

Associação série de bombas



Cora Coralina

“O saber se aprende com os mestres. A sabedoria só com o corriqueiro da vida.”

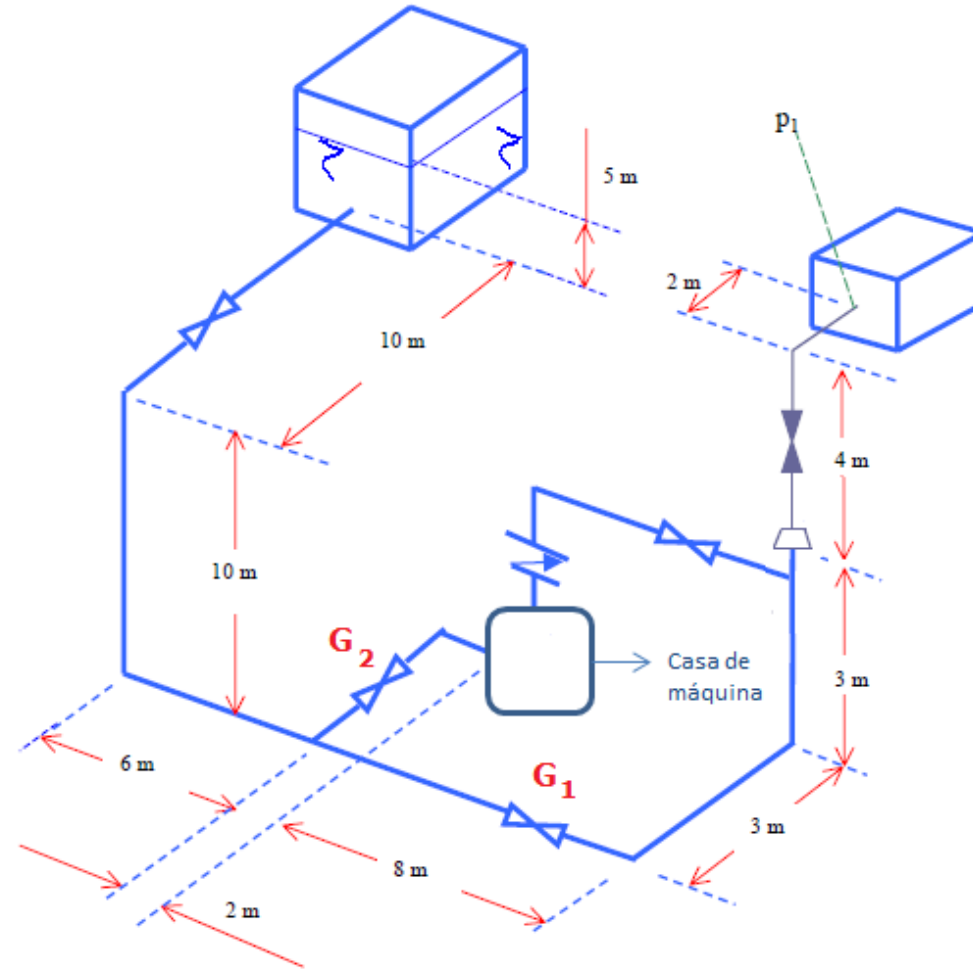
Reflitam sobre isto!

Télétravail



A instalação da figura deve atender um tanque de processo e a pressão na entrada deste tanque (1) deve ser $p_1 = 1,5 \text{ kgf / cm}^2$, se o escoamento for por gravidade (G_2 - fechada). A bomba H 50 - C com diâmetro de rotor igual a 214 mm será acionada sempre que o processo exigir uma pressão $p_1 = 3,5 \text{ kgf/cm}^2$ (G_1 - fechada). Pede-se:

- a equação da CCI para as duas possibilidades mencionadas acima;
- o ponto de trabalho para as possibilidades de funcionamento da instalação

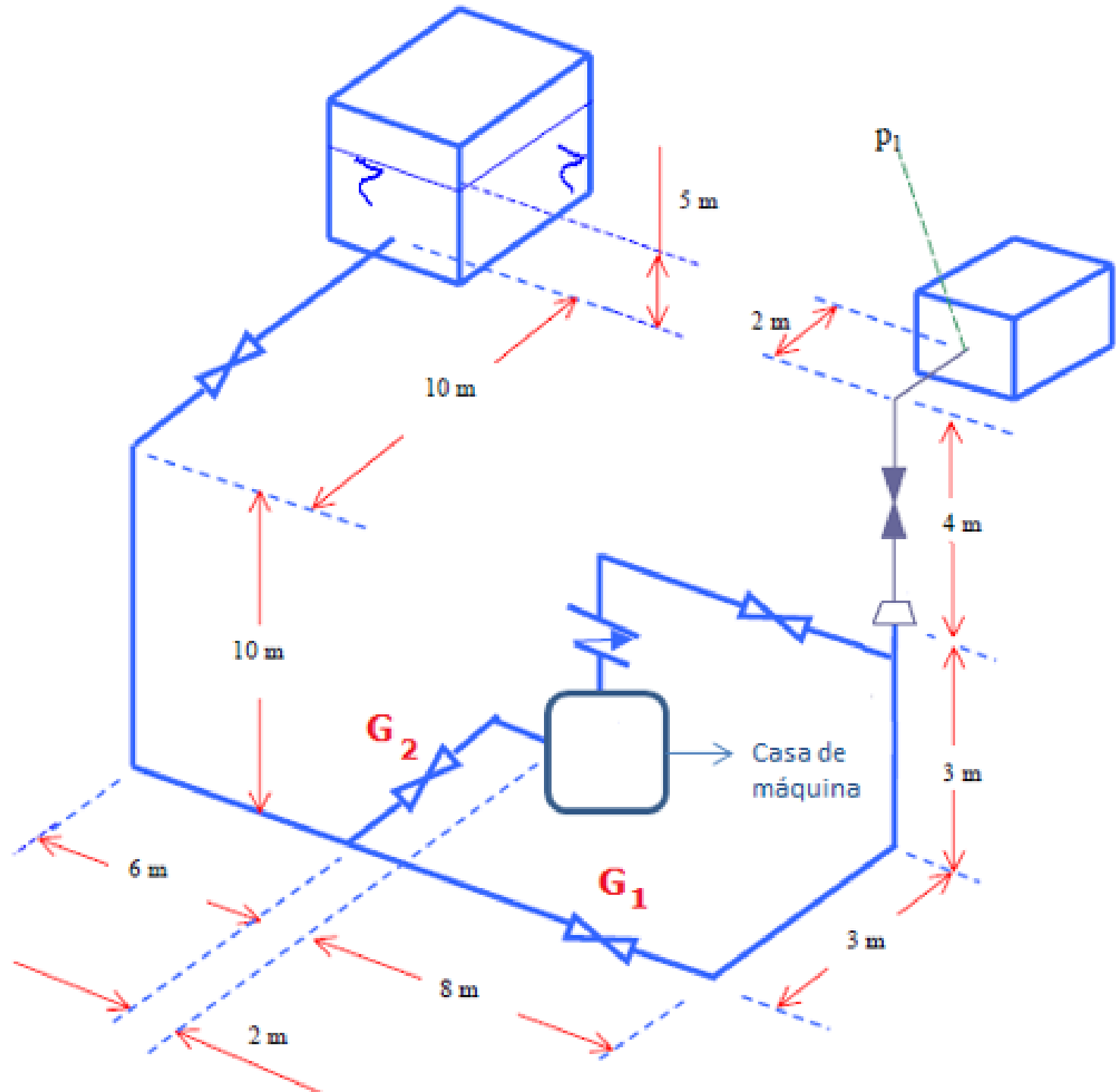


Nota: — = 3" Sch 40

— = 2" Sch 40

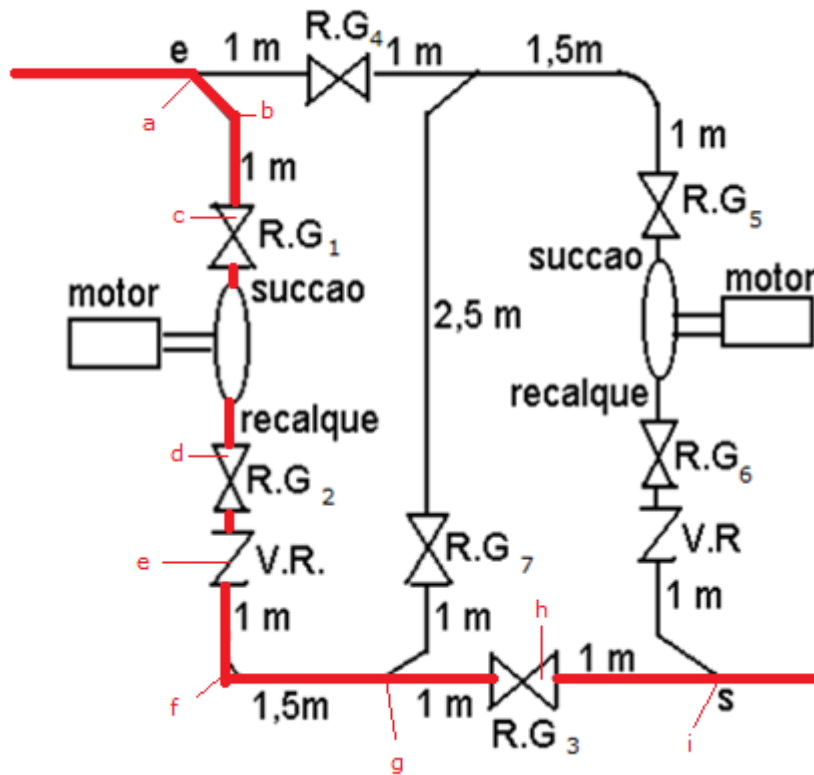
$$\rho_{\text{água}} = 997,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Analisando o funcionamento com bomba e refletindo sobre o funcionamento na casa de máquinas.



PRIMEIRA POSSIBILIDADE DE FUNCIONAMENTO: REGISTROS GAVETAS FECHADOS: 4, 5, 6 E 7 E REGISTROS GAVETAS ABERTOS: 1, 2 E 3. Nesse caso opera-se com uma só bomba.

LEGENDA



- a = tê de saída de lado (Tupy)
- b = joelho (fêmea) de 90° (Tupy)
- c, d, h = registros ou válvulas gaveta (Mipel)
- e = válvula de retenção com portinhola (Mipel)
- f = curva (fêmea) de 90° (Tupy)
- g, i = tê de passagem direta (Tupy)

Singularidades	Diâmetro nominal	Leq (m)
a	3"	4,11
b	3"	2,82
c, d, h	3"	1,03
e	3"	3,95
f	3"	1,64
g, i	3"	0,50

$$L_{CM} = 5,5 \text{ m e a}$$

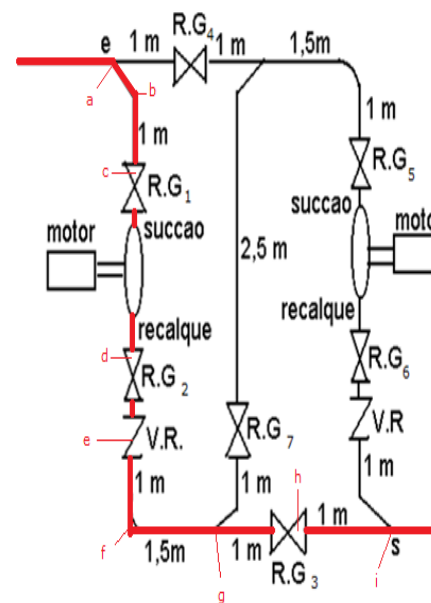
$$\Sigma leq = 16,61 \text{ m}$$

EM RELAÇÃO A CASA DE MÁQUINA AS DUAS POSSIBILIDADES SÃO IDÊNTICAS, POIS EM AMBAS SE TEM O MESMO COMPRIMENTO TOTAL DE TUBULAÇÃO E A MESMA SOMATÓRIA DE COMPRIMENTOS EQUIVALENTES.

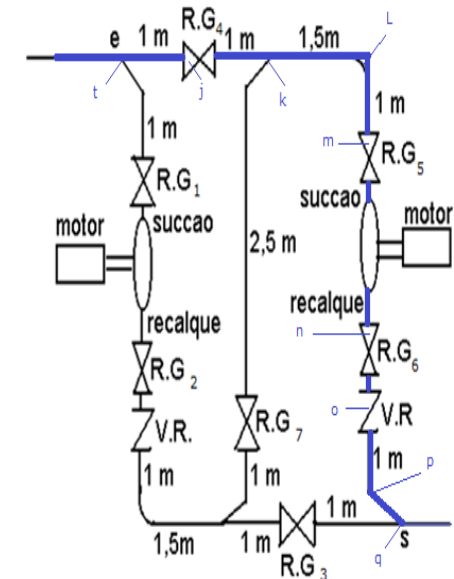
IMPORTANTE:



Primeira possibilidade

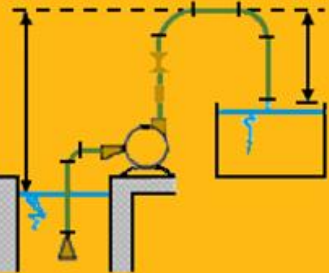


Segunda possibilidade





**PROJETO DE UMA
INSTALAÇÃO DE
RECALQUE**



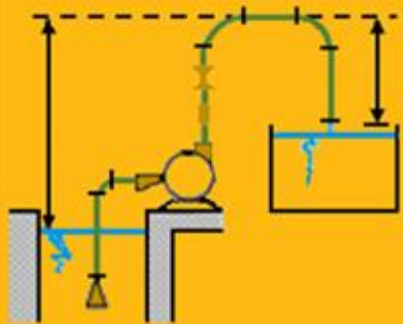
**Você saberia
explicar a
importância
mencionada no
slide anterior?**

CANAL DO YOUTUBE

**ALEMÃO MECFLU
RESOLVE**



**PROJETO DE UMA
INSTALAÇÃO DE
RECALQUE**



**Agora, vamos
a um
problema!**

Isso mesmo!

**Seria para manter a
vazão, ou seja, o ponto
de trabalho, quando
uma delas parasse e a
outra a substituí!**

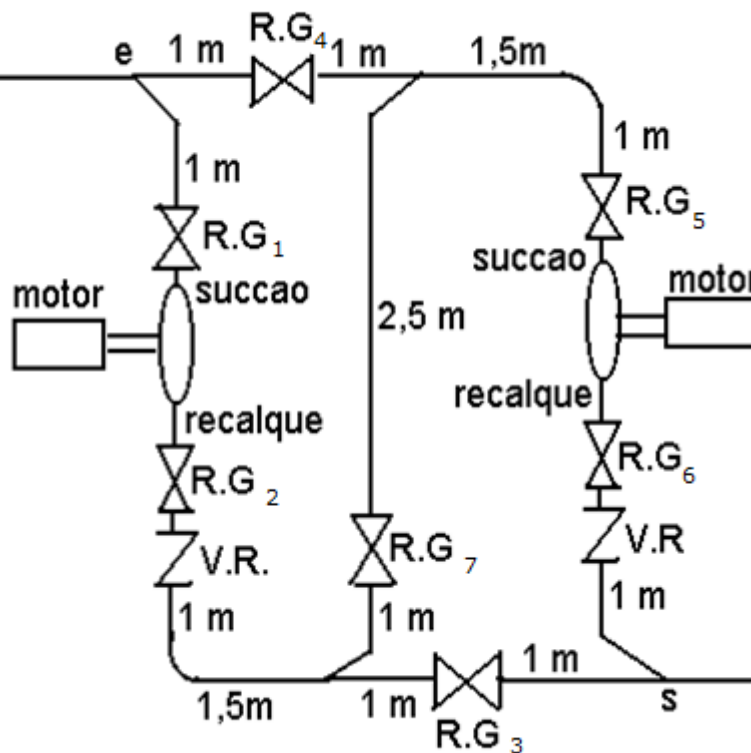
CANAL DO YOUTUBE

**ALEMÃO MECFLU
RESOLVE**



Após a escolha da bomba e sua instalação na casa de máquina (vide figura), ao ligá-la para atender a pressão em (1) igual a $3,5 \text{ kgf/cm}^2$, constatou-se que a mesma não bombeava a água. Mesmo depois de rever todos os procedimentos de instalação o problema persistia, foi então convocado o engenheiro projetista, que em poder da curva da bomba comprada (que por demora de execução do projeto, não poderia mais ser trocada), e a CCI, constatou a situação mostrada pelo diagrama do próximo slide.

Já vimos o detalhe da casa de máquina, onde as ligações isoladas possíveis das bombas foram apresentadas.



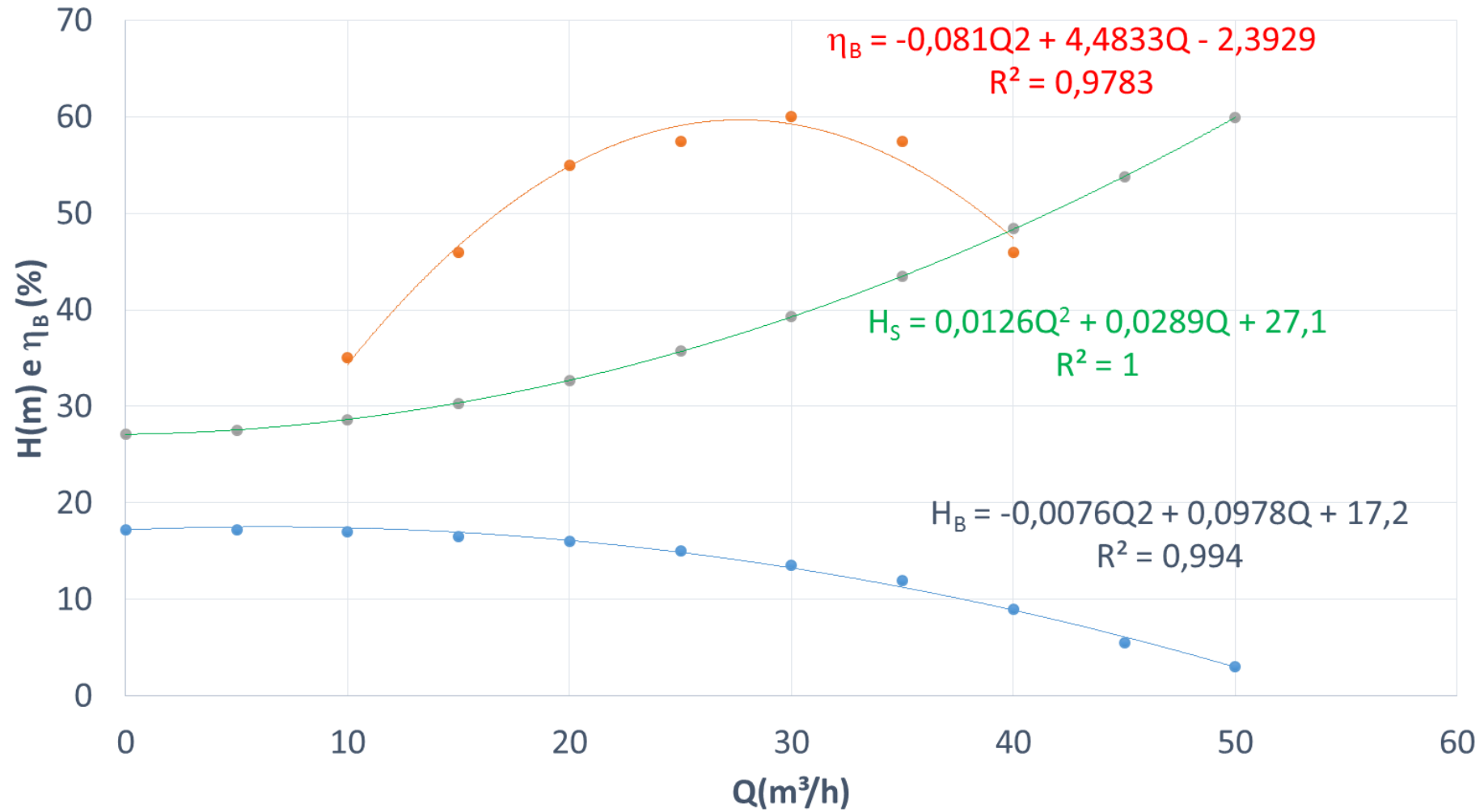
DADOS DA BOMBA ESCOLHIDA

Q(m ³ /h)	H _{B214} (m)	η _{B214} (%)
0	17,2	
5	17,2	
10	17	35
15	16,5	46
20	16	55
25	15	57,5
30	13,5	60
35	12	57,5
40	9	46
45	5,5	
50	3	

Dados para construir as curvas

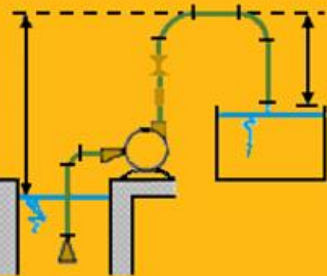
Q(m ³ /h)	H _{B214} (m)	η _{B214} (%)	H _{Bas} (m)	f ₃ "	f ₂ "	H _{S_as} (m)
0	17,2			0	0	27,1
5	17,2			0,0263	0,0252	27,6
10	17	35		0,0231	0,0228	28,8
15	16,5	46		0,0217	0,0218	30,7
20	16	55		0,0209	0,0212	33,3
25	15	57,5		0,0204	0,0209	36,6
30	13,5	60		0,0200	0,0206	40,6
35	12	57,5		0,0197	0,0204	45,2
40	9	46		0,0195	0,0203	50,6
45	5,5			0,0193	0,0202	56,6
50	3			0,0191	0,0201	63,4

CCB X CCI





**PROJETO DE UMA
INSTALAÇÃO DE
RECALQUE**



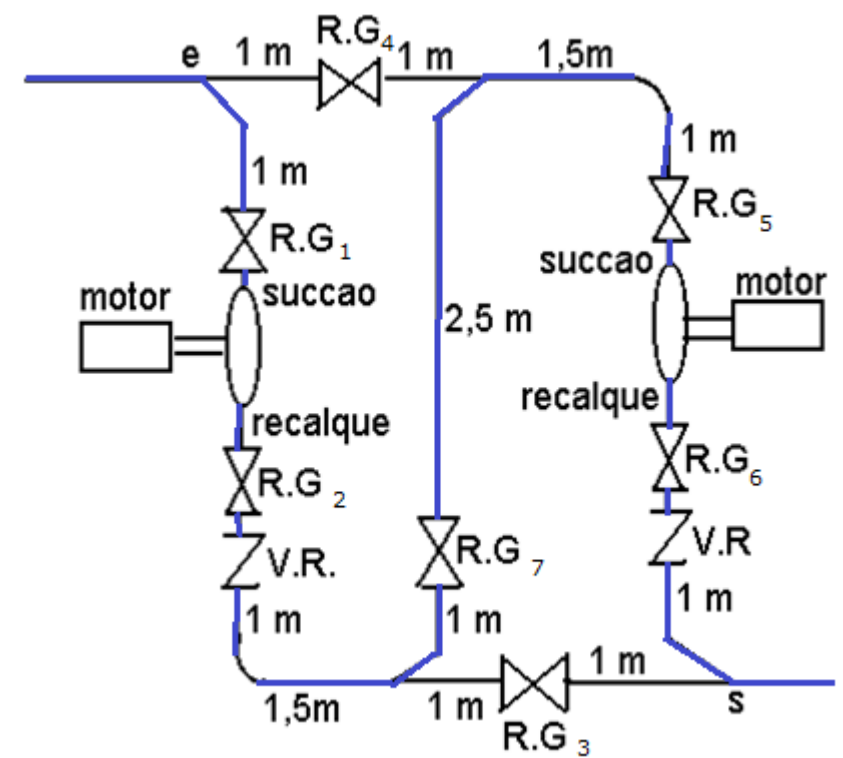
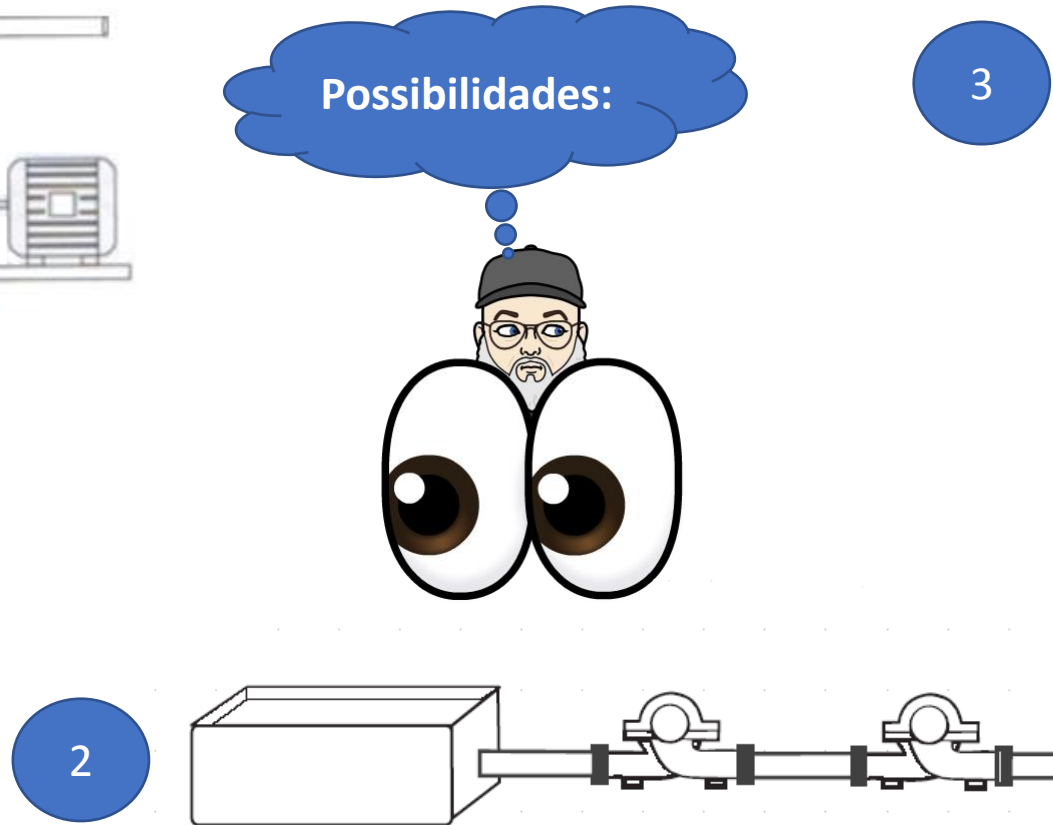
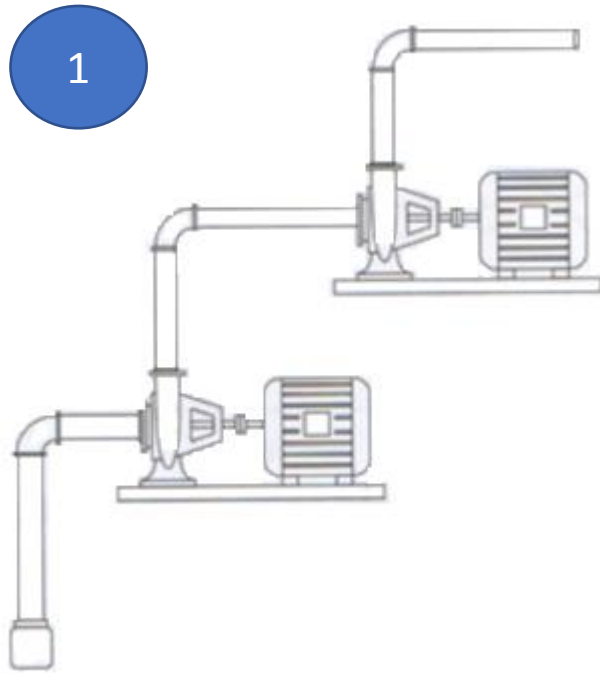
**E AÍ TURMA
COMO
RESOLVER ESTE
PROBLEMA?**

CANAL DO YOUTUBE

ALEMÃO MECFLU

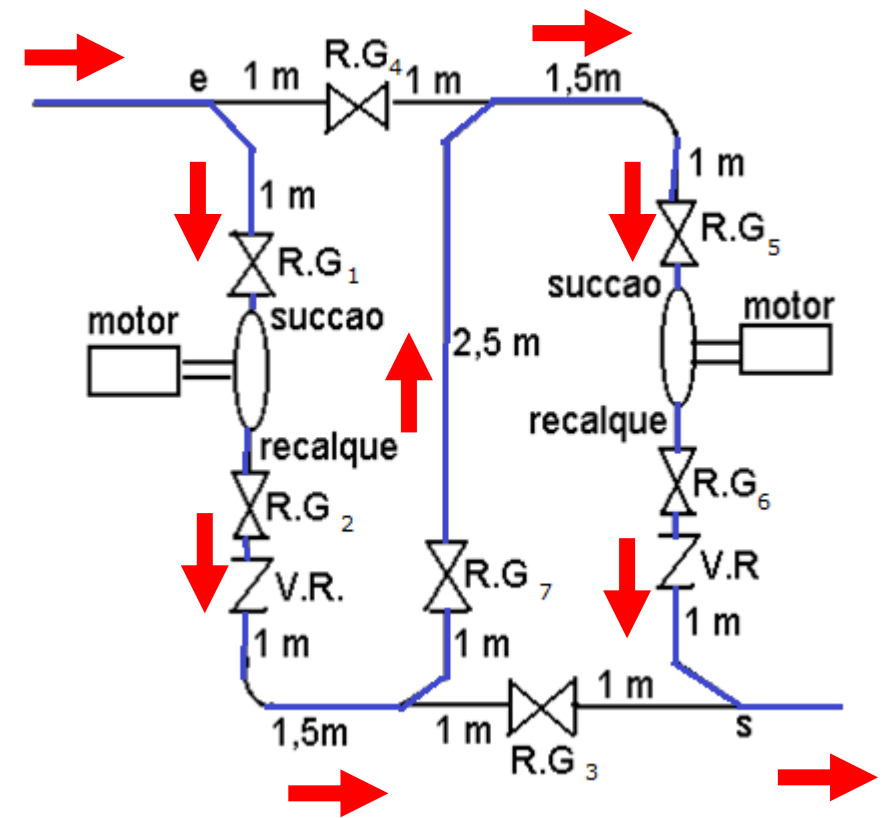
RESOLVE

Solução possível – associar as bombas em série



Considerando os esquemas anteriores é fácil observar que:

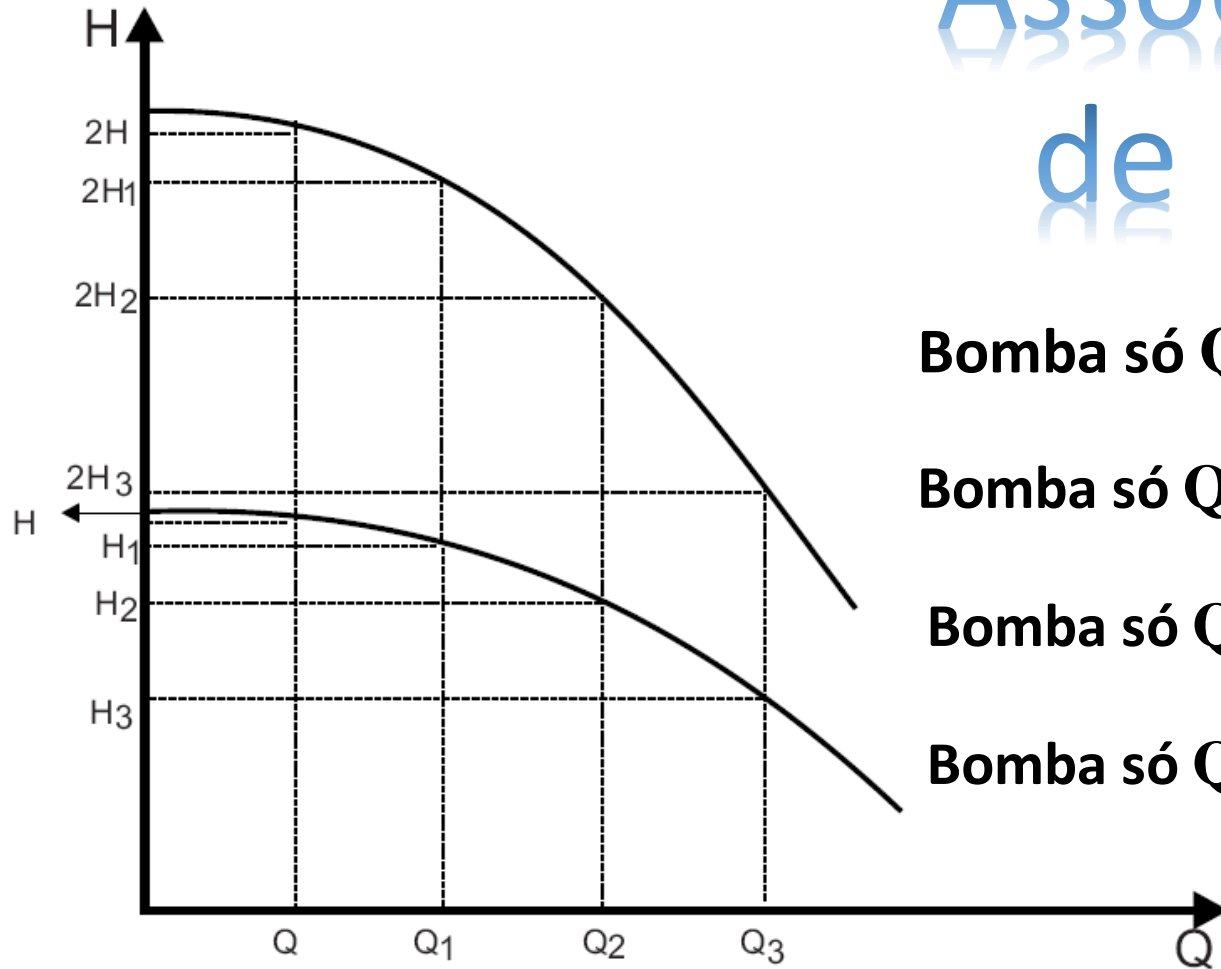
1. O líquido passará pela primeira bomba e receberá uma certa carga manométrica e ao entrar na segunda bomba, haverá um novo acréscimo de carga a fim de que o mesmo atinja as condições solicitadas.
2. A vazão que sai da primeira bomba é a mesma que entra na segunda, sendo portanto a vazão em uma associação de bombas em série constante.



Conclusão

- Quando associamos duas ou mais bombas em série, para uma mesma vazão, a carga manométrica será a soma da carga manométrica fornecida por cada bomba.
- Portanto, para se obter a curva característica resultante de duas bombas em série, iguais ou diferentes, basta somar as alturas manométricas totais, correspondentes aos mesmos valores de vazão, em cada bomba.

Associação em série de bombas iguais



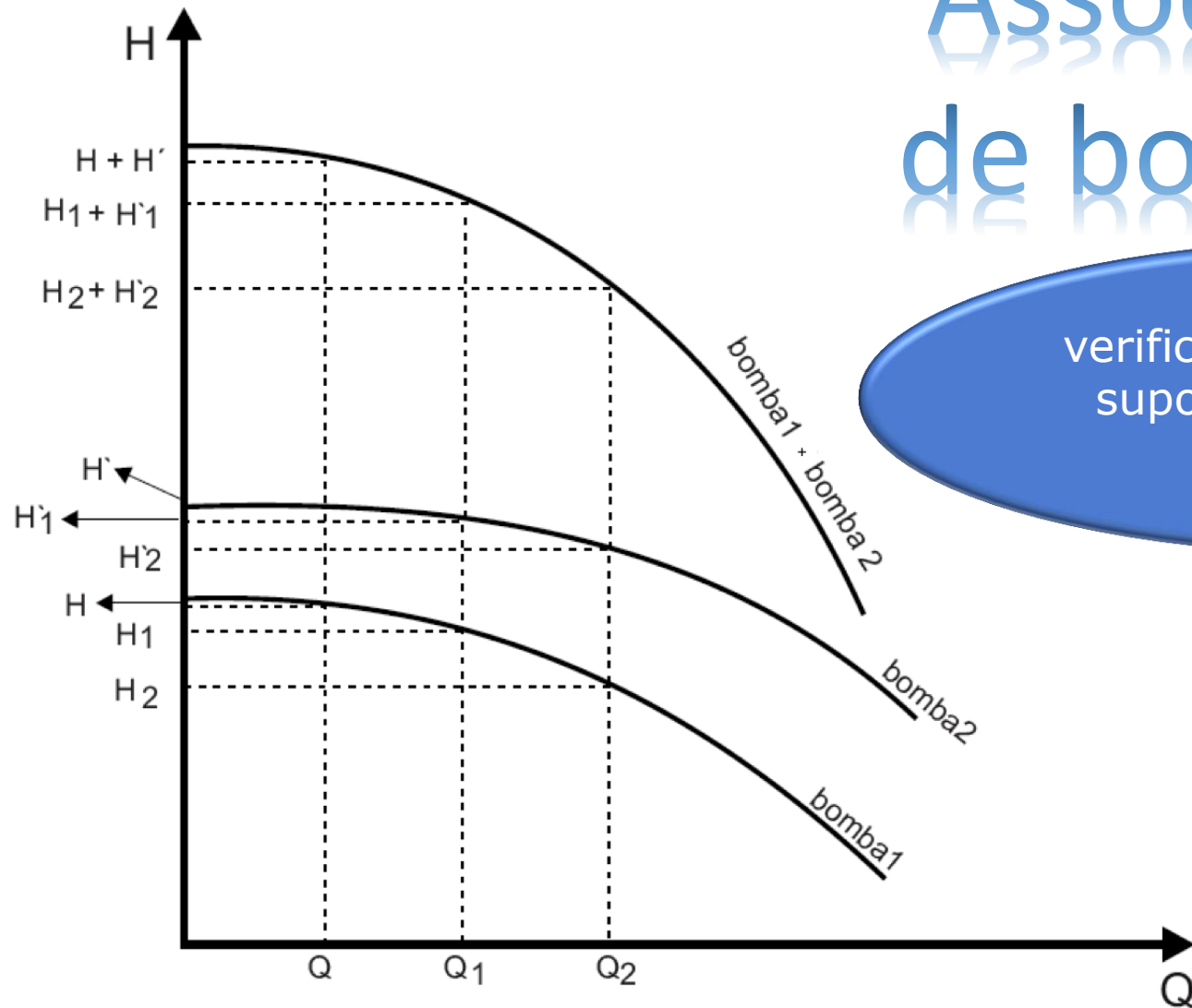
Bomba só $Q \rightarrow H$ e bomba associada $Q \rightarrow 2H$

Bomba só $Q_1 \rightarrow H_1$ e bomba associada $Q_1 \rightarrow 2H_1$

Bomba só $Q_2 \rightarrow H_2$ e bomba associada $Q_2 \rightarrow 2H_2$

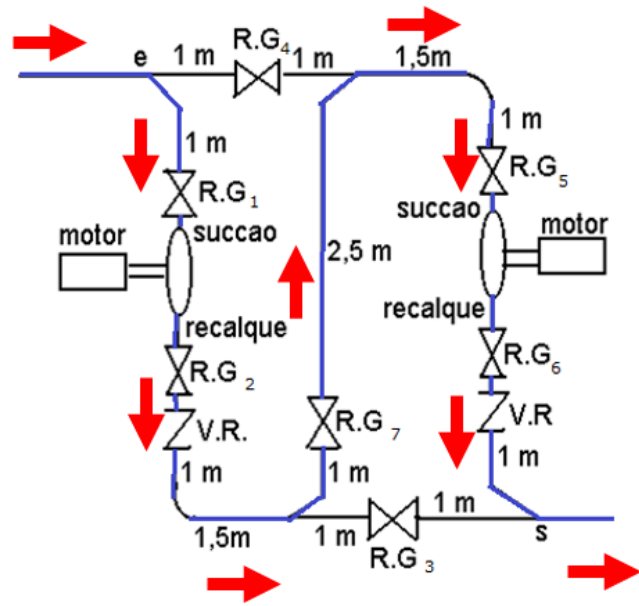
Bomba só $Q_3 \rightarrow H_3$ e bomba associada $Q_3 \rightarrow 2H_3$

Associação em série de bombas diferentes



Cuidado:
verificar a pressão máxima
suportada no flange das
bombas
subsequentes.





Cálculo do rendimento da associação em série de bombas.

TOI TU ME COMPRENDS

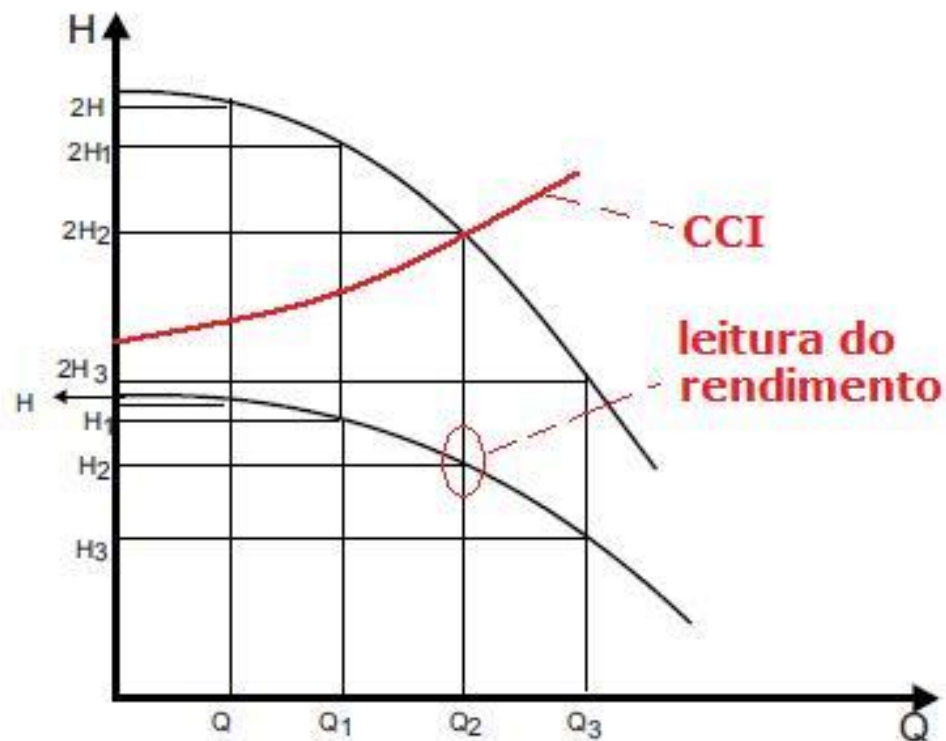
$$N_{B_{\text{assoc}}} = N_{B_{B1}} + N_{B_{B2}}$$

$$\frac{\gamma \times Q \times H_{B_{\text{as}}}}{\eta_{B_{\text{as}}}} = \frac{\gamma \times Q \times H_{B_{B1}}}{\eta_{B_{B1}}} + \frac{\gamma \times Q \times H_{B_{B2}}}{\eta_{B_{B2}}}$$

$$\frac{H_{B_{\text{as}}}}{\eta_{B_{\text{as}}}} = \frac{H_{B_{B1}}}{\eta_{B_{B1}}} + \frac{H_{B_{B2}}}{\eta_{B_{B2}}}$$

$$\eta_{B_{\text{as}}} = \frac{H_{B_{\text{as}}}}{\frac{H_{B_{B1}}}{\eta_{B_{B1}}} + \frac{H_{B_{B2}}}{\eta_{B_{B2}}}}$$

Operação de bombas iguais em série

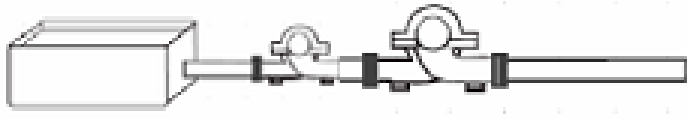


$$H_{B_{B1}} = H_{B_{B2}} \text{ e } \eta_{B_{B1}} = \eta_{B_{B2}}$$

$$\therefore \eta_{B_{as}} = \eta_{B_{B1}} = \eta_{B_{B2}}$$

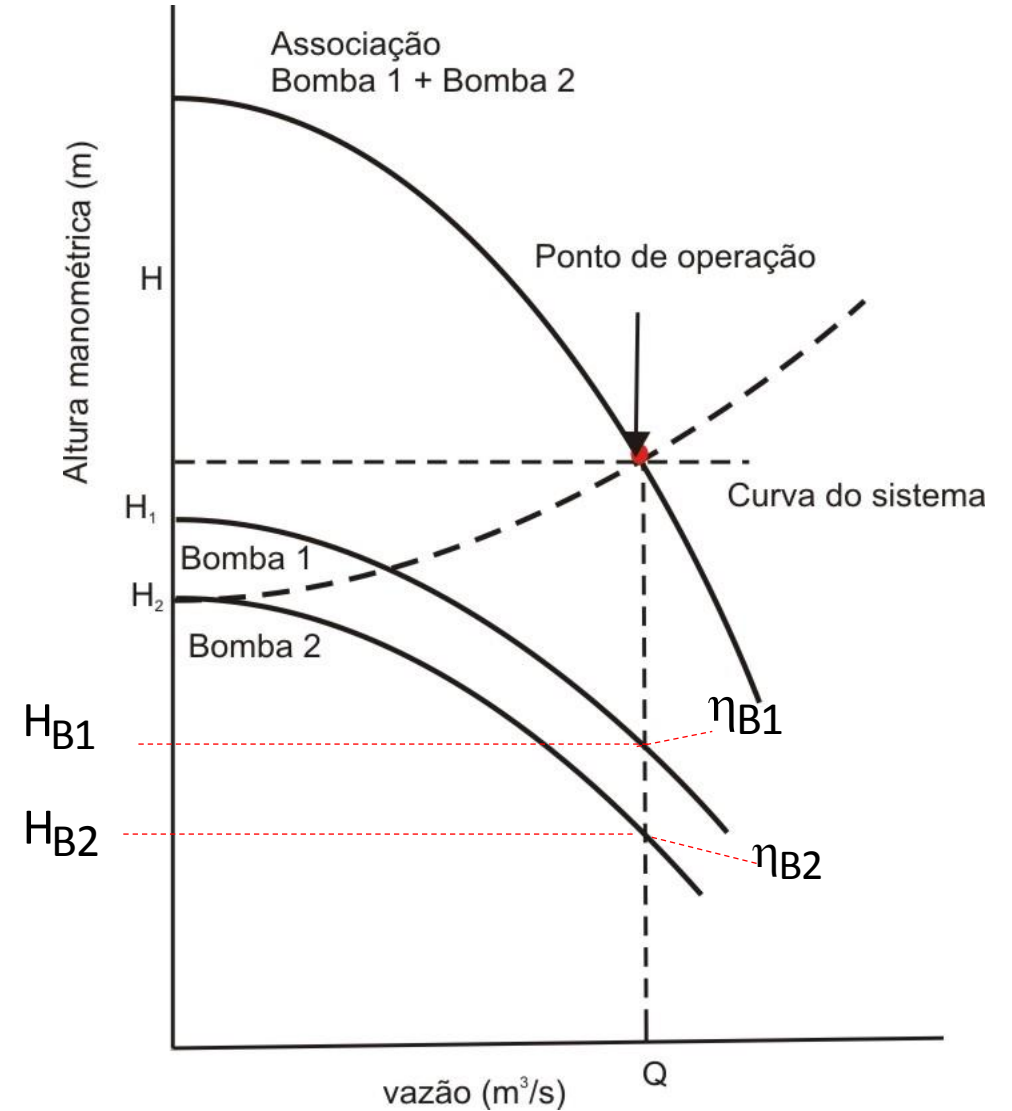


Operação de bombas diferentes em série



$$\eta_{B_{as}} = \frac{H_{B_{as}}}{\frac{H_{B_{B1}}}{\eta_{B_{B1}}} + \frac{H_{B_{B2}}}{\eta_{B_{B2}}}}$$

Entendi também!



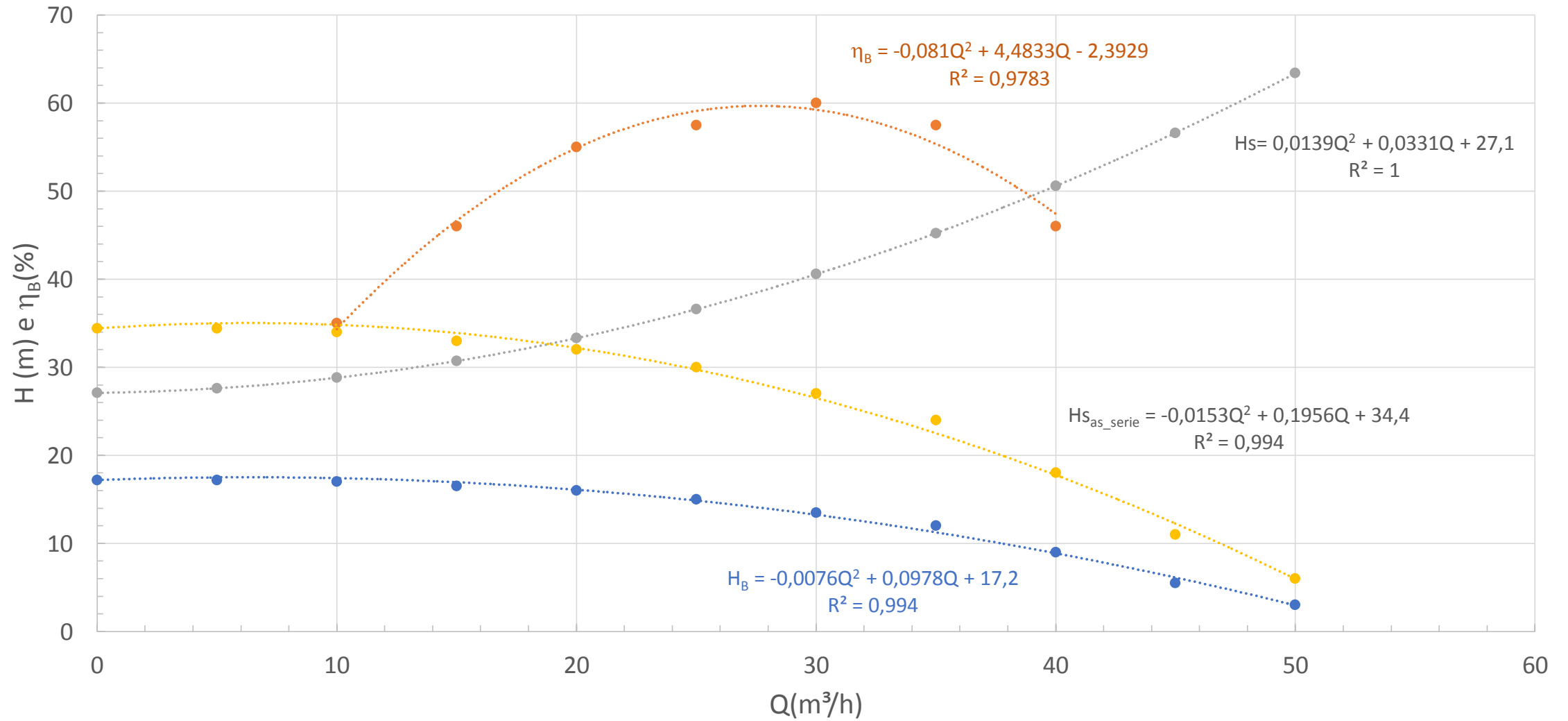
Vamos associar as bombas em série e resolver nosso problema

Para a mesma vazão somamos os HB, como as bombas são iguais, multiplicamos por 2.

Q(m ³ /h)	H _{B214} (m)	η _{B214} (%)	H _{Bas} (m)	f ₃ "	f ₂ "	H _{S_as} (m)
0	17,2		34,4	0	0	27,1
5	17,2		34,4	0,0263	0,0252	27,6
10	17	35	34	0,0231	0,0228	28,8
15	16,5	46	33	0,0217	0,0218	30,7
20	16	55	32	0,0209	0,0212	33,3
25	15	57,5	30	0,0204	0,0209	36,6
30	13,5	60	27	0,0200	0,0206	40,6
35	12	57,5	24	0,0197	0,0204	45,2
40	9	46	18	0,0195	0,0203	50,6
45	5,5		5,5	0,0193	0,0202	56,6
50	3		6	0,0191	0,0201	63,4



Obtenção do ponto de trabalho



Determinação do ponto de trabalho

$$H_S = 0,0139Q^2 + 0,0331Q + 27,1$$

$$H_{B_{as}} = -0,0153Q^2 + 0,1956Q + 34,4$$

Ponto de trabalho $\rightarrow H_S = H_{B_{as}}$

$$\therefore 0,0139Q^2 + 0,0331Q + 27,1 = -0,0153Q^2 + 0,1956Q + 34,4$$

$$0,0292Q^2 - 0,1625Q - 7,3 = 0 \quad \Rightarrow Q_\tau = \frac{0,1625 + \sqrt{0,1625^2 + 4 \times 0,0292 \times 7,3}}{2 \times 0,0292}$$

$$Q_\tau \cong 18,837 \frac{m^3}{h} \quad H_{B_\tau} = 0,0139 \times 18,837^2 + 0,0331 \times 18,837 + 27,1 \cong 32,66m$$

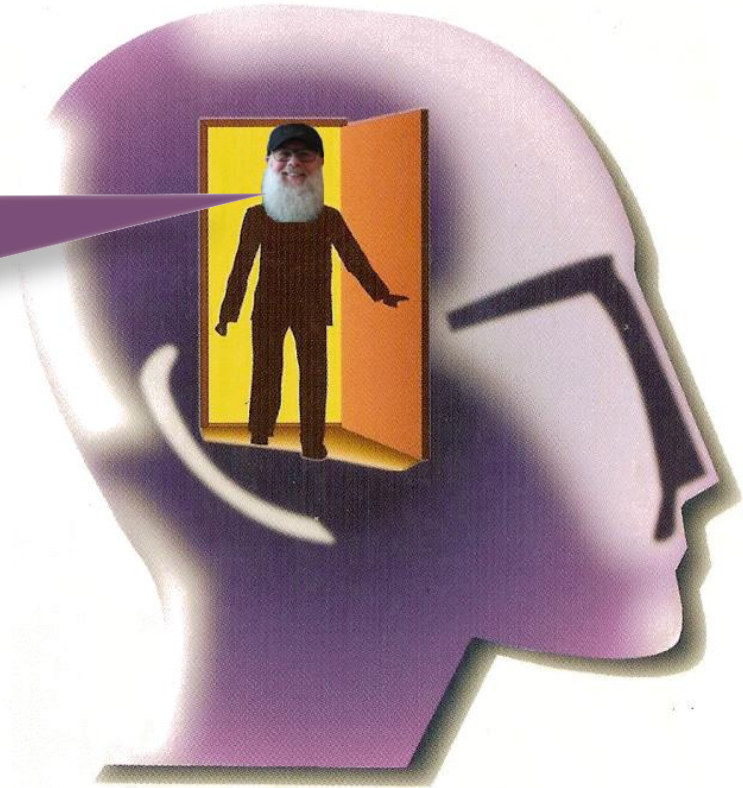
$$\eta_{B_\tau} = -0,081 \times 18,837^2 + 4,4833 \times 18,837 - 2,3929 \cong 53,32\%$$

Determinação da potência da associação

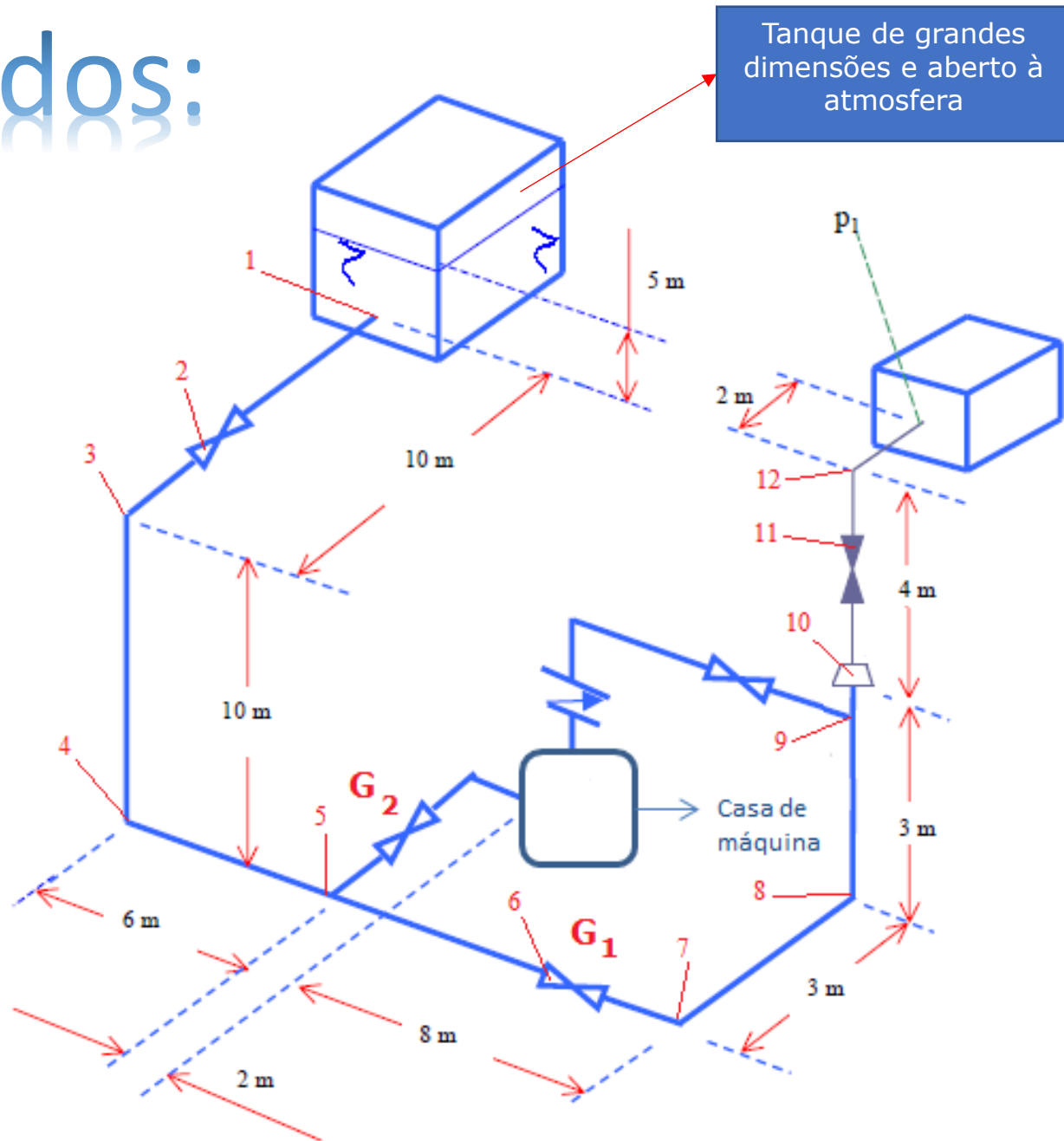
$$N_{B_{as}} = \frac{\gamma \times Q_{\tau as} \times H_{B_{\tau as}}}{\eta_{B_{\tau as}}} = \frac{997,8 \times 9,8 \times \left(\frac{18,837}{3600} \right) \times 32,66}{0,5332}$$

$$N_{B_{as}} \cong 3130 \text{ W}$$

Ache a equação da CCI para a instalação operando sem bomba e responda: ***existe a vazão em queda livre?*** Se não existir, qual a solução que você daria e qual o ponto de trabalho obtido?



Dados:



Número	Singularidade
1	Saída normal de reservatório
2	Válvula gaveta
3	Joelho fêmea de 90°
4	Joelho fêmea de 90°
5	Tê de passagem direta
6	Válvula gaveta
7	Joelho fêmea de 90°
8	Joelho fêmea de 90°
9	Tê de passagem direta
10	Redução de 3 para 2"
11	Válvula globo reta sem guia
12	Joelho fêmea de 90°

Número	Singularidade	Leq (m)	Referência	D _N	D _{int} (mm)	A (cm ²)
1	Saída normal de reservatório	1,1	Tupy	3"	77,9	47,7
2	Válvula gaveta	1,03	Mipel	3"	77,9	47,7
3	Joelho fêmea de 90 ⁰	2,82	Tupy	3"	77,9	47,7
4	Joelho fêmea de 90 ⁰	2,82	Tupy	3"	77,9	47,7
5	Tê de passagem direta	0,50	Tupy	3"	77,9	47,7
6	Válvula gaveta	1,03	Mipel	3"	77,9	47,7
7	Joelho fêmea de 90 ⁰	2,82	Tupy	3"	77,9	47,7
8	Joelho fêmea de 90 ⁰	2,82	Tupy	3"	77,9	47,7
9	Tê de passagem direta	0,50	Tupy	3"	77,9	47,7
10	Redução de 3 para 2"	0,70	Tupy	2"	52,5	21,7
11	Válvula globo reta sem guia	17,68	Mipel	2"	52,5	21,7
12	Joelho fêmea de 90 ⁰	1,88	Tupy	2"	52,5	21,7

Dados (cont.):

Télétravail

