

LATERAIS E ADUTORAS

Uma tubulação em irrigação pode, conforme a finalidade, ser designada como adutora, ramal ou lateral. A adutora é aquela tubulação que vai da bomba até a área a ser irrigada. Normalmente é a tubulação de maior diâmetro. Os ramais são aquelas tubulações que conduzem água para os diferentes setores a serem irrigados. E a lateral é aquela tubulação onde estão conectados os emissores, sejam eles aspersores, gotejadores ou microaspersores. Como pode ser deduzido, uma lateral possui vazão variável. No primeiro trecho é conduzida a vazão que atende a todos os emissores. No segundo trecho, após o primeiro emissor, é conduzida a vazão total menos a vazão do primeiro emissor. No último trecho é conduzida a vazão do último emissor apenas.

MATERIAIS EMPREGADOS EM TUBULAÇÕES

1. PVC (cloreto de polivinila)

Os tubos de PVC são bastante práticos pois são leves e seu custo é relativamente baixo. Existem tubos com diferentes espessuras com finalidade de tolerarem maior pressão. As classes de pressão são designadas em geral como PN40, PN60, PN80, PN100, PN125... o que significa que toleram até 40mca, 60mca, 80mca.....

O diâmetro externo dos tubos PN40, PN60... é o mesmo. A espessura é, obviamente, diferente. O diâmetro interno é portanto variável. Dessa maneira, as conexões (joelho, luva, tê...) servem a todos os tubos de um mesmo diâmetro nominal, porém de classes de pressão diferentes.

Alguns tubos PVC são fabricados com dimensões especiais, para substituírem tubulações de ferro fundido ou para utilizar as conexões de ferro fundido existentes no mercado e com alta resistência. Esses tubos recebem a designação defofo (diâmetro equivalente ao ferro fundido). O quadro a seguir apresenta as dimensões comerciais mais comuns no mercado brasileiro.

DN (mm)	DE (mm)	DI (mm) PN60	DI (mm) PN80	DI (mm) PN125
100	118	112,6	118,8	108,4
150	170	162,2	161,2	156,4
200	222	212,0	210,4	204,2
250	274	261,6	259,8	252,0
300	326	311,2	309,0	299,8

DN: diâmetro nominal, DE: diâmetro externo, DI: diâmetro interno

Além dos tubos defofo, existem tubos irrigação muito usados na irrigação localizada com classe de pressão PN40 (40 mca) com os seguintes diâmetros em milímetros (DN/DI): (35/35,7), (50/48,1), (75/72,5), (100/97,6). Embora a tabela acima apresente diâmetros de até 300mm, já existe no mercado brasileiro a partir de 2003, tubos com diâmetro de 400 e 500mm.

2. Polietileno

Os tubos de polietileno são muito utilizados na irrigação por gotejamento, principalmente nas laterais. As seguintes dimensões em milímetros são comuns (DN/DI): (12/10,5), (16/13,8), (17/14,8), (20/18,2). Os tubos de polietileno também têm classe de pressão como PN25, PN40, etc. Também são utilizados como microtubos para abastecer microaspersores com diâmetro externo de 6mm e diâmetro interno de 4mm. Também são utilizados como tubos de comando para conduzir água dos solenóides até as válvulas hidráulicas. Em geral têm diâmetro externo de 8mm e interno de 5mm.

3. Aço zincado (AZ)

São tubos de aço revestidos com uma camada de zinco para proteção contra ferrugem. São muito utilizados em adutoras que trabalham sob classe de pressão elevada, quando o PVC não é recomendável. Os tubos AZ também são utilizados em conjuntos pivô central. Os diâmetros mais comuns são de 6, 8, 10, 12 e 14 polegadas (150, 200, 250, 300 e 350mm). A foto apresentada na seção Tipos de Juntas/flange ilustra um tubo de aço zincado.

4. Ferro galvanizado

São tubos de ferro revestidos com uma camada de zinco. Na irrigação são empregados apenas em conexões como ilustra a figura ao lado:

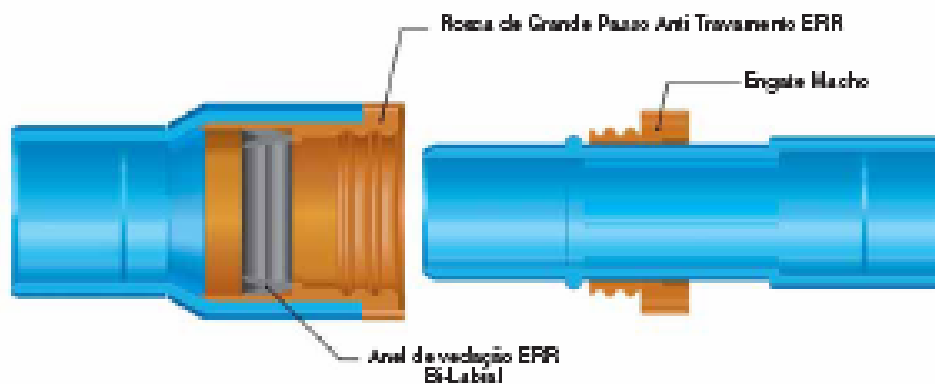


5. Ferro fundido (fofo)

São tubos de ferro fabricados em fundição. O ferro derretido é colocado em fôrmas para produção dos tubos. São muito pesados e seu uso em irrigação é bastante raro. Apenas as conexões são bastante empregadas para conectar os tubos PVC linha defofo.

TIPOS DE JUNTAS

1. Engate rápido



2. Junta soldável

Esta junta consiste basicamente em lixar a ponta e a bolsa a serem coladas. A cola é na verdade uma pasta que funde (derrete) o PVC, unindo as partes. Para que a cola possa aderir bem, recomenda-se lixar as partes a serem soldadas. Existe ainda uma solução limpadora que permite melhorar ainda mais as condições para solda pois remove as impurezas.



3. Junta elástica

Esta junta é bastante interessante pois permite que um tubo possa se deslocar dentro do tubo subsequente. Este fato permite a expansão e contração de redes adutoras conferindo maior flexibilidade. Este tipo de junta também é interessante quando trata-se de tubos de grande diâmetro que quando unidos por cola costumam se soltar.



4. Flange

A junta tipo flangeada é a união dos tubos com parafuso e porca. Entre os flanges coloca-se um anel de encosto (borracha). É preciso cuidado ao escolher os flanges das conexões pois existem duas normas comuns no mercado (ANSI e DIN). A norma DIN é mais empregada no Brasil e na Europa enquanto a norma ANSI é bastante utilizada nos Estados Unidos



5. Rosca

Esta junta consiste em rosquear os tubos no interior da luva (conexão que une os tubos). Os tubos e conexões unidos por junta tipo rosca são raros pois requer muito tempo para sua execução. Para evitar vazamentos, recomenda-se enrolar a rosca com uma fita de material teflon, mais comumente conhecida como fita veda rosca. Cerca de 10 voltas são suficientes para uma boa vedação.



DIMENSIONAMENTO DE ADUTORAS

O critério básico para dimensionar uma adutora é o da velocidade máxima, que não deve ultrapassar 2 m/s, equivalente a 7200 m/h. Este limite é estabelecido para evitar:

- Sobrepressão elevada quando há interrupção do fluxo (golpe de Aríete)
- Vibrações na tubulação que reduzem a vida útil
- Perda de pressão excessiva já que a mesma é diretamente proporcional à velocidade da água

Costuma-se também estabelecer um limite mínimo de velocidade para evitar a deposição de partículas que possam estar presentes na água. Em geral, 0,5 m/s é suficiente.

Como a seção transversal dos tubos é circular, o diâmetro interno mínimo pode ser obtido através da expressão:

$$DI \text{ (mm)} > 0,42 * Q^{0,5}$$

Onde Q é a vazão em litros por hora. Por exemplo, podemos calcular o diâmetro interno de uma tubulação para transportar 20 m³/h, ou seja 20000 l/h:

$$DI \text{ (mm)} > 0,42 * 20000^{0,5} \qquad DI > 59,4 \text{ mm.}$$

Seria preciso verificar, obviamente, qual o tubo comercial que pode fornecer o diâmetro calculado acima.

Além de calcular o diâmetro interno de uma tubulação, também temos que avaliar as perdas de pressão que ocorrem ao longo dessa tubulação, com objetivo de determinar qual deve ser a pressão na entrada para que seja possível entregar no final da adutora a vazão correta, na pressão certa.

A perda de carga em adutoras pode ser estimada com base na equação de Hazen Williams (válida para diâmetros superiores a 75mm e fluxo turbulento = Número de Reynolds > 50000). Essas condições são facilmente obtidas quando se estabelece a velocidade limite de 2 m/s.

$$H_f = 3163 * L * (Q/C)^{1,852} / D^{4,87}$$

Onde h_f é a perda de carga em metros de coluna de água (mca), L é o comprimento da tubulação em metros (m), Q é a vazão em litros por hora (l/h) e D é o diâmetro interno da tubulação em milímetros (mm). C representa o coeficiente de Hazen Williams, que descreve matematicamente a rugosidade do tubo. Para tubos plásticos seu valor é de 140 a 145 enquanto para tubos de aço zincado seu valor é de 135 a 137.

Exemplo: Calcular a perda de carga de uma adutora de PVC com 300 mm de diâmetro interno, que transporta 480 mil litros por hora num comprimento de 1000 metros.

$$H_f = 3163 * 1000 * (480000/145)^{1,852} / 300^{4,87}$$

$$H_f = 9,02 \text{ mca.}$$

É importante ressaltar que a pressão na entrada de uma adutora deve ser tal que possa superar a pressão requerida no final, a perda de carga ao longo da mesma, e o desnível entre a entrada e a saída. Por exemplo, se a adutora acima fosse acionar um aspersor canhão que requer 50 mca para seu funcionamento, localizado numa posição 15 metros acima,

Pressão de entrada = pressão de operação + perda de carga + desnível

$$\text{Pressão de entrada} = 50 + 9,02 + 15 \quad \text{Pressão de entrada} = 74,02 \text{ mca.}$$

DIMENSIONAMENTO DE LATERAIS

O critério de dimensionamento de uma lateral é tal que a perda de carga ao longo da lateral não deve ultrapassar 55% da perda admissível no setor sendo irrigado. A perda admissível no setor deve ser de no máximo 20% da pressão de operação dos emissores instalados na lateral. Este critério implica, para laterais na horizontal, que a perda de carga deva ser inferior a 11% da pressão de operação do emissor. Este critério é bastante empregado em países como Estados Unidos, Espanha e Israel. No Brasil, alguns técnicos ainda insistem em utilizar como critério que a perda de carga ao longo da lateral não deva superar 20% da pressão de operação, o que nos parece uma perda excessiva.

O limite de 20% da pressão de operação no setor é bastante interessante porque garante, para emissores cuja vazão é diretamente proporcional à raiz quadrada da pressão, um limite de 10% aproximadamente de variação na vazão. Isto nos leva a refletir que o critério é na verdade não permitir que a vazão, dentro de um mesmo setor sendo irrigado, não varie mais que 10% da vazão média. Assim, a quantidade de água aplicada a todas as plantas será bastante similar, assim como a quantidade de adubos aplicados caso haja fertirrigação.

Por isso, para dimensionar uma lateral estabeleça antes a perda de carga tolerável. Para calcular a perda de carga, aplica-se muito a equação Universal (Darcy Weisbach)

$$H_f = f (L/D) (V^2/2g)$$

Para fluxo em laterais, do tipo laminar, Blasius sugere que o fator de perda de carga (f) seja calculado como:

$$f = 0,32 / Nr^{0,25} \quad \text{onde } Nr = V D / \nu$$

onde ν é a viscosidade da água (0,000001 m²/s para 20 graus de temperatura).

Combinando as equações acima obtém-se numa forma mais simples:

$$hf \text{ (mca)} = 0,47 * L * Q^{1,75} / D^{4,75}$$

onde L é o comprimento (m), Q é a vazão em litros por hora (l/h) e D é o diâmetro interno em milímetros (mm). Esta equação é válida para temperatura da água de 20 graus. Para temperatura de 25 graus a perda de carga seria 2,8% menor.

Cabe ressaltar que a vazão ao longo de laterais é variável já que em intervalos regulares existem emissores liberando água. Assim, a vazão máxima ocorre no início da lateral e a vazão do último trecho é apenas a vazão do último emissor. Como a vazão é variável, a equação de perda de carga acima poderia superestimar a perda de carga. Para isto aplica-se um fator de correção (F) designado como fator de múltiplas saídas. Este fator pode ser calculado como:

$$F = 1 / (m + 1) + 1 / (2 * N) + (m - 1)^{0,5} / (6 * N^2)$$

Onde N é o número de saídas (número de emissores) e m é o expoente da vazão na equação de perda de carga. Caso seja empregada a equação de Hazen Williams, m = 1,852. Caso seja empregada a equação acima m = 1,75.

Por exemplo, dimensionar uma lateral para abastecer 10 aspersores de 700 l/h cada, espaçados entre si de 12 metros e operando com pressão média de 20 mca. A lateral teria então 120 metros de comprimento e vazão total de 7000 l/h.

Neste caso, adotando 11% da pressão de operação como perda tolerável, temos:

$H_f < 0,11 * 20$ ou seja menor que 2,2 mca.

O fator de múltiplas saídas seria:

$$F = 1 / (1,75 + 1) + 1 / (2 * 10) + (1,75 - 1)^{0,5} / (6 * 10^2)$$

$$F = 0,415$$

Experimentando tubulação DN35 PN40 (DI = 35,7)

$$H_f = 0,47 * 120 * 7000^{1,75} / 35,7^{4,75}$$

$$H_f = 12,73 \text{ mca}$$

Aplicando-se o valor de F, $H_f = 12,73 * 0,415$, ou seja: $H_f = 5,28$ mca (muito acima de 2,2 mca que é o permitido)

Experimentando tubulação DN50 PN40 (DI = 48,1)

$$H_f = 0,47 * 120 * 7000^{1,75} / 48,1^{4,75}$$

$$H_f = 3,09 \text{ mca}$$

Aplicando-se o valor de F, $H_f = 3,09 * 0,415$, ou seja: $H_f = 1,28$ mca (abaixo de 2,2)

Portanto, escolheríamos tubulação DN50 para esta lateral.