usadas com maior frequência para captação de água em grandes profundidades (poços tubulares), para posterior utilização em irrigação por meio de um tanque de estabilização são as seguintes:

a) **Bombas submersas:** são caracterizadas pelo conjunto motobomba preparado para trabalhar debaixo d'água, não havendo tubulação de sucção, dispensando, portanto, a operação de escorva. O motor elétrico é hermeticamente fechado, refrigerado e lubrificado à água, com uma bobinagem de fio revestido de polietileno, possibilitando um funcionamento constante que evita a queima do motor e/ou o super-

aquecimento; sendo importante boa montagem da caixa de comandos elétricos. São bombas de multiestágio, funcionando com dois ou mais rotores, em alguns casos com até 44; no próprio corpo da bomba é encontrada uma válvula de retenção para sua maior proteção.

Devem ser instaladas aproximadamente a 1,0m (aspiração da bomba) abaixo do nível dinâmico do poço, para prevenir a entrada de ar na carcaça, e a 2,0m do fundo, evitando a entrada de lama e areia. Podem ser utilizadas em poços de vários diâmetros (4", 5", 6", 8") dependendo apenas das dimensões de cada modelo. Na montagem requerem apenas uma série de canos, em contraste com as bombas injetoras que necessitam de duas séries. Até a profundidade de 40m podem ser utilizadas, na instalação, canos de PVC rosqueáveis, sem o auxílio de cabo de aço; acima dessa profundidade recomenda-se o emprego de cabo de aço em conjunto com canos de PVC ou o uso de canos de ferro galvanizado. Existem hoje no mercado tubos de PVC específicos para instalação de bombas submersas que dispensam o uso do cabo de aço.

É importante que a bomba submersa seja sempre acionada no sentido correto de rotação para evitar superaquecimento e um eventual desacoplamento da tubulação. Verifica-se a rotação correta testando os dois sentidos de rotação com a bomba instalada em um reservatório de pouca profundidade; o que apresentar maior pressão é o recomendado.

Pequenas áreas, dependendo do dimensionamento do sistema de irrigação localizada, do esquema de montagem e da vazão, podem ser irrigadas diretamente de bombas submersas localizadas em poços tubulares. A Fig. 2 mostra uma bomba submersa instalada no poço e suas principais conexões.

b) **Bombas injetoras:** o conjunto motobomba localiza-se na superfície do solo, e o princípio de funcionamento é o retorno de determinada quantidade da água que chega ao corpo da bomba. Pela tubulação de menor diâmetro, a água desce até o injetor imerso, ganha velocidade através do vácuo criado por um tubo Venturi e eleva-se juntamente com uma quantidade adicional de água, através do tubo de maior diâmetro, atingindo a altura de sucção da bomba. No interior da

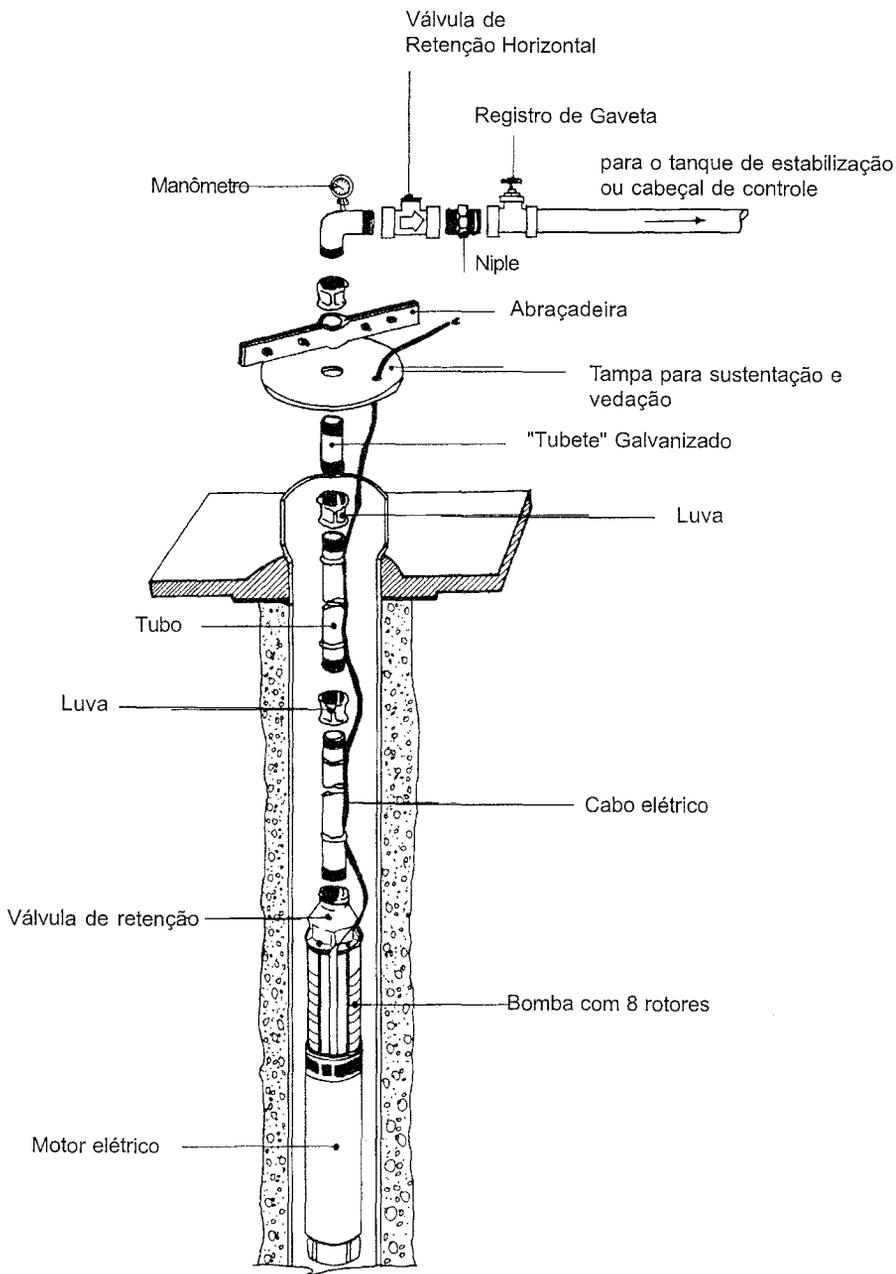


FIG. 2 – Bomba submersa e seus componentes de instalação.

carcaça, a maior parte do volume d'água vai para a tubulação de saída, enquanto um volume menor reinicia o processo.

As bombas injetoras monoestágios são utilizadas para poços com nível dinâmico até próximo de 100m, enquanto as multiestágios atingem 130 m. Podem ser montadas em poços de 4" até 8" dependendo apenas do diâmetro do injetor. Para fazer a instalação são necessárias duas séries de tubos (geralmente PVC rosqueável), com diâmetros diferentes. O injetor deve ser colocado submerso, 2m a 8m em relação ao nível dinâmico do poço; acima de 2m pode ocorrer problema de pressão insuficiente para o funcionamento e abaixo de 8m a pressão do poço altera o desempenho do tubo Venturi.

No funcionamento das injetoras é indispensável um registro de gaveta na tubulação de recalque para regulagem da pressão e da vazão. A pouca abertura do registro fornece uma vazão abaixo do rendimento da bomba com uma pressão interna do conjunto alta; o registro totalmente aberto provoca uma queda da pressão, e conseqüentemente corte na sucção. É necessário, então, calibrar o registro para uma máxima vazão sem corte no fluxo de água. Para o teste de calibração, a tubulação de recalque tem de ser suficientemente longa para criar uma pressão sobre o injetor; em tubulações curtas, 6m a 10m, a pressão é insuficiente, comprometendo o desempenho da bomba. No primeiro dia de funcionamento é necessário realizar operação de escorva da bomba, sendo dispensada nas outras vezes se as duas tubulações que estão no interior do poço não apresentarem entrada de ar e houver bom manejo no registro de gaveta para não ocorrer cortes. A interrupção do fluxo com o registro entreaberto automaticamente ocasiona entrada de ar, necessitando então realizar novamente a escorva.

As injetoras são bombas de instalação simples, no entanto apresentam baixo rendimento mecânico, provocado principalmente pelas perdas ocorridas no tubo Venturi e na tubulação de retorno. São mais recomendadas para uso em locais sem energia elétrica, com acoplamento direto ao motor estacionário ou através de polias e correias. A Fig. 3 expõe detalhes de instalação de uma bomba injetora.

A Tabela 1 mostra o desempenho de duas bombas injetoras de fabricantes diferentes em comparação com uma bomba submersa. Verifica-se que a bomba submersa apresenta a vantagem de maior

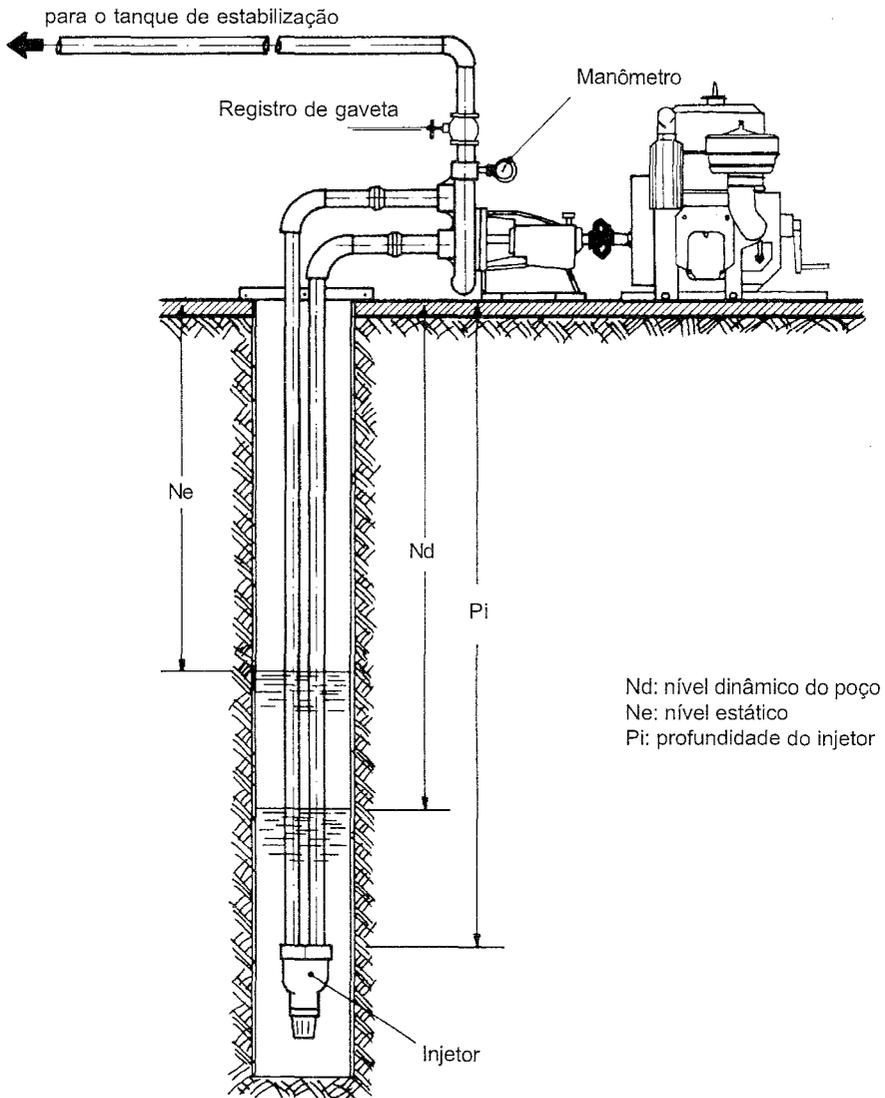


FIG. 3 – Bomba injetora acionada por motor a diesel.

rendimento com relação às bombas injetoras, pois para as mesmas condições de instalação (nível dinâmico do poço, vazão) requer menor potência. As injetoras apresentam maior altura manométrica disponível no recalque do que a submersa, segundo os catálogos dos fabricantes, no entanto, na prática, este parâmetro não é verificado.

**Tabela 1– Desempenho de bombas submersa e injetoras**

<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>SUBMERSA</b>	<b>INJETORA A</b>	<b>INJETORA B</b>
Potência	4,0 CV	10 CV	10 CV
Vazão	12 m <sup>3</sup> /h	11,4m <sup>3</sup> /h	11,03 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica*	20 m.c.a	53 m.c.a	63 m.c.a
Nível dinâmico	24 m	24 m	24 m

\* Altura manométrica disponível no recalque

## **5. BOMBA CENTRÍFUGA**

A simplicidade de instalação e funcionamento, aliada a uma pressão uniforme e vazão constante, faz com que as bombas centrífugas sejam adaptadas aos mais variados sistemas de bombeamento. São as mais utilizadas em irrigação, tanto nos sistemas pressurizados como nos sistemas em que a água é conduzida sob pressão atmosférica até a parcela de aplicação.

O princípio de funcionamento consiste num propulsor rotativo (rotor) girando com média ou grande velocidade (de 1.700 a 3.500 rpm) no interior de uma carcaça, denominada corpo da bomba. A água entra pelo centro do rotor e é impulsionada por suas pás para a periferia, gerando um gradiente hidráulico que aumenta no mesmo sentido de deslocamento do líquido. Esse gradiente proporciona a saída da água com pressão pela tubulação de recalque e a entrada de outra quantidade do líquido pelo centro do rotor (Jardim, 1992).

As bombas centrífugas mais usadas nos sistemas de irrigação são as de eixo horizontal, trabalhando com um rotor (denominadas monoestágio) ou vários rotores (bombas multiestágio). As primeiras são recomendadas para casos que requerem grande vazão com pequena pressão; as últimas operam em situações que necessitam de alta pressão com baixa vazão. O número de rotores varia de 1 a 10, dependendo de cada modelo/marca.

Na instalação do conjunto moto-bomba é necessário observar as seguintes recomendações:

- a) o conjunto deve ser montado o mais próximo possível da fonte hídrica, proporcionando uma tubulação de sucção curta e reta; a distância horizontal entre a bomba e a fonte não deve ultrapassar 6m;
- b) o local da montagem do conjunto deve ser seco e arejado, para evitar problemas de aquecimento excessivo da máquina motriz;
- c) a altura de sucção deve ter no máximo 4m a 5m;
- d) a velocidade de escoamento não deve ser maior do que 2m/s na tubulação de sucção e 3 m/s no recalque;

- e) a válvula de pé deve ser instalada livre de materiais que obstruam a entrada de água, evitando aumento nas perdas de carga do conjunto, e a 1,0m abaixo do nível dinâmico do reservatório para prevenir a entrada de ar na tubulação de sucção, e conseqüentemente operação insatisfatória da bomba e até perda do escorvamento;
- f) o diâmetro da tubulação de sucção deve ser maior que o da tubulação de recalque, sendo esses diâmetros independentes dos diâmetros nominais da bomba;
- g) uma perfeita união entre o tubo de sucção e a bomba é importante para evitar a entrada de ar na tubulação, o que acarretaria um corte no fluxo de água e/ou queda de rendimento da bomba;
- h) a tubulação de sucção deve ser montada sempre em aclave, com o objetivo de evitar a formação de bolsas de ar;
- i) é conveniente o uso de luva de redução excêntrica na entrada da tubulação de sucção com a bomba para evitar a formação de bolsas de ar;
- j) realização da operação de escorva da bomba logo após a instalação, através da retirada de ar da tubulação de sucção e da carcaça da bomba, sendo dispensada nas outras vezes se a válvula de pé não apresentar problemas e/ou a tubulação de sucção não possibilitar entrada de ar;
- k) ajustar a gaxeta, evitando apertar demasiadamente devido ao aquecimento e possível desgaste do eixo; a gaxeta deve sempre vaziar ligeiramente;
- m) verificar o sentido de rotação da bomba pela seta indicada na sua carcaça; a bomba trabalhando no sentido inverso ao indicado acarreta baixo rendimento mecânico, reduzindo tanto a vazão como a pressão;
- n) a instalação de um registro de gaveta e de um manômetro próximo à saída da bomba é necessária para regular a pressão de serviço e a vazão;
- o) para sistemas de irrigação com altura de recalque maior que 15 m.c.a. é importante a colocação de uma válvula de retenção na saída da bomba e antes do registro de gaveta, a fim de evitar o golpe de aríete.

A transmissão de potência do motor para a bomba centrífuga pode ser feita de várias maneiras dependendo apenas da forma de construção desta última. As máquinas motrizes usadas com mais frequência para acionar as bombas centrífugas são os motores diesel, a gasolina e elétrico. O acoplamento com motores elétricos pode ser dos seguintes tipos: a) acoplamento direto ocorre quando o eixo da bomba é o próprio eixo do motor; b) acoplamento elástico --- os eixos da bomba e do motor estão num mesmo plano, e estão ligados por uma luva elástica; neste caso, a bomba possui um mancal de suporte (Fig. 4); c) acoplamento com polia e correia; os eixos da bomba e do motor estão localizados em dois planos paralelos, também a bomba possui um mancal. Os motores a gasolina geralmente são acoplados às bombas centrífugas da mesma forma que os motores elétricos. Para o motor diesel, a forma de transmissão mais usual é com polia e correia, e bomba com mancal.

A velocidade de rotação da bomba é a mesma do motor quando são utilizados os acoplamentos direto e elástico, enquanto no sistema de polia e correia é possível a variação de velocidade, modificando apenas o tamanho das polias. Na escolha do tipo de acoplamento é importante a curva de rotação do motor x potência, para maior aproveitamento do desempenho do motor e economia de energia elétrica ou combustível. A Tabela 2 apresenta o consumo dos principais motores utilizados na irrigação.

**Tabela 2 – Consumo do motor**

<b>FONTE DE ENERGIA</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>CONSUMO POR C.V HORA</b>
Óleo Diesel	litro	0,22 – 0,32
Gasolina	litro	0,30 – 0,40
Mono e bifásico	kilowatt - hora	0,96 – 1,13
Trifásico	kilowatt - hora	0,82 – 1,01

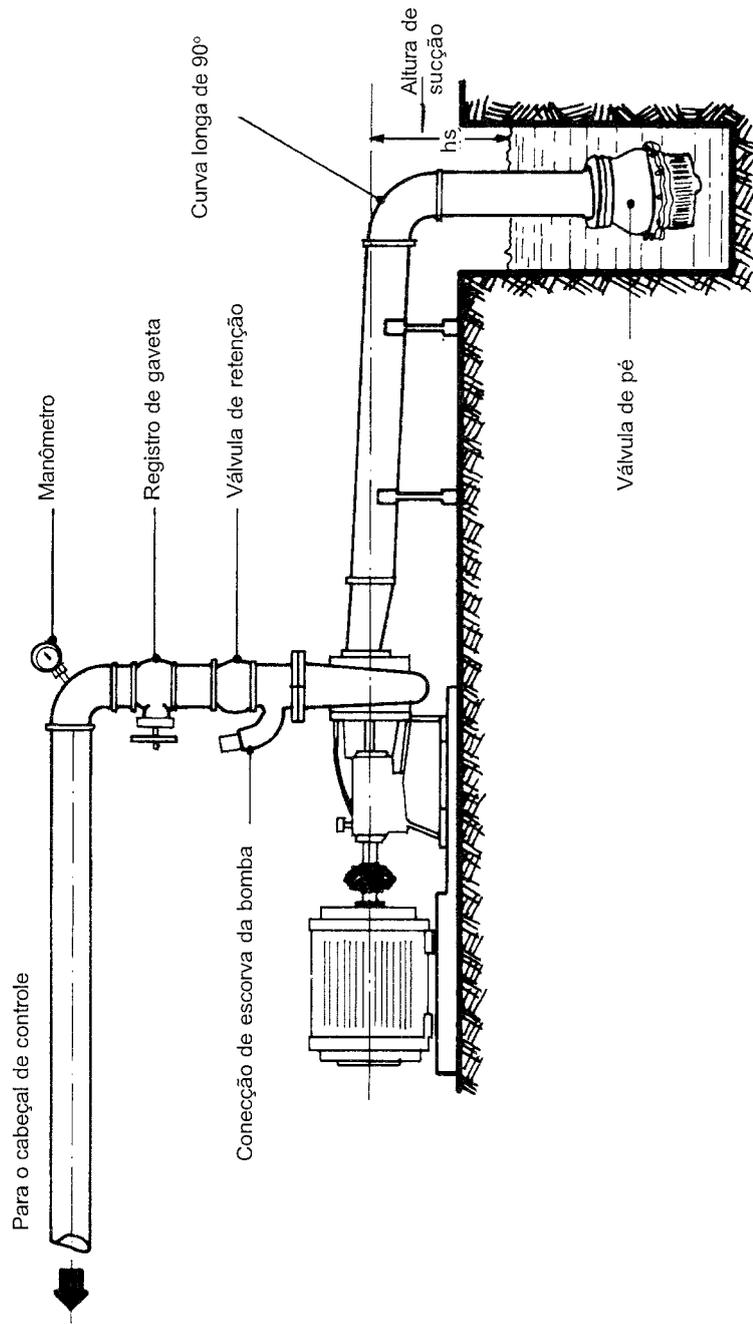


FIG. 4 – Conjunto moto-bomba centrífuga utilizando motor elétrico e acoplamento com luva elástica.

## **6. SISTEMA DE FILTRAGEM**

Um dos principais problemas encontrados na irrigação localizada é o entupimento dos emissores. O sistema de filtragem é fundamental para melhorar a qualidade da água, impedindo o entupimento e garantindo melhor distribuição do líquido ao longo das tubulações. Uma obstrução, ainda que parcial, reduz a eficiência da irrigação e a uniformidade de distribuição de água. Portanto, a vazão de um emissor poderá diminuir ao longo do tempo mediante obstruções, provocando a redução do volume de água fornecida à planta e/ou área abastecida pelo emissor obstruído.

Os materiais comumente encontrados obstruindo os emissores são os seguintes: partículas de solo (areia, argila e silte), carbonato de cálcio, partículas de metal, precipitados químicos, algas e pequenos pedaços de plásticos. Na água de irrigação proveniente de canais são encontradas areia, argila e algas que obstruem os emissores; areia também é aspirada na retirada de água dos poços. Argila e areia também podem entrar nas tubulações laterais depois de consertos sem os devidos cuidados. Os precipitados químicos e carbonato de cálcio são encontrados provocando entupimento nos casos de utilização de fertilizantes fosforados e água com elevado teor de cálcio, respectivamente.

Os principais filtros encontrados como constituintes de uma unidade básica de filtragem são os seguintes:

a) **Filtro de areia:** consiste em depósitos em cujo interior são colocadas diversas camadas de areia de várias texturas. Os diâmetros das areias nas várias camadas variam de 0,5 –1,0cm, nas partes superior e inferior do filtro, até 0,1cm na porção central. É utilizado para reter partículas de maiores diâmetros, matéria orgânica e algas, e geralmente é construído de metal com revestimento epoxi. A capacidade de filtragem varia de 10 m<sup>3</sup>/h a 70 m<sup>3</sup>/h, com pressão de serviço máxima de 8 Kgf/cm<sup>2</sup>.

A água entra por uma das extremidades do filtro passando por todas as camadas de areia até atingir a extremidade oposta. A limpeza deve ser periódica, através da reversão do fluxo (retrolavagem), manual

utilizando registros ou automatizada por meio de válvulas hidráulicas, solenóides e painel de comando com programação. Para limpeza manual existem manômetros na entrada e saída do filtro que indicam o momento de realizar a operação, que deverá ocorrer quando a diferença de pressão entre os manômetros for maior que 3,0 m.c.a.

b) **Filtro de tela:** é utilizado com eficiência para filtrar água que contém areia e outras partículas inorgânicas de pequenos diâmetros, como argila e silte. A filtração ocorre por meio de orifícios com diâmetro variando entre 0,022mm a 3,5mm.

Os filtros de telas são constituídos de um corpo, geralmente de material plástico resistente ou metal, e um elemento filtrante substituível. Nos filtros de menores capacidades (3 – 15 m<sup>3</sup>/h), construídos de plástico resistente, o elemento filtrante é feito de malha e armação de poliéster, ou malha de poliéster instalada em armação de plástico endurecido ou malha de aço inoxidável instalada também em armação de plástico endurecido. Nos filtros médios (25 – 50 m<sup>3</sup>/h), igualmente de plástico, o elemento é constituído de malha de poliéster com armação de acetal ou malha de aço inoxidável com armação de policarbonato. Os grandes filtros (50 – 1.000 m<sup>3</sup>/h), de metal, utilizam como elemento filtrante, além dos materiais utilizados nos filtros médios, malha de aço inoxidável com suporte do mesmo material. A pressão de serviço máxima varia de 8 Kgf/cm<sup>2</sup> nos filtros de plástico a 10 Kgf/cm<sup>2</sup> nos de metal.

c) **Filtro de discos:** é indicado para águas com grande quantidade de matéria orgânica. O elemento filtrante é constituído de uma pilha de discos ranhurados de polietileno dispostos, em alta densidade, num cilindro telescópico de plástico endurecido. Ao serem empilhados e apertados juntos, as ranhuras dos discos unem-se. A filtração ocorre tanto na superfície externa, retendo as partículas maiores, como no interior dos discos, através da adesão de partículas mais finas, principalmente matéria orgânica. A vazão nos filtros de discos varia de 3 - 80 m<sup>3</sup>/h, com pressão de serviço máxima de 10 Kgf/cm<sup>2</sup>, com diâmetro dos orifícios entre 0,025 e 0,8 mm. O corpo do filtro pode ser de plástico resistente ou de metal.

O filtro de areia deve ser posicionado no início do cabeçal de controle, enquanto os filtros de tela e de discos após o cabeçal, pois

estes últimos têm a função de realizar a filtragem final da água de irrigação antes da sua chegada à linha de emissores. A escolha de utilização de um dos filtros (de tela ou de discos) a ser instalado posterior ao cabeçal depende de vários fatores: grau de filtragem requerida, qualidade da água, perda de carga no interior do filtro (para mesma capacidade de filtragem os filtros de tela provocam menor perda de carga que os de discos), intervalos de limpeza (maiores nos filtros de discos) e facilidade de limpeza.

A limpeza dos filtros de tela e de discos depende do grau de impureza da água de irrigação, podendo ser diária, semanal, quinzenal, mensal ou no final da safra, no caso de culturas temporárias irrigadas com água de boa qualidade. Outra forma de determinar o momento da limpeza é quando ocorrer um aumento de perda de carga no cabeçal de controle da ordem de 2,0 m.c.a. Após a retirada dos elementos filtrantes do corpo do filtro, a limpeza pode ser realizada manualmente, utilizando na operação uma escova e água corrente para os filtros de tela; no caso dos filtros de discos, pela abertura do cilindro telescópico para soltar os discos, que são facilmente lavados em água corrente; se houver necessidade pode ser utilizada escova também. Filtros mais modernos são dotados de dispositivos automáticos de limpeza, utilizando válvulas hidráulicas, solenóides e painel de comando com programação, através de "timer".

Quando a vazão do sistema de irrigação ultrapassar a capacidade dos filtros existentes no mercado, a solução consiste em dispor de dois ou mais filtros em paralelo para atender ao sistema. A utilização de filtros em paralelo também merece ser estudada quando se busca menor custo na instalação do cabeçal de controle.

## **7. CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**

A instalação de um sistema de irrigação localizada só terá sucesso se o sistema for bem dimensionado, bem operado, com bom manejo e com a utilização dos recursos que o sistema pode proporcionar, como a fertirrigação, por exemplo. Caso contrário o que poderia ser um excelente insumo para aumentar a produtividade da cultura poderá se transformar em grande frustração.

O dimensionamento de sistemas de irrigação localizada exige conhecimentos específicos de determinação da evapotranspiração potencial das culturas e de hidráulica, sendo recomendado recorrer a um técnico com experiência no assunto. Contudo serão expostos alguns aspectos importantes da concepção de sistemas de irrigação localizada simples (não automatizado) para pequenas áreas.

### **7.1 Distribuição do sistema no campo**

#### **7.1.1 Setores ou unidade de irrigação**

Conjunto de emissores que funcionam simultaneamente. O tamanho da subunidade (ou o número de emissores que funcionarão de uma só vez) é definido em função da vazão d'água disponível, da área total irrigada, do tempo de funcionamento do sistema por dia e das necessidades hídricas da cultura. Os emissores estão instalados em tubulações denominadas linhas laterais.

#### **7.1.2 Linhas laterais**

Normalmente são de polietileno flexível, com diâmetro de 12, 16, 20 ou 25mm. Podem ser enterradas para maior durabilidade da tubulação, ficando os emissores acima do solo. No caso do gotejamento em culturas de ciclo curto (como o melão, por exemplo), as linhas laterais ficam na superfície do solo e são recolhidas ao final do ciclo da

cultura. A disposição das linhas laterais no campo deve ser em nível, paralela à fileira da cultura. A posição (distância e direção) dos emissores em relação às plantas deve levar em conta o tipo do emissor (se microaspersor ou gotejador) e a formação do “bulbo molhado” (principalmente para o gotejamento) em relação ao sistema radicular da cultura, e a direção predominante dos ventos (para a microaspersão).

### **7.1.3 Linha de derivação ou secundária**

As linhas laterais do setor de irrigação são ligadas a outra tubulação denominada linha de derivação ou secundária, de PVC ou de polietileno, que normalmente é enterrada. No início da linha de derivação geralmente há um dispositivo que permite a passagem ou a interrupção do fluxo d’água, que pode ser um registro de gaveta. Podem ser instalados também outros equipamentos como válvulas de controle de pressão, filtros, válvulas volumétricas etc.

### **7.1.4 Linha principal**

As linhas de derivação são ligadas a uma linha principal, que também deve ser enterrada, principalmente se for de PVC (não resiste à radiação solar).

A Fig. 5 mostra um sistema de irrigação localizada simples e suas principais partes constituintes.

## **7.2 Emissores**

São dispositivos instalados nas linhas laterais com o objetivo de controlar a saída d’água para o solo. É parte fundamental do sistema de irrigação localizada; principal responsável pela sua eficiência. Um emissor ruim ou mal dimensionado pode causar o fracasso de todo o sistema de irrigação.

### **7.2.1 Tipos**

Na irrigação localizada podem ser usados os seguintes tipos:

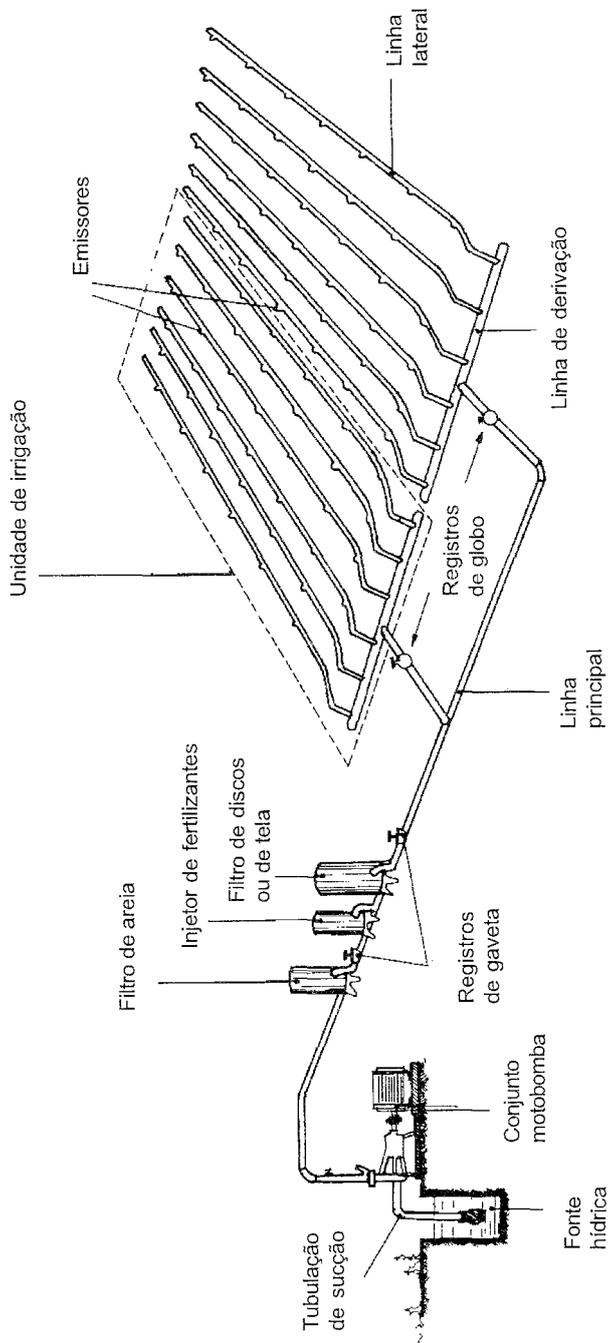


FIG. 5 – Sistema simples de irrigação localizada e suas partes constituintes.

a) **Gotejadores:** permitem a saída da água para o solo em gotas, com vazão de 2 a 12 l/h. Como o solo é o meio de difusão da água, a área molhada depende das características físicas deste e do volume de água aplicado. Podem ser de vários tipos: “sobre linha”, “na linha” e tubogotejadores.

b) **Microaspersores:** a água sai do emissor na forma de gotas, com certa velocidade. Como neste caso o ar é o meio de dispersão da água, podem ser afetados pelo vento e permitirem perdas de água por evaporação durante a trajetória da gota. A vazão varia de 20 a 120 l/h. Tipos: fixos ou difusores, rotativos e vórtex.

c) **Orifício:** utilizado nos sistemas tipo xique-xique, consiste em um furo simples feito na tubulação da linha lateral e coberto com uma luva. A vazão varia de 30 a 90 l/h em função do diâmetro do furo (1 a 2mm). A uniformidade do sistema normalmente é menor em função das diferenças nos diâmetros dos furos.

### **7.2.2 Características do emissor**

Na escolha do emissor a ser utilizado deve-se observar alguns cuidados que muito influenciarão na eficiência do sistema:

- a) O emissor não deve entupir facilmente, e caso ocorra alguma obstrução, ser de fácil limpeza. Quanto maior o orifício do emissor (maior bocal nos microaspersores) menores as chances de entupimento.
- b) Deve ser resistente ao desgaste provocado pelos raios solares, agentes químicos, variações de temperatura etc.
- c) Deve apresentar vazão constante, ser pouco sensível às variações de pressão. Um bom exemplo são os emissores autocompensantes.
- d) Deve possuir boa qualidade, uniformidade de fabricação e garantia do fabricante.
- e) Não deve ser afetado por insetos e aranhas.

### **7.2.3 Número de emissores por planta**

Uma das características básicas dos sistemas de irrigação localizada é a aplicação da água apenas em uma parte da área ocupada

pelas plantas. Ainda não se sabe exatamente, para cada cultura, qual a porcentagem mínima da área que pode ser irrigada sem reduzir o rendimento da cultura. Sabe-se que em regiões de clima árido e solo com baixa capacidade de retenção de água (arenoso), a porcentagem de solo umedecido pela irrigação localizada deve ser maior que em regiões de clima úmido e/ou com solo de maior retenção de umidade. Para regiões áridas tem-se recomendado irrigar uma porcentagem mínima da área sombreada pela cultura de 33% e para regiões mais úmidas, 20%. Quando a área irrigada ultrapassar 55% da área total, o método deixa de ter algumas de suas vantagens. O ideal, no entanto, é a realização de pesquisas para cada região e cultura. Deve-se levar em conta ainda a ocorrência de ventos fortes na região, o que exigirá a manutenção de um volume maior de solo umedecido a fim de permitir melhor sustentação para as plantas.

A porcentagem de solo que deve ser irrigado é importante na escolha do tipo e do número de emissores a serem utilizados. Em geral, o gotejamento adapta-se melhor para culturas de espaçamentos de até 3m entre fileiras como o melão e o mamoeiro e para solos argilosos. Para culturas de maior espaçamento como a mangueira e o coqueiro, seriam necessários muitos gotejadores por planta para se atingir a porcentagem mínima de solo umedecido (principalmente em solo arenoso), o que elevaria os gastos com emissores e tubulações. Já a microaspersão se adequa a culturas de espaçamento largo e pode ser usada em qualquer tipo de solo.

A variação da área molhada de acordo com a idade e o desenvolvimento da cultura é outro aspecto importante para economia de água, para controle das plantas daninhas e para melhor aproveitamento dos adubos aplicados pela irrigação. Isto pode ser feito pelo aumento do número de emissores por planta, pela mudança do emissor ou pela variação de sua altura ou posição (para os microaspersores). Um exemplo desta prática vem sendo testado nos sistemas de irrigação por microaspersão da Estação Experimental Vale do Curu – EMBRAPA-CNPAT, localizada no município de Paraipaba, CE, onde plantas de caju, graviola, acerola, ata e sapoti com seis a nove meses de idade são irrigadas satisfatoriamente com um microaspersor por planta, na posição invertida, o que proporciona uma

área molhada de aproximadamente  $1,0\text{m}^2$  por planta. À medida que as plantas se desenvolvem, a área molhada por planta aumenta voltando os microaspersores para a posição normal e, se for necessário, poderão ser substituídos por outros de maior diâmetro molhado ou por até dois emissores por planta.

No caso da cultura do coqueiro anão, por exemplo, já foi definido pela pesquisa que em plantas adultas 90% das raízes ativas encontram-se num raio de 1,5m a partir do tronco. Neste caso, um sistema de irrigação localizada adequadamente dimensionado poderia utilizar um microaspersor com um raio molhado de 2m, posicionado a cerca de 50cm da planta, do lado de origem dos ventos predominantes, ou dois microaspersores menores, um de cada lado da planta. No cajueiro, 82% das raízes ativas encontram-se nos primeiros 30cm superficiais e 72% dessas raízes situam-se a uma distância radial de 2,0m da planta, assim, o microaspersor deve ser instalado como no caso do coqueiro.

## **8. FERTIRRIGAÇÃO**

### **8.1 Considerações Gerais**

As condições para o desenvolvimento da irrigação localizada baseou-se em uma agricultura intensiva. Sob este aspecto, uma das técnicas incluídas no método de irrigação é a otimização do balanço nutricional da zona radicular pelo suprimento de nutrientes diretamente na sua porção mais eficiente. A fertirrigação é a técnica que possibilita a aplicação simultânea de água e adubos químicos às culturas, utilizando um sistema de irrigação.

A água usada na irrigação muitas vezes contém bastante potássio (K), sulfato ( $SO_4$ ), boro (B), cloro (Cl) e magnésio (Mg), provenientes de origem mineral ou de sistemas de esgoto das cidades. Para o adequado requerimento das culturas é importante a análise da água no começo de um projeto para se predizer o programa de adubação, assim como para se avaliar os riscos de salinização e necessidades de drenagem. A água de irrigação é normalmente o meio mais conveniente e barato de aplicação de fertilizantes.

A fertirrigação é uma operação integrante do sistema de irrigação localizada, sendo uma importante técnica de suplementação de nutrientes, particularmente em regiões áridas e para culturas anuais. Em áreas com elevada quantidade de chuvas e onde a irrigação localizada é geralmente suplementar, o fertilizante pode ser aplicado na superfície do solo e incorporado pela chuva. No entanto, adubos espalhados na superfície do solo em regiões áridas ou durante épocas secas não alcançam a zona das raízes e sua eficiência é muito baixa. O procedimento mais efetivo é a injeção de solução nutriente no sistema localizado de modo que possa chegar ao local onde estão as raízes desenvolvidas (Goldberg et al. 1976).

### **8.2 Vantagens da fertirrigação**

a) **Economia de fertilizantes:** a adubação convencional apresenta uma eficiência baixa, entre 20% e 30% (Abelairas & Lapazarán, 1983). Em decorrência de sua distribuição não uniforme sobre toda a

superfície do solo, ou o adubo fica com alta concentração próximo das plantas, produzindo queimaduras nas raízes, ou bloqueia a germinação das sementes, no caso da adubação no sulco ou na cova. Na fertirrigação, o adubo é aplicado no espaço explorado pelas raízes da planta e diluído em um longo período de tempo, evitando desperdício e prejuízos ao desenvolvimento das culturas. A economia de fertilizantes é apontada por vários pesquisadores como sendo entre 25% e 50% quando é usada a fertirrigação (Bucks et al. 1982; Howell et al. 1983).

b) **Economia de mão-de-obra e maquinaria:** a mão-de-obra e o maquinário para distribuição do fertilizante na área de cultivo representam um custo muito maior do que a operação de fertirrigação, evitando também o desgaste das máquinas e transferindo a mão-de-obra para operações mais nobres.

c) **Aplicação no momento em que a planta necessita:** a fertirrigação possibilita a aplicação fracionada dos adubos, fornecendo uniformemente os nutrientes de acordo com a variação das necessidades da planta durante o crescimento, não ocorrendo déficit nutricional.

d) **Fácil parcelamento e controle:** o parcelamento, para utilização em várias unidades operacionais, é facilitado quando se tem conhecimento das características do sistema injetor para determinação do tempo de fertirrigação, estabelecendo então o manejo da operação para as diversas unidades de irrigação.

e) **Distribuição uniforme do adubo no sistema de irrigação:** em um sistema de irrigação localizada a uniformidade de distribuição de fertilizantes e produtos químicos depende das características do sistema injetor, da uniformidade de aplicação de água e das características do fluxo de água e produtos químicos nas linhas de distribuição e no interior do solo (Howell et al. 1983). Um sistema de irrigação bem projetado e corretamente operado propicia boa distribuição de fertilizantes junto com a água (Keller, 1984).

f) **Redução da contaminação de fontes de água potável:** a redução das quantidades de adubos aplicados e o aumento da eficiência de sua utilização podem diminuir ou até mesmo impedir a contaminação das fontes hídricas potáveis (Frizzone et al. 1985).

### ***8.3 Limitações da fertirrigação***

a) **Entupimentos**: é necessário um sistema de filtragem eficiente para retirada de impurezas diluídas na água de irrigação.

b) **Acidificação do solo**: os problemas aparecem quando são utilizadas algumas fontes de nitrogênio como adubo, pois o potencial de acidificação destes fertilizantes aumenta com a irrigação localizada. Torna-se importante realizar análises periódicas do solo para acompanhar a evolução do pH, e executar a correção no momento oportuno (Costa et al. 1987).

c) **Contaminação química do suprimento hídrico**: a contaminação ocorre no momento da falta de energia elétrica ou água, que possibilita o retorno de certa quantidade do produto químico para a tubulação de sucção que está em contato com a fonte hídrica. Recomenda-se que todos os sistemas injetores de produtos químicos sejam equipados com válvulas de retenção e/ou válvula de interrupção a vácuo para prevenir este problema.

### ***8.4 Manejo da fertirrigação***

Tanto os macro como os micronutrientes podem ser aplicados através da irrigação, com a condição de que sejam solúveis na água. Também podem ser adicionados fungicidas, herbicidas, nematicidas e outras substâncias químicas, como ácido clorídrico e sulfúrico, em baixíssimas concentrações, ambos empregados para tratamento de desobstrução do sistema.

A aplicação de pesticidas e herbicidas por meio da irrigação localizada é perfeitamente apropriada, pois resulta na presença mais eficiente das substâncias e em baixa concentração para o combate de doenças e pragas do solo (Dasberg & Bresler, 1985).

As substâncias químicas aplicadas por meio da água de irrigação devem apresentar as seguintes características: solubilidade ou emulsionabilidade em água, segurança para uso no campo, evitar corrosão ou entupimento em qualquer dos componentes do sistema, não diminuir o rendimento das culturas e não reagir com os sais ou

outros produtos químicos encontrados na água de irrigação, provocando precipitados (Bucks et al. 1982).

De modo geral, as fontes de nitrogênio e potássio mais utilizadas são relativamente solúveis em água e raramente causam problemas de obstrução. Aplicação de fertilizantes fosforados através do sistema de irrigação localizada pode resultar em sérios entupimentos, embora, com certas precauções, ácido fosfórico possa ser utilizado com sucesso. Micronutrientes podem ser aplicados na forma de quelatos para reduzir as possibilidades de entupimento.

O procedimento comum da aplicação de fertilizantes na irrigação consiste em utilizar três intervalos de tempo. Na primeira etapa, o sistema opera normalmente molhando o solo. No segundo intervalo, o fertilizante é injetado no sistema, com tempo de aplicação não inferior a 30 minutos, preferivelmente uma hora ou mais. A utilização de um tempo maior possibilita melhor diluição da solução que passa através do sistema. O último intervalo de tempo deve ser o suficiente para limpar o sistema com água e remover os fertilizantes depositados nas folhas das plantas. A irrigação deve continuar com água limpa por mais 20 a 30 minutos, após o término da aplicação de adubos. O último intervalo também tem o objetivo de mover o fertilizante dentro do solo e colocá-lo a uma profundidade compatível com o sistema radicular da cultura (Keller, 1984).

## ***8.5 Sistema injetor de fertilizantes***

O injetor de fertilizantes é um importante acessório para um sistema de irrigação localizada. Através dele realiza-se a introdução de fertilizantes e produtos químicos nas linhas do sistema de irrigação. Também pode ser usado no tratamento químico da água devido à presença de algas e/ou precipitados. O injetor deve ser colocado antes do filtro de tela ou de disco, ou ser provido de um filtro próprio, para evitar entupimentos com partículas não dissolvidas.

Os principais tipos de injetores utilizados em um sistema de irrigação localizada são: o tanque de fertilizante, o tubo Venturi, os tubos de Pitot, as bombas injetoras e o que utiliza a sucção da bomba.

O tanque de fertilizantes (Fig. 6) é conectado em paralelo à tubulação que conduz a água de irrigação. A formação de um diferencial de pressão entre os tubos de entrada e saída do reservatório, conseguido por um registro de gaveta, provoca o desvio de parte da água de irrigação para o tanque, diluindo a solução nutriente que é injetada para a tubulação de saída.

A relação entre o volume que deve passar pelo tanque e o volume do tanque deve ser no mínimo igual a quatro para que se garanta boa solubilização do fertilizante e aplicação uniforme nos emissores (Zanini, 1987). As leituras manométricas feitas antes e depois da válvula de regulação ajudam a determinar o diferencial de pressão, que varia de 1,0 a 5,0 m.c.a. (Dasberg & Bresler, 1985).

O tubo Venturi proporciona aumento na velocidade da água que passa por uma seção estrangulada, provocando um vácuo na tubulação capaz de succionar a solução dos fertilizantes colocados num reservatório para o interior da linha de irrigação. O injetor é acionado pelo movimento da água na tubulação. Este tipo de injetor pode ser construído artesanalmente, requerendo apenas bom dimensionamento e calibração para determinar a sucção das substâncias químicas. No entanto, existem no comércio vários modelos de injetores que utilizam o tubo de Venturi; sendo constituídos de um corpo de plástico e fibra de vidro com as partes internas de plástico resistente a substâncias químicas.

Para escolha dos injetores comerciais do tipo Venturi é necessário conhecer os seguintes dados: vazão máxima e mínima do sistema de irrigação, pressão no ponto de injeção da tubulação de irrigação, perda de carga admitida e capacidade de sucção dos fertilizantes pelo sistema. Estes injetores trabalham com pressão de entrada variando de 10 a 70 m.c.a. e capacidade de sucção entre 44 e 2.000 //h.

O método de injeção de fertilizantes com tubos de Pitot utiliza esses aparelhos na linha de irrigação. Os dois Pitot são colocados de maneira diferente na tubulação: um voltado contra o fluxo d'água e o outro a seu favor. Este posicionamento cria um diferencial de pressão que força a passagem de parte do líquido pelo tanque de abastecimento, que é hermeticamente fechado e apresenta a mesma pressão do sistema (Fig. 7).

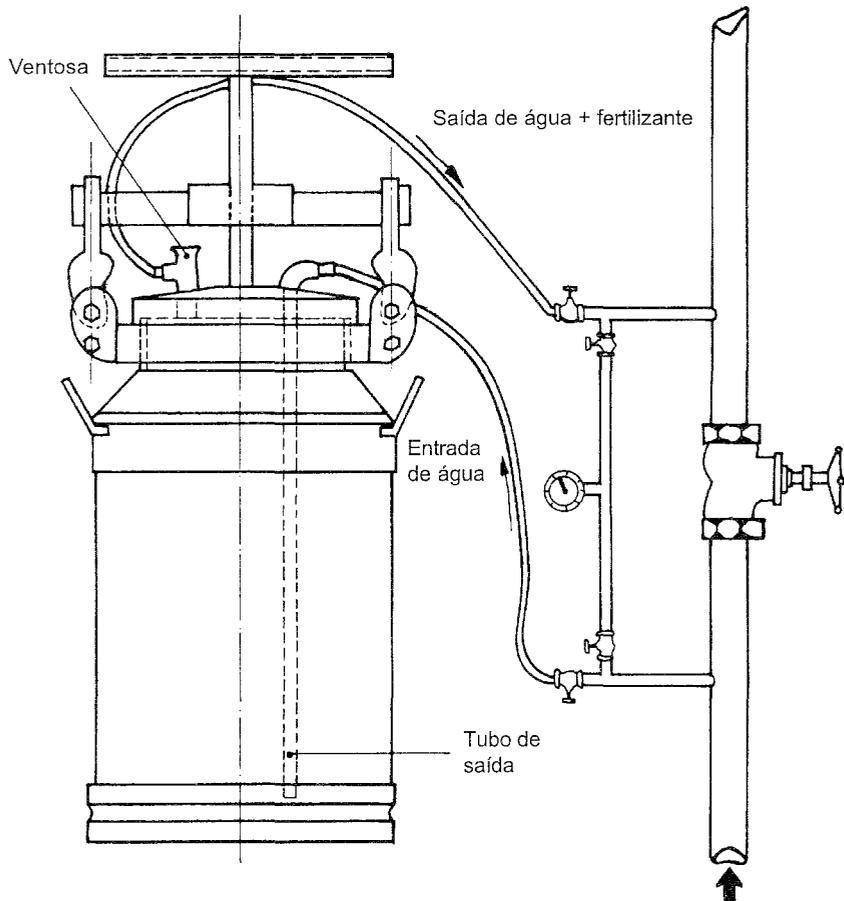


FIG. 6 – Tanque de fertilizantes desenvolvido no CNPAT/Embrapa (Andrade e Gornat, 1992).

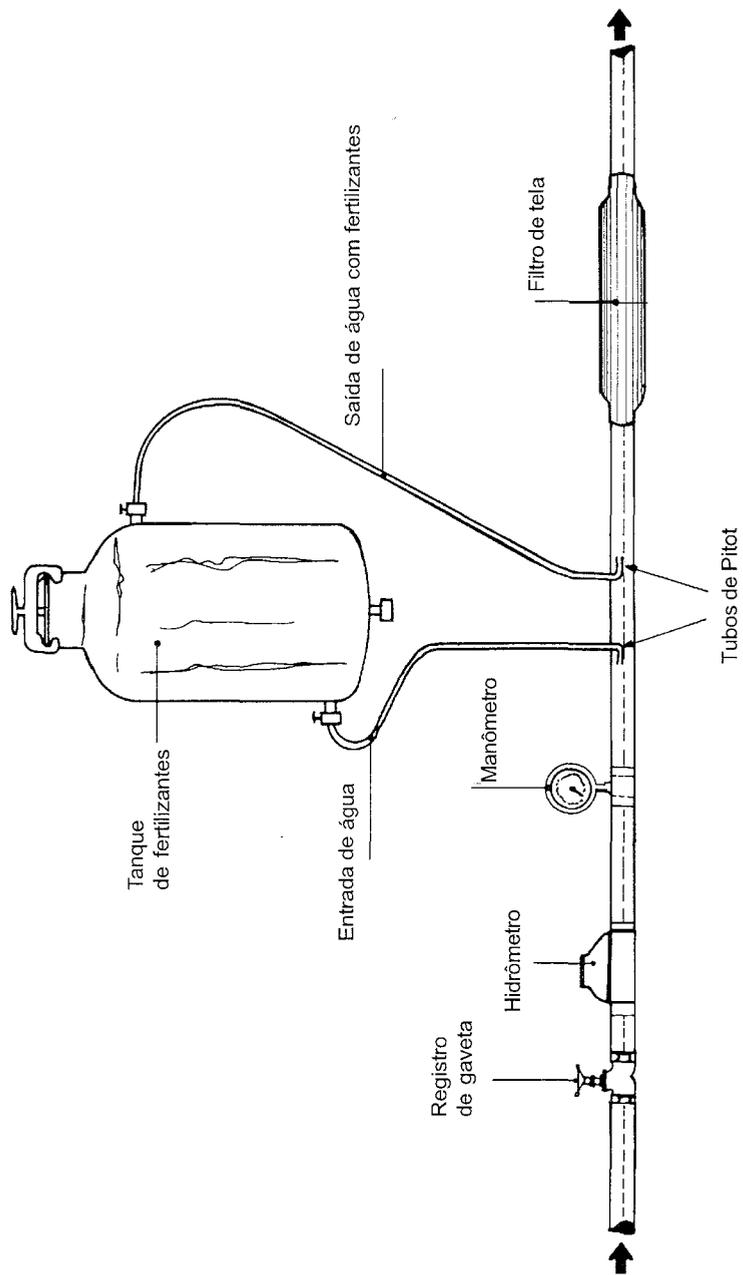


FIG. 7 – Sistema injetor utilizando tubos de Pitot.

Este injetor também pode ser fabricado artesanalmente, sendo necessário determinar a curva característica do equipamento para definição da vazão derivada do reservatório de fertilizantes. A partir da vazão derivada é possível estabelecer o tempo de funcionamento do sistema injetor para garantir boa solubilização do fertilizante no interior do tanque e uma aplicação uniforme nas tubulações de irrigação (Santos, 1991).

A injeção de produtos químicos pelos equipamentos citados propicia uma variação contínua, ao longo do tempo, da concentração desses produtos no interior do reservatório e, em consequência, a uniformidade na distribuição pode ser afetada. Quando o adubo é aplicado integralmente em uma área pré-estabelecida, no tempo total da fertirrigação, a uniformidade de distribuição não é comprometida. No entanto, se o adubo for fracionado para várias áreas utilizando o mesmo tempo de fertirrigação, a quantidade de fertilizantes em cada setor será diferente, em virtude de a diluição no interior do tanque não se processar de maneira linear; sendo necessário recalcular o tempo de aplicação (Vermeiren & Jobling, 1986). A vantagem de utilização destes injetores não é a precisão de aplicação de produtos químicos, e sim a facilidade de construção e/ou o preço.

As bombas injetoras de produtos químicos realizam a operação utilizando uma pressão maior que a do sistema de irrigação; podem ser acionadas pela pressão e/ou fluxo da água de irrigação ou pela energia elétrica. Geralmente, são construídas com materiais (plásticos ou aço inox) com alto grau de resistência à fricção, ao desgaste e à corrosão, possuindo um pequeno filtro de tela na sua tubulação de sucção. Capacidade de injeção variando entre 5 e 360 //h, com pressão de operação 5 - 80 m.c.a.. A velocidade de injeção é controlada por um registro na entrada da bomba. As vantagens de utilização de uma bomba injetora na operação de fertirrigação são: maior precisão na injeção e distribuição dos fertilizantes nas tubulações de irrigação; maior mobilidade devido a sua pequena dimensão; maior capacidade de utilização em áreas com várias unidades operacionais; não produz perda de carga hidráulica no sistema de irrigação; e a concentração de adubos permanece constante durante o funcionamento da bomba. O fator limitante para sua utilização é o preço. Na Fig. 8, a bomba é mostrada em escala maior que a das tubulações, para melhor visualização.

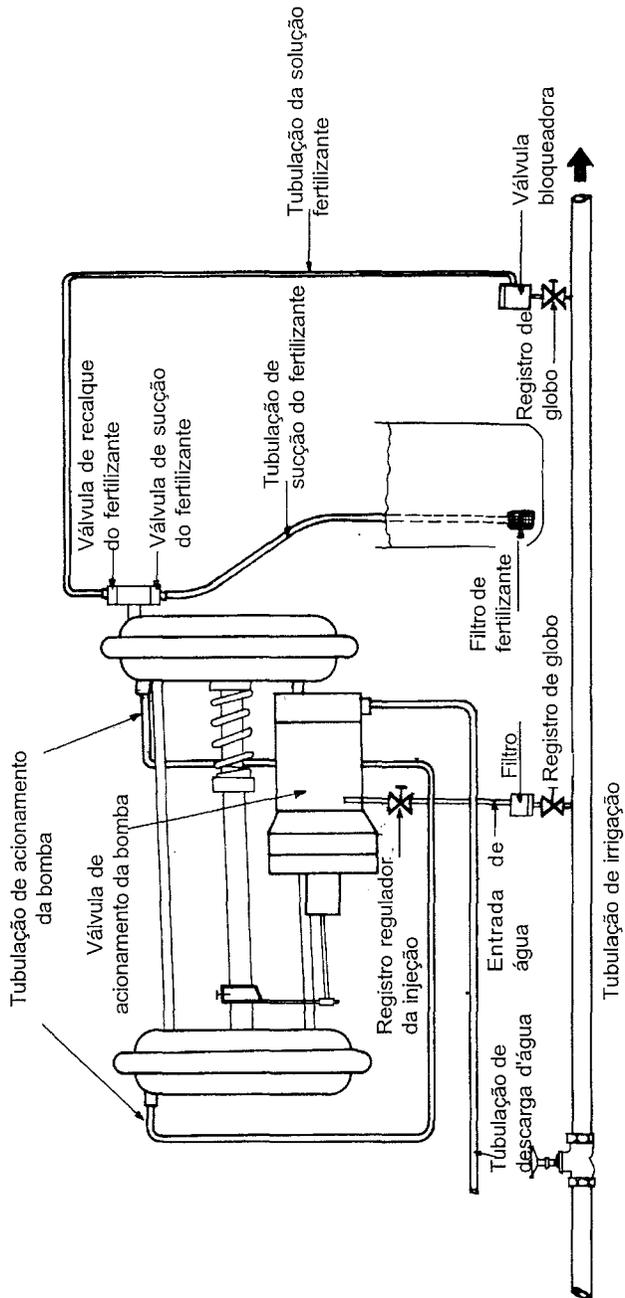


FIG. 8 – Bomba injetora de fertilizantes.

A maneira mais barata e simples de injeção de fertilizantes é através da sucção da bomba, pois utiliza o vácuo criado na tubulação de sucção para introduzir o adubo no sistema de irrigação. Muitas são as limitações, tais como: alto risco de contaminação da fonte hídrica e corrosão da bomba provocada pela salinidade dos adubos químicos.

## **9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABELAIRAS, J.L.P.; LAPAZARÁN, J.C.P. **Curso intensivo de irrigação por microaspersão**. Sobral: DNOCS/IRYDA, 1983. 194p.
- ABREU, J.M.H.; LOPEZ, J.R. **El riego por goteo**. Madrid: Ministerio de Agricultura, 1977. 32p. (Hojas Divulgadoras).
- ANDRADE, C. de L.T.; GORNAT, B. **Calibração e operação de um tanque de fertirrigação**. Parnaíba: EMBRAPA-CNPAP, 1992. 17p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica,3)
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5 ed. Viçosa: UFV, 1989. 596p.
- BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S.; WARRICK, A.W. Principles, practices, and potentialities of trickle (drip) irrigation. In: HILLEL, D. **Advances in irrigation**. New York: Academic Press, 1982. p.219-298.
- COSTA, E.F. da; FRANÇA, G.E. de ; ALVES, V.M.C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: HERNANDES, F.B.T. **Irrigação: momento atual e perspectivas**. Jaboticabal: UNESP/ SECITAP, 1987. p. 51-71.
- DAKER, A. **A água na agricultura: irrigação e drenagem**. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 543p. v.3.
- DASBERG, S.; BRESLER, E. **Drip irrigation manual**. Israel: Bet Dagan/ IICA, 1985. 95p. (IICA. Publication, 9)
- FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D.; NASCIMENTO, V.M. do. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira: UNESP, 1985. 31p. (UNESP. Boletim Técnico, 2).
- GOLDBERG, D.; GORNAT, B.; RIMON, D. **Drip irrigation: principles, design and agricultural practices**. Israel: s.ed., 1976. 296p.
- HOWELL, T.A.; STEVENSON, D.S.; ALJIBURY, F.K.; GITLIN, H.M.; WU, I.P.; WARRICK, A.W. ; RAATS, P.A.C. Design and operation of trickler (drip) systems. In: JENSEN, M.E. **Design and operation of farm irrigation systems**. Michigan, American Society of Agricultural Engineers, 1983. p.663 - 717.
- JARDIM, S.B. **Sistemas de bombeamento**. Porto Alegre: Sagra/Dc Luzzato, 1992. 164p.
- KELLER, J. **Sprinkle and trickle irrigation**. Logan: Utah State University, 1984. 621p.

- MENDES, W.C.R. **Avaliação da irrigação localizada sistema xiquexique**. Fortaleza: UFC, 1989. 116p. Dissertação de Mestrado.
- SANTOS, F.J.de S. **Dimensionamento de um equipamento de fácil construção para aplicação de fertilizantes em um sistema de irrigação por microaspersão**. Fortaleza: UFC, 1991. 60p. Dissertação de Mestrado.
- VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Riego localizado**. Roma: FAO, 1986. 203p.
- ZANINI, J.R. **Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando tanque de derivação de fluxo e bomba injetora**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 103p. Tese de Doutorado.

## COMITÊ DE PUBLICAÇÕES

Presidente: João Rodrigues de Paiva

Secretária: Leocádia M. R. Mecnas

Membros: Antonio Agostinho C. Lima

Cesar Augusto Monteiro Sobral

Maria de Jesus Nogueira Aguiar

Quélzia Maria Silva Melo

Ricardo Elesbão Alves

Valderi Vieira da Silva

Coordenação Editorial: Valderi Vieira da Silva

Revisão: Mary Coeli Granjeiro Ferrer

Normalização Bibliográfica: Rita de Cássia Costa Cid

Editoração Eletrônica, Diagramação e Ilustração: Ética Computação

### *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*

#### **Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical – CNPAT**

Rua D. Sara Mesquita, 2270 CEP 60511-110

Bairro Pici, Fortaleza, Ceará

Pabx: (085) 299.1800

Fax: (085) 299-1803/299-1833

Home Page: <http://www.cnpat.embrapa.br>

Endereço Eletrônico:

[cnpat@cnpat.embrapa.br](mailto:cnpat@cnpat.embrapa.br)

#### **Campo Experimental de Pacajus**

Estrada Pacajus-Itaipaba, km 5 – Zona Rural

Tel.: (085) 348-0458 – Fax: (085) 348-0921

CEP 62870-000 Pacajus, Ceará

#### **Estação Experimental Vale do Curu**

Centro Gerencial do DNOCS – Perímetro Irrigado Curu-Paraipaba

Tel.: (085) 363-1182

CEP 62685-000 Paraipaba, Ceará

## BALCÃO SEBRAE – POSTOS AVANÇADOS

### SEBRAE – FORTALEZA (SEDE)

Rua Franklin Távora, 209 – Centro

Fortaleza/CE – CEP. 60150-110

Fone: (085)254.3144 – Fax: 231.3892

### SEBRAE–FORTALEZA (PALÁCIO DA MICROEMPRESA)

Av. Monsenhor Tabosa, 777 – Praia de Iracema

Fortaleza/CE – CEP. 60165-010

Fone: (085)221.6690 – Fax: 231.9893

### SEBRAE–FORTALEZA (FACIC )

Rua General Bezerril, 70 – Ed. Palácio do Comércio

Sobreloja – Centro

Fortaleza/CE – CEP. 60025-130

Fone: (085)254.6244

### SEBRAE–FORTALEZA (JUCEC)

Rua 25 de Março, 300 – Centro

Fortaleza/CE – CEP. 60060-120

Fone: (085)231.7111 Ramal 207

### SEBRAE–FORTALEZA (BANCO DO BRASIL)

Av. Desembargador Moreira, 1199 – Aldeota

Fortaleza/CE – CEP. 60170-000

Fone: (085)266.8490

### SEBRAE SOBRAL

Rua Dr. Guarani, 1059 – Centro

Sobral/CE – CEP. 62010-300

Fone: (088)611.0955 Fax: (088)611.0899

### SEBRAE BATURITÉ

Rua Senador João Cordeiro, 737 – Centro

Baturité/CE – CEP. 62760-000

Fone: (085)347.0020 Fax: (085)347.0288

### SEBRAE IGUATU

Rua Santos Dumont, 510 – Centro

Iguatu/CE – CEP. 63500-000

Fone: (088)711.1864 Fax: (088)711.0416

### SEBRAE TIANGUÁ

Rua Teófilo Ramos, 645 – Centro

Tianguá/CE – CEP. 62320-000

Fone: (088)671.1699 Fax: (088)671.1371

### SEBRAE CRATEÚS

Rua Padre Mororó, s/n – Terminal Rodoviário

Crateús/CE – CEP. 63700-000

FoneFax: (088)811.2060

### SEBRAE TAUÁ (BANCO DO BRASIL)

Rua Cel. José Lourenço Feitosa, 211 – Centro

Tauá/CE – CEP. 63660-000

Fone: (088)871.1090 Fax: (088)871.1410

### SEBRAE QUIXERAMOBIM

Rua Mons. Salviano Pinto, 273 – Centro

Quixeramobim/CE – CEP. 63800-000

Fone: (088)821.0610 Fax: (088)821.0126

### SEBRAE SOLONÓPOLE (PREFEITURA)

Rua Dr. Queiroz Lima, 330 – Centro

Solonópole/CE – CEP. 63620-000

Fone: (088)723.1200/723.1229

### SEBRAE QUIXADÁ

Rua Irmãos Queiroz, 1789 – Centro

Quixadá/CE – CEP. 63900-000

Fone: (088)812.0991

### SEBRAE JUAZEIRO DO NORTE

Rua São Pedro, S/N – Centro

Juazeiro do Norte/CE – CEP. 63050-270

Fone: (088)512.3322

### SEBRAE CRATO

Rua Sen. Pompeu, s/n – Centro – Praça Siqueira Campos

Crato/CE – CEP. 63100-000

Fone: (088)523.2025/523.2041 Fax: (088)521.2055

### SEBRAE BARBALHA (BANCO DO BRASIL)

Rua Princesa Isabel, 118 – Centro

Barbalha/CE – CEP. 63180-000

Fone: (088)532.1119 Fax: (088)532.1116

### SEBRAE JARDIM (SEC. AÇÃO SOCIAL DO MUN.)

Rua Pe. Miguel Coelho, 71 – Centro

Jardim/CE – CEP. 63290-000

Fone: (088)555.1293

### SEBRAE VÁRZEA ALEGRE (BANCO DO BRASIL)

Rua Cel. Pipim, 19 – Centro

Várzea Alegre-CE – CEP. 63540-000

Fone: (088)541.1207

### SEBRAE ITAPAJÉ (BANCO DO BRASIL)

Rua São Francisco, 100 – Centro

Itapajé/CE – CEP. 62600-000

Fone: (088)346.0179/346.0200 – Fax: (088)346.0307

### SEBRAE LIMOEIRO DO NORTE

Rua Camilo Brasileiro, 659 – Centro

Limoeiro do Norte-CE – CEP. 62930-000

Fone: (088)423.1259 Fax: (088)423.1120

### SEBRAE ARACATI (CDL)

Rua Cel. Alexanzito, 629 – Centro

Centro Comercial Marcelo – Salas 10 e 11

Aracati/CE – CEP. 62800-000

Fone: (088)421.1328/421.2224

### SEBRAE AURORA (BANCO DO BRASIL)

Travessa Vicente Leite, S/N

Aurora/CE – CEP. 63360-000

Fone: (088)543.1066 – Fax: (088)543.1030

### SEBRAE CANINDÉ

Rua Joaquim Magalhães, 872 – Centro

Canindé/CE – CEP. 62700-000

Fone: (085)343.0103/354.1076

**disk SEBRAE**  
**(085)900.1211**

**BALCÃO MÓVEL**  
**(085)981.4178**