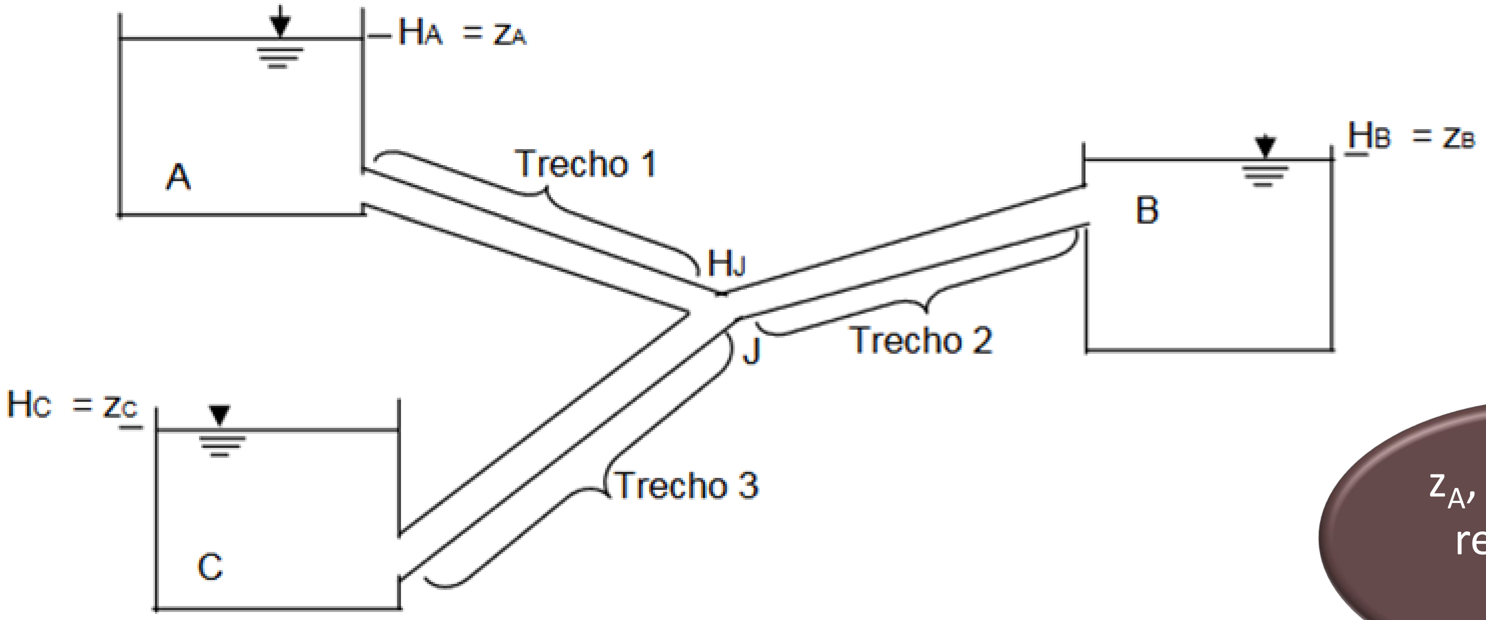
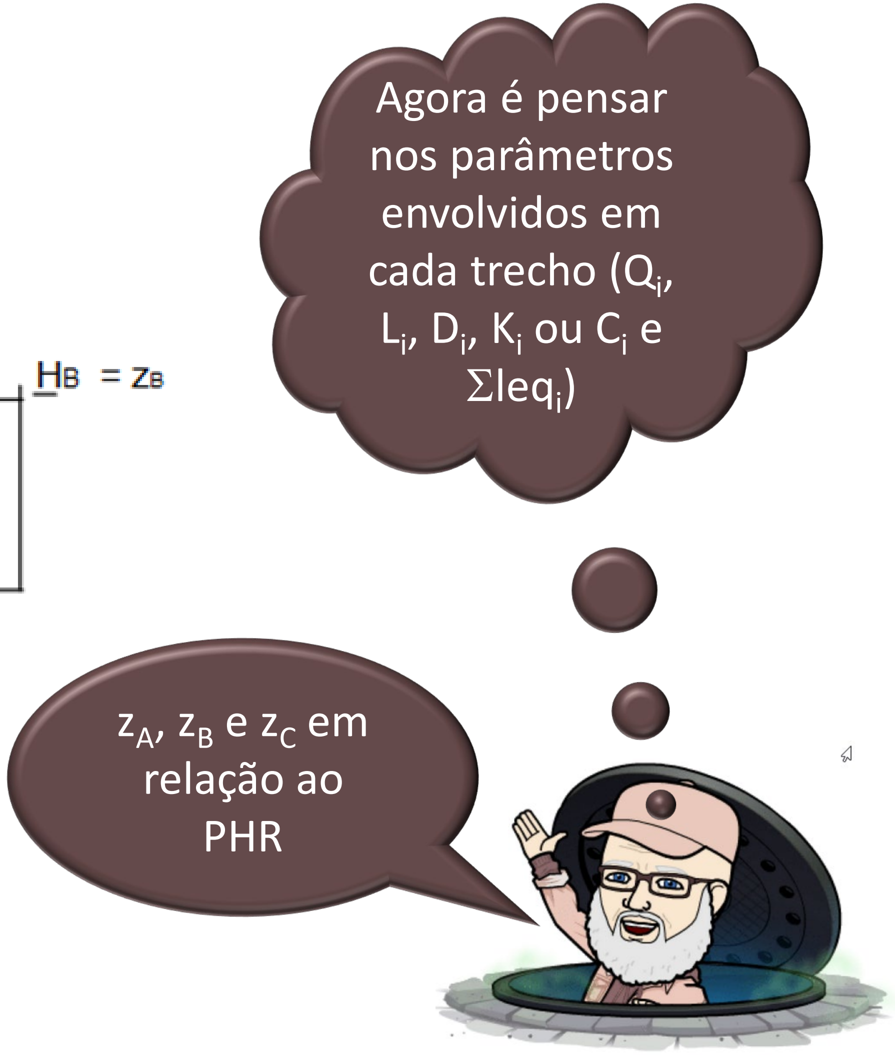
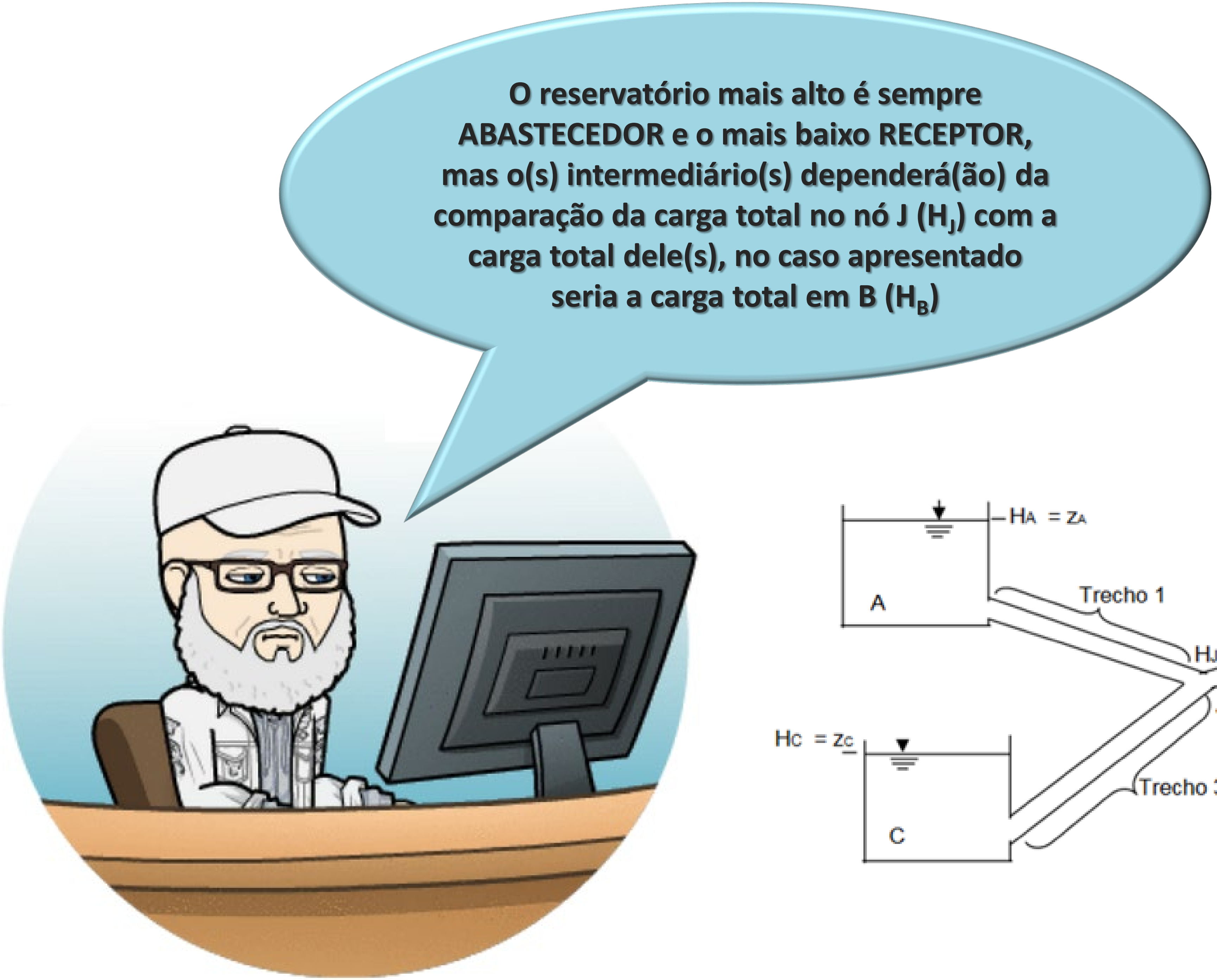
PROBLEMAS DOS TRÊS RESERVATÓRIOS

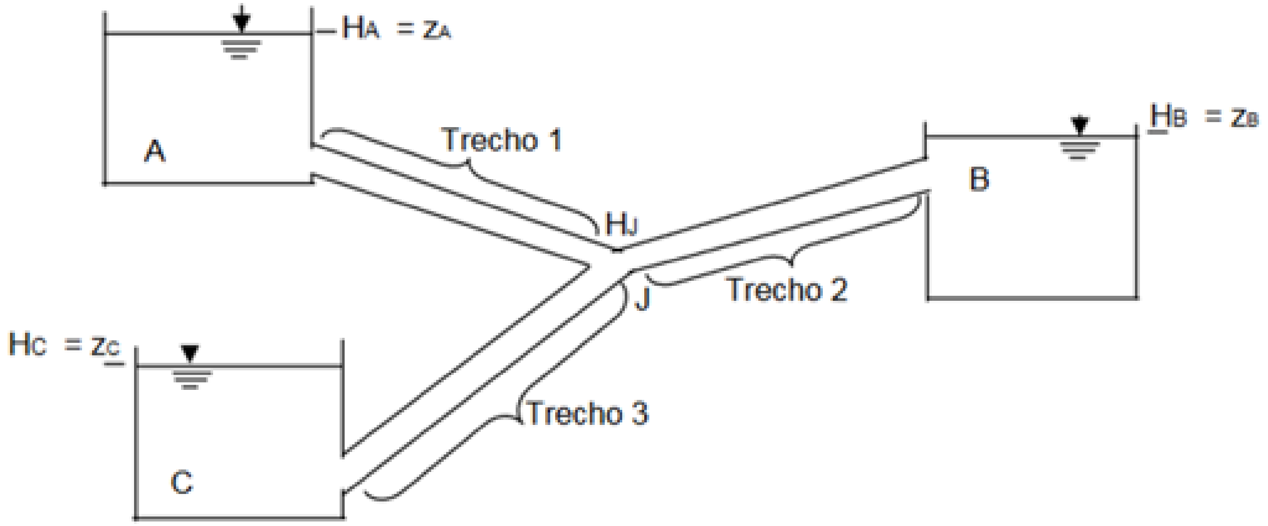
Considere o seguinte sistema de reservatórios e tubos:

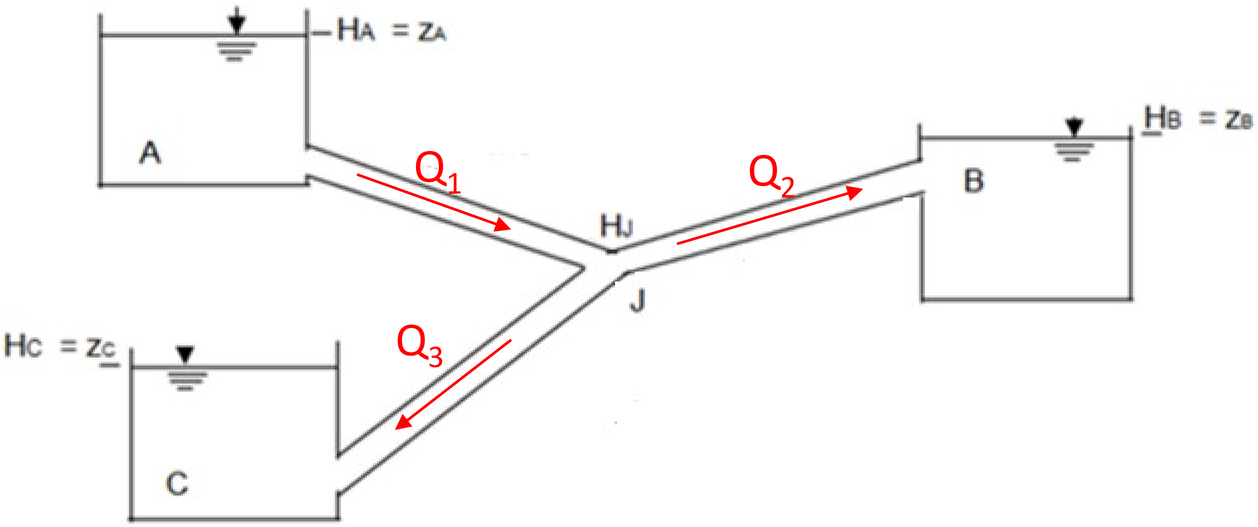


Onde H_J é a carga total no nó de junção J.




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)

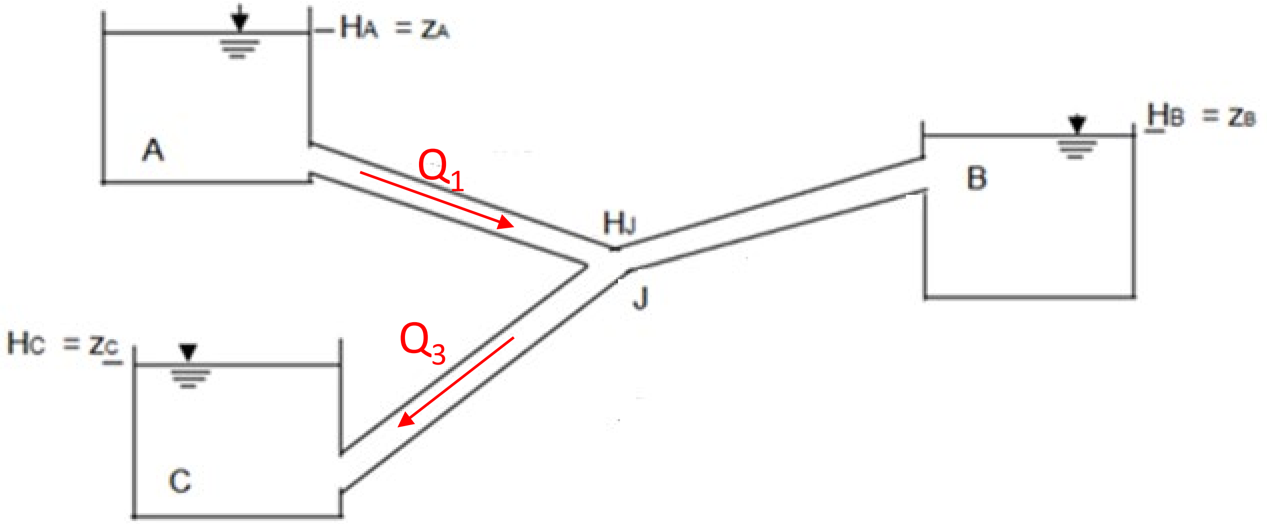

$H_A = z_A$
A
Trecho 1
H_J
$H_B = z_B$
B
J
Trecho 2
$H_C = z_C$
C
Trecho 3

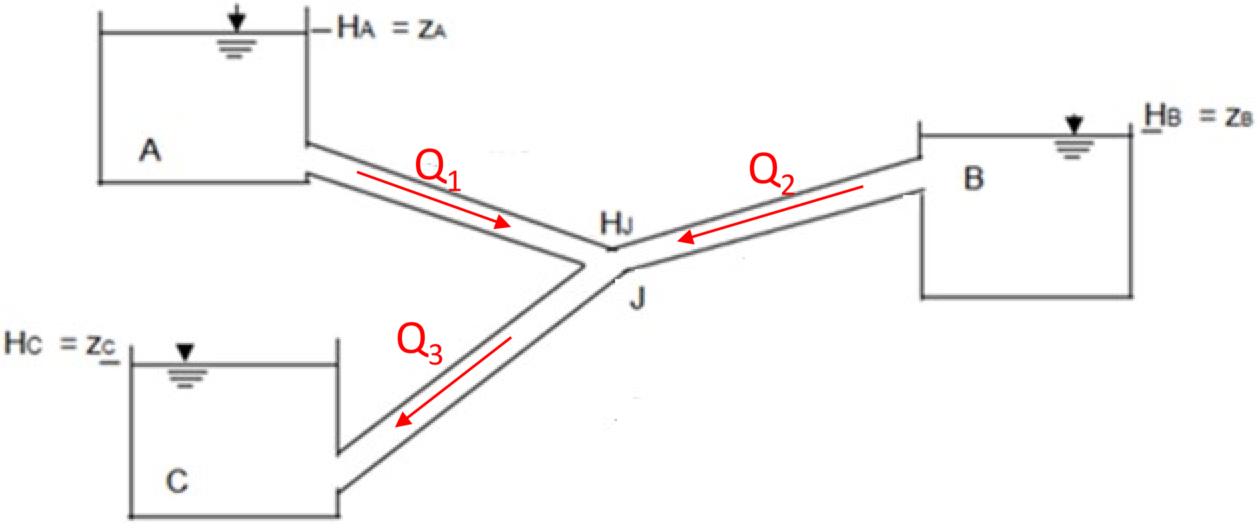


Caso 1: $H_J > H_B$, neste caso o reservatório B é RECEPTOR, portanto:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

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 $Q_1 = Q_3$



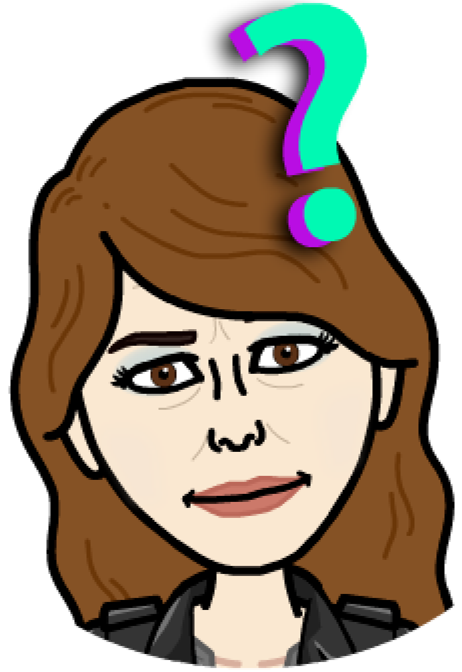


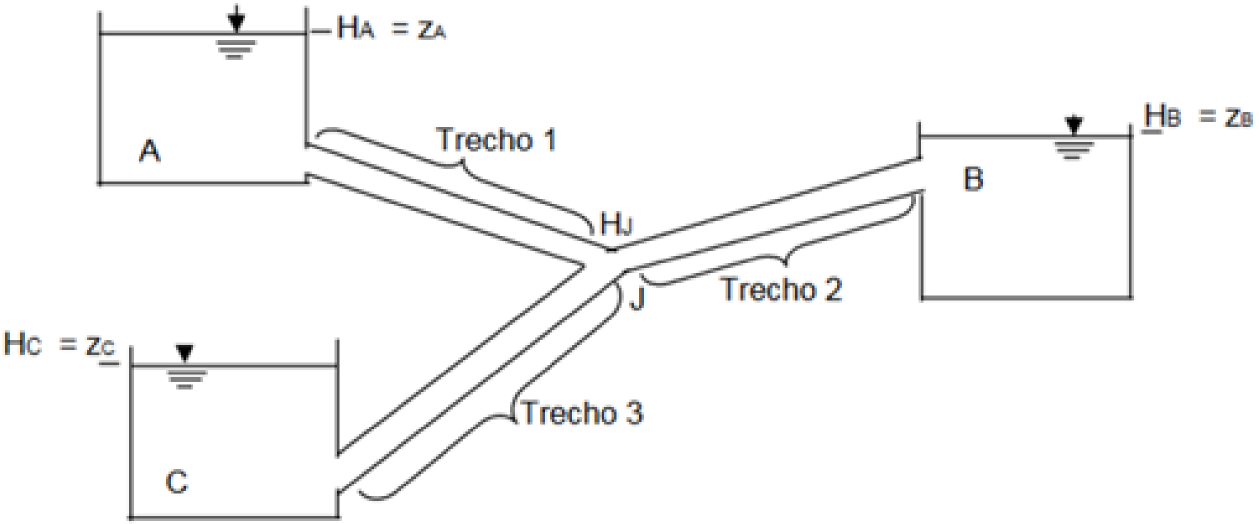
Caso 3: $H_J < H_B$, neste caso o reservatório B é ABASTECEDOR, portanto:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

Por onde começar?

Começamos considerando o caso 2, ou seja, Q2 = 0, e calculamos Q_1 e Q_3

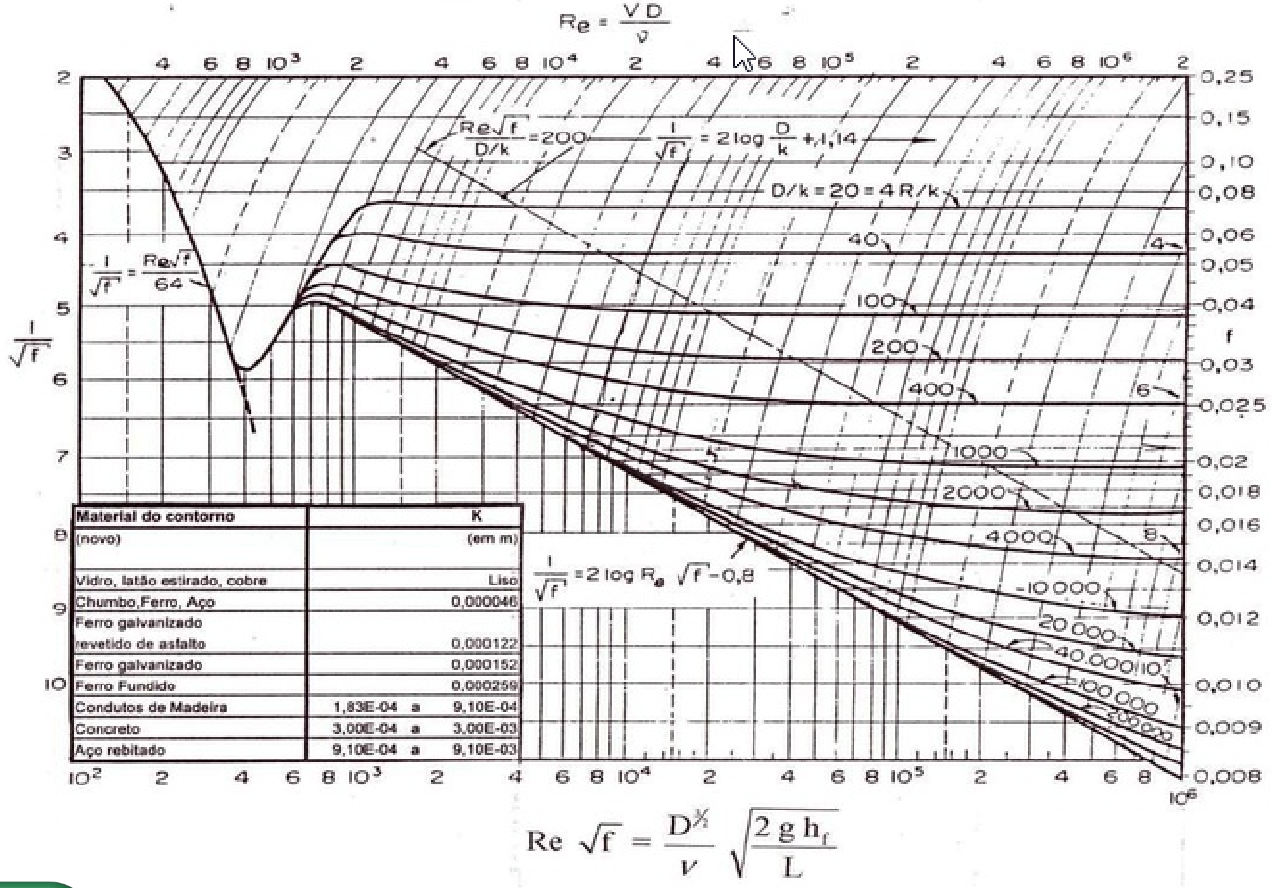




IMPORTANTE

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,

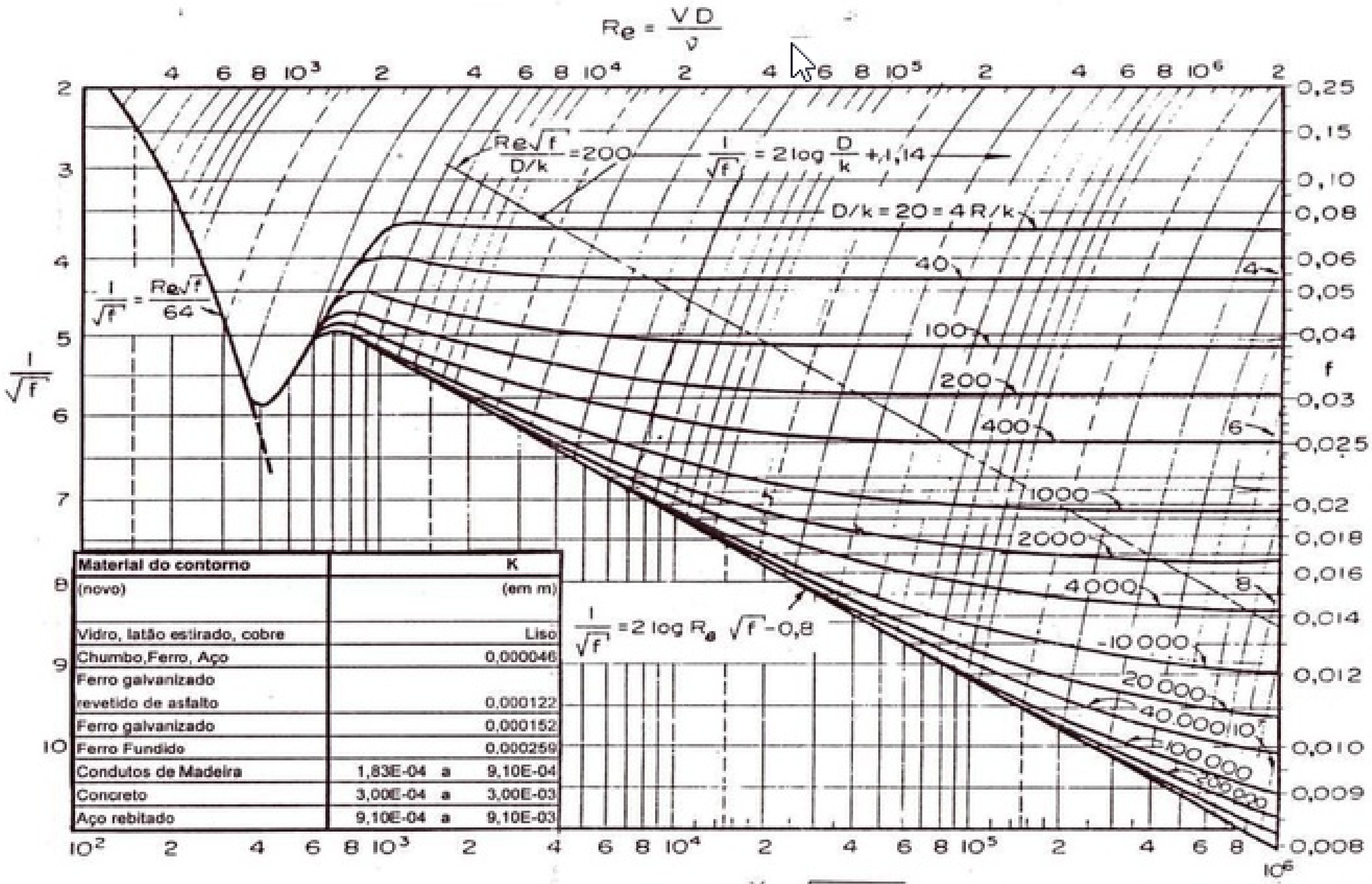
portanto independe da vazão, dependendo exclusivamente da rugosidade relativa, ou seja, do material do conduto.



Material do contorno (novo)		K (em m)
Vidro, latão estirado, cobre		Liso
Chumbo,Ferro, Aço		0,000046
Ferro galvanizado revetido de asfalto		0,000122
Ferro galvanizado		0,000152
Ferro Fundido		0,000259
Condutos de Madeira	1,83E-04 a	9,10E-04
Concreto	3,00E-04 a	3,00E-03
Aço rebitado	9,10E-04 a	9,10E-03

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

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

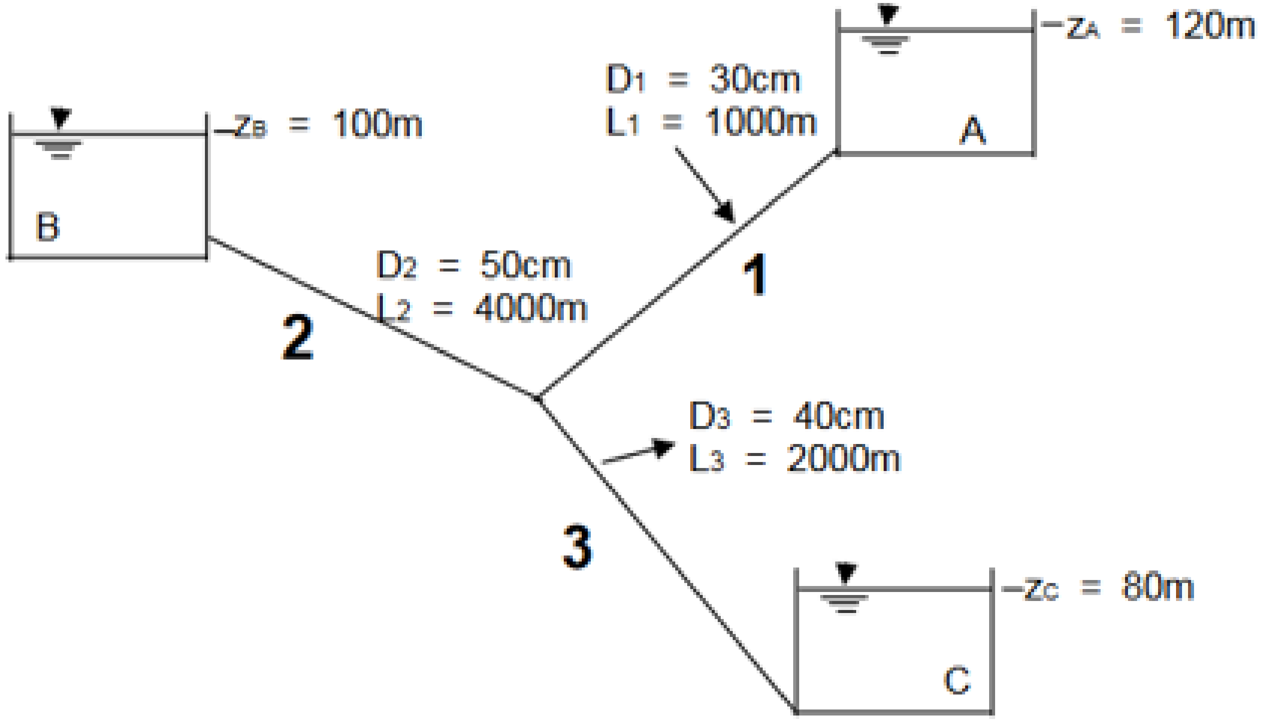


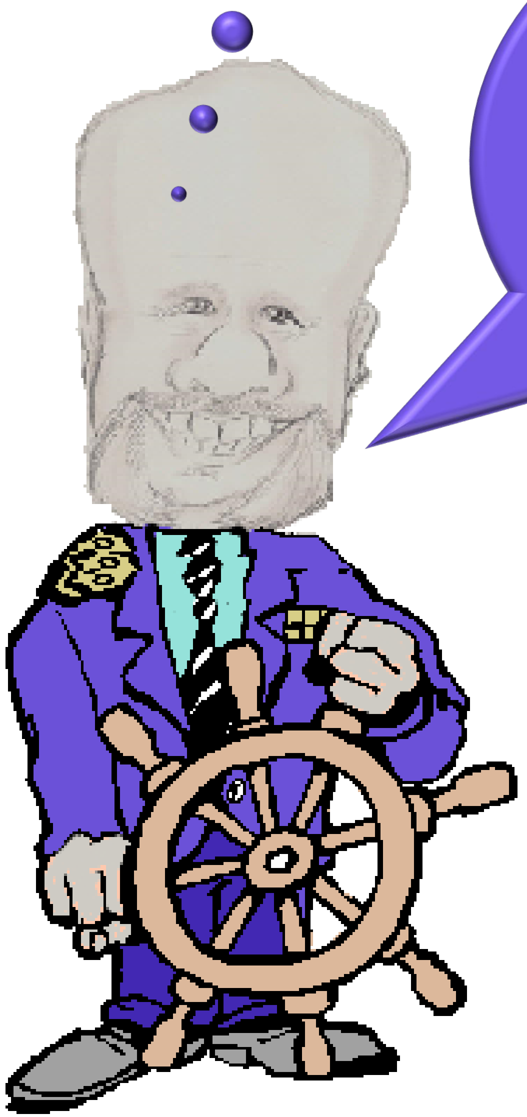
Material do contorno		K
(novo)		(em m)
Vidro, latão estirado, cobre		Liso
Chumbo,Ferro, Aço		0,000046
Ferro galvanizado revetido de asfalto		0,000122
Ferro galvanizado		0,000152
Ferro Fundido		0,000259
Condutos de Madeira	1,83E-04 a	9,10E-04
Concreto	3,00E-04 a	3,00E-03
Aço rebitado	9,10E-04 a	9,10E-03

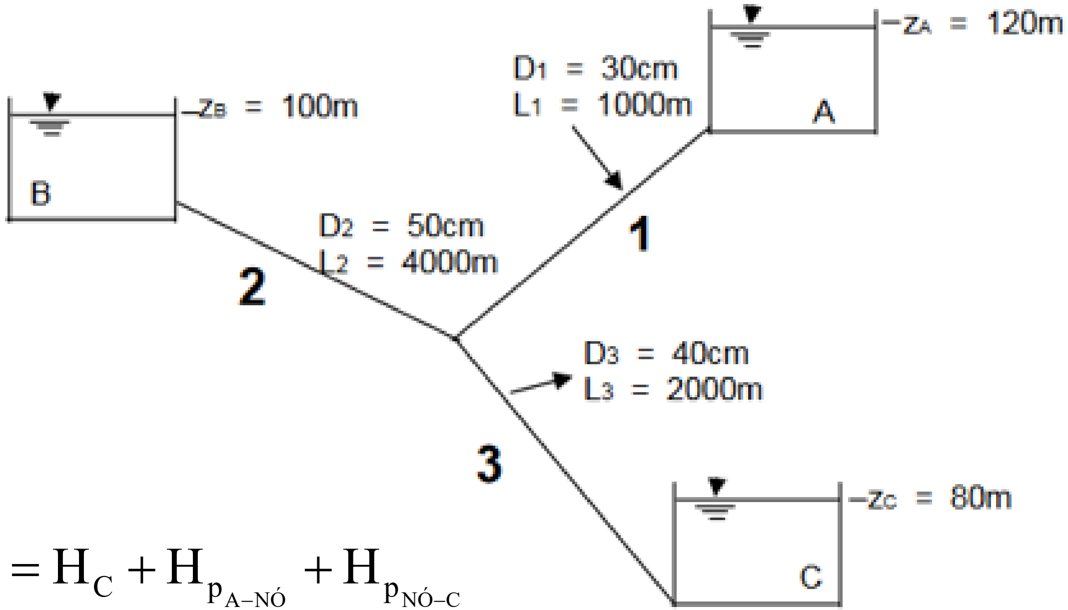
$$Re\sqrt{f} = \frac{D^{3/2}}{\nu}\sqrt{\frac{2\,g\,h_f}{L}}$$

Vamos considerar o seguinte problema dos três reservatórios:

Se os tubos são feitos de concreto (k = 0,6 mm) e a temperatura d´água é 20⁰C, calcule a vazão em cada tubo.







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

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

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

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

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

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

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

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

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

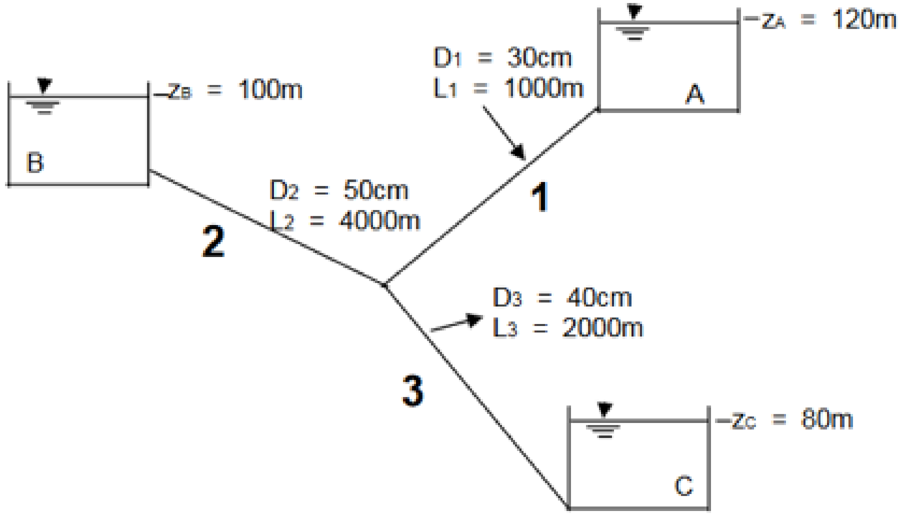
$$\therefore f_3 \cong 0,021727013$$

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

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

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

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

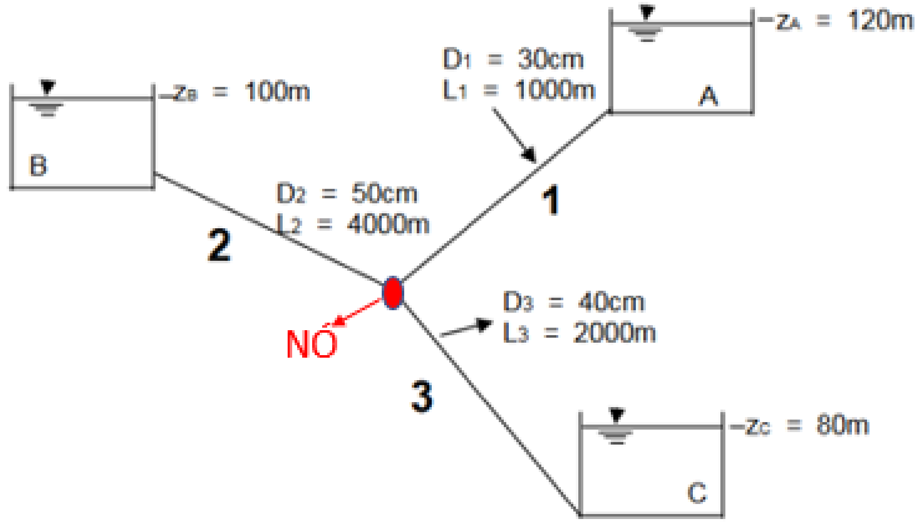


$$H_A = H_{NÓ} + H_{p_1}$$

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

$$H_{NÓ} \cong 92{,}22784364m$$

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



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

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

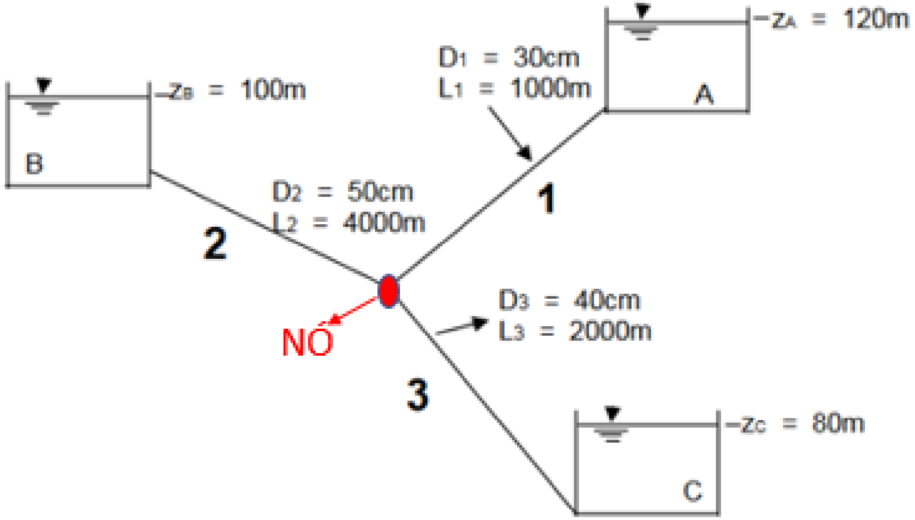
$$\frac{1}{\sqrt{f_2}} = 2 \times \log\left(\frac{3{,}7 \times 500}{0{,}6}\right) \rightarrow f_2 \cong 0{,}020536809$$

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

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

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

Analisando as equações anteriores, constatamos que:

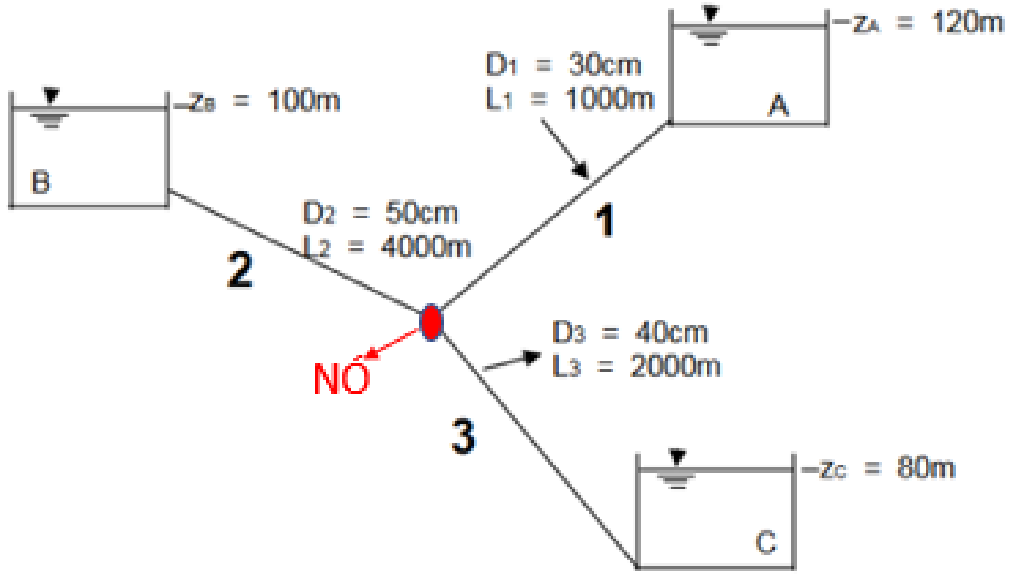


$$80 < H_{NÓ} < 100$$

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

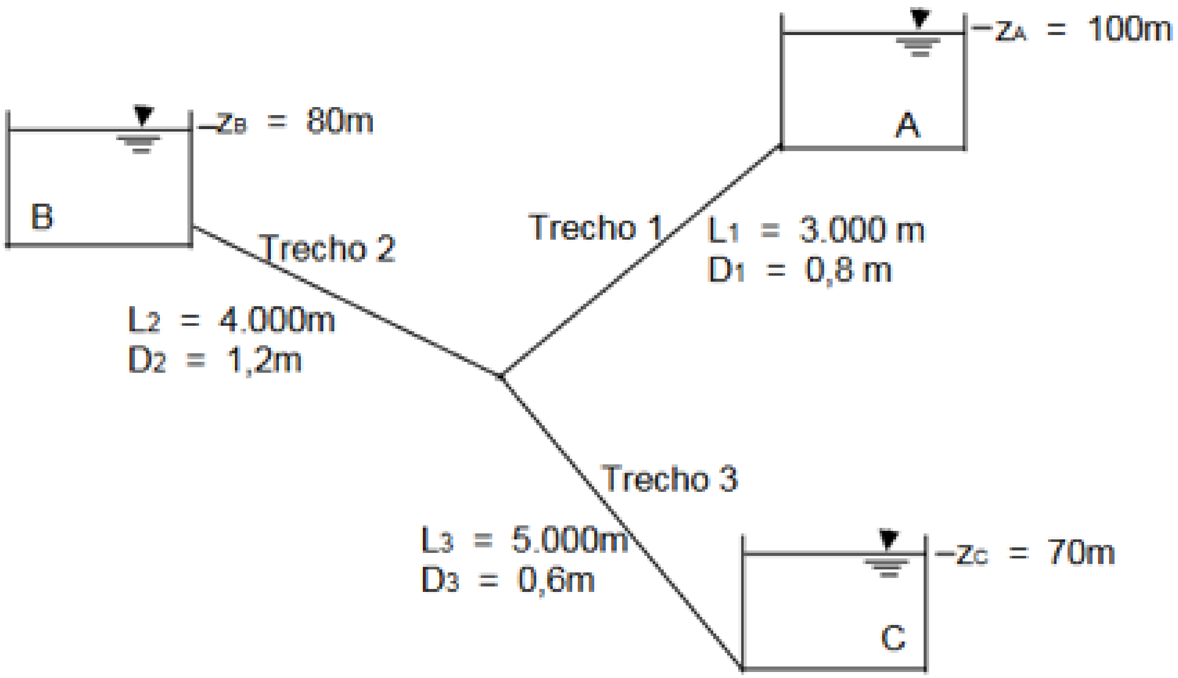
$H_{NÓ}$ (m)	Q_1 (m^3/s)	Q_2 (m^3/s)	Q_3 (m^3/s)	$Q_3-Q_1-Q_2$ (m^3/s)
80	0,22400257	0,30329234	0	-0,527294918
82	0,2183307	0,28772838	0,075486255	-0,430572828
84	0,2125075	0,27127292	0,106753685	-0,377026735
86	0,20652017	0,25375258	0,130746028	-0,329526721
88	0,20035399	0,23492924	0,150972509	-0,284310723
90	0,19399192	0,21446007	0,168792397	-0,239659596
92	0,187414	0,19181892	0,184902806	-0,194330113
94	0,18059665	0,16612006	0,199717857	-0,14699885
96	0,17351165	0,13563646	0,21350737	-0,095640737
98	0,16612475	0,09590946	0,226458764	-0,035575451
99	0,16230528	0,06781823	0,232664263	0,002540749
98,1	0,16574677	0,09348098	0,227086945	-0,032140802
98,2	0,16536792	0,0909877	0,227713393	-0,028642229
98,3	0,1649882	0,08842415	0,228338122	-0,025074229
98,4	0,1646076	0,08578403	0,228961147	-0,021430484
98,5	0,16422612	0,08306003	0,229582481	-0,017703672
98,6	0,16384376	0,08024361	0,230202138	-0,013885231
98,7	0,1634605	0,07732468	0,230820131	-0,009965045
98,8	0,16307633	0,07429115	0,231436474	-0,005931009
98,9	0,16269127	0,07112836	0,23205118	-0,001768445
98,92	0,16261414	0,07047877	0,232173926	-0,000918989
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

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.

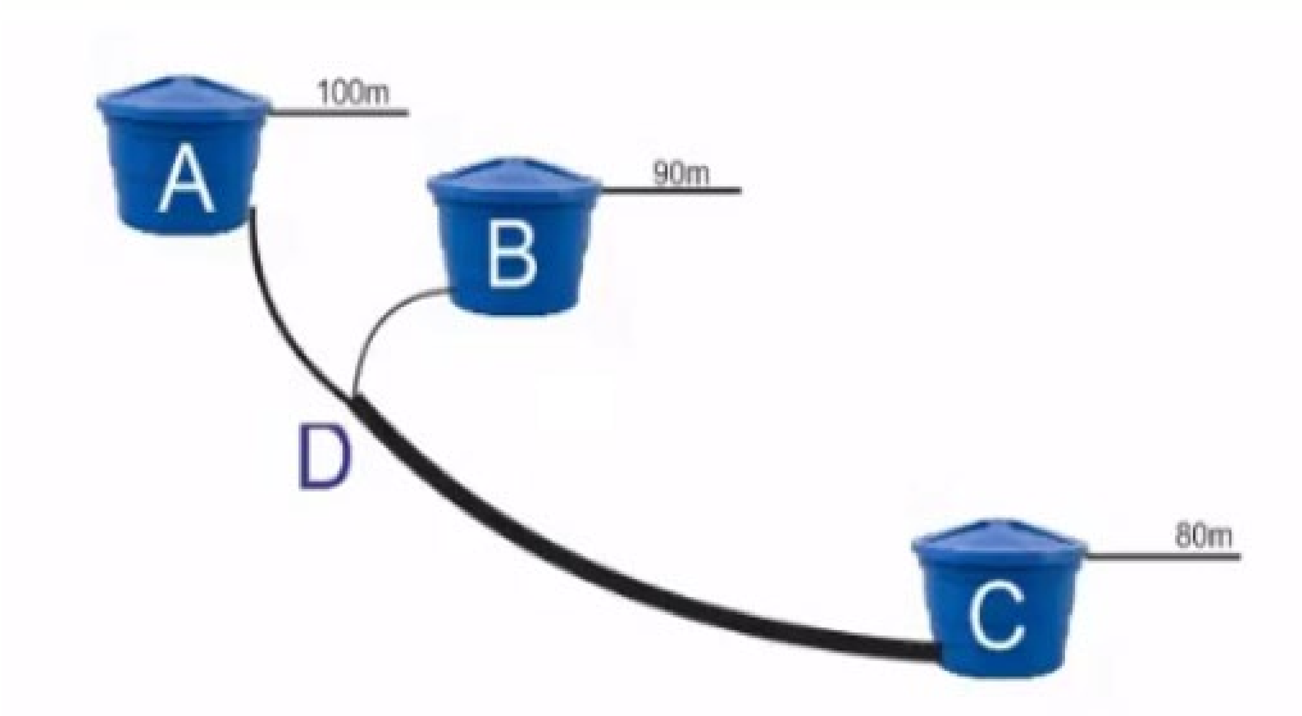


Consideramos mais este problema dos três reservatórios:

Se os tubos são feitos de concreto (k = 0,05 mm) e a temperatura d´água é 20^0C, 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