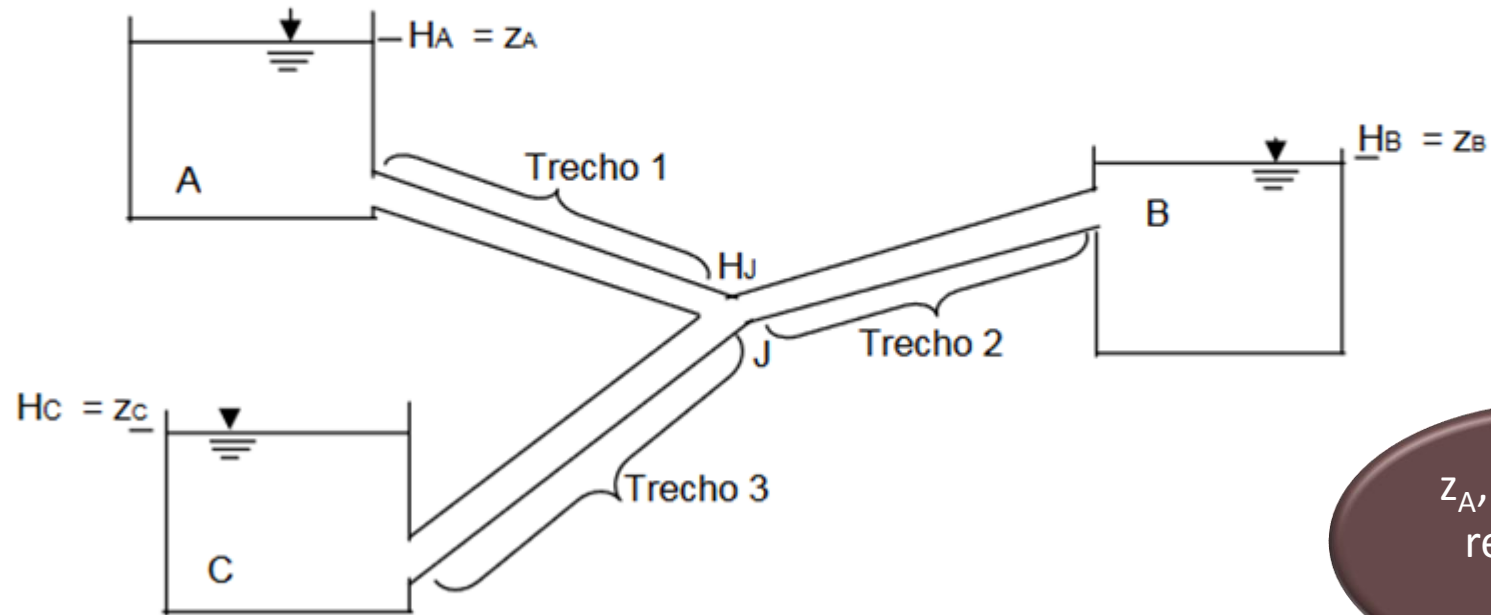


PROBLEMAS DOS TRÊS RESERVATÓRIOS

Considere o seguinte sistema de reservatórios e tubos:



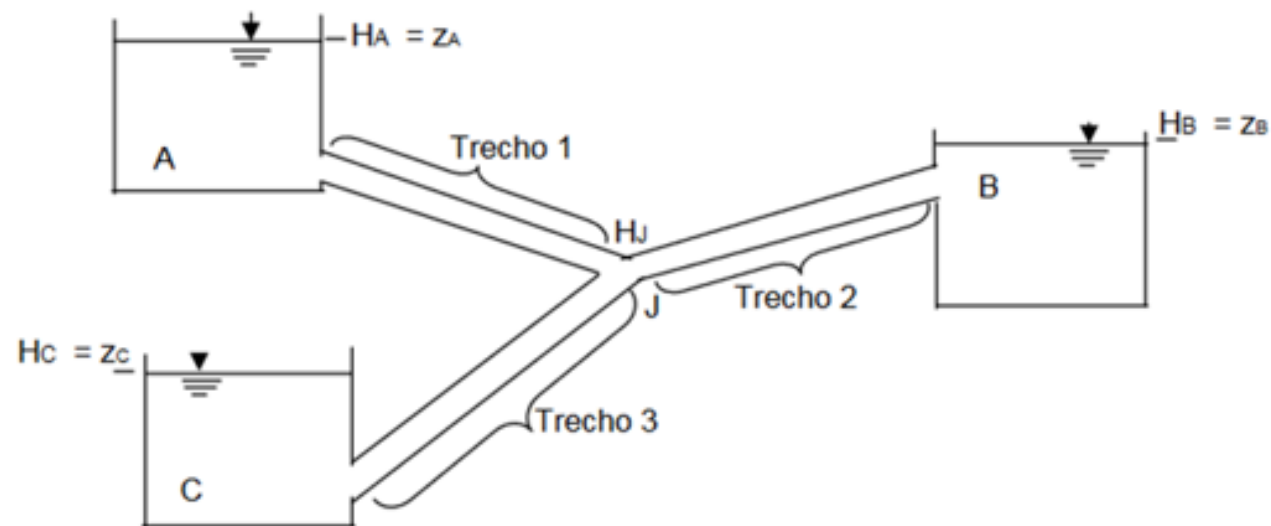
Onde H_J é a carga total no nó de junção J.

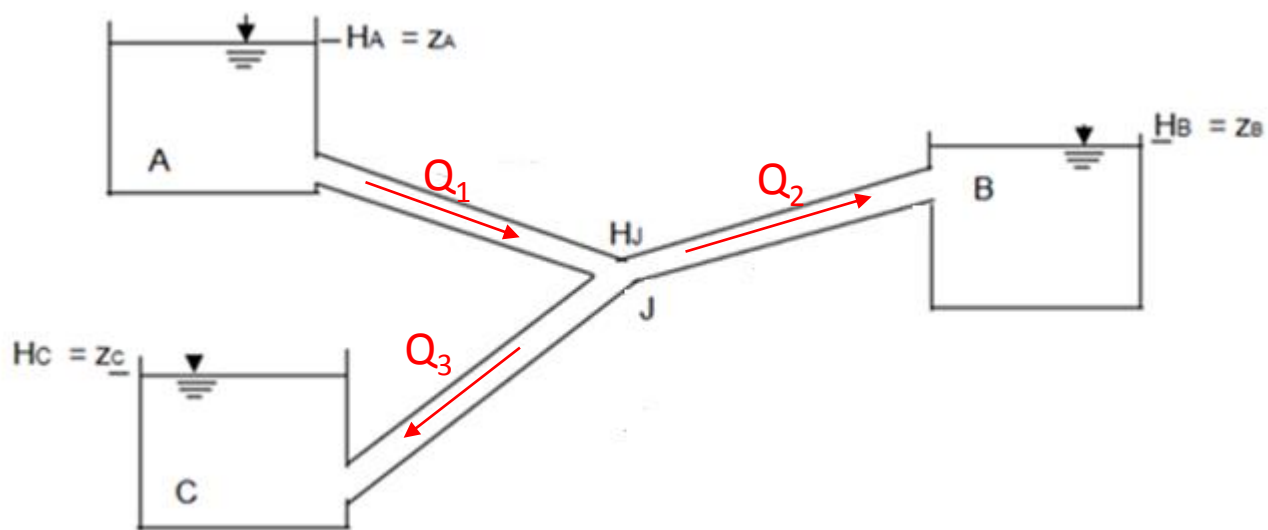
Agora é pensar nos parâmetros envolvidos em cada trecho (Q_i , L_i , D_i , K_i ou C_i e ΣLeq_i)

z_A , z_B e z_C em relação ao PHR



O reservatório mais alto é sempre ABASTECEDOR e o mais baixo RECEPTOR, mas o(s) intermediário(s) dependerá(ão) da comparação da carga total no nó J (H_J) com a carga total dele(s), no caso apresentado seria a carga total em B (H_B)



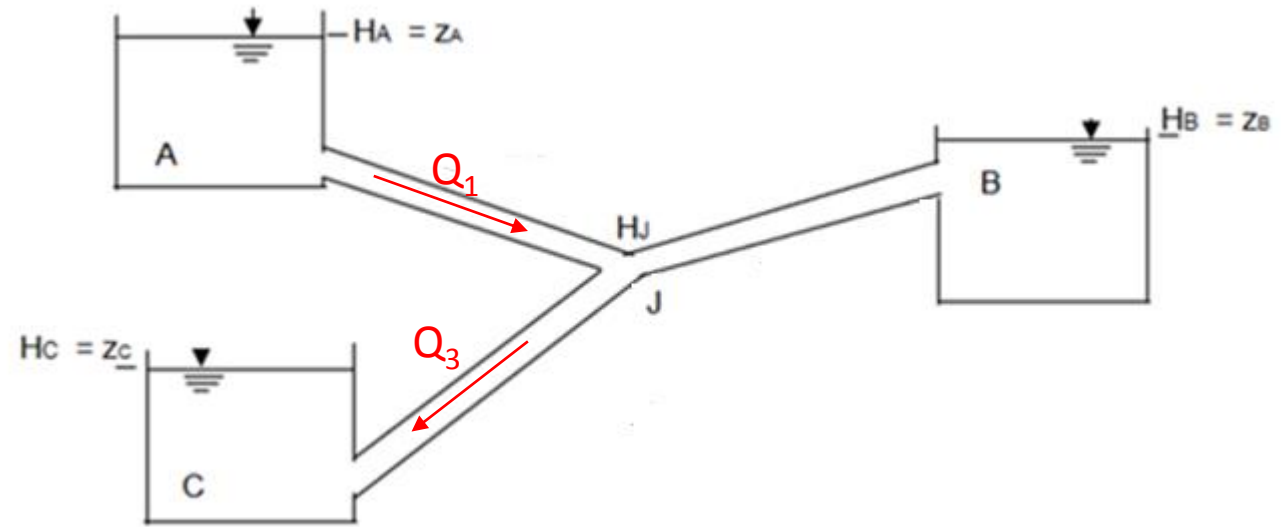


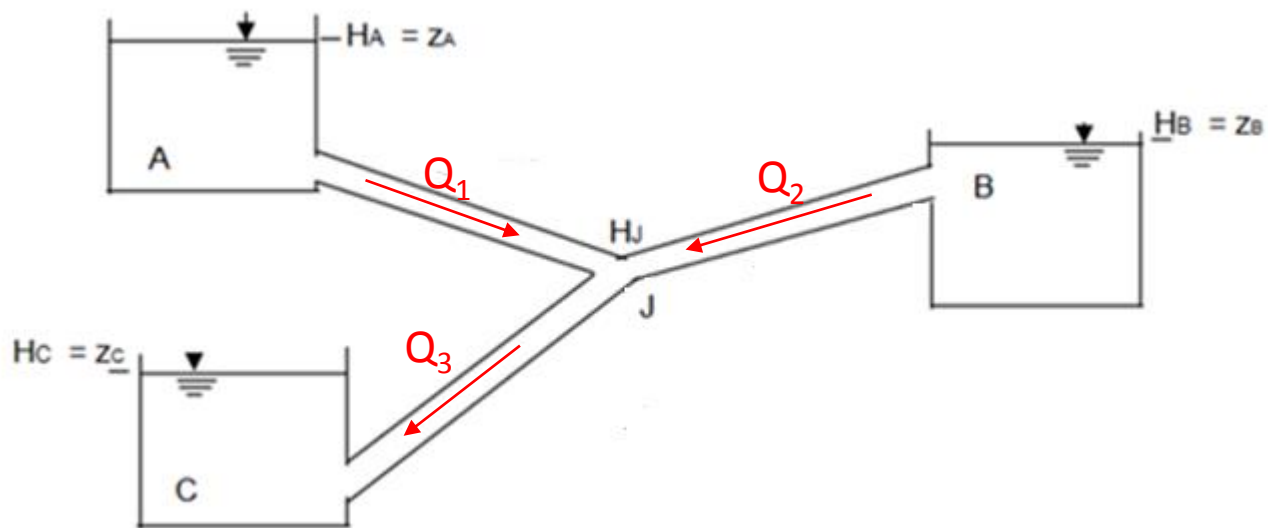
Caso 1: $H_J > H_B$, neste caso o reservatório B é RECEPTOR, portanto:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$



Caso 2: $H_J = H_B$, neste caso o reservatório B não é nem RECEPTOR, nem ABASTECEDOR, já que não há escoamento para B, portanto: $Q_2 = 0$ e $Q_1 = Q_3$





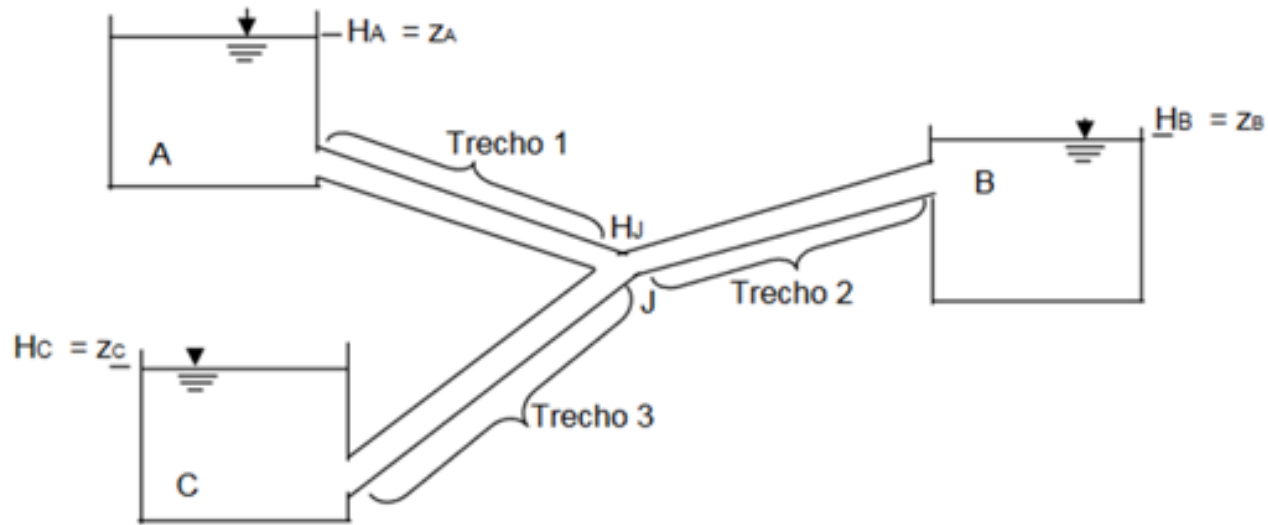
Caso 3: $H_J < H_B$, neste caso o reservatório B é ABASTECEDOR, portanto:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$



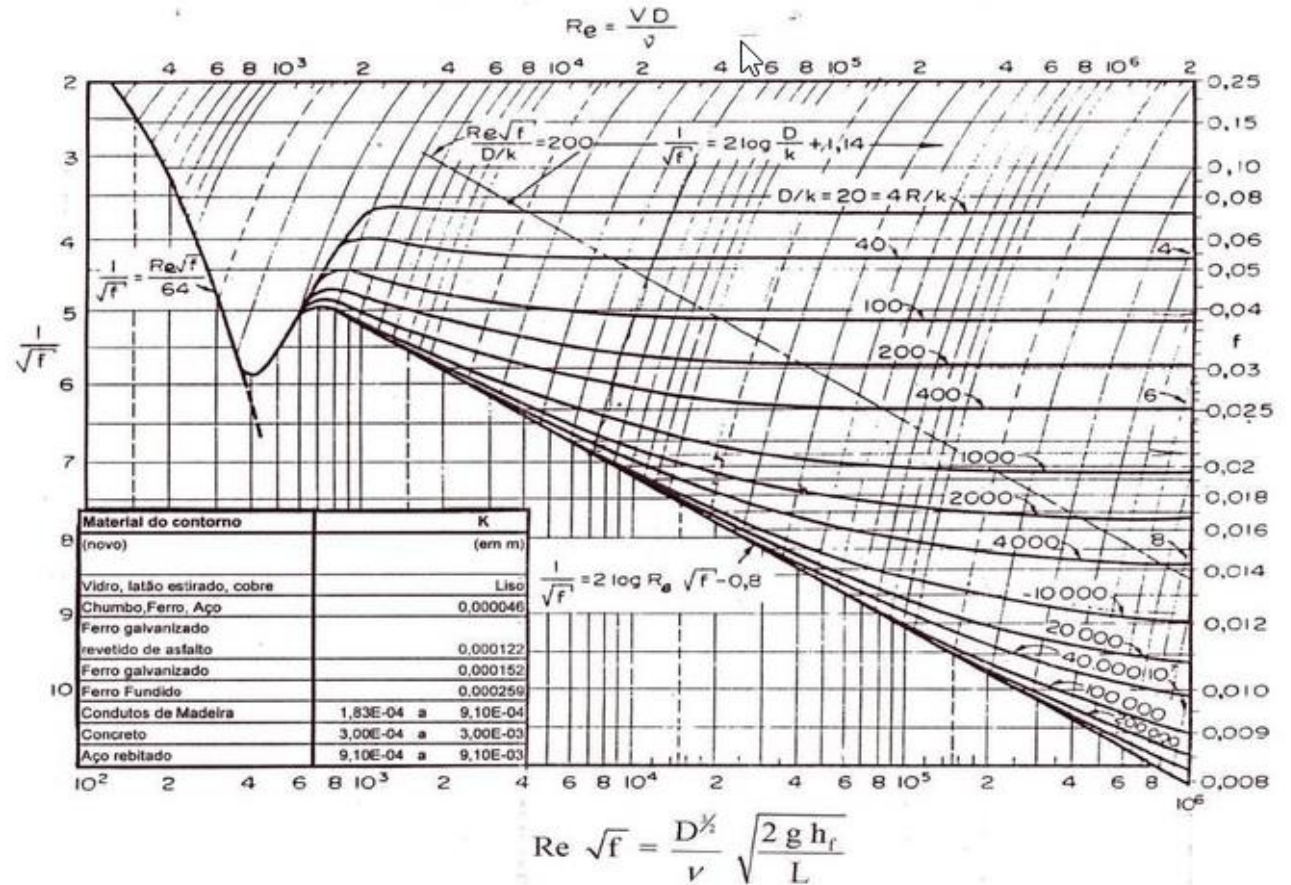
Por onde
começar?

Começamos
considerando o caso
2, ou seja, $Q_2 = 0$, e
calculamos Q_1 e Q_3



IMPORTANTE

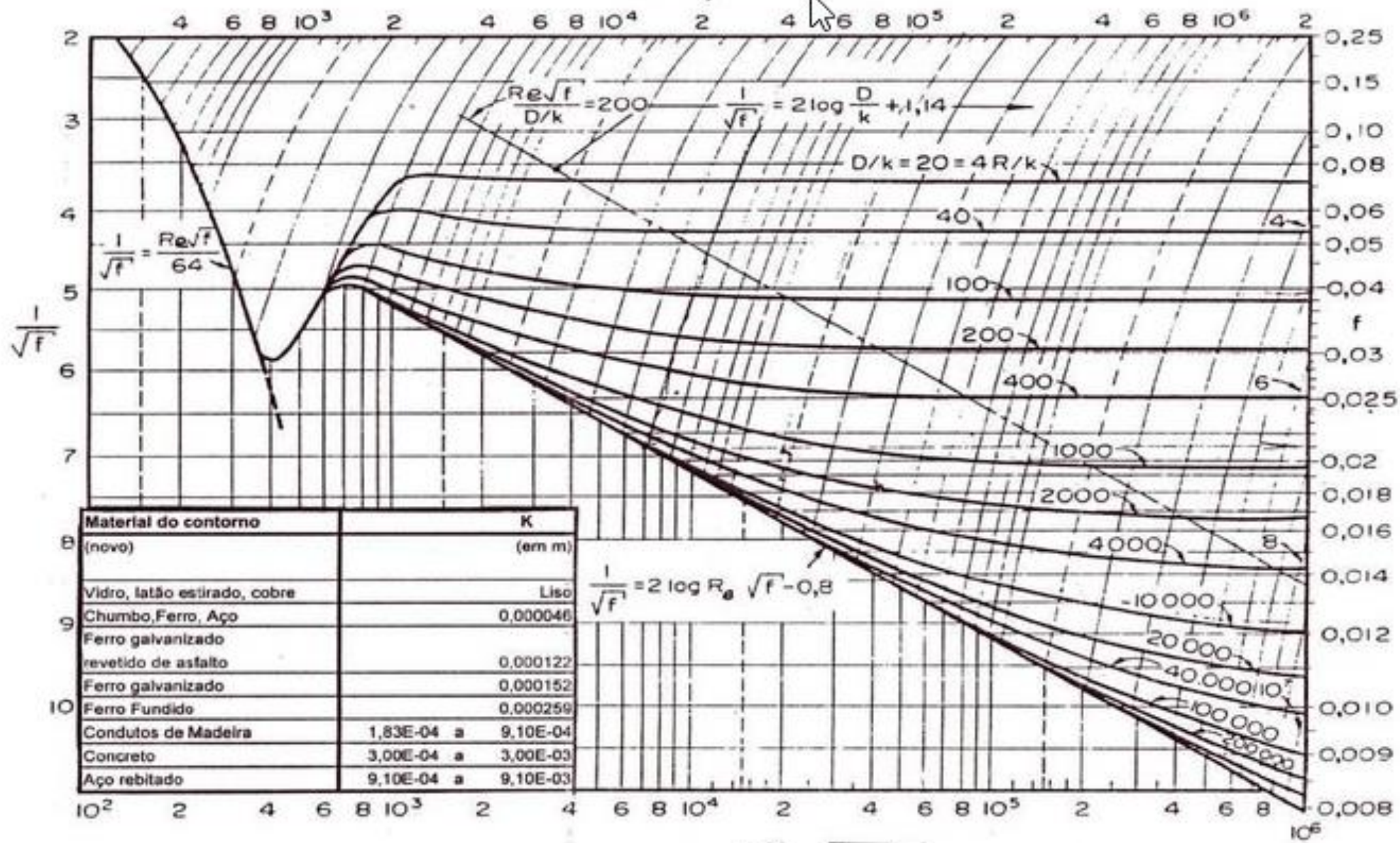
Para a soluções de problemas reais com vazões máximas é comum se ter o escoamento turbulento na região do hidraulicamente rugoso, ou seja, região onde o coeficiente de perda de carga distribuída fica constante, portanto independe da vazão, dependendo exclusivamente da rugosidade relativa, ou seja, do material do conduto.



Nesta região o coeficiente de perda de carga distribuída é calculado pela fórmula de Karman & Prandtl:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \times \log \left(\frac{3,7 \times D_H}{K} \right)$$

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$



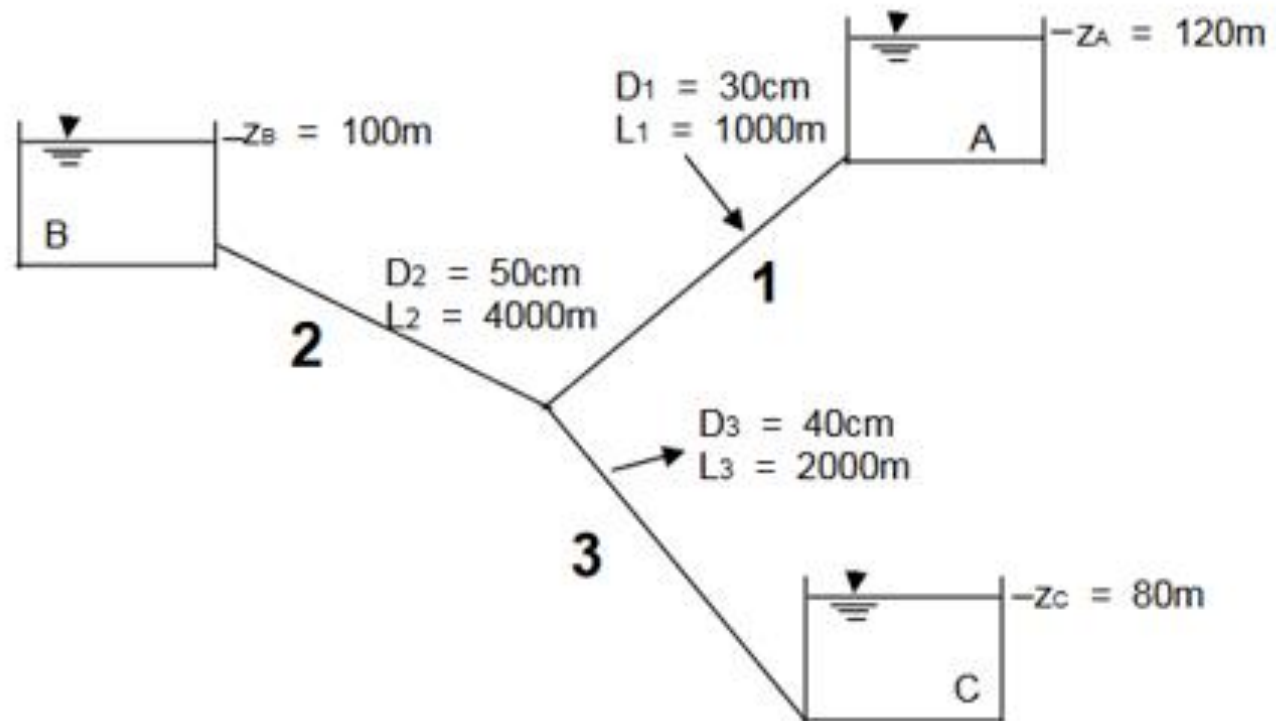
$$Re \sqrt{f} = \frac{D^{\frac{1}{2}}}{\nu} \sqrt{\frac{2 g h_f}{L}}$$



Vamos considerar o seguinte problema dos três reservatórios:

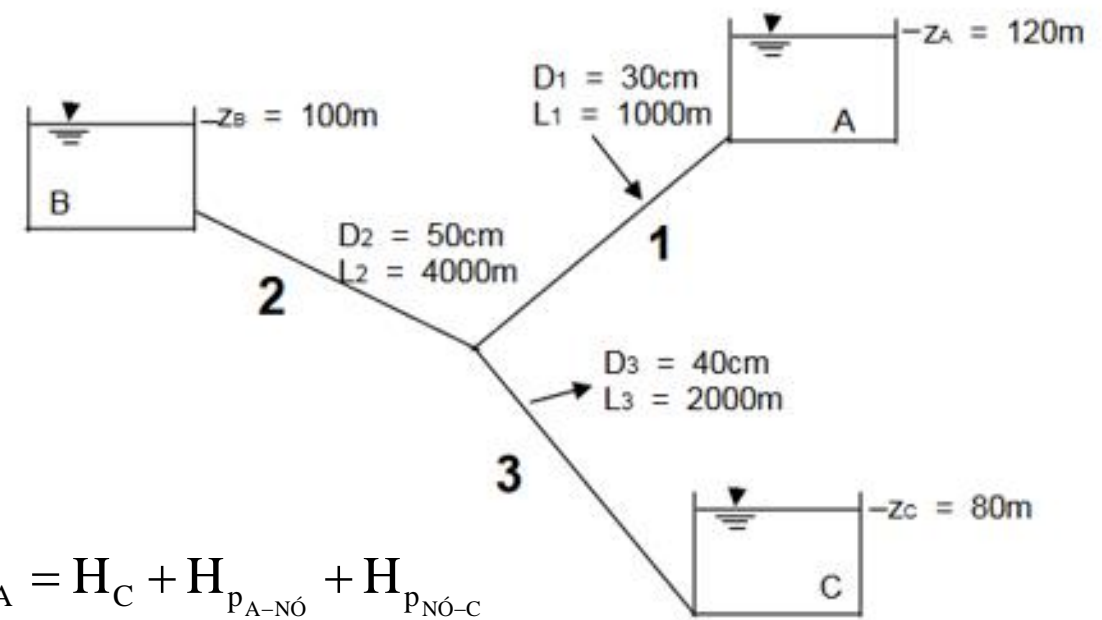


Se os tubos são feitos de concreto ($k = 0,6 \text{ mm}$) e a temperatura d'água é 20°C , calcule a vazão em cada tubo.



Vou calcular as perdas com a fórmula universal!

Considerando $Q_2 = 0$, portanto $Q_1 = Q_3 = Q$ e aplicando a equação da energia do nível do reservatório A ao nível do reservatório C, resulta:



$$H_A = H_C + H_{p_{A-NÓ}} + H_{p_{NÓ-C}}$$

$$120 = 80 + H_{p_1} + H_{p_3}$$

$$H_{p_1} + H_{p_3} = 40$$

$$f_1 \times \frac{1000}{0,30} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left(\frac{\pi \times 0,3^2}{4} \right)^2} + f_3 \times \frac{2000}{0,40} \times \frac{Q^2}{19,6 \times \left(\frac{\pi \times 0,4^2}{4} \right)^2} = 40$$

$$f_1 \times 34037,51865 \times Q^2 + f_3 \times 16154,52545 \times Q^2 = 40$$





Calculando os coeficientes
de perda de carga
distribuída nos trechos 1 e 3
e determinando a vazão

$$\frac{1}{\sqrt{f_1}} = 2 \times \log\left(\frac{3,7 \times 300}{0,6}\right)$$

$$\therefore f_1 \cong 0,023420495$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_3}} = 2 \times \log\left(\frac{3,7 \times 400}{0,6}\right)$$

$$\therefore f_3 \cong 0,021727013$$

$$f_1 \times 34037,51865 \times Q^2 + f_3 \times 16154,52545 \times Q^2 = 40$$

$$797,1755613 \times Q^2 + 350,9895933 \times Q^2 = 40$$

$$Q \cong 0,186649922 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



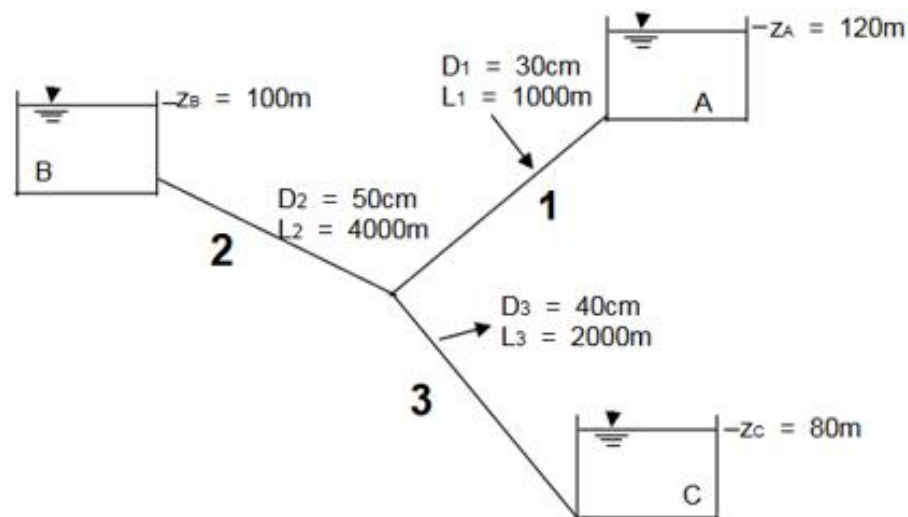
Calculamos a carga total nó e a comparamos com a carga total no nível do reservatório B:

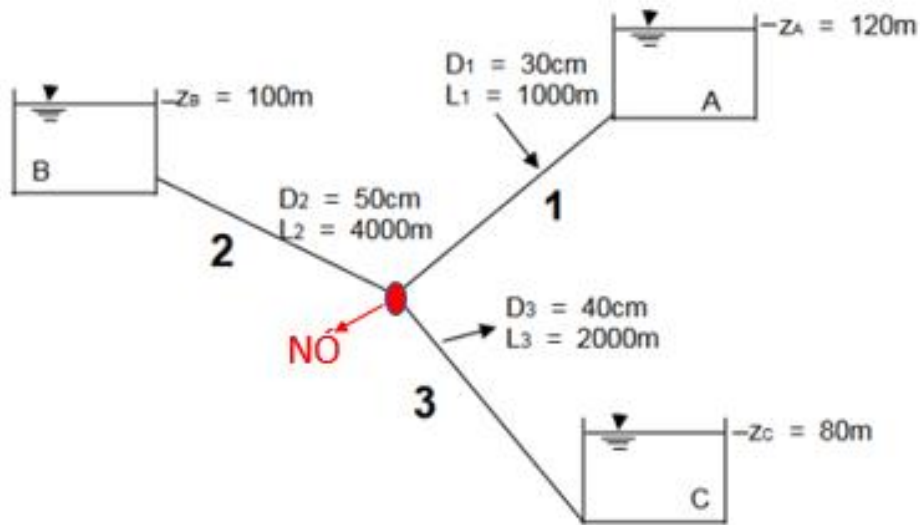
$$H_A = H_{\text{NÓ}} + H_{p_1}$$

$$120 = H_{\text{NÓ}} + 797,1755613 \times 0,186649922^2$$

$$H_{\text{NÓ}} \cong 92,22784364\text{m}$$

Como a carga total do nó é diferente da carga total em B, já concluímos que Q_2 é diferente de zero e como $H_{\text{NÓ}} < H_B$, constamos que o reservatório B é ABASTECEDOR, portanto estamos no caso 3





Montando as equações



$$120 - H_{\text{NÓ}} = H_{p_1} \therefore 120 - H_{\text{NÓ}} = 797,1755613 \times Q_1^2 \rightarrow (1)$$

$$100 - H_{\text{NÓ}} = H_{p_2} \therefore 100 - H_{\text{NÓ}} = f_2 \times \frac{4000}{0,5} \times \frac{Q_2^2}{19,6 \times \left(\frac{\pi \times 0,5^2}{4} \right)^2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f_2}} = 2 \times \log \left(\frac{3,7 \times 500}{0,6} \right) \rightarrow f_2 \cong 0,020536809$$

$$100 - H_{\text{NÓ}} = 217,4238089 \times Q_2^2 \rightarrow (2)$$

$$H_{\text{NÓ}} - 80 = 350,9895933 \times Q_3^2 \rightarrow (3)$$

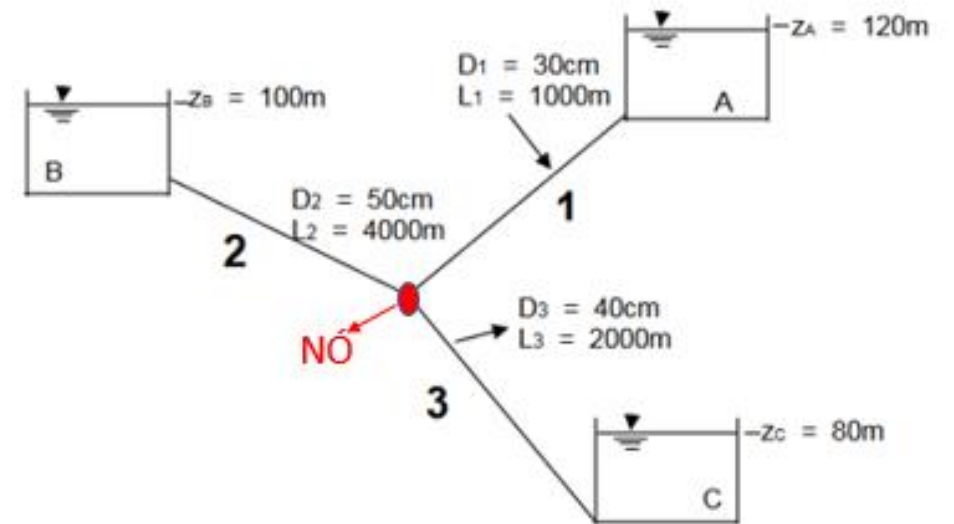
$$Q_1 + Q_2 = Q_3 \rightarrow (4)$$



Analisando as equações anteriores, constatamos que:

$$80 < H_{\text{NÓ}} < 100$$

Resolvemos pelo método iterativo e para isto o Excel nos ajuda muito!



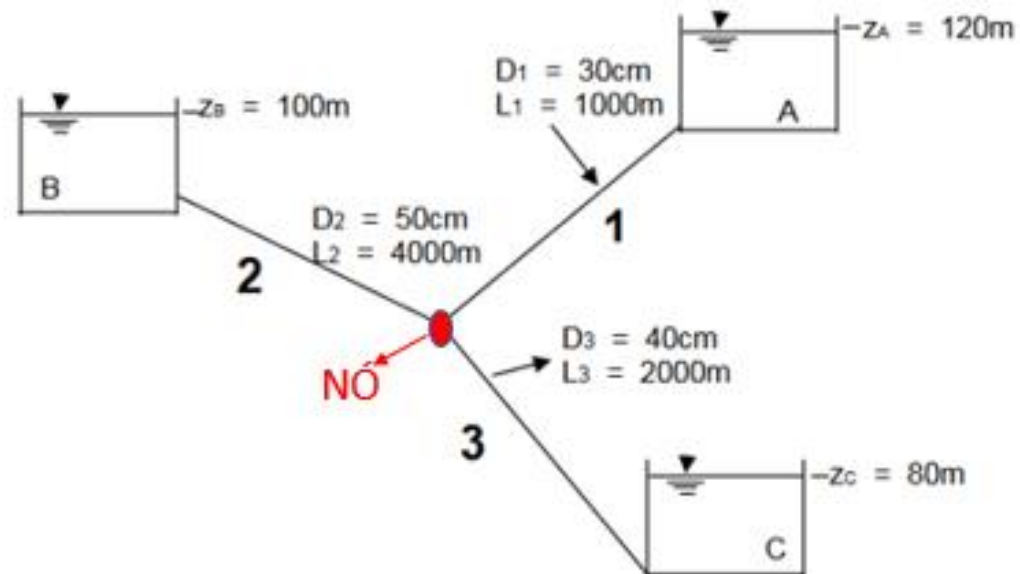
H _{NÓ} (m)	Q ₁ (m ³ /s)	Q ₂ (m ³ /s)	Q ₃ (m ³ /s)	Q ₃ -Q ₁ -Q ₂ (m ³ /s)					
80	0,22400257	0,30329234	0	-0,527294918	98,1	0,16574677	0,09348098	0,227086945	-0,032140802
82	0,2183307	0,28772838	0,075486255	-0,430572828	98,2	0,16536792	0,0909877	0,227713393	-0,028642229
84	0,2125075	0,27127292	0,106753685	-0,377026735	98,3	0,1649882	0,08842415	0,228338122	-0,025074229
86	0,20652017	0,25375258	0,130746028	-0,329526721	98,4	0,1646076	0,08578403	0,228961147	-0,021430484
88	0,20035399	0,23492924	0,150972509	-0,284310723	98,5	0,16422612	0,08306003	0,229582481	-0,017703672
90	0,19399192	0,21446007	0,168792397	-0,239659596	98,6	0,16384376	0,08024361	0,230202138	-0,013885231
92	0,187414	0,19181892	0,184902806	-0,194330113	98,7	0,1634605	0,07732468	0,230820131	-0,009965045
94	0,18059665	0,16612006	0,199717857	-0,14699885	98,8	0,16307633	0,07429115	0,231436474	-0,005931009
96	0,17351165	0,13563646	0,21350737	-0,095640737	98,9	0,16269127	0,07112836	0,23205118	-0,001768445
98	0,16612475	0,09590946	0,226458764	-0,035575451	98,92	0,16261414	0,07047877	0,232173926	-0,000918989
99	0,16230528	0,06781823	0,232664263	0,002540749	98,94	0,16253698	0,06982314	0,232296607	-6,35171E-05
					98,96	0,16245979	0,0691613	0,232419224	0,000798141

98,9402	0,16253621	0,06981655	0,232297834	-5,49315E-05
98,9404	0,16253544	0,06980997	0,23229906	-4,63452E-05
98,9406	0,16253467	0,06980338	0,232300287	-3,77583E-05
98,9408	0,1625339	0,06979679	0,232301513	-2,91707E-05
98,941	0,16253312	0,0697902	0,23230274	-2,05826E-05
98,942	0,16252927	0,06975724	0,232308872	2,23674E-05
98,9412	0,16253235	0,06978361	0,232303966	-1,19938E-05
98,9414	0,16253158	0,06977702	0,232305193	-3,40446E-06
98,9416	0,16253081	0,06977042	0,232306419	5,18554E-06
98,94142	0,1625315	0,06977636	0,232305315	-2,54549E-06
98,94144	0,16253143	0,0697757	0,232305438	-1,68651E-06
98,94146	0,16253135	0,06977504	0,232305561	-8,27524E-07
98,94148	0,16253127	0,06977438	0,232305683	3,14664E-08

Primeiras respostas:
 $Q_1 = 0,163 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_2 = 0,0698 \text{ m}^3/\text{s}$ e
 $Q_3 = 0,232 \text{ m}^3/\text{s}$



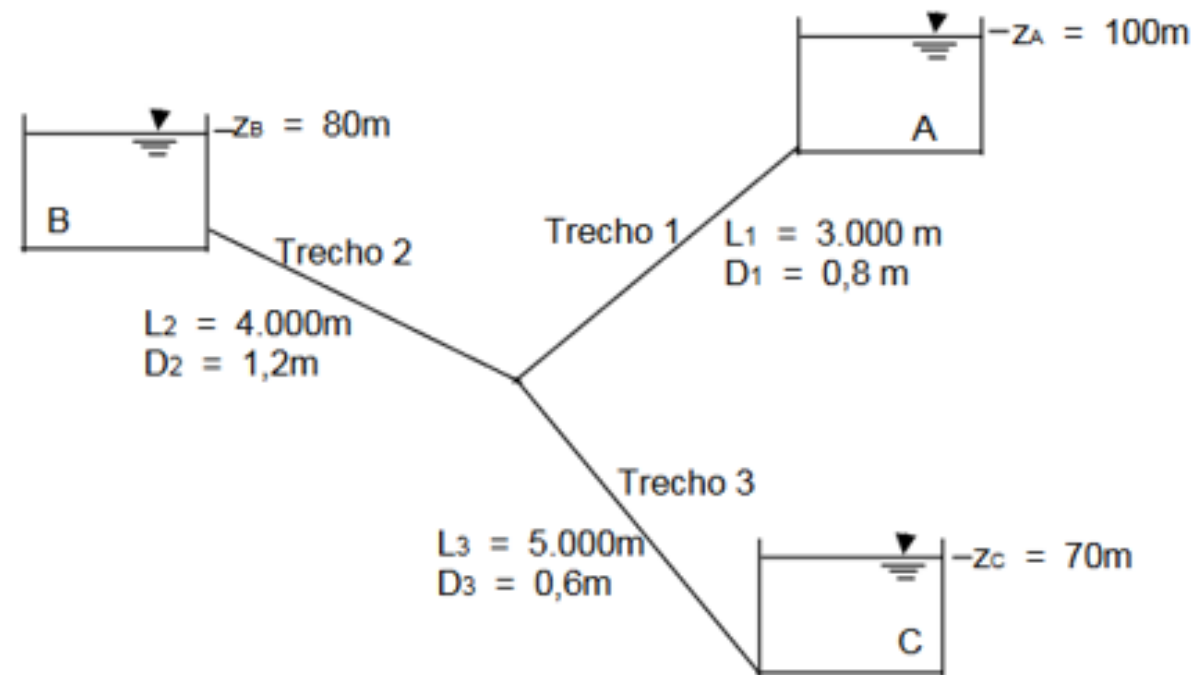
Com as vazões obtidas deveríamos obter os coeficientes de perda de carga distribuída e havendo muito diferença dos valores trabalhados, deveríamos refazer o problema com estes valores.



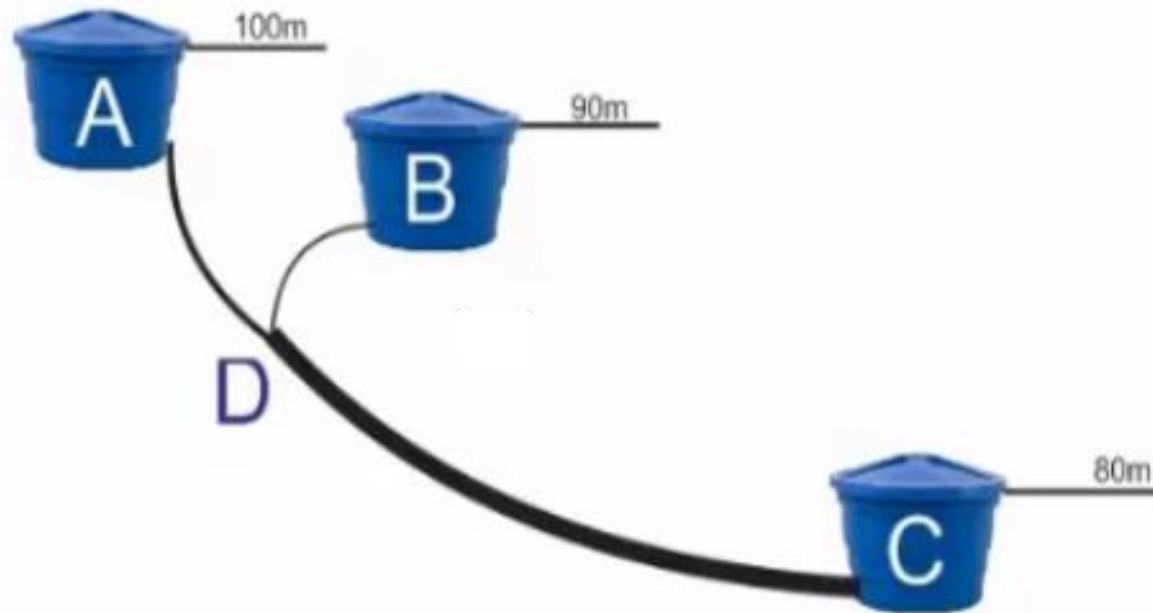
Consideramos mais este problema dos três reservatórios:



Se os tubos são feitos de concreto ($k = 0,05 \text{ mm}$) e a temperatura d'água é 20°C , calcule a vazão em cada tubo.



Considerando a instalação a seguir e os dados da tabela 1, pede-se especificar as vazões em cada um dos trechos.



Trecho	L(m)	D(mm)	f
AD	300	400	0,03
DB	300	400	0,03
DC	900	500	0,02

