

PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

A maior parte de tubulações que se encontra está associada a:

- distribuição de água em cidades;
- distribuição de água em estabelecimentos comerciais ou residenciais.

O problema que se encontra nessa situação envolve as inúmeras **conexões paralelas e em série** de tubos, bem como **várias fontes** (suprimento de fluido para o sistema) e **cargas ou descargas de fluido do sistema**.

O projeto de tubulações pode envolver a criação de um novo sistema ou uma expansão de um sistema já existente.

O objetivo da engenharia é criar um sistema de tubulações que forneça as **vazões especificadas nas pressões especificadas**, de forma confiável com custo mínimo (custo inicial + manutenção).

Passos a serem seguidos:

- preparar a configuração do sistema;
- determinar diâmetros de tubos e pressões em todo o sistema.

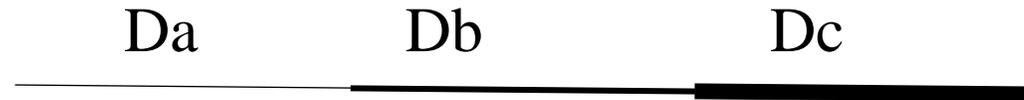


PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

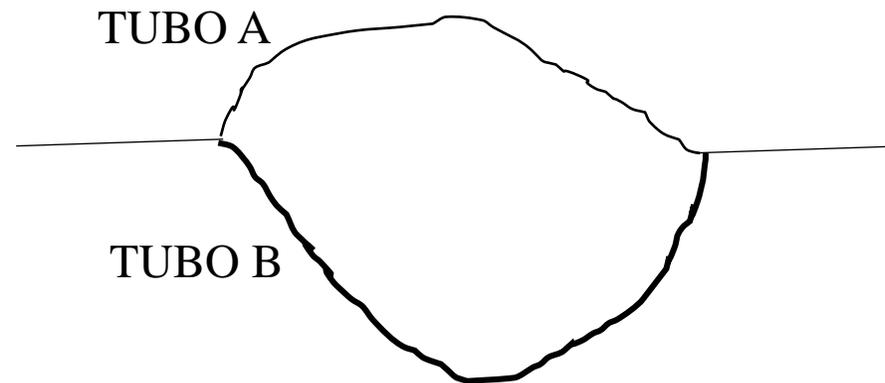
REDES DE TUBULAÇÕES

Em redes de tubulações, os tubos podem se conectar em série ou em paralelo.

Tubos em série:



Tubos em paralelo:



PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

Análise para tubos em série:

Da

Db

Dc



Como se está em regime permanente, a vazão mássica em cada seção da tubulação deve ser igual:

$$\dot{m}_a = \dot{m}_b = \dot{m}_c$$

Se o fluido é incompressível:

$$\dot{q}_a \rho_a = \dot{q}_b \rho_b = \dot{q}_c \rho_c$$

$$\dot{q}_a = \dot{q}_b = \dot{q}_c$$

PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

Assim, genericamente, tem-se:

$$\dot{m}_i = \dot{m}_j$$

E obtém-se:

$$v_{bi} = v_{bj} \left(\frac{D_j}{D_i} \right)^2$$

Com relação à perda de energia mecânica: considerando-se uma partícula de fluido, este deve passar, necessariamente por todas as seções de tubulação, perdendo energia mecânica em cada seção. Desta forma tem-se:

$$lwf_{total} = \sum_k lwf_k$$

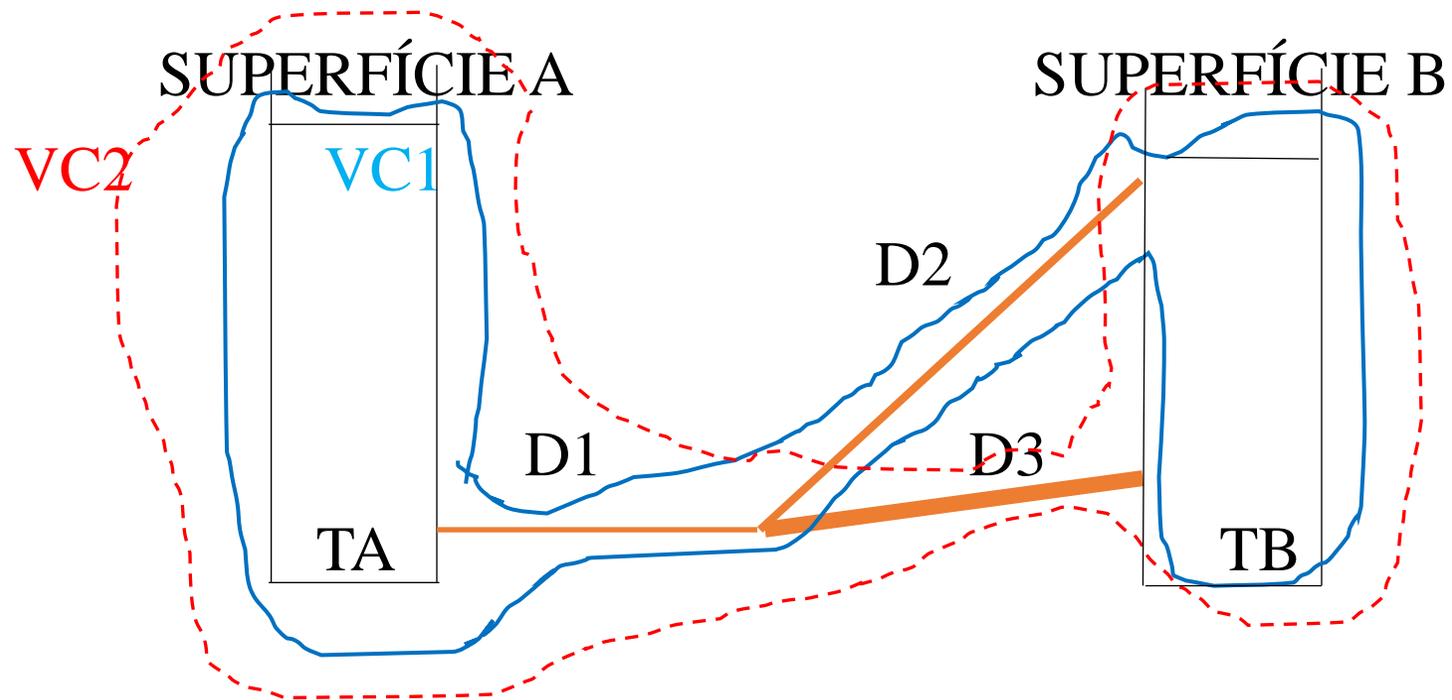


PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

Análise para tubos em paralelo:

Para esta análise, considere-se a seguinte rede de distribuição:



PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

Fluido sai do tanque TA e segue para o tanque TB.

Saindo de TA tem-se a tubulação com diâmetro D1.

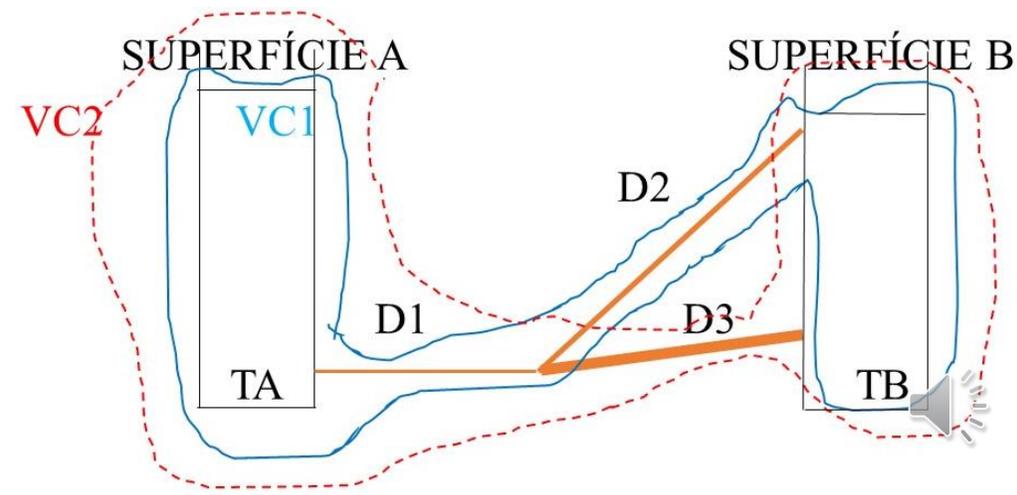
A tubulação divide-se em duas com diâmetros D2 e D3 que terminam no tanque TB.

Com relação às vazões mássicas que passam pelos tubos com diâmetros D1, D2 e D3, tem-se:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 + \dot{m}_3$$

Ou para fluido incompressível:

$$q_1 = q_2 + q_3$$



PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

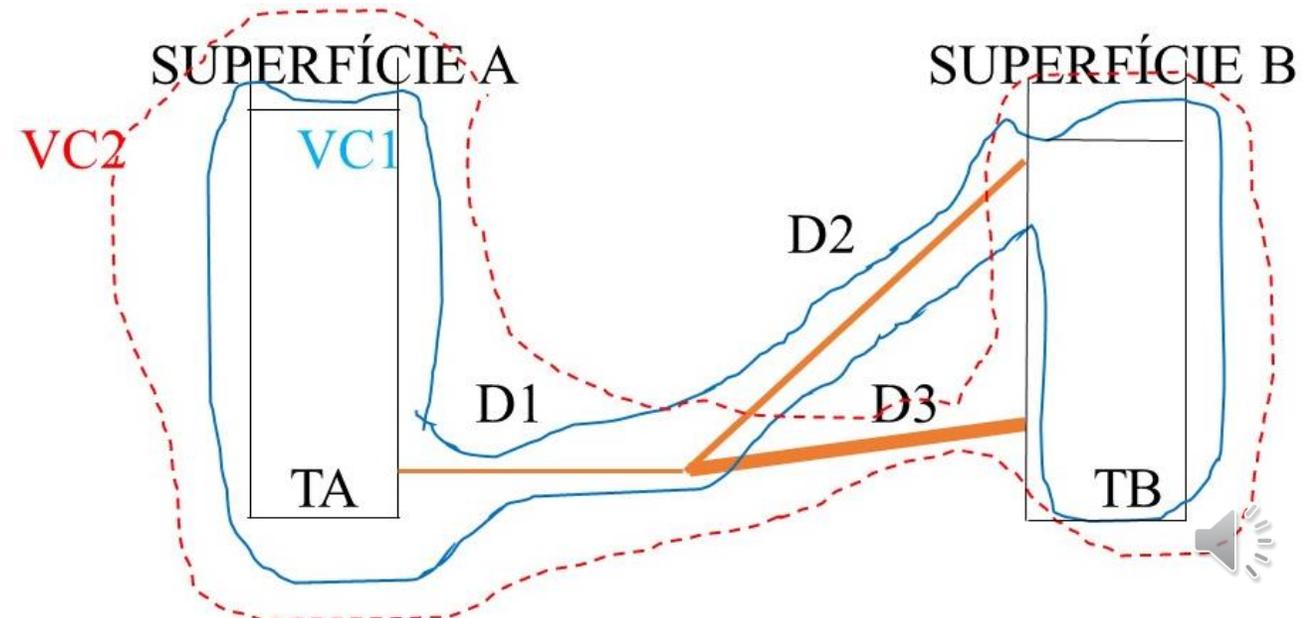
As superfícies A e B definem os Volumes de Controle VC1 e VC2 nos quais se aplicarão a equação de Bernoulli:

$$\text{No VC1: } \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_{bA}^2}{2g} + z_A = \frac{p_B}{\rho g} + \frac{v_{bB}^2}{2g} + z_B + \frac{lwf_1}{g} + \frac{lwf_2}{g} \quad (\text{eq I})$$

$$\text{No VC2: } \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_{bA}^2}{2g} + z_A = \frac{p_B}{\rho g} + \frac{v_{bB}^2}{2g} + z_B + \frac{lwf_1}{g} + \frac{lwf_3}{g} \quad (\text{eq II})$$

Subtraindo-se a eq I da eq II, obtém-se:

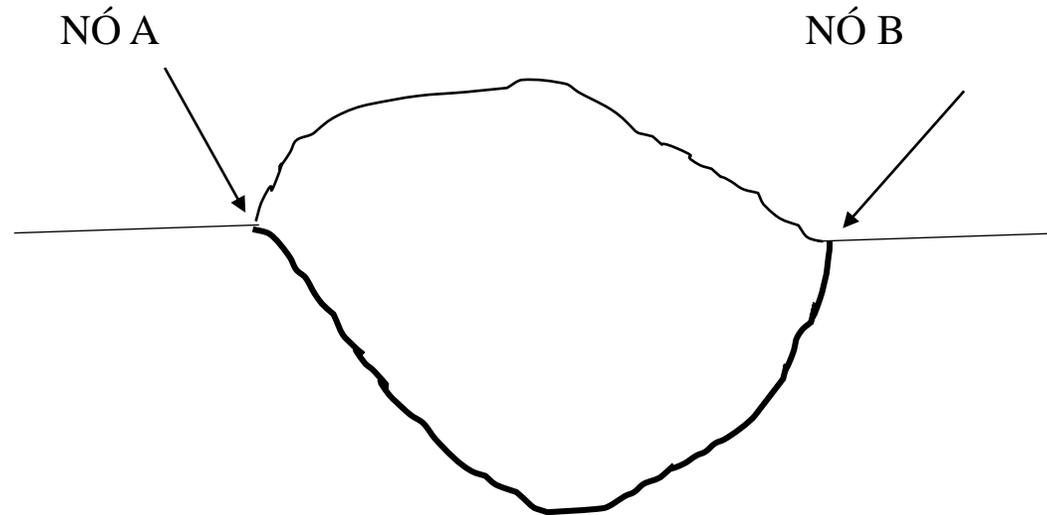
$$lwf_2 = lwf_3$$



PQI 3203: FENÔMENOS DE TRANSPORTE I

REDES DE TUBULAÇÕES

Para se justificar esse fato:



A **pressão** no Nó A é uniforme em toda a seção de entrada na bifurcação assim como a pressão B no Nó B. Como a perda de energia mecânica reflete-se numa perda de pressão e a diferença de pressão entre os Nós A e B é $p_A - p_B$, igual para os dois volumes de controle, as perdas de energia mecânica devem ser iguais para os dois VC's.

