

* PHA3201
Hidráulica Ambiental
aula 06

André Luiz Marguti (andre.marguti@usp.br)

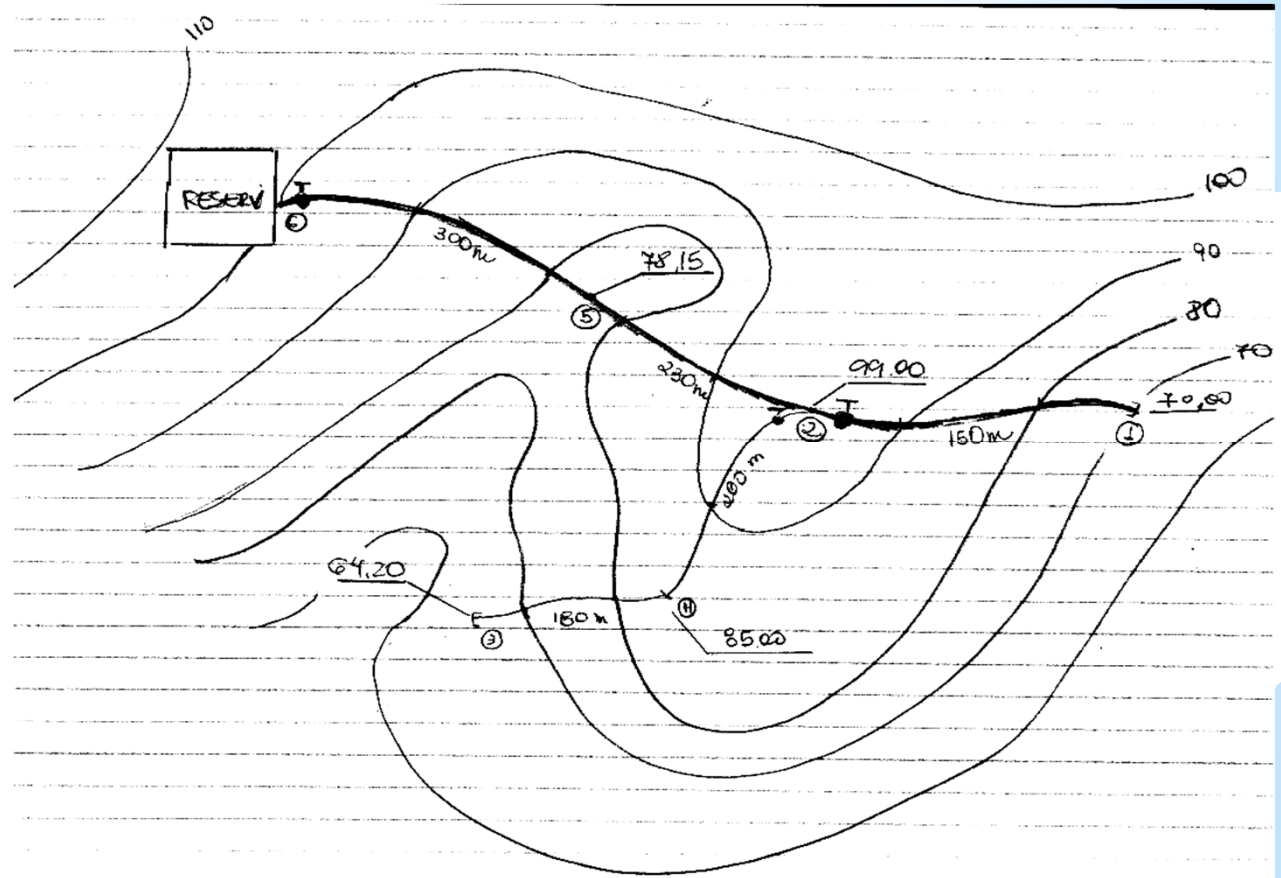
Fábio Lofrano (fabio.lofrano@usp.br)

J Rodolfo S Martins (scarati@usp.br)

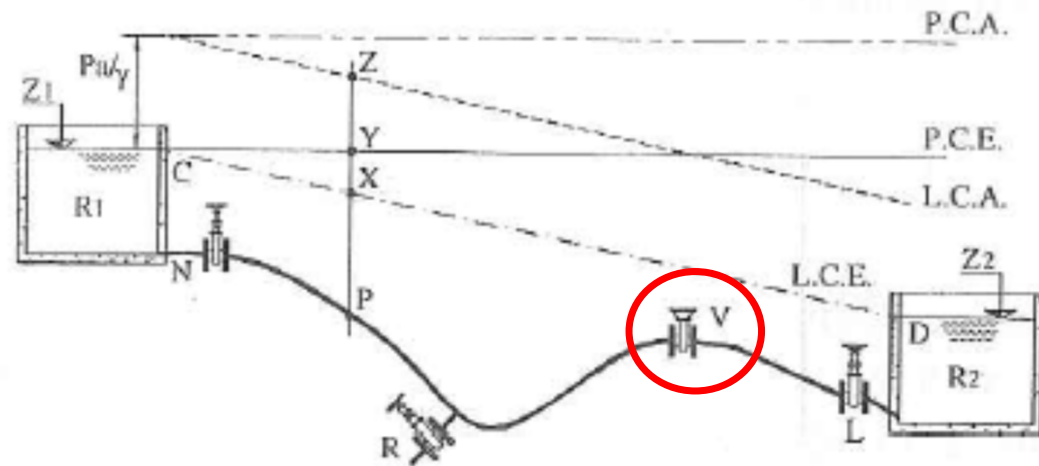
Luis Cesar de Souza Pinto (lcesar@usp.br)

* Terreno e Linha Piezométrica

- * Nas aduções por gravidade o terreno acaba por impor condições críticas sobre diferentes pontos podendo criar sifões e pontos de pressão elevada



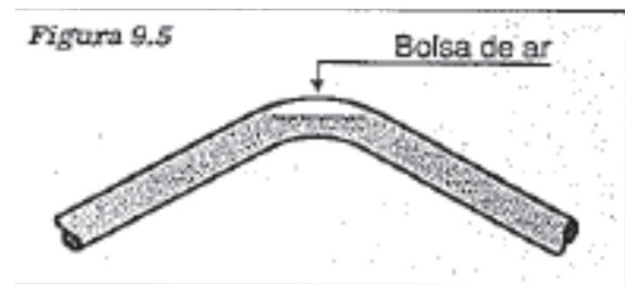
*Efeitos da topografia



Porto, 2006

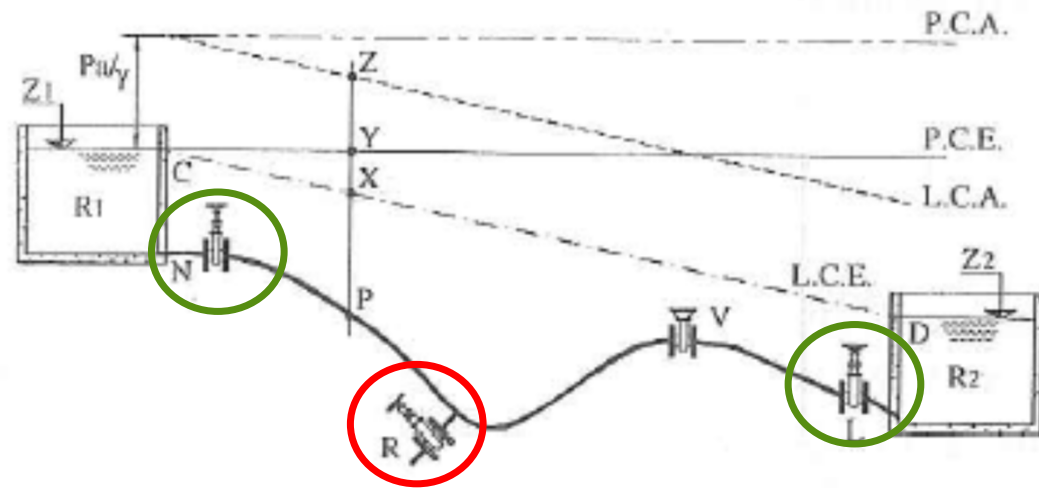
- * (1) Posição ideal onde todos os pontos tem pressão efetiva maior do que zero por se situarem abaixo da linha piezométrica.

Ventosas: retirada de ar nos pontos altos. Neste caso é simples pois todas as pressões estão acima da atmosférica



Azevedo Netto, 1998

*Efeitos da topografia



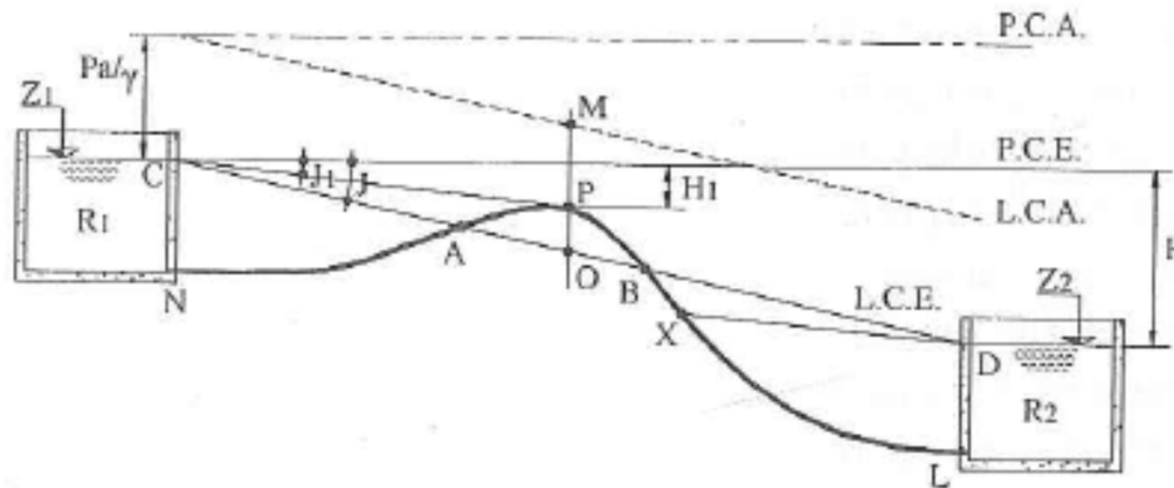
Porto, 2006

- * (1) Posição ideal onde todos os pontos tem pressão efetiva maior do que zero por se situarem abaixo da linha piezométrica.

Registros de controle na saída e na entrada

Registro especial: esvaziamento e limpeza

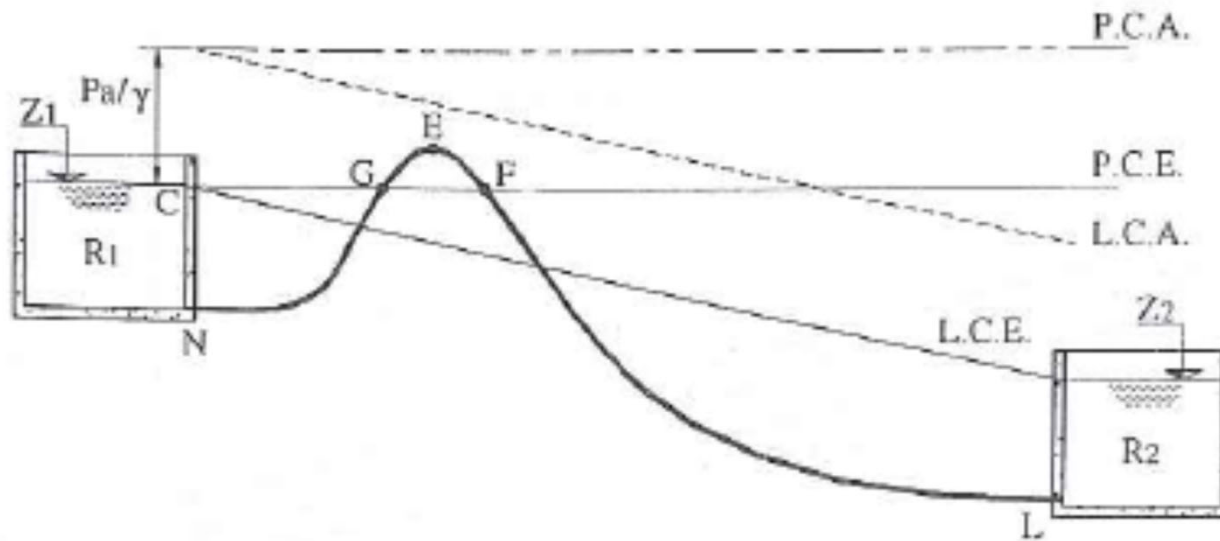
*Efeitos da topografia



Porto, 2006

- * (2) O ponto P tem pressão efetiva negativa, mas por situar-se abaixo do plano de carga, ainda permitirá o escoamento por gravidade. Eventuais frestas e falhas na tubulação acarretarão entrada de ar, ruído e vibrações.
 - Possibilidade: Instalação de caixa de passagem no ponto P e tubulações com diferentes diâmetros nos dois trechos

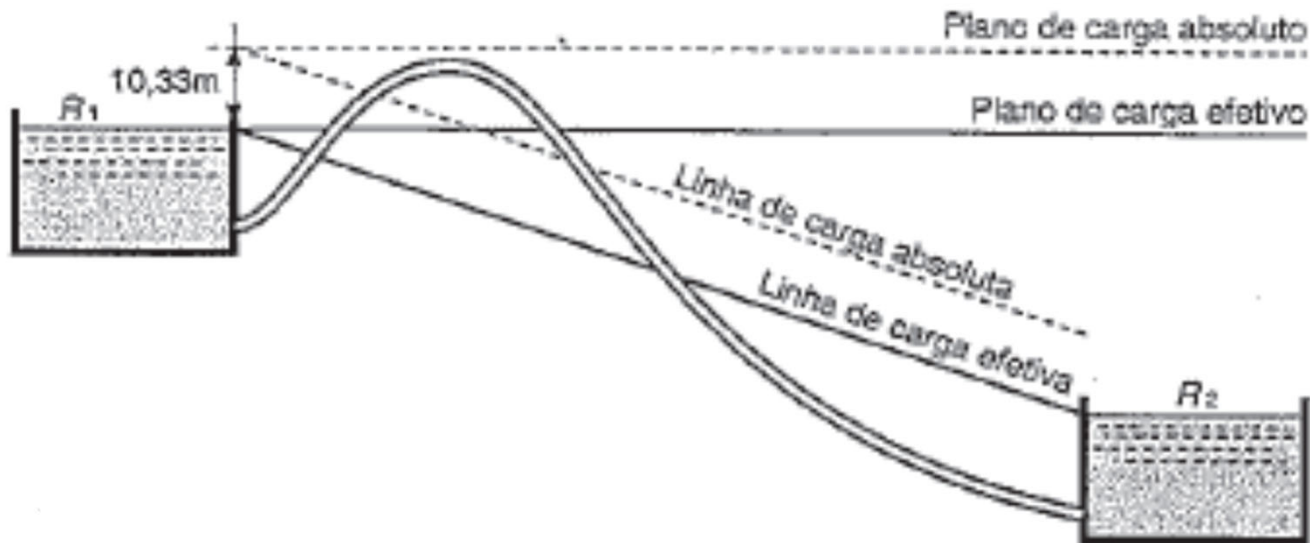
*Efeitos da topografia



Porto, 2006

- * (3) O escoamento somente ocorrerá quando o ponto P for 'escorvado', isto é, o ar presente na tubulação antes da entrada em funcionamento deve ser removido através de uma bomba de vácuo. A pressão em P é negativa porém ainda haverá líquido preenchendo toda a tubulação.

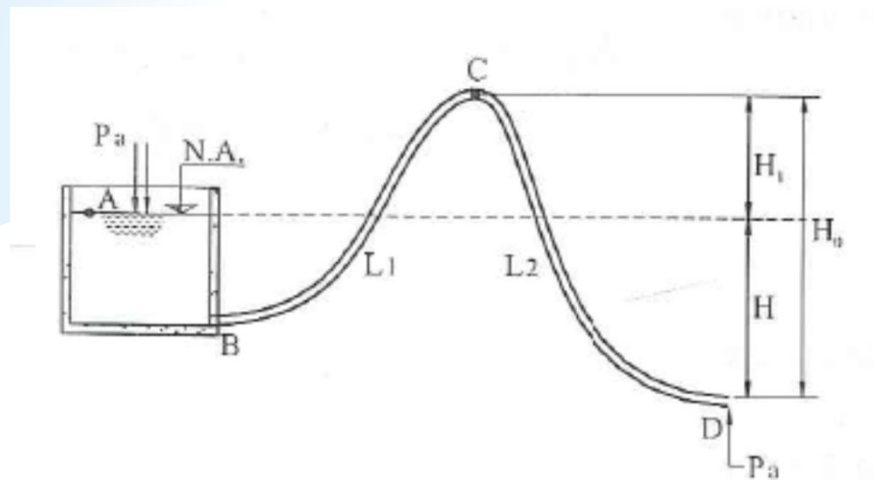
*Efeitos da topografia



Azevedo
Netto,
1998

- * (4) Nesta situação haverá o que se denomina ‘separação de coluna’: no trecho de tubulação que se situa acima do plano de pressão absoluta haverá a transformação para vapor e o escoamento cessará.

* Sifões



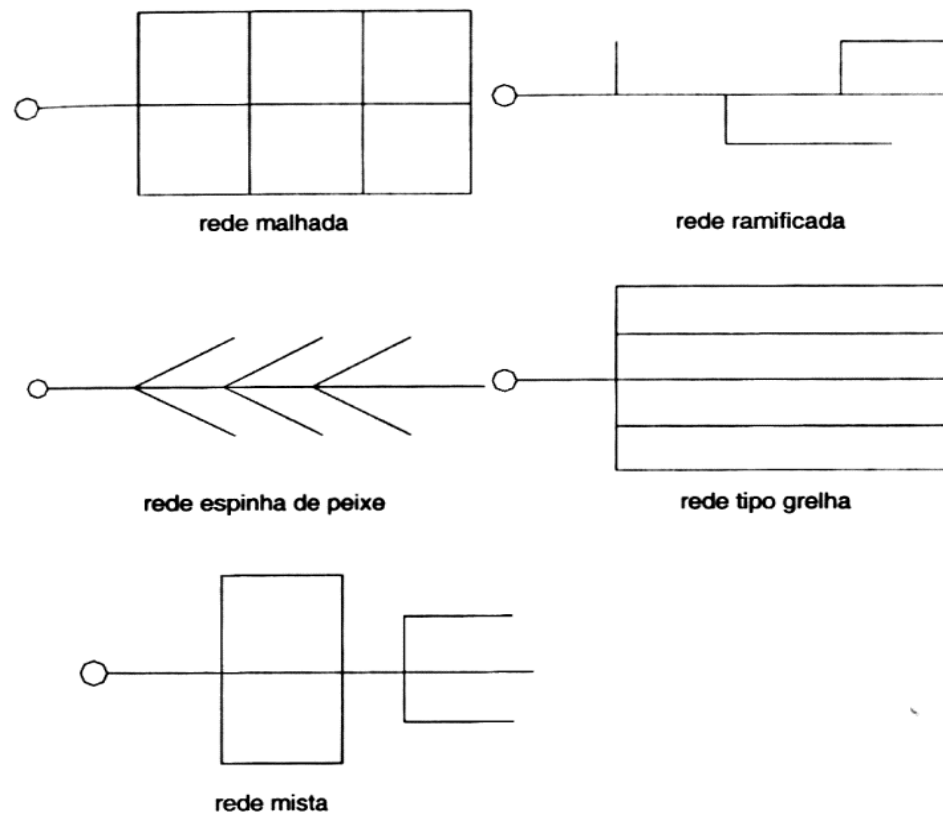
- * Quando a tubulação corta a linha piezométrica, diz-se que funciona como SIFÃO
- * Uma vez iniciada a transferência de água pelo escorvamento do sifão estabelece-se o regime permanente, desde que a pressão no ponto C não caia abaixo da pressão de vapor da água (para 20° C, aproximadamente 0,24 mH₂O - pressão absoluta)

A diferença de nível entre dois reservatórios conectados por um sifão é de 7,5 m. O diâmetro do sifão é de 0,30 m, seu comprimento 750 m e o fator de atrito 0,026. Se o ar é liberado da água quando a carga de pressão absoluta é menor do que 1,20 mH₂O, qual deve ser o máximo comprimento do tramo ascendente do sifão para que ele escoe a plena carga, sem quebra de coluna de líquido, se o ponto mais alto está a 5,4 m acima do nível do reservatório superior. A pressão atmosférica local é de 92,65 kN/m². Considere os coeficientes de perda de carga localizados na entrada e saída do sifão respectivamente $K_e = 0,5$ e $K_s = 1,0$. (adaptado de Porto, 2006).

*Exercício 1

*Tubulações na Eng. Sanitária

*As tubulações de adução e distribuição de água seguem geralmente dois modelos: as tubulações em linha ou escama de peixe e as tubulações em anéis ou malhas, ou ainda uma combinação dos dois:



* Condutos em série

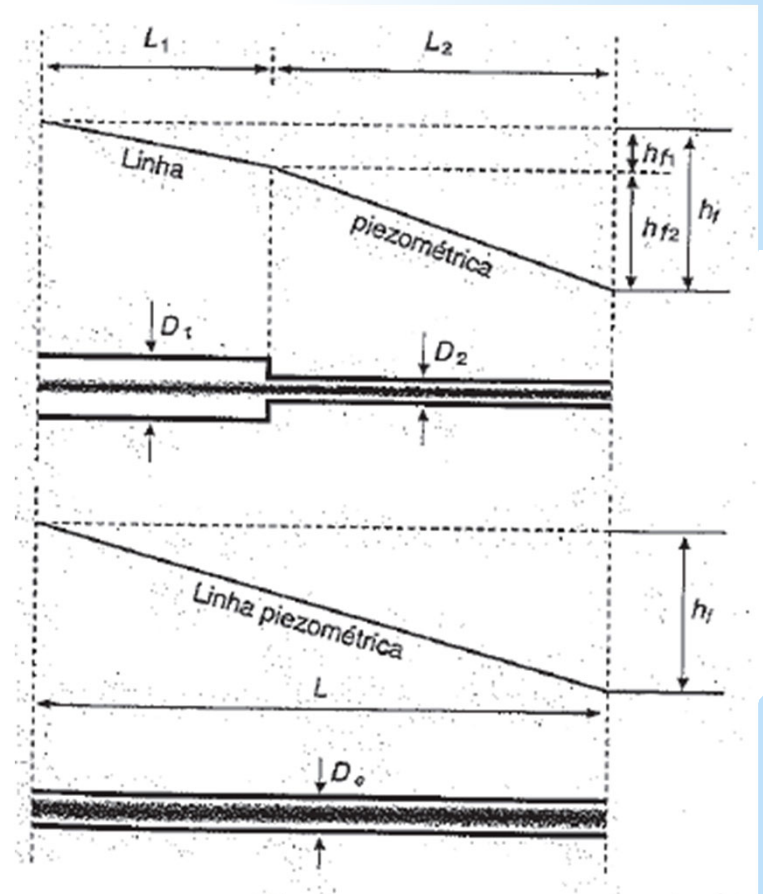
Eq. 7
$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

Eq. 8
$$\Delta H = \sum f_i \frac{L_i V_i^2}{D_i 2g} = \frac{8}{g\pi^2} \sum \frac{f_i L_i}{D_i^5} Q^2$$

Eq. 9
$$\Delta H = 0,00827 Q^2 \sum \frac{f_i L_i}{D_i^5}$$

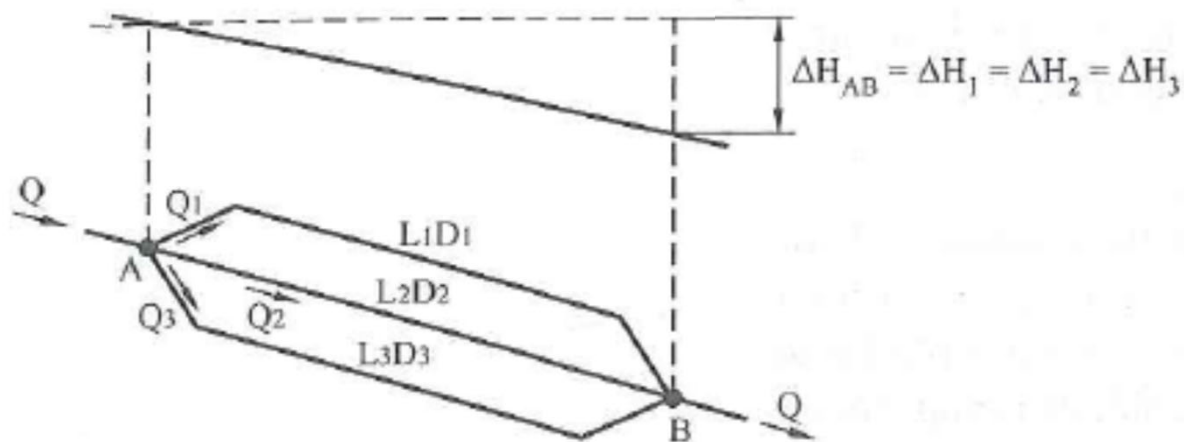
Eq. 10
$$\frac{f_{eq} L_{eq}}{D_{eq}^5} = \sum \frac{f_i L_i}{D_i^5}$$

* Na prática são muito utilizados quando a rede contempla derivações, mudanças de material ou anda por problemas construtivos, como travessias sob aterros, rodovias e etc. O cálculo é feito considerando a soma das perdas de carga em cada trecho e determinando-se um diâmetro equivalente



Azevedo Netto, 1998

*Conduitos em paralelo



Porto, 2006

$$Q_i = \sqrt{\frac{g\pi^2}{8} \frac{D_i^5}{f_i L_i} \Delta H}$$

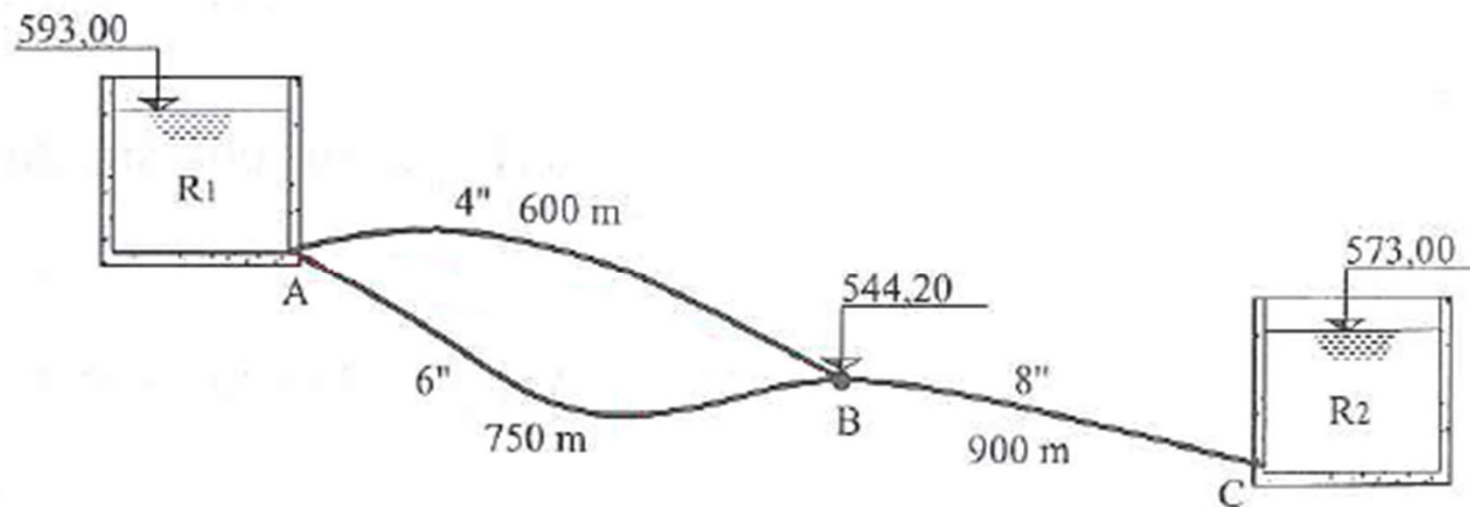
$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

* Também é frequente o uso de diversas tubulações em paralelo. Neste caso o conceito é semelhante ao do fluxo de corrente elétrica através de resistores em paralelo, no qual a diferença de carga é a mesma para qualquer dos caminhos de fluxo:

$$\frac{D^{2,5}}{f^{0,5} L^{0,5}} = \frac{D_1^{2,5}}{f_1^{0,5} L_1^{0,5}} + \frac{D_2^{2,5}}{f_2^{0,5} L_2^{0,5}} + \frac{D_3^{2,5}}{f_3^{0,5} L_3^{0,5}}$$

* Exercício 2

- * Calcular a vazão em escoamento no sistema composto pelas tubulações em série e paralelo e dois reservatórios
- * Dados $f = 0,020$
- * Desprezar as perdas localizadas e os termos cinéticos do escoamento



Porto, 2006