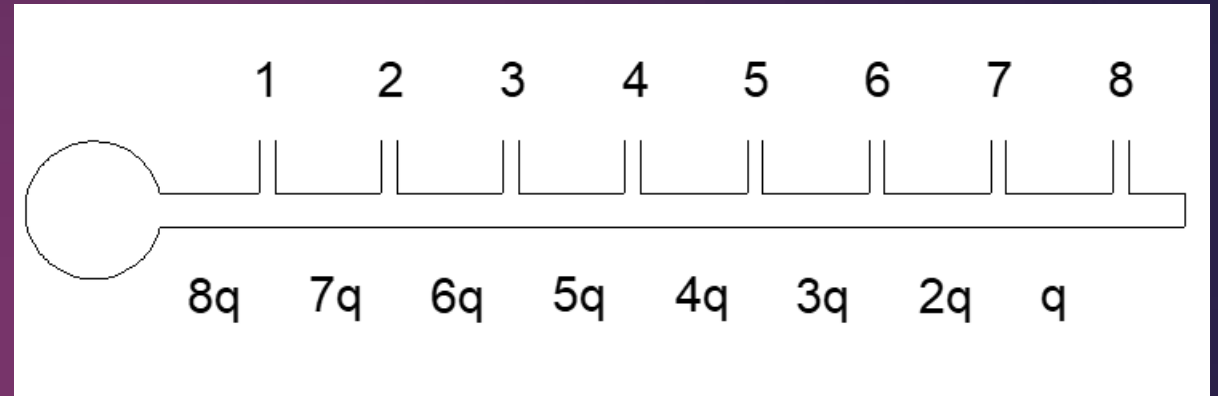
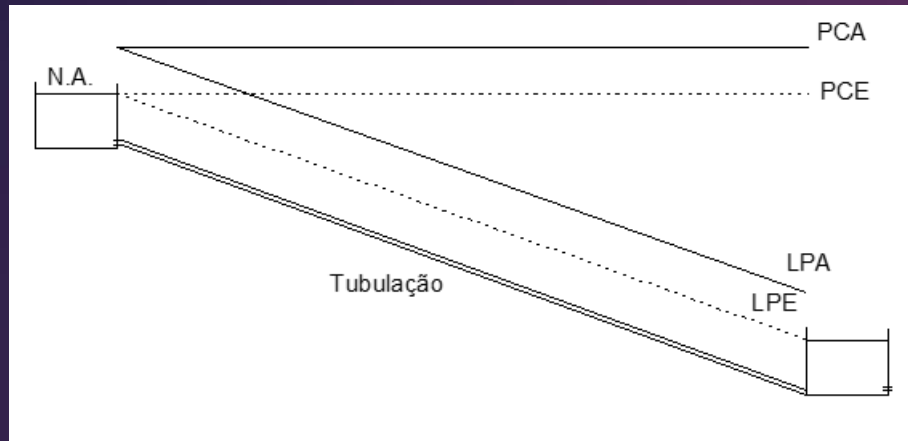
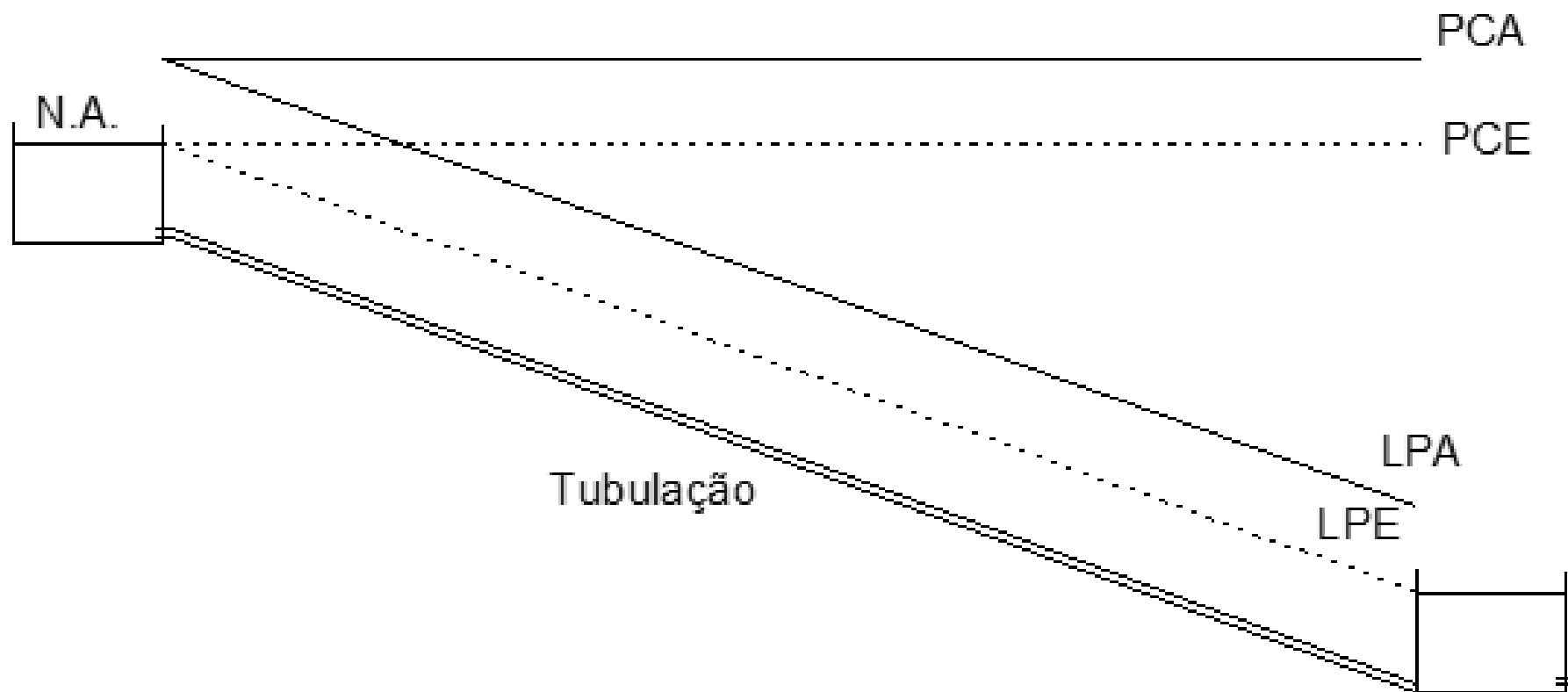




Aula 7 – Condutos Forçados (parte 2)

Posição dos encanamentos, acessórios e perda de carga em tubulações com múltiplas saídas



Posição dos encanamentos

- a) Plano de carga efetiva (PCE): Continuidade da altura da carga inicial ao longo tubulação.
- b) Plano de carga absoluta (PCA): Soma do PCE mais a P_{atm} local (Pabsoluta).
- c) Linha piezométrica efetiva (LPE): Representa o lugar geométrico em que subiria a água em piezômetros, se fossem colocados ao longo da tubulação.
- d) Linha piezométrica absoluta (LPA): é a soma de LPE e P_{atm} local.

Posição dos encanamentos

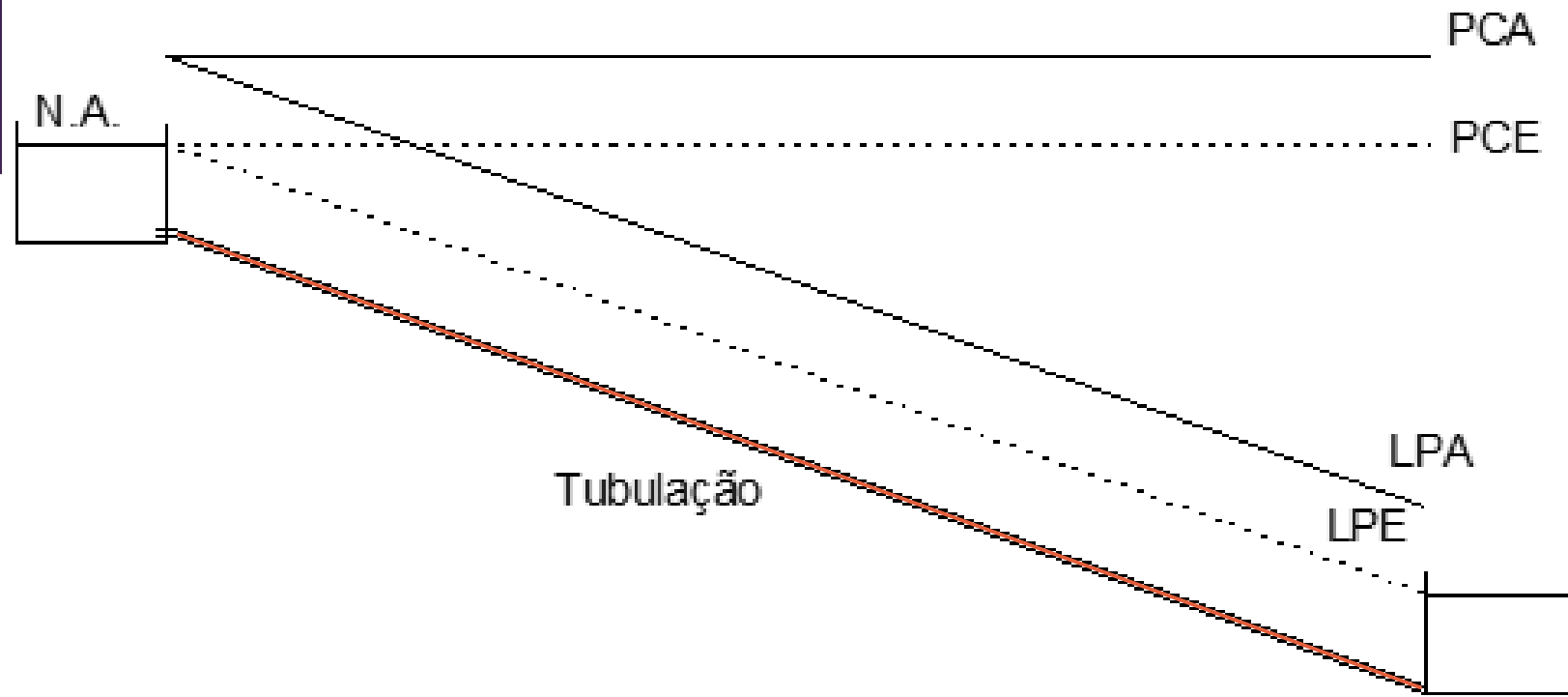
e) Linha de carga efetiva (LCE): lugar geométrico representativo da soma das três cargas:

$$LCE = P/\gamma + V^2/2g + h$$

$$LCE = LPE + V^2/2g \quad \text{Na prática, } LCE \approx LPE \quad (V^2/2g \text{ tem pequeno valor})$$

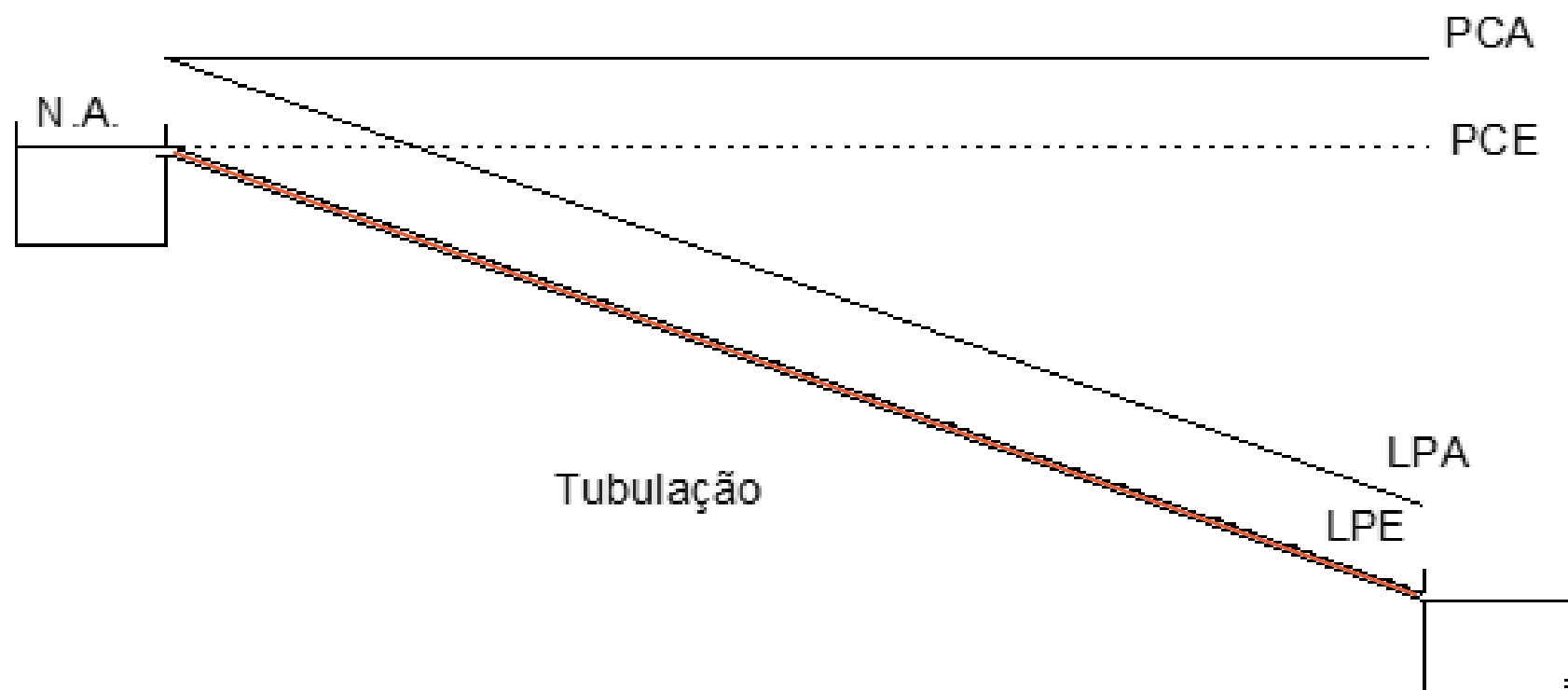
f) Linha de carga absoluta (LCA): é a soma de LCE e P_{atm} local.

a) 1ª posição: tubulação abaixo da LPE



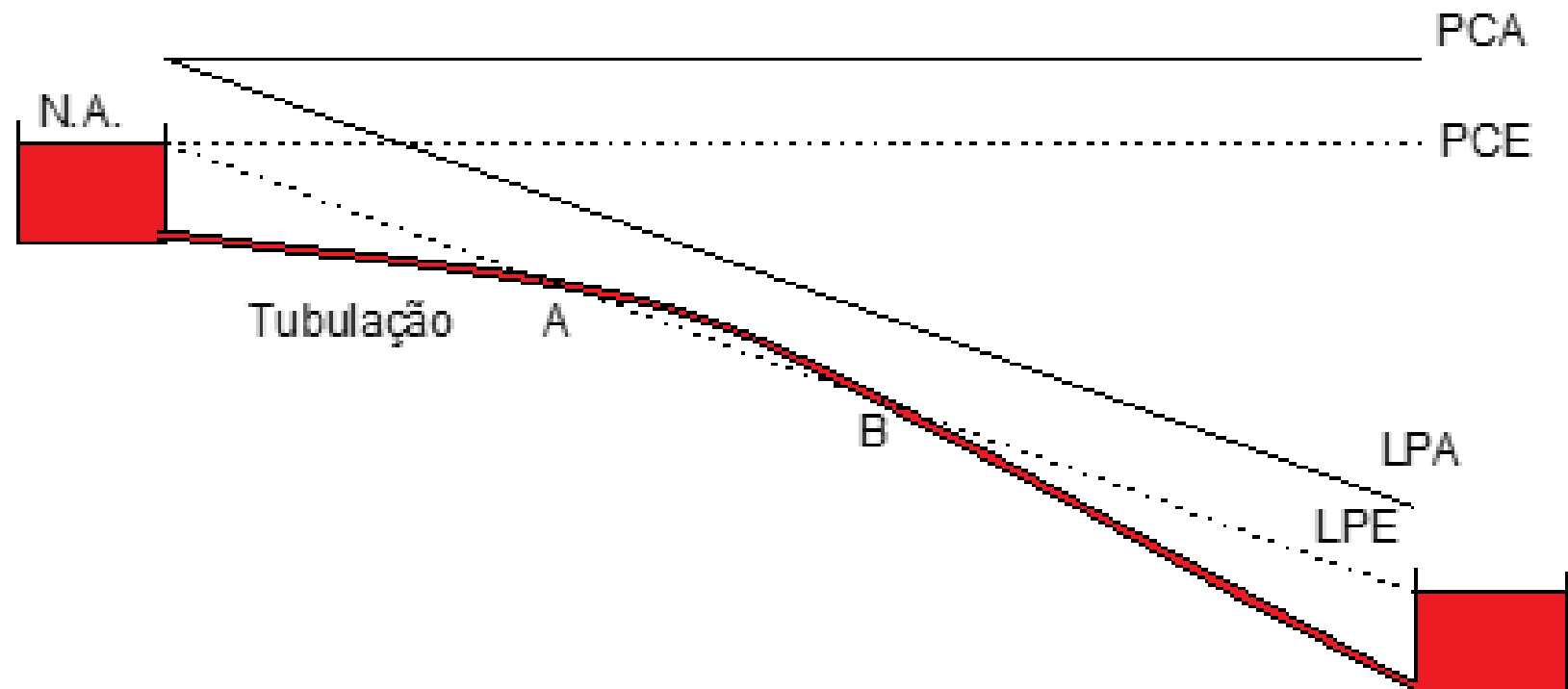
Sem problemas de escoamento

b) 2ª posição: tubulação coincide com a LPE



Sem problemas de escoamento

c) 3ª posição: tubulação corta LPE mas fica abaixo de LPA



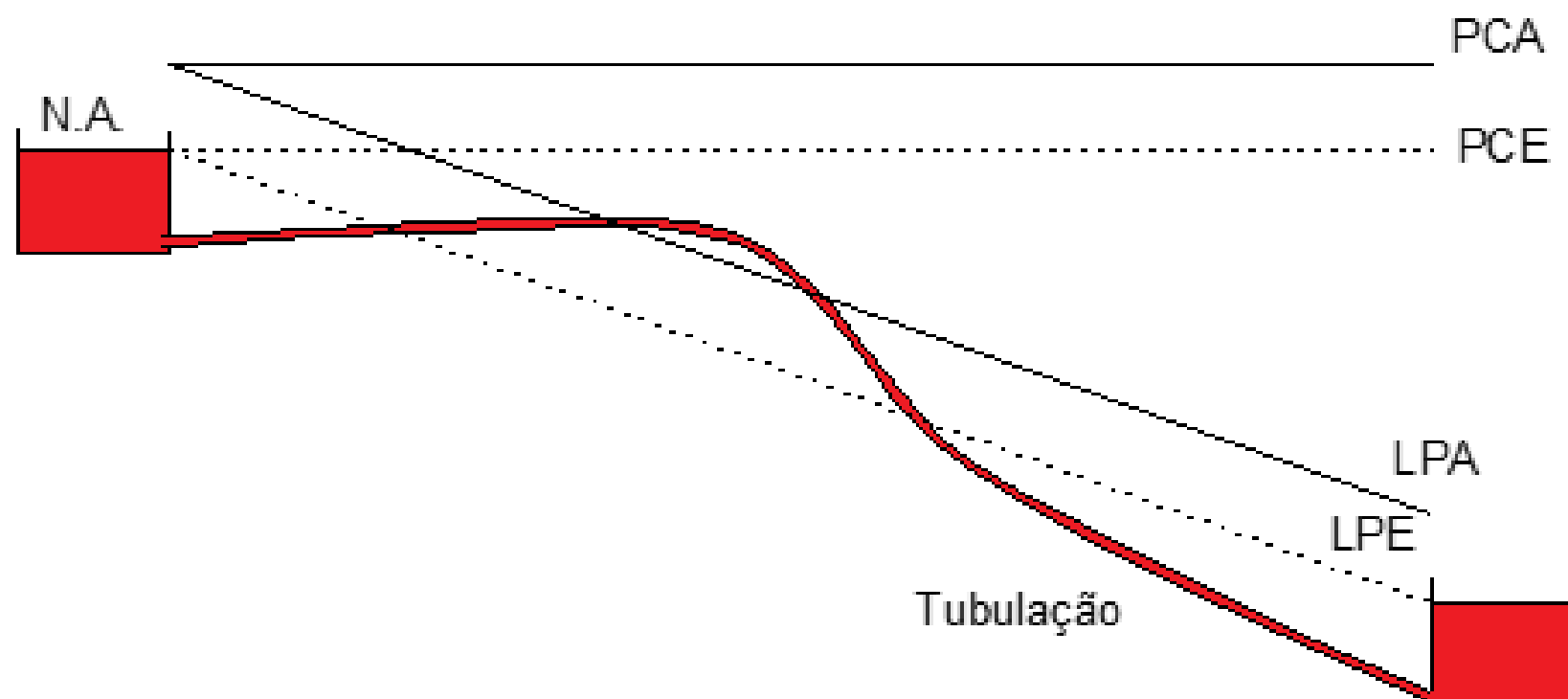
Situação problemática

$P < P_{atm}$ entre A e B (Subatmosférica, vazão parcial e imprevisível)

Possibilidade de entrada de ar ou outra substância que esteja próximo ao exterior da tubulação

Situação a ser evitada (Solução: utilizar reservatório de passagem)

d) 4ª posição: tubulação corta LPE e LPA, mas fica abaixo do PCE.



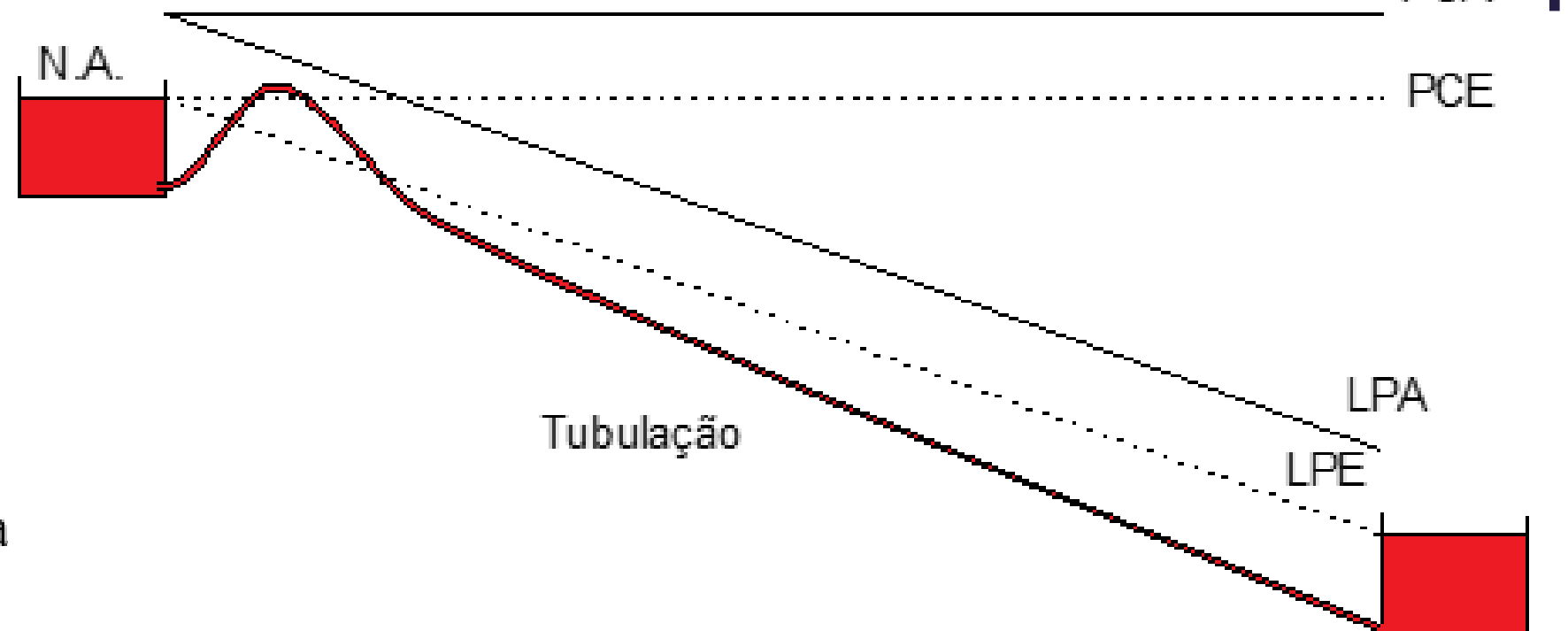
Situação problemática

Vazão imprevisível

Problemas de colapso e possibilidade de contaminação da água

Solução: evitar, mudando o curso da tubulação

e) 5ª posição: tubulação corta LPE e PCE, mas fica abaixo de LPA.



Situação problemática

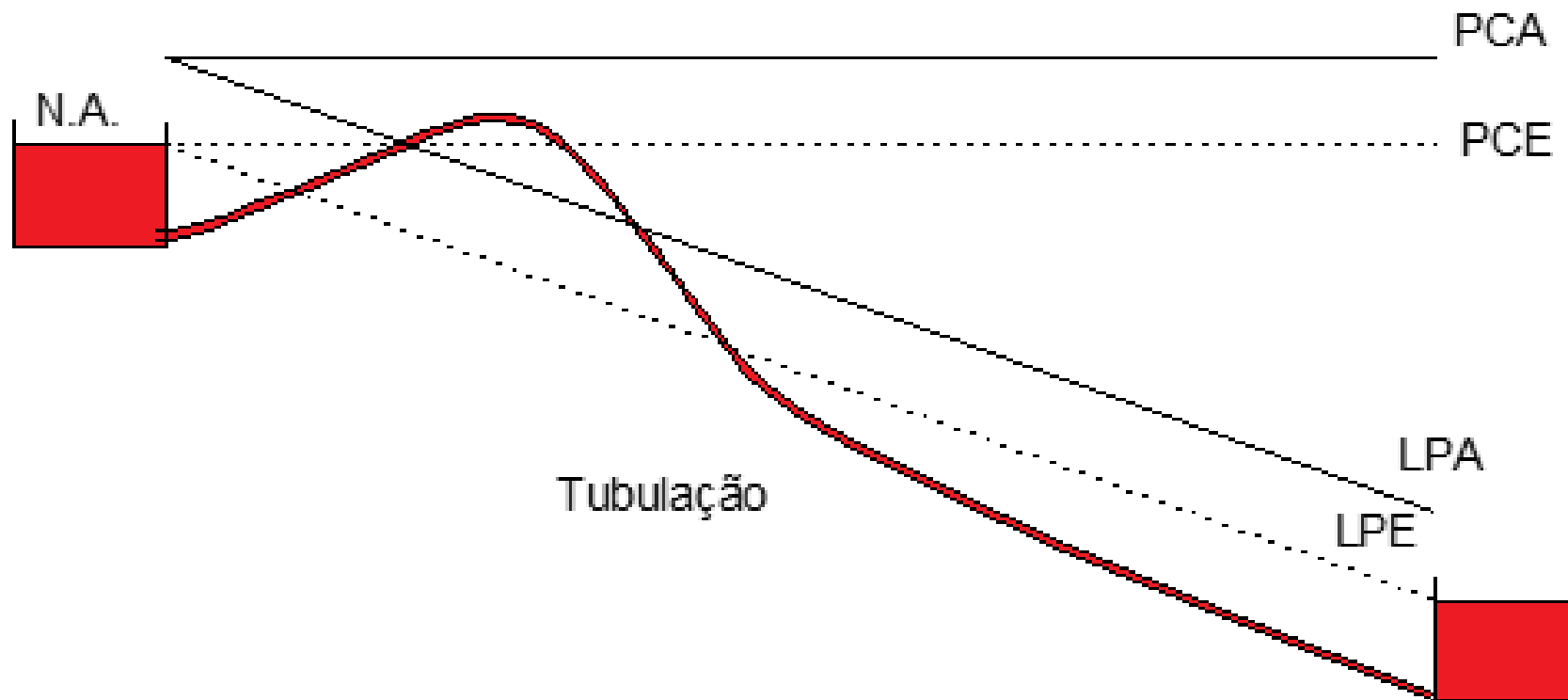
Vazão previsível

Não há escoamento espontâneo (Necessita escorva)

Entrada de ar na tubulação estanca o escoamento

Aplicação prática: sifão (irrigação por sulcos)

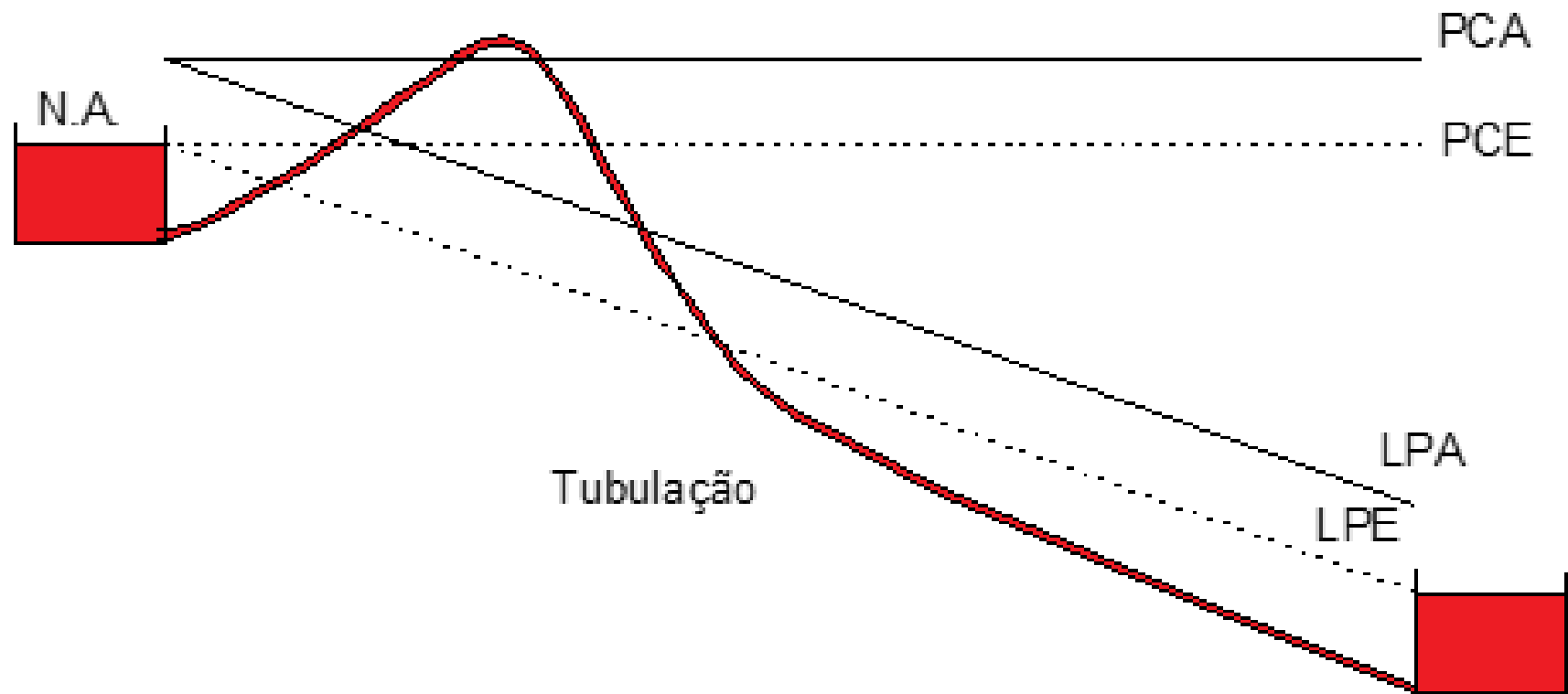
f) 6ª posição: tubulação corta LPE, LPA e PCE, mas fica abaixo do PCA.



Vazão imprevisível e não espontânea (Necessita escorva, se conseguir vazão)

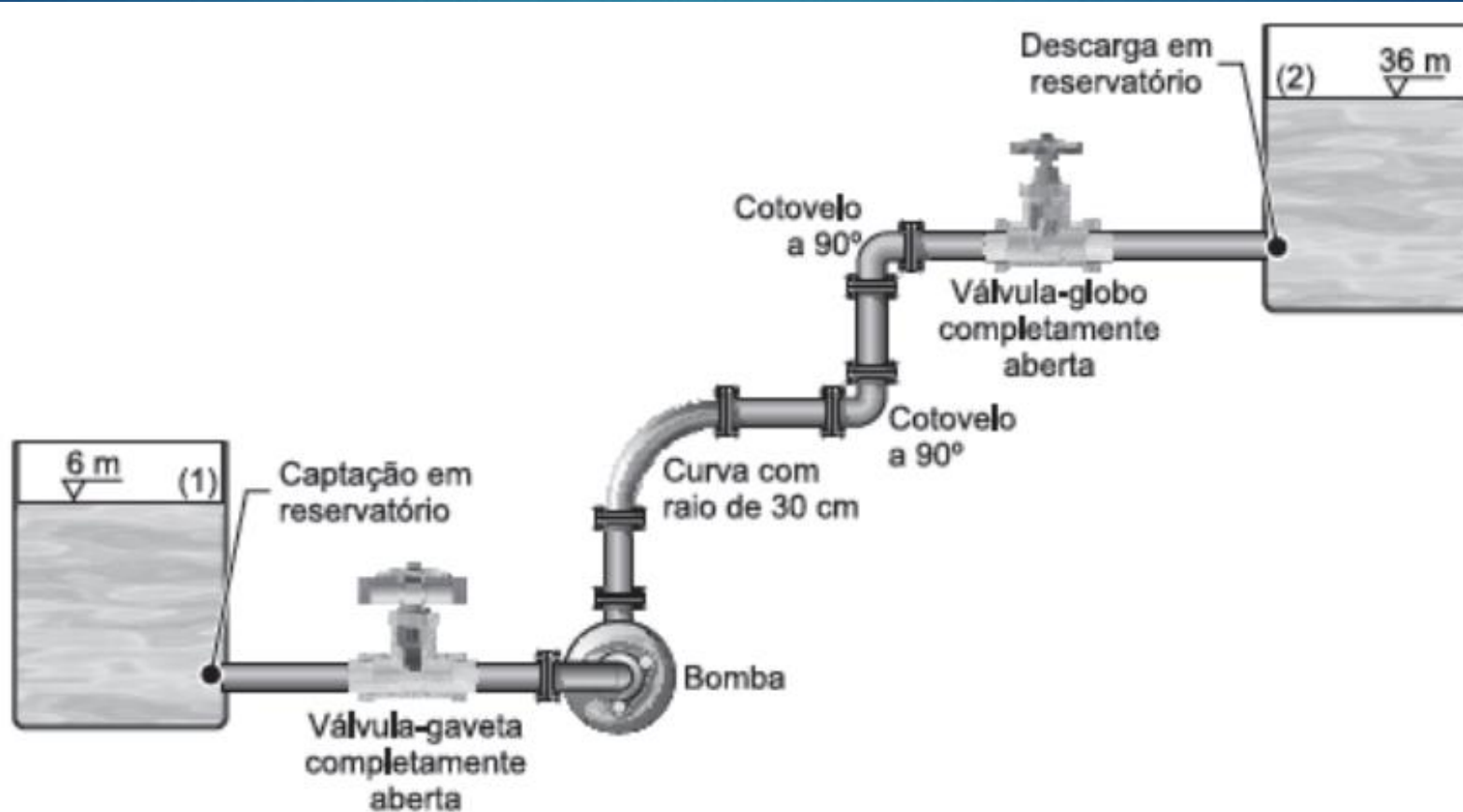
Sifão operando nas piores condições possíveis

g) 7ª posição: tubulação corta o PCA.



Escoamento impossível

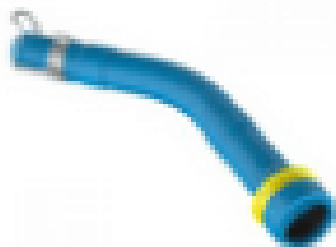
Acessórios das tubulações



Acessórios das tubulações

Curva:

- 45°



e

90°



- Raio curto
- Raio longo



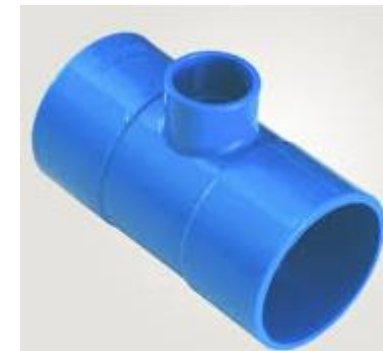
Acessórios das tubulações

Tê:

- comum (todas as saídas com mesmo diâmetro)



- tê de redução (uma das saídas tem diâmetro menor)



Acessórios das tubulações

Redução:

- Redução longa



- Bucha (redução curta)



Acessórios das tubulações

Registros:

- reg. de gaveta



Acessórios das tubulações

Registros:

- reg. de esfera



Acessórios das tubulações

Registros:

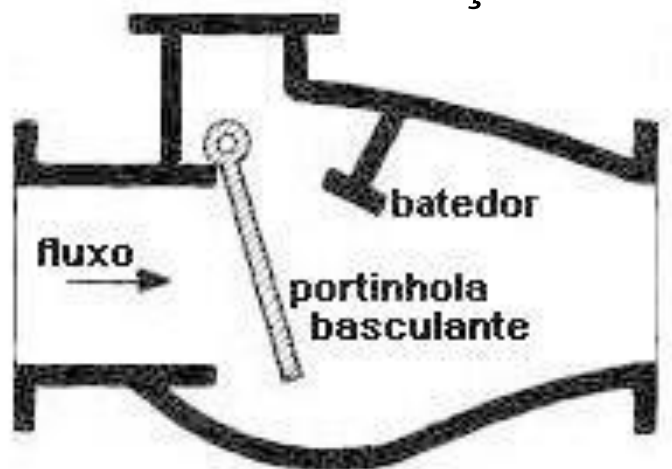
- reg. de pressão



Acessórios das tubulações

Válvulas:

-válv. de retenção



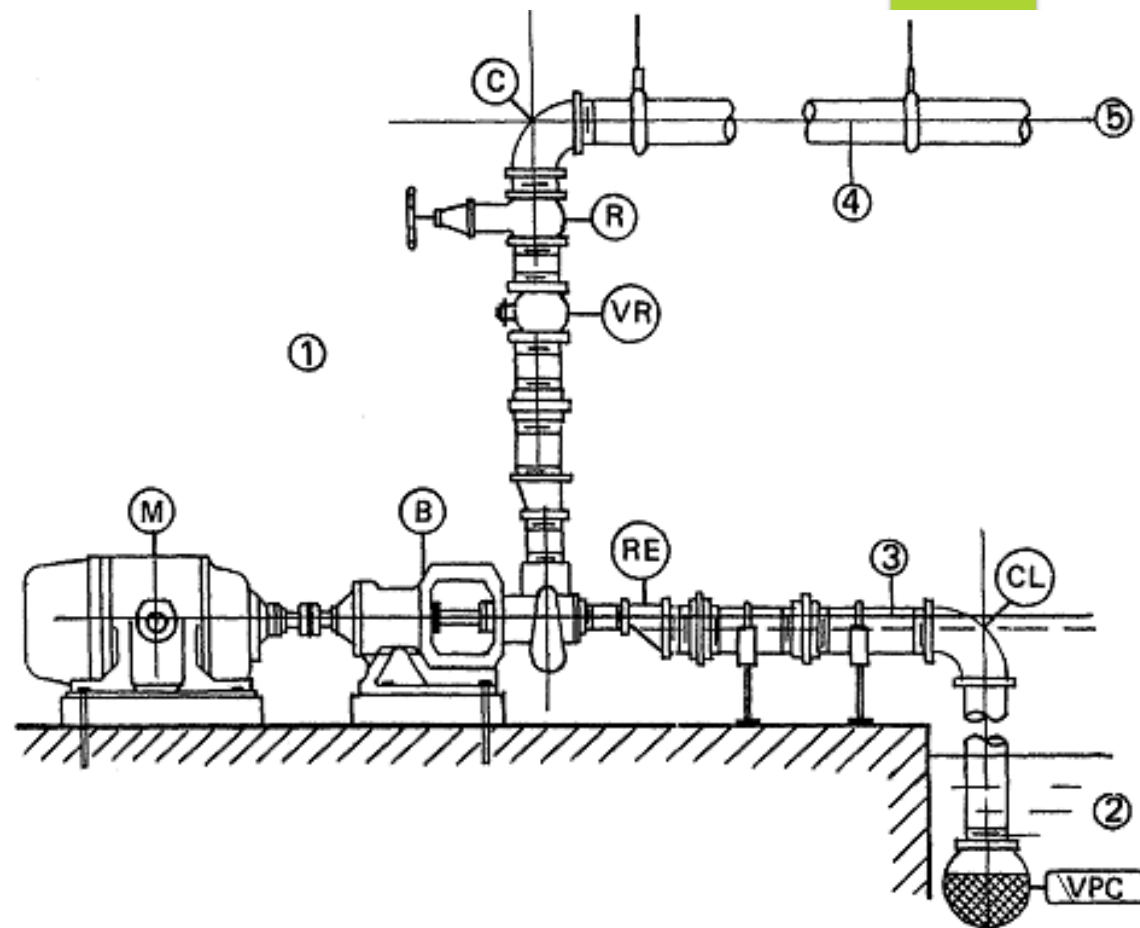
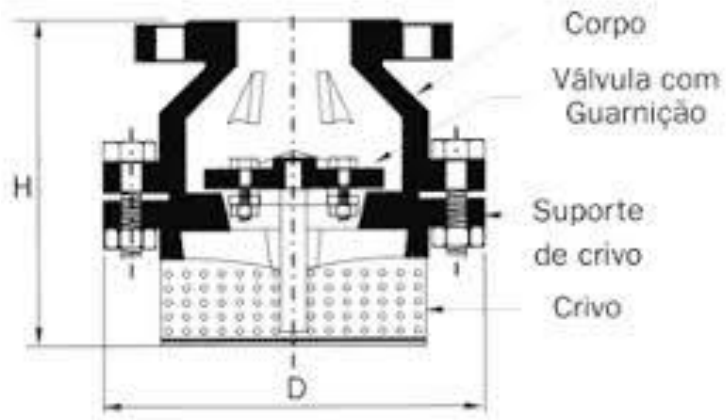
[vídeo válvula de retenção](#)

Válvulas:

- válv. de pé c/ crivo



Válvula de Pé com Crivo



Legenda:

1- Casa de Bombas
M - Motor de acionamento
B - Bomba
2 - Poço (fonte)
3 - Linha de Sucção
VPC - Válvula de pé com crivo
5 - Reservatório

RE - Redução Excêntrica
CL - Curva de 90°
4 - Linha de Recalque
VR - Válvula de retenção
R - Registro
C - Joelhos

Acessórios das tubulações

Válvulas:

- válv. ventosa (expulsa ou admite ar na tubulação) funcionamento



Acessórios das tubulações

Válvulas:

- válv. de alívio de pressão (anti-golpe de aríete)
- funcionamento
- croqui





Adaptador Fêmea ES



Adaptador Macho ES



CAP Fêmea ES



CAP Macho ES



Curva 45° ES



Curva 90° ES



Curva de Derivação ES



Curva de Nivelamento ES



Derivação Rosca Gás ES



Derivação Saída Fêmea ES



Engate Metálico Sela Irriga ES



Ponta Fêmea ES



Ponta Macho ES



Redução Macho / Fêmea ES



Saída Aspersor ES



Transição Fêmea / Macho ES x EP



Transição Macho / Fêmea ES x EP



Tubo Irriga ES



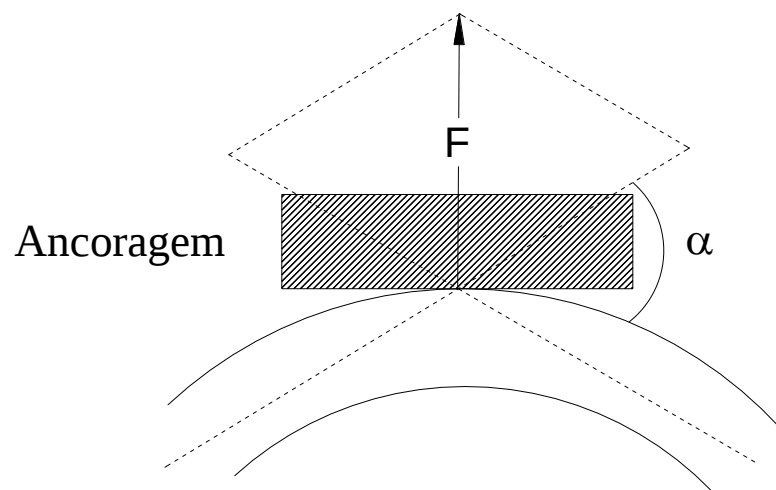
Válvula de Linha PVC x ES H. LAT.



Junta Borracha Vedação Irriga EP / ES

Acessórios das tubulações

- Ancoragem: evita a ruptura de tubulações onde há mudança brusca do curso da água.



- Tubos enterrados: solo funciona como ancoragem
- Tubos não enterrados: construir ancoragem suficiente para resistir à força resultante

$$F = 2 (S \cdot \gamma \cdot h) \cdot \sin (\alpha/2)$$

F = força resultante

S = área do tubo, m²

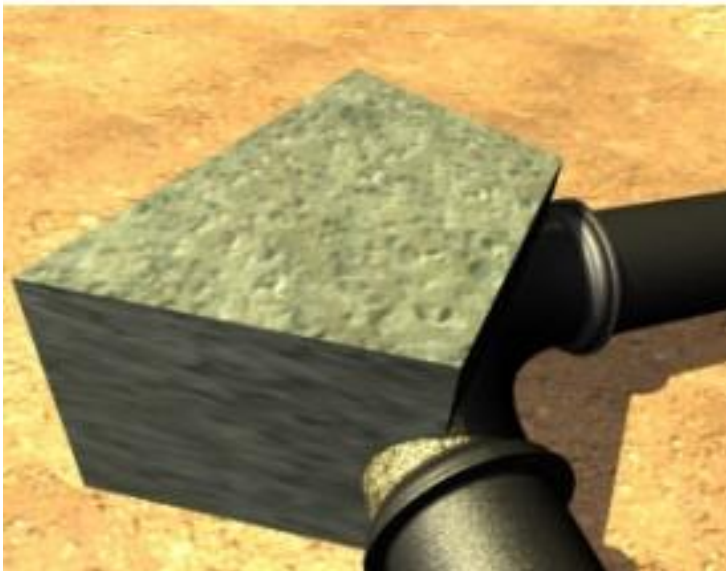
γ = peso específico do líquido, kgf m⁻³

h = pressão de escoamento, mca

α = ângulo de desvio, graus

Acessórios das tubulações

- Ancoragem:



<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00236.pdf>

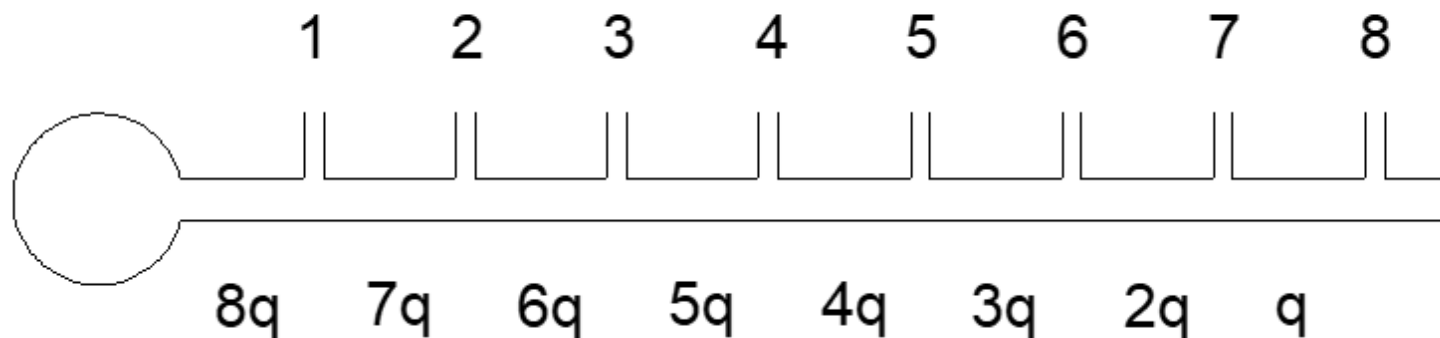


<http://www.antincendio.eng.br/portfolio/programa-de-abastecimento-de-agua-baixada-fluminense/>

Perda de carga em tubulações com múltiplas saídas equidistantes e com mesma vazão

1. Conceito

- Tubulação com saída única: $Q = \text{cte.} \Rightarrow hf = \text{cte.}$
- Tubulação com múltiplas saídas? $Q = \text{varia} \Rightarrow hf = \text{varia}$



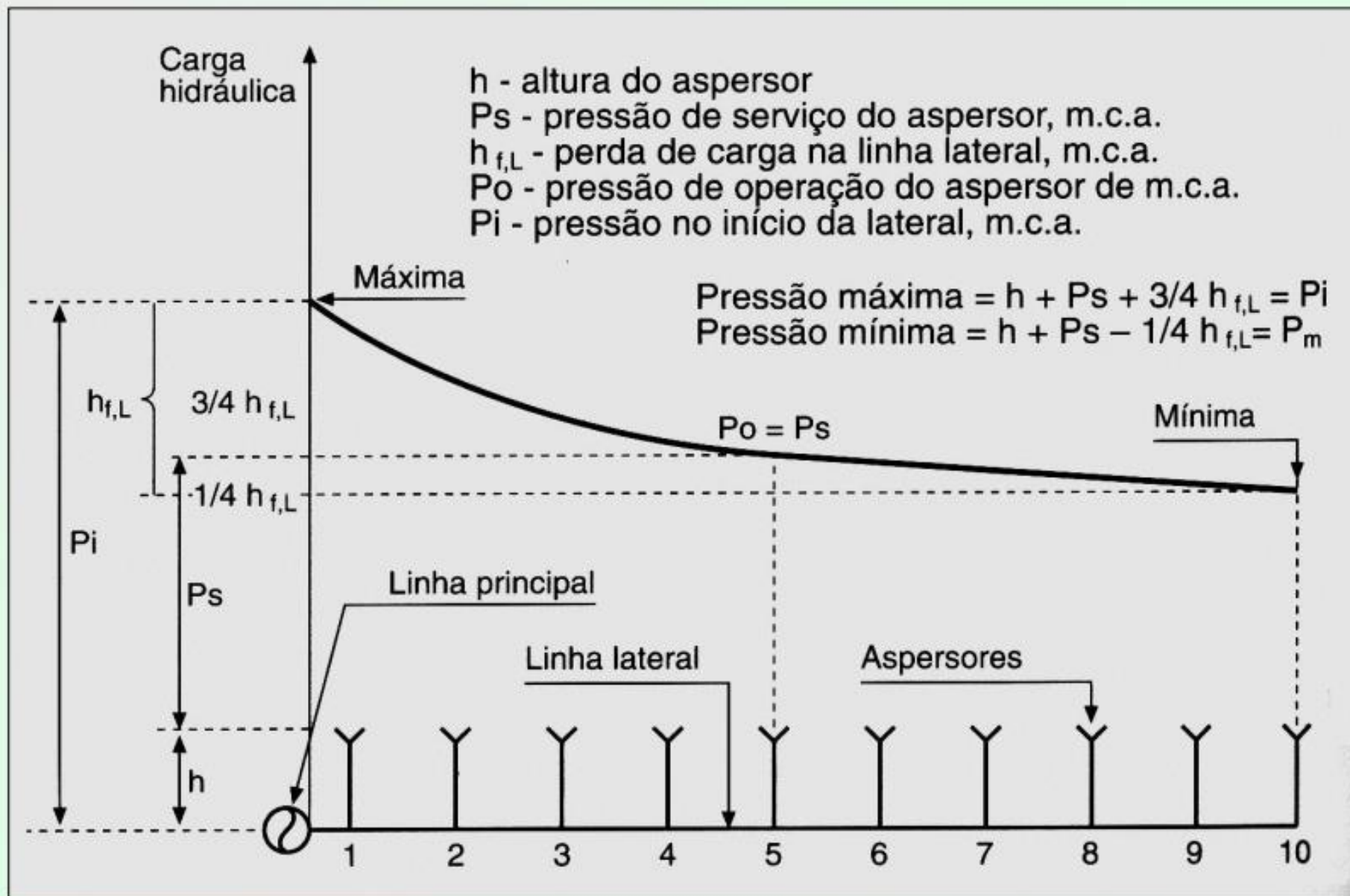
Perda de carga em tubulações com múltiplas saídas equidistantes e com mesma vazão

Cálculo de h_f :

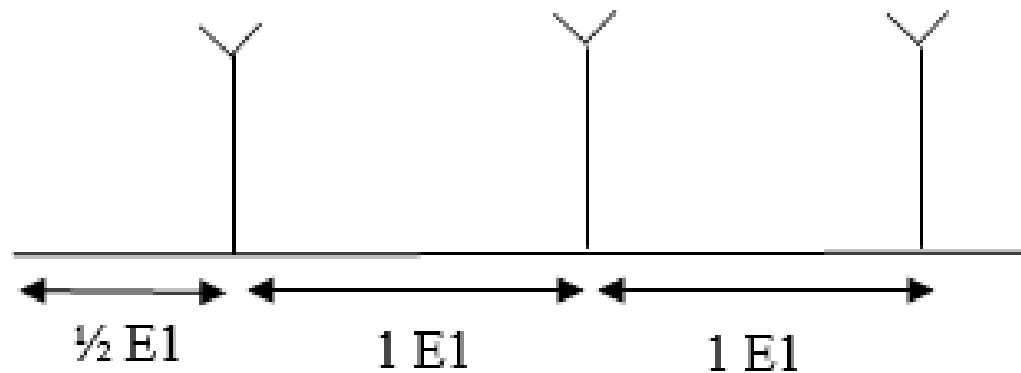
- Trecho-a-trecho ou uso de um fator de redução de h_f para múltiplas saídas de água (F)
- Calcular h_f como se a tubulação tivesse apenas uma saída (Q cte.)

Multiplicar h_f pelo fator de redução de perda de carga (F)

$$h_f = J \cdot L \cdot F$$

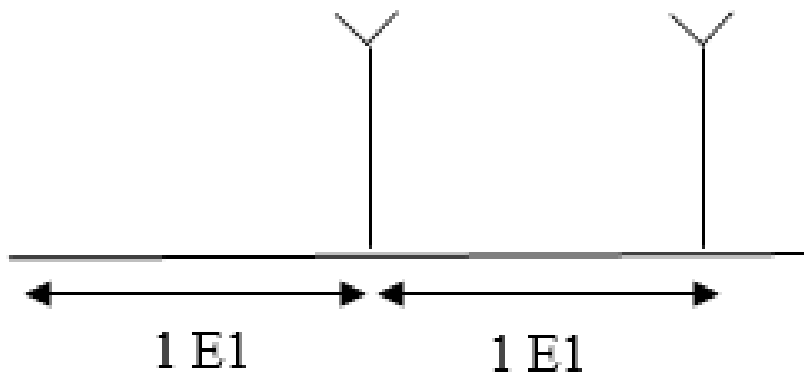


Primeira saída a $\frac{1}{2}$ espaçamento (E1)



$$F = \frac{2N}{2N - 1} \cdot \left[\left(\frac{1}{m + 1} \right) \setminus + \frac{\sqrt{(m - 1)}}{6N^2} \right]$$

Primeira saída a 1 espaçamento (E1)

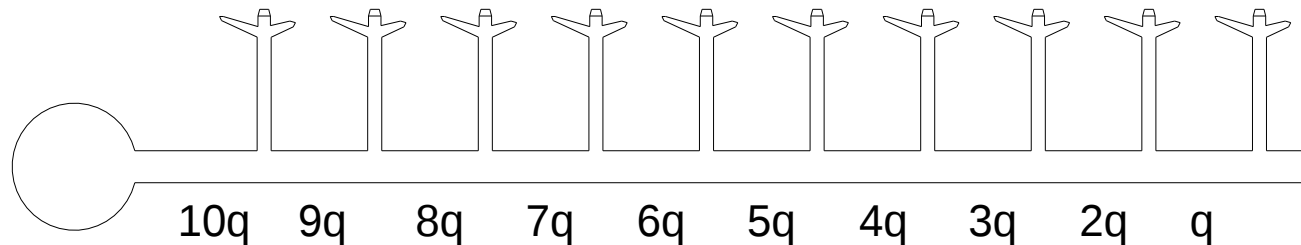


$$F = \left(\frac{1}{m + 1} \right) \setminus + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{(m - 1)}}{6N^2}$$

Perda de carga em tubulações com múltiplas saídas equidistantes e com mesma vazão

Exemplo: Irrigação por aspersão

Dados: Vazão de cada aspersor: $q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$; Espaçamento entre aspersores: $E_a = 18 \text{ m}$; Número de aspersores: $N_a = 10$; Distância do 1º aspersor à LD: $L_1 = 9 \text{ m}$ (1º aspersor a $\frac{1}{2}$ espaçamento); Tubulação da linha de aspersores: Alumínio c/ engate rápido ($C = 120$) e $D = 50 \text{ mm}$



Pede-se a perda de carga (hf).

Perda de carga em tubulações com múltiplas saídas equidistantes e com mesma vazão

Exemplo: Irrigação por aspersão

Dados: Vazão de cada aspersor: $q = 3 \text{ m}^3/\text{h}$; Espaçamento entre aspersores: $E_a = 18 \text{ m}$; Número de aspersores: $N_a = 10$; Distância do 1º aspersor à LD: $L_1 = 18 \text{ m}$ (1º aspersor a 1 espaçamento); Tubulação da linha de aspersores: PVC ($C = 150$) e h_f máximo = 7mca

Pede-se:

- b.1) o diâmetro teórico da tubulação;**
- b.2) O diâmetro comercial imediatamente superior;**
- b.3) A perda de carga para o diâmetro comercial.**