Solução clássica de abastecimento

Vamos retomar o início do encontro anterior

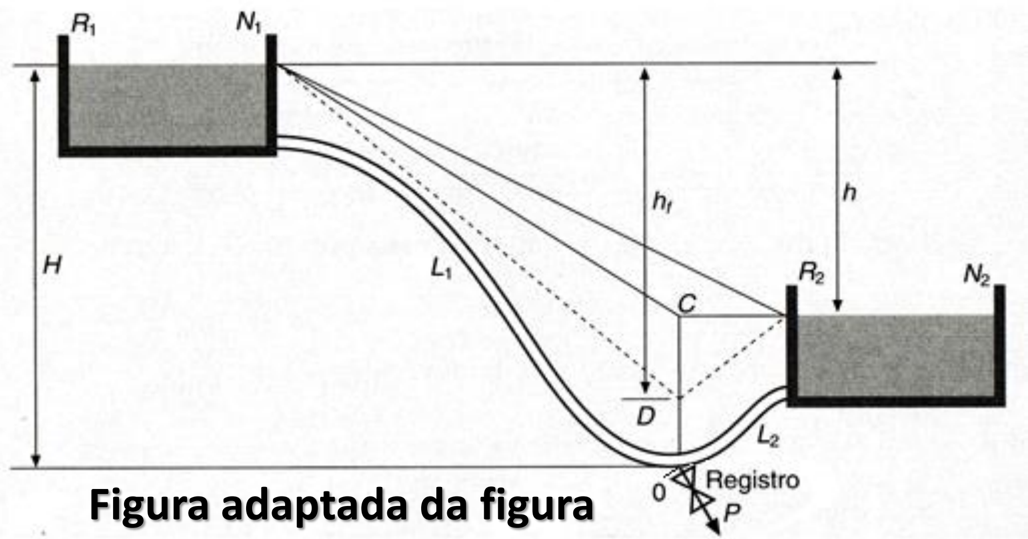


Figura adaptada da figura 13.8, pg 350 do Manual de Hidráulica – Azevedo Netto

O reservatório R_1, por estar numa cota mais elevada é um reservatório abastecedor, já o reservatório R_2 (reservatório de sobras ou reservatório pulmão) pode ser abastecedor, receptor ou simplesmente armazenador. Supondo D = constante e mesmo material

1. A válvula está fechada e R_1 abastece R_2, portanto:

$$H_1 = H_2 + H_{p_{1-2}} \Rightarrow H_{p_{1-2}} = H_1 - H_2 = h \Rightarrow h = f \times \frac{(L_1 + L_2)}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Admitindo conduto de seção circular e forçado, resulta:

$$h = f \times \frac{(L_1 + L_2)}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right)^2} = f \times \frac{16}{2g \times \pi^2} \times \frac{(L_1 + L_2)}{D^5} \times Q^2$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{h \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f \times 16 \times (L_1 + L_2)}}$$

Trata-se dos reservatórios interligados, vide figura acima!

Estudamos isto em Hidráulica I como escoamento em queda livre!

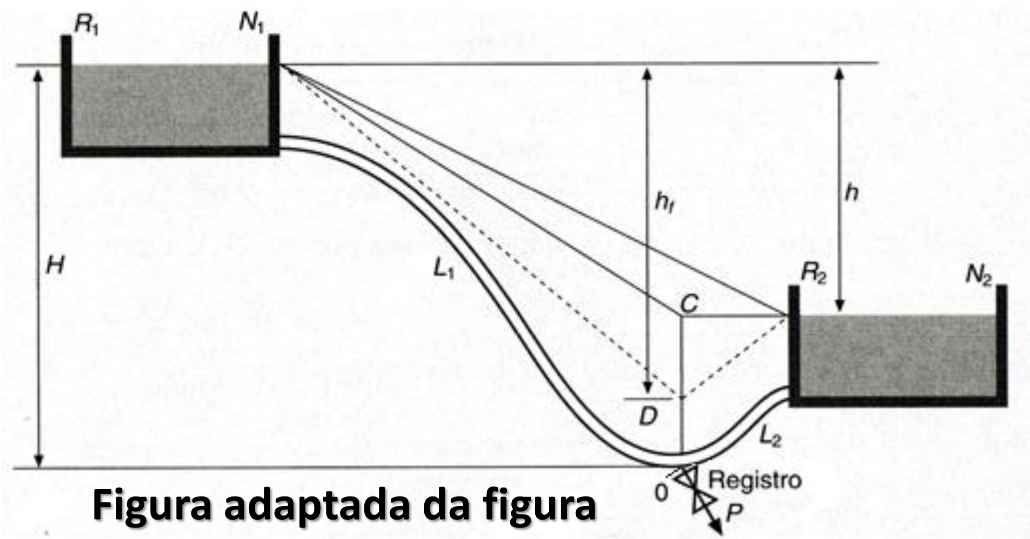
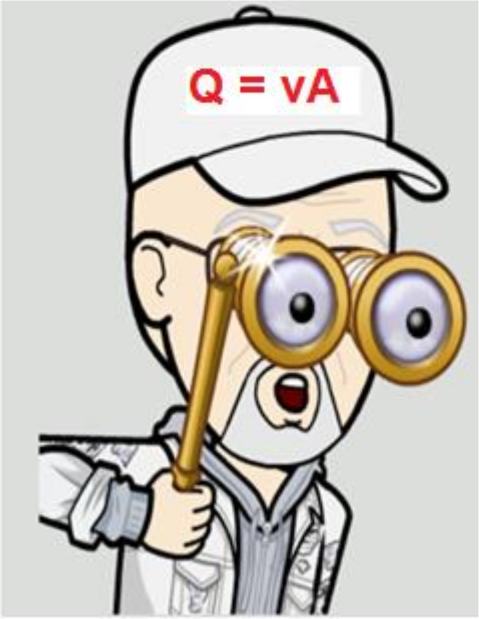


Figura adaptada da figura 13.8, pg 350 do Manual de Hidráulica – Azevedo Netto



2. A válvula está um pouco aberta, de tal forma que R_1 abastece R_2 e também a tubulação "OP". Neste caso a vazão em cada trecho dependerá de quanto estiver aberta a válvula.

3. A válvula está aberta, de tal maneira que a linha de carga do ponto de derivação "O", ou seja o ponto "C" corresponde ao nível de água em R_2 (C – N_2 é horizontal). Como não há diferença de carga de "O" a R_2, este reservatório é armazenador, portanto, toda a água que vem de R1 irá para a derivação OP.

$$H_1 = H_O + H_{p_{1-O}} \Rightarrow H_{p_{1-O}} = H_1 - H_2 = h \Rightarrow h = f \times \frac{L_1}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g \times A^2}$$

Admitindo conduto de seção circular e forçado, resulta:

$$h = f \times \frac{L_1}{D} \times \frac{Q^2}{2g \times \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right)^2} = f \times \frac{16}{2g \times \pi^2} \times \frac{L_1}{D^5} \times Q^2$$

$$\therefore Q = \sqrt{\frac{h \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f \times 16 \times L_1}}$$

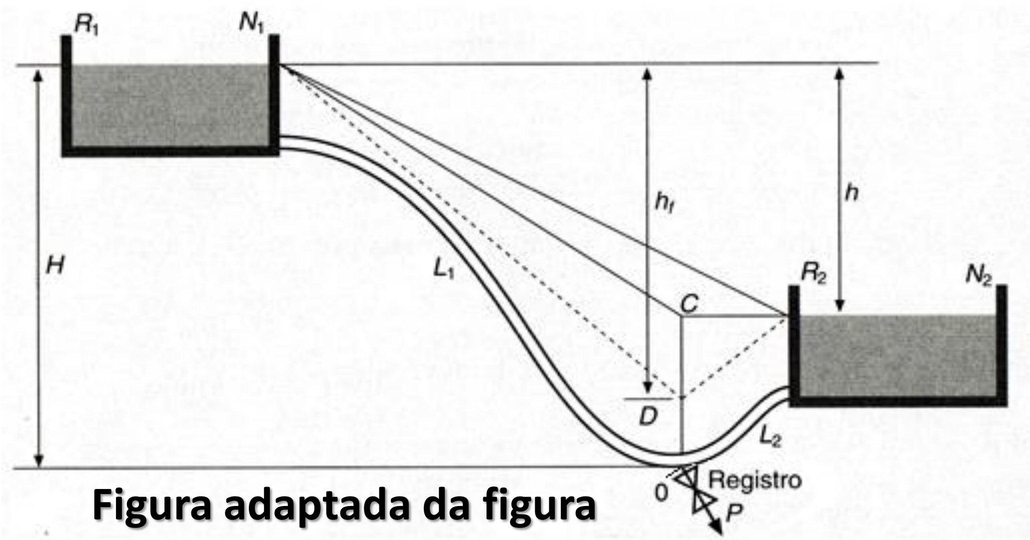


Figura adaptada da figura 13.8, pg 350 do Manual de Hidráulica – Azevedo Netto

4. A válvula está mais aberta, de tal maneira que a linha de carga do ponto de derivação “O”, que corresponde ao ponto “D”, está abaixo do nível de água em R_2. Nesse caso, R_1 e R_2 abastecem a derivação OP.

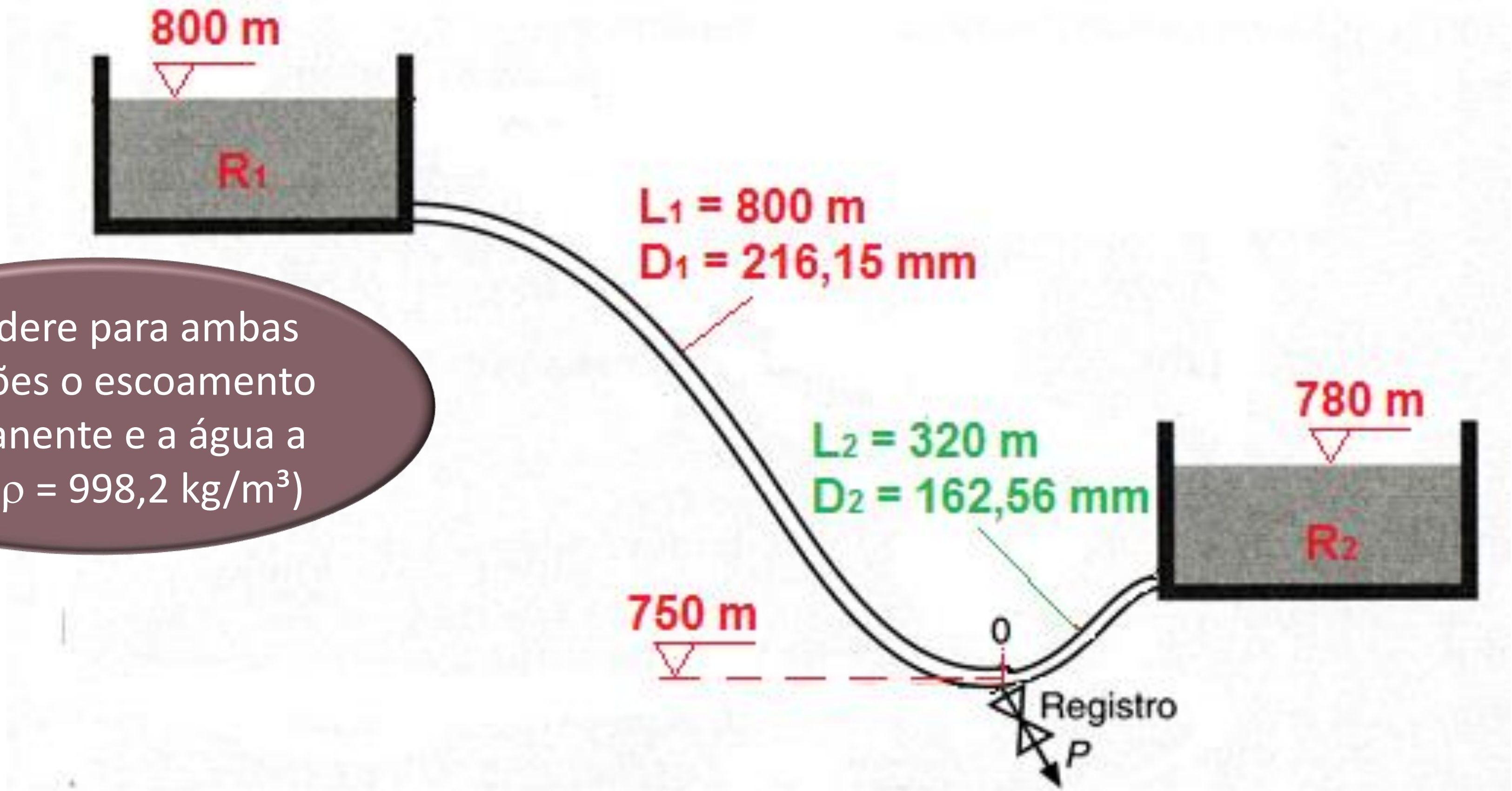
Admitindo conduto de seção circular e forçado, resulta:

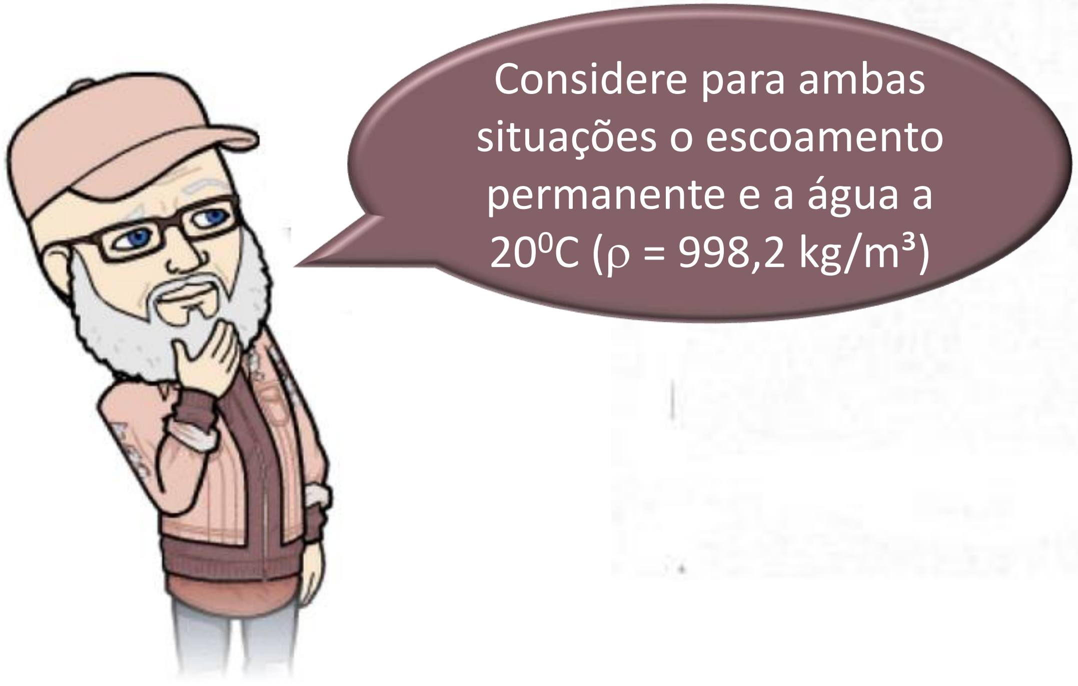
$$Q = \sqrt{\frac{h_f \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f_1 \times 16 \times L_1}} + \sqrt{\frac{(h_f - h) \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f_2 \times 16 \times L_2}}$$

A maior vazão ocorre quando o ponto D coincidir com O, nesse caso:

$$Q = \sqrt{\frac{H \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f_1 \times 16 \times L_1}} + \sqrt{\frac{(H - h) \times 2g \times \pi^2 \times D^5}{f_2 \times 16 \times L_2}}$$

Uma rede de um bairro em Cotia pode ser abastecida por dois reservatórios R_1 e R_2, os quais encontram-se interligados por tubulações de ferro fundido novas (C = 130), que tem os diâmetros nominais de 200 mm e 150 mm respectivamente e comprimentos representados na figura. Qual a pressão reinante na seção "0" e a vazão nos trechos 1 e 2 quando a válvula encontra-se totalmente fechada? Abrindo-se a válvula até que a vazão no trecho 2 seja nula e desprezando a carga cinética nessa seção, qual a vazão direcionada para a rede do bairro e a carga de pressão atuando em 0?





Na primeira situação, temos uma única vazão Q e aplicamos a equação da energia do nível do reservatório R_1 ao nível do reservatório R_2. Com trabalhamos na escala efetiva e o escoamento ocorre em regime permanente, resulta:

$$H_{NR_1} = H_{NR_2} + H_{p_{L_1}} + H_{p_{L_2}}$$

$$800 = 780 + 10{,}643 \times \frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} \times \left(\frac{Q}{130}\right)^{1{,}85} + 10{,}643 \times \frac{320}{0{,}16256^{4{,}87}} \times \left(\frac{Q}{130}\right)^{1{,}85}$$

$$\therefore Q = \left[\frac{800 - 780}{\frac{10{,}643}{130^{1{,}85}} \times \left(\frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} + \frac{320}{0{,}16256^{4{,}87}}\right)}\right]^{\frac{1}{1{,}85}} \cong 0{,}05213\frac{m^3}{s} = 52{,}13\frac{L}{s}$$

Nessa primeira situação, para calcular a pressão na seção 0, aplicamos a equação da energia do nível do reservatório R_1 até a seção imediatamente a montante de 0, o que resulta:

$$H_{NR_1} = H_0 + H_{p_{L_1}}$$

$$800 = 750 + \frac{p_0}{998{,}2 \times 9{,}8} + \frac{(0{,}05213)^2}{19{,}6 \times \left[\frac{\pi \times 0{,}21615^2}{4}\right]^2} + 10{,}643 \times \frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} \times \left(\frac{0{,}05213}{130}\right)^{1{,}85}$$

$$\therefore \frac{p_0}{9782{,}36} = 800 - 750 - \frac{(0{,}05213)^2}{19{,}6 \times \left[\frac{\pi \times 0{,}21615^2}{4}\right]^2} - 10{,}643 \times \frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} \times \left(\frac{0{,}05213}{130}\right)^{1{,}85}$$

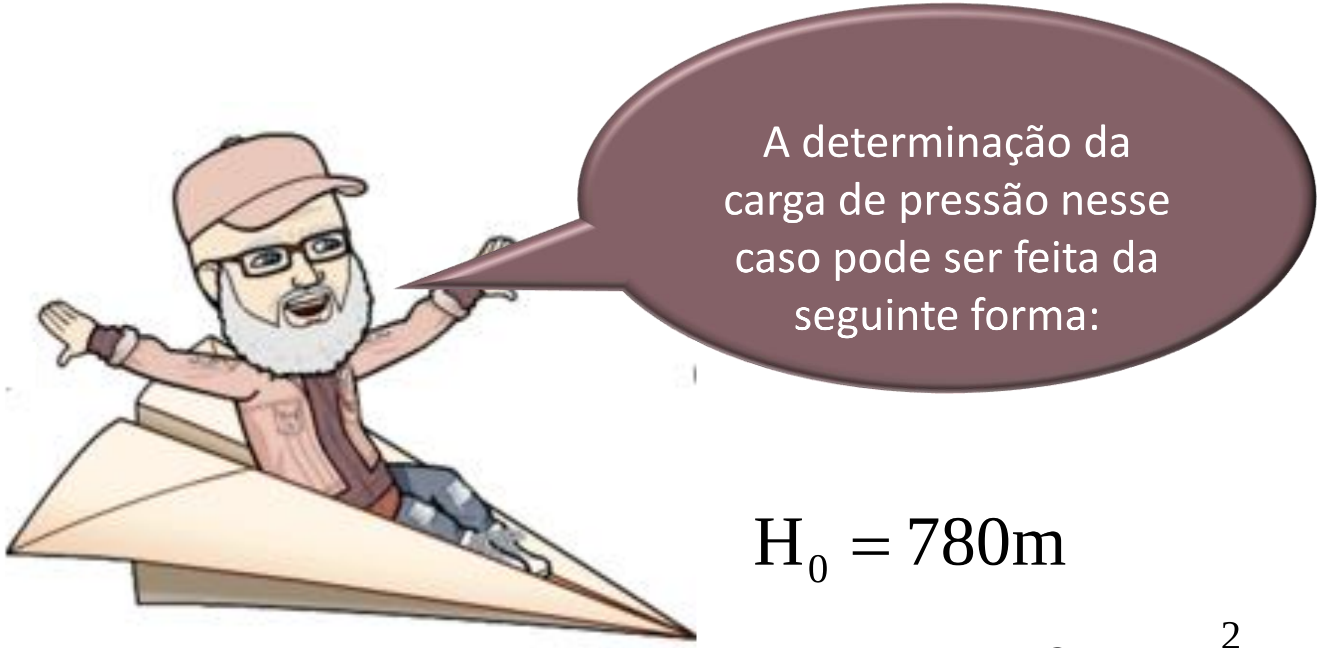
$$p_0 \cong 412921{,}3\,\text{Pa}$$

Nessa segunda situação, com o reservatório R_2 só é armazenador (Q_2 = 0), aplicamos a equação da energia do nível do reservatório R_1 até a seção 0, que tem uma carga cinética desprezível.

$$H_{NR_1} = H_0 + H_{p_{L_1}}$$

$$800 = 780 + 10{,}643 \times \frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} \times \left(\frac{Q}{130}\right)^{1{,}85}$$

$$Q = \left[\frac{800 - 780}{\frac{10{,}643 \times 800}{0{,}21615^{4{,}87} \times 130^{1{,}85}}}\right]^{\frac{1}{1{,}85}} \cong 0{,}0874\,\frac{m^3}{s} = 87{,}4\,\frac{L}{s}$$

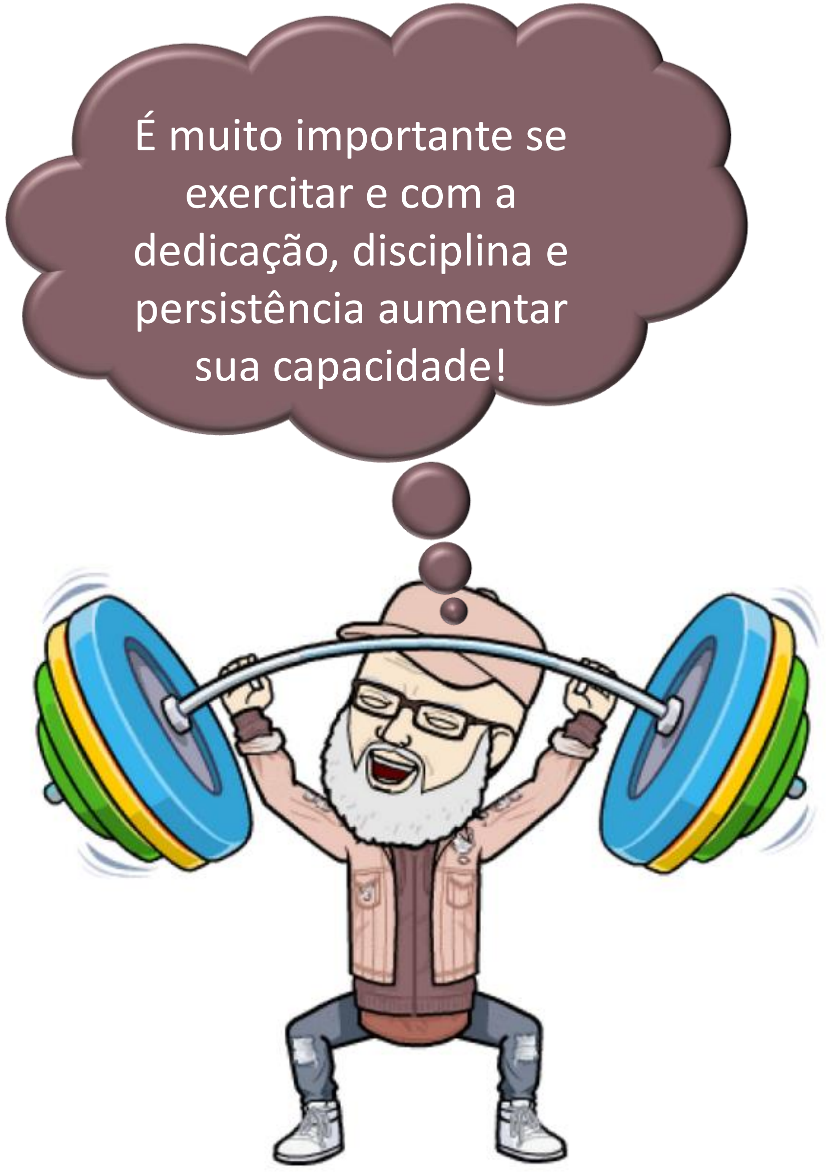


$$H_0 = 780\text{m}$$

$$H_0 = z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g}$$

$$780 = 750 + \frac{p_0}{\gamma}$$

$$\frac{p_0}{\gamma} = 30\text{mca}$$



A vazão máxima para a rede é obtida considerando a carga total em 0 igual a 750 m, nesse caso, temos os reservatórios R_1 e R_2 como abastecedores, qual a vazão que será direcionada a rede?

$$Q_0 = Q_1 + Q_2$$

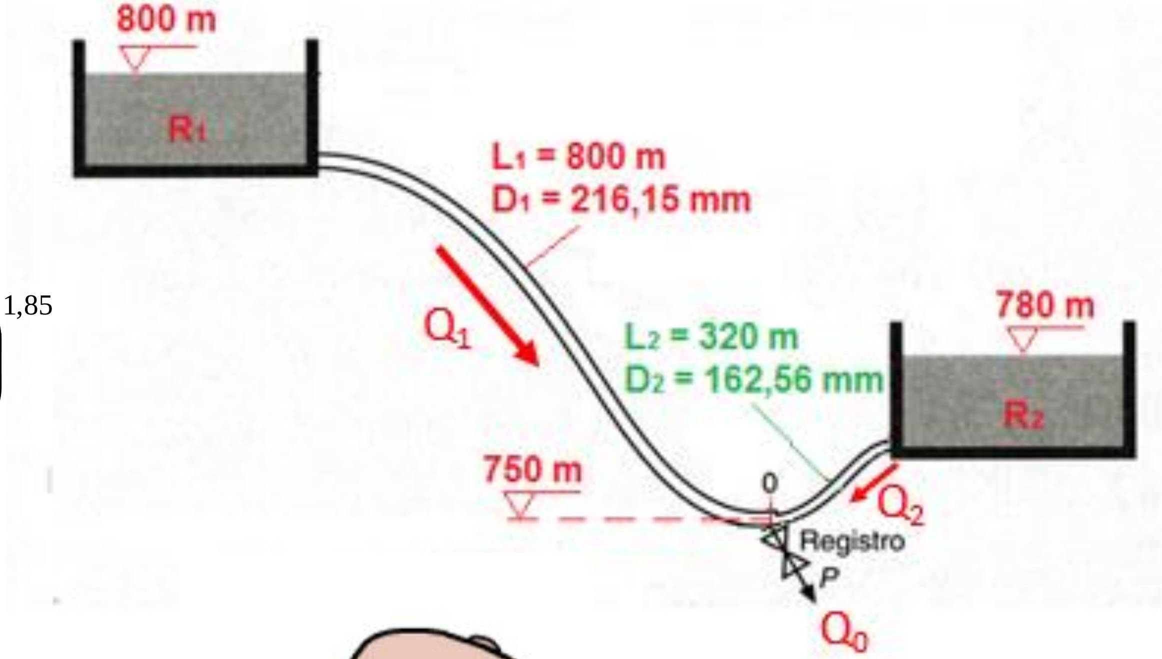
$$H_{NR_1} = H_0 + H_{p_{L_1}} \rightarrow 800 = 750 + 10{,}643 \times \frac{800}{0{,}21615^{4{,}87}} \times \left(\frac{Q_1}{130}\right)^{1{,}85}$$

$$Q_1 = \left[\frac{800 - 750}{\dfrac{10{,}643 \times 800}{0{,}21615^{4{,}87} \times 130^{1{,}85}}}\right]^{\frac{1}{1{,}85}} \cong 0{,}14345\frac{m^3}{s} = 143{,}45\frac{L}{s}$$

$$H_{NR2} = H_0 + H_{p_{L_2}} \rightarrow 780 = 750 + 10{,}643 \times \frac{320}{0{,}16256^{4{,}87}} \times \left(\frac{Q_2}{130}\right)^{1{,}85}$$

$$Q_2 = \left[\frac{780 - 750}{\dfrac{10{,}643 \times 320}{0{,}16256^{4{,}87} \times 130^{1{,}85}}}\right]^{\frac{1}{1{,}85}} \cong 0{,}08436\frac{m^3}{s} = 84{,}36\frac{L}{s}$$

$$\therefore Q_0 = 143{,}45 + 84{,}36 \cong 227{,}81\frac{L}{s}$$



Refaça todo o exercício calculando as perdas pela fórmula universal e considerando a rugosidade equivalente do ferro fundido igual a 2,59 * 10^{-4} m