



METODOLOGIA APLICADA PARA RESOLVER UM PROBLEMA

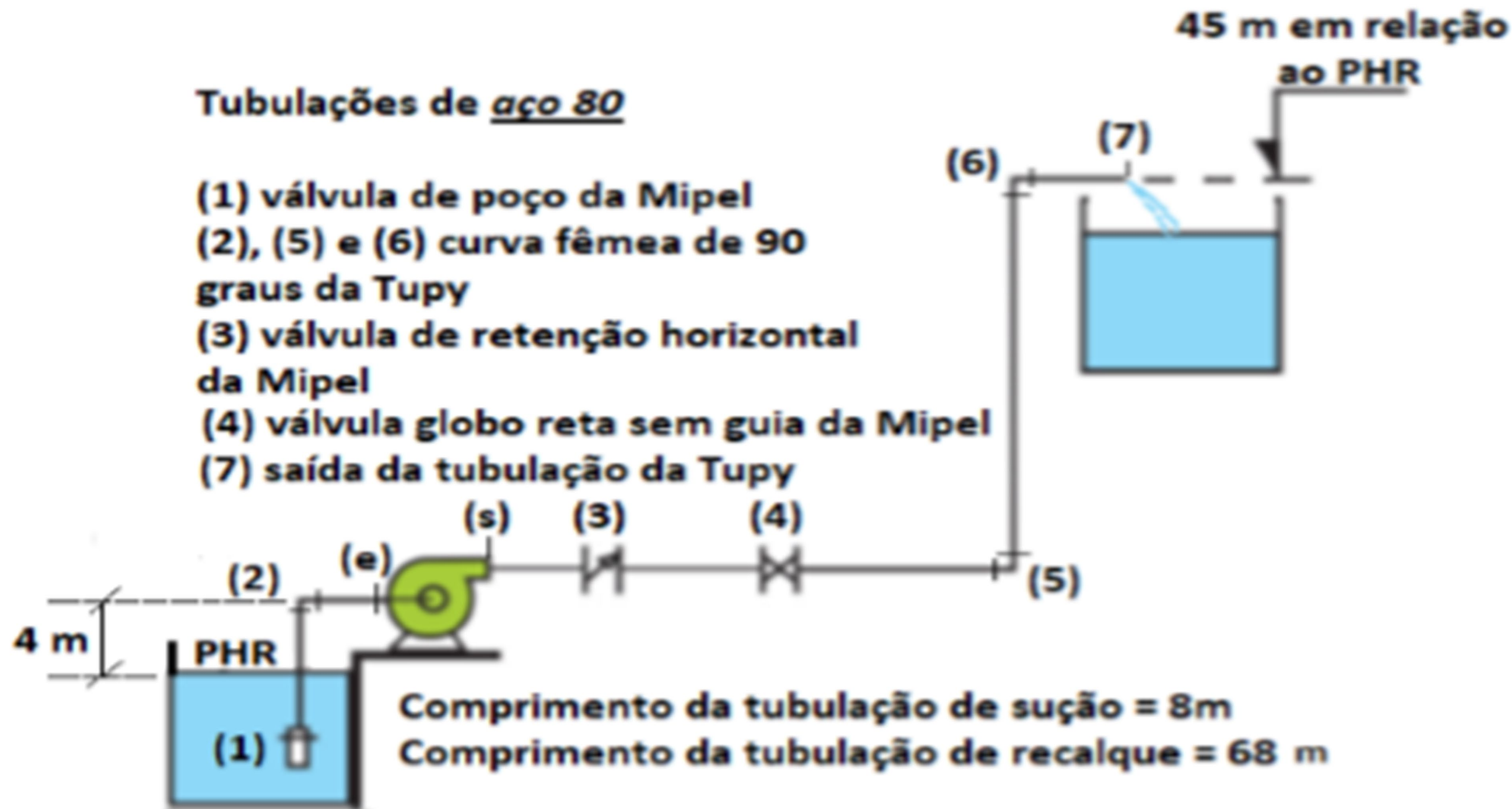


EXEMPLO DE APLICAÇÃO Á HIDRÁULICA

- **1º Questão:** Considere a instalação e as informações a seguir: a água bombeada está a 30°C , a vazão desejada é $1,5 \text{ L/s}$ e a instalação foi projetada para serviços gerais adotando uma velocidade econômica de $1,5 \text{ m/s}$ e um único diâmetro de aço 80 para a instalação. Para o cálculo da perda de carga para toda instalação adotou-se um coeficiente de perda de carga médio igual a $0,028$. Considerando um fator de segurança igual a $1,5$, calcule a pressão na entrada da bomba, a carga manométrica da mesma e a sua potência hidráulica.

Tubulações de aço 80

- (1) válvula de poço da Mipel
- (2), (5) e (6) curva fêmea de 90 graus da Tupy
- (3) válvula de retenção horizontal da Mipel
- (4) válvula globo reta sem guia da Mipel
- (7) saída da tubulação da Tupy

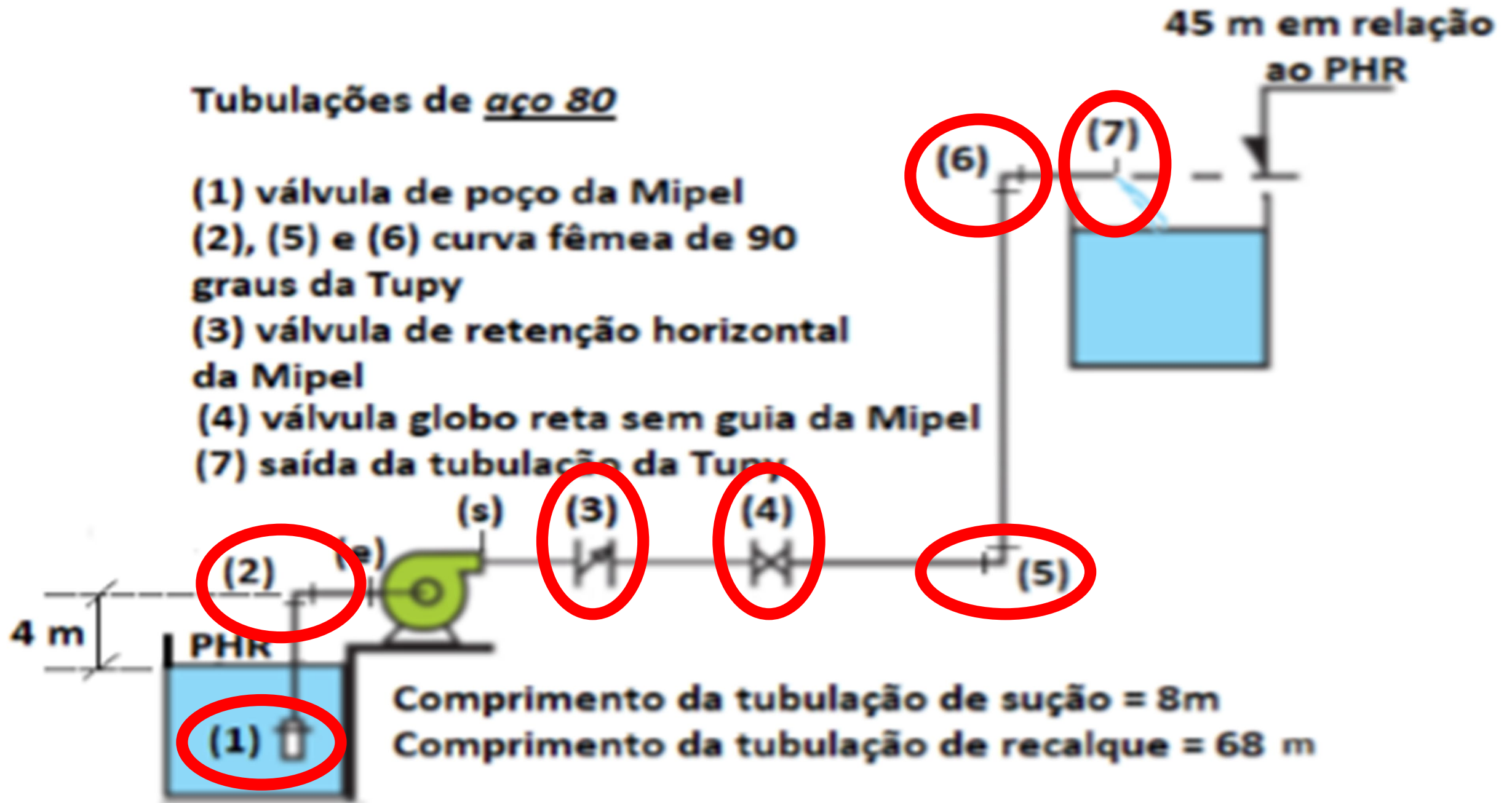


DADOS:

- **1º Questão:** Considere a instalação e as informações a seguir: a água bombeada está a 30°C , a vazão desejada é $1,5\text{ L/s}$ e a instalação foi projetada para serviços gerais adotando uma velocidade econômica de $1,5\text{ m/s}$ e um único diâmetro de aço 80 para a instalação. Para o cálculo da perda de carga para toda instalação adotou-se um coeficiente de perda de carga médio igual a $0,028$. Considerando um fator de segurança igual a $1,5$, calcule a pressão na entrada da bomba, a carga manométrica da mesma e a sua potência hidráulica.

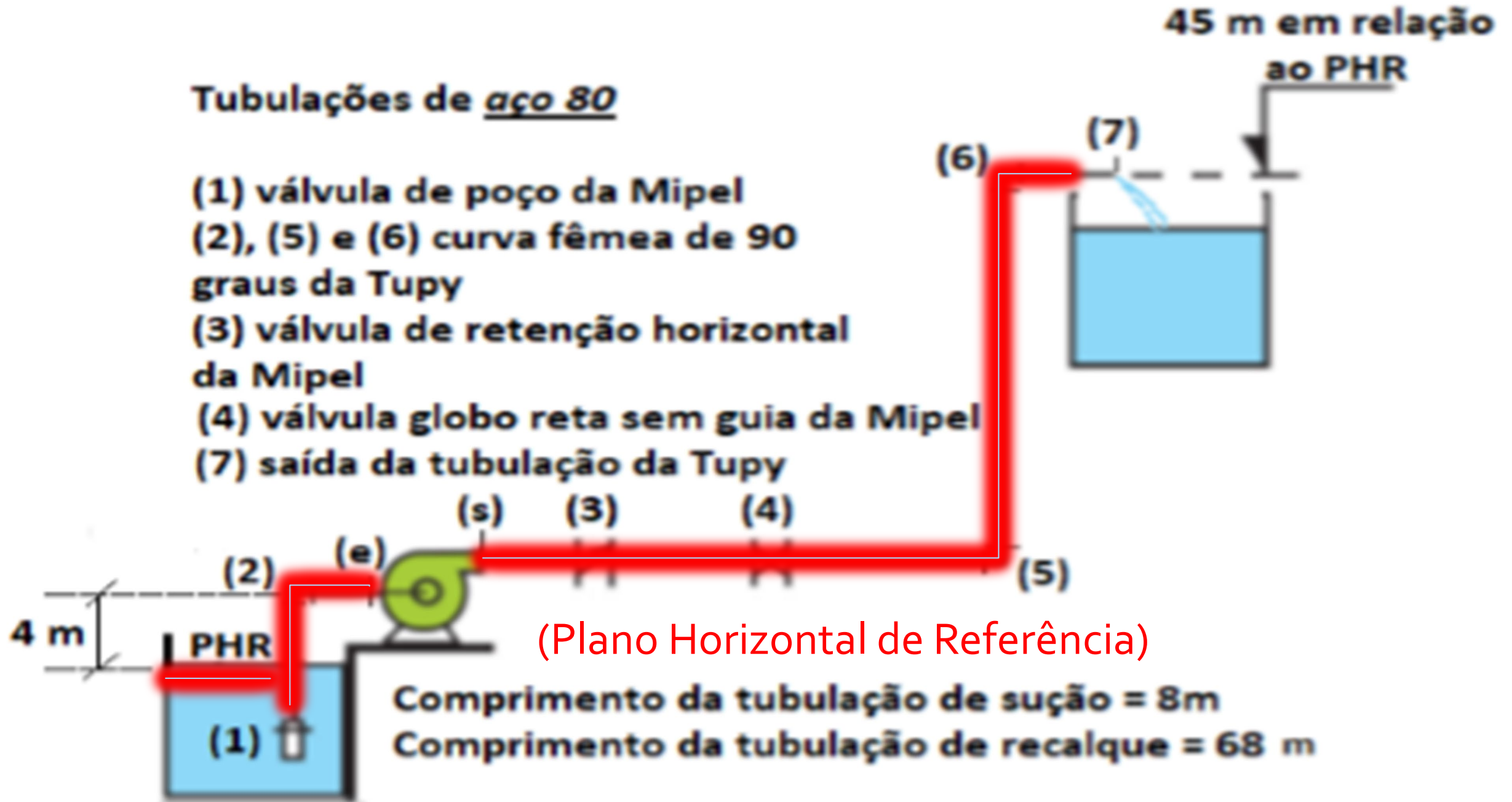
Tubulações de aço 80

- (1) válvula de poço da Mipel
- (2), (5) e (6) curva fêmea de 90 graus da Tupy
- (3) válvula de retenção horizontal da Mipel
- (4) válvula globo reta sem guia da Mipel
- (7) saída da tubulação da Tupy



Tubulações de aço 80

- (1) válvula de poço da Mipel
- (2), (5) e (6) curva fêmea de 90 graus da Tupy
- (3) válvula de retenção horizontal da Mipel
- (4) válvula globo reta sem guia da Mipel
- (7) saída da tubulação da Tupy



Dados:

- Fluido: água a 30°C
- Vazão desejada: 1,5 l/s
- Velocidade econômica do fluido: 1,5 m/s
- Coeficiente de perda de carga: 0,028
- Fator de segurança: 1,5
- PHR no nível do reservatório de captação
- Eixo da bomba á 4 m acima do PHR
- Saída da tubulação a 45 M em relação ao PHR
- Tubulação aço 80 com único diâmetro
- Comprimento da tubulação de sucção = 8m
- Comprimento da tubulação de recalque = 68m
- 1 - Válvula de poço da Mipel
- 2, 5 e 6 - Curva fêmea de 90° da Tupy
- 3 - Válvula de retenção horizontal da Mipel
- 4 - Válvula Globo reta sem guia da Mipel
- 7 - Saída de tubulação da Tupy

O que o exercício está pedindo para calcular?

- **1º Questão:** Considere a instalação e as informações a seguir: a água bombeada está a 30°C , a vazão desejada é $1,5 \text{ L/s}$ e a instalação foi projetada para serviços gerais adotando uma velocidade econômica de $1,5 \text{ m/s}$ e um único diâmetro de aço 80 para a instalação. Para o cálculo da perda de carga para toda instalação adotou-se um coeficiente de perda de carga médio igual a $0,028$. Considerando um fator de segurança igual a $1,5$, calcule a pressão na entrada da bomba, a carga manométrica da mesma e a sua potência hidráulica.



O que o exercício está pedindo para calcular?

- Pressão na entrada da bomba?
- Carga manométrica?
- Potência hidráulica?

EQUAÇÕES:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

- Carga manométrica?

$$H_i + H_B = H_f + HP_{ab} + HP_{rec}$$

- Potência hidráulica?

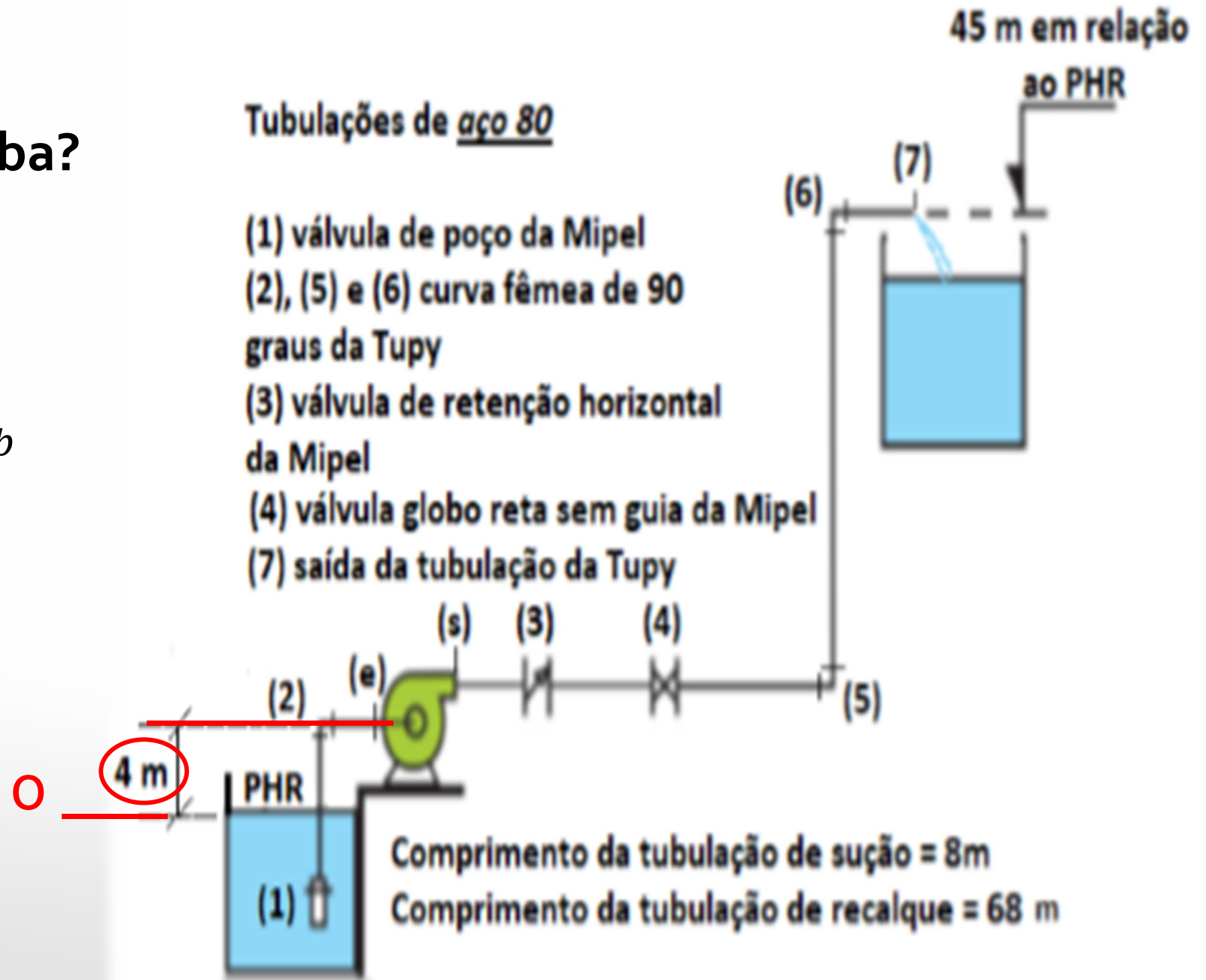
$$N = \gamma \times Q \times H_B$$

RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$



RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$

$$\gamma = \rho \times g$$

$$\rho = 1000,14 + 0,0094 \times t - 0,0053 \times t^2$$

$$[\rho] = \frac{kg}{m^3}; [t] = ^\circ C$$

$$\rho = 1000,14 + 0,0094 \times 30 - 0,0053 \times 30^2$$

$$[\rho] = 995,652 \frac{kg}{m^3}$$

$$\gamma = 995,7 \times 9,8$$

$$\gamma = 9365,86 \frac{N}{m^3}$$

RESOLVENDO:

- <http://www.escoladavida.eng.br/index.htm>
- CAMINHO:
 1. NA ENGENHARIA
 2. Hidráulica 1 na Eng. Civil
 3. Consultas
 4. Obtenção das propriedades do mercúrio e d'água em função da temperatura.

θ	ρ_w	v_w	ρ_{Hg}
		$\times 10^6$	
[°C]	[kg/m ³]	[m ² /s]	[kg/m ³]
21	998,0	0,980	13543
22	997,8	0,957	13541
23	997,5	0,934	13538
24	997,3	0,913	13536
25	997,0	0,892	13534
26	996,8	0,873	13531
27	996,5	0,854	13529
28	996,2	0,835	13526
29	995,9	0,817	13524
30	995,7	0,800	13521
31	995,3	0,784	13519
32	995,0	0,768	13516
33	994,7	0,753	13514
34	994,4	0,738	13511
35	994,0	0,723	13509
36	993,7	0,709	13507
37	993,3	0,696	13504
38	993,0	0,683	13502
39	992,6	0,670	13499
40	992,2	0,658	13497

RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{9365,86} + \frac{v^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$

$$Q = v \times A$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$Q_{(\text{vazão desejada})} = V_{(\text{velocidade econômica})} \times A$$

$$1,5 \times 10^{-3} = 1,5 \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\Rightarrow D(\text{diâmetro de referência}) = 0,03568 \text{ m}$$

$D(\text{diâmetro de referência}) = 0,03568 \text{ m} \Rightarrow 35,68\text{mm}$

Norma - ANSI B36.10 e especificação da tubulação.

$D = 38,1 \text{ mm} = 0,0381\text{m}$

$A = 11,4 \text{ cm}^2 = 11,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$A = \frac{\pi \times D^2}{4}$

$A = \frac{\pi \times 38,1^2}{4} = 1140,092 \text{ mm}^2 \Rightarrow 11,4 \text{ cm}^2$

Diâmetro nominal (pulg) - Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm²)	Área da seção de metal (cm²)
1/4 - 13,7	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,23 3,02	10,4 12,2 12,7	0,85 0,97 0,96	0,62 0,81 1,01
1/8 - 17,1	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,31 3,20	13,8 12,5 10,7	1,00 1,13 0,91	0,81 1,08 1,40
1/2 - 21	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,77 3,73 4,75 7,47	13,8 13,8 11,8 11,4	1,06 1,01 1,00 0,82	1,61 2,06 2,47 3,52
3/4 - 27	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,87 3,91 5,54 7,82	13,9 13,8 11,6 11,0	1,04 1,09 1,01 0,85	2,15 2,80 3,68 4,63
1 - 33	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,37 4,55 6,35 9,09	13,6 14,3 12,7 11,2	1,07 1,14 1,07 1,02	3,19 4,12 5,39 6,94
1 1/4 - 42	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,56 4,85 6,35 9,70	13,5 12,5 11,4 10,7	1,05 0,88 0,82 0,77	4,32 5,68 7,14 9,90
1 1/2 - 48	Std, 40, 40S XS, 80, 80S XXS	3,68 5,08 10,16	10,8 38,1 27,9	11,1 11,4 6,13	5,15 6,89 12,2
2 - 60	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,91 5,54 8,71 11,07	52,5 49,2 42,9 38,2	21,7 19,0 14,4 11,4	6,93 9,53 14,1 17,1
2 1/2 -	Std, 40, 40S XS, 80, 80S	5,16 7,01	62,7 59,0	30,9 27,3	11,0 14,5

RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{9365,86} + \frac{v^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$

$$Q = v \times A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{2,25 \times 10^{-3}}{4} \Rightarrow 1,974 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{(\text{vazão desejada})} = V_{(\text{velocidade econômica})} \times A$$

$$1,5 \times 10^{-3} = 1,5 \times \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$\Rightarrow D(\text{diâmetro de referência}) = 0,03568 \text{ m}$$

$$A = 11,4 \text{ cm}^2 = 11,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$Q = \text{Vazão desejada} \times \text{fator de segurança}$$

$$Q = 1,5 \times 1,5 = 2,25 \text{ l/s}$$

RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{9365,86} + \frac{1,974^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$

$$HP_{ab} = f \times \frac{(L + \sum L_{eq})}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g}$$

$$HP_{ab} = 0,028 \times \frac{(8 + \sum L_{eq})}{0,0381} \times \frac{(2,25 \times 10^{-3})^2}{2 \times 9,8}$$

Catálogo da Tupy:

RESOLVENDO:

- 1 - Válvula de poço da Mipel = 17,07m
- 2, 5 e 6 - Curva fêmea de 90° da Tupy = 0,82m
- 3 - Válvula de retenção horizontal da Mipel = 19,20m
- 4 - Válvula Globo reta sem guia da Mipel = 13,72m
- 7 - Saída de tubulação da Tupy = 1m

Comprimentos Equivalentes em metros para Bocais e Válvulas

Diâmetro Nominal									
								Horizontal	Vertical
1/2	0,4	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	3,6	1,1	
3/4	0,5	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	5,6	1,6	
1	0,7	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	7,3	2,1	
1 1/4	0,9	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	10,0	2,7	
1 1/2	1,0	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	11,6	3,2	
2	1,5	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	14,0	4,2	
2 1/2	1,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	17,0	5,2	
3	2,2	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	20,0	6,3	
4	3,2	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	23,0	8,4	
5	4,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	30,0	10,4	
6	5,0	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	39,0	12,5	

RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{9365,86} + \frac{1,974^2}{2 \times 9,8} + HP_{ab}$$

$$HP_{ab} = f \times \frac{(L + \sum L_{eq})}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g}$$

$$HP_{ab} = 0,028 \times \frac{(8 + 17,07 + 0,82)}{0,0381} \times \frac{(2,25 \times 10^{-3})^2}{2 \times 9,8} \Rightarrow HP_{ab} = 3,782 \text{ m}$$

Comprimento da tubulação de sucção = 8m

Comprimento da tubulação de recalque = 68m

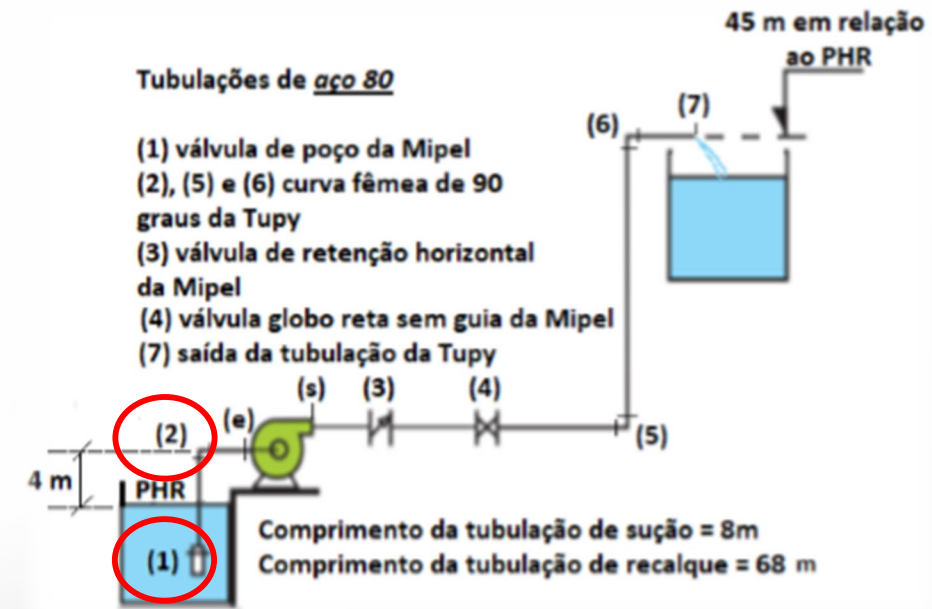
1 - Válvula de poço da Mipel = 17,07m

2, 5 e 6 - Curva fêmea de 90° da Tupy = 0,82m

3 - Válvula de retenção horizontal da Mipel = 19,20m

4 - Válvula Globo reta sem guia da Mipel = 13,72m

7 - Saída de tubulação da Tupy = 1m



RESOLVENDO:

- Pressão na entrada da bomba?

$$H_i = z_e + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + HP_{ab}$$

$$0 = 4 + \frac{p_e}{9365,86} + \frac{1,974^2}{2 \times 9,8} + 3,782$$

$$Pe = -77.875,63 \text{ N/m}^2$$

RESOLVENDO:

- Carga manométrica?

$$H_i + H_B = H_f + HP_{ab} + HP_{rec}$$
$$0 + H_B = 45 + 3,782 + HP_{rec}$$

$$HP_{rec} = f \times \frac{(L + \sum L_{eq})}{D_H} \times \frac{Q^2}{2g}$$

$$HP_{ab} = 0,028 \times \frac{(68 + 35,56)}{0,0381} \times \frac{(2,25 \times 10^{-3})^2}{2 \times 9,8} \Rightarrow HP_{rec} = 15,12601 \text{ m}$$

Nesta
questão não
desprezei a
carga
cinética,
então faltou!

Comprimento da tubulação de sucção = 8m

Comprimento da tubulação de recalque = 68m

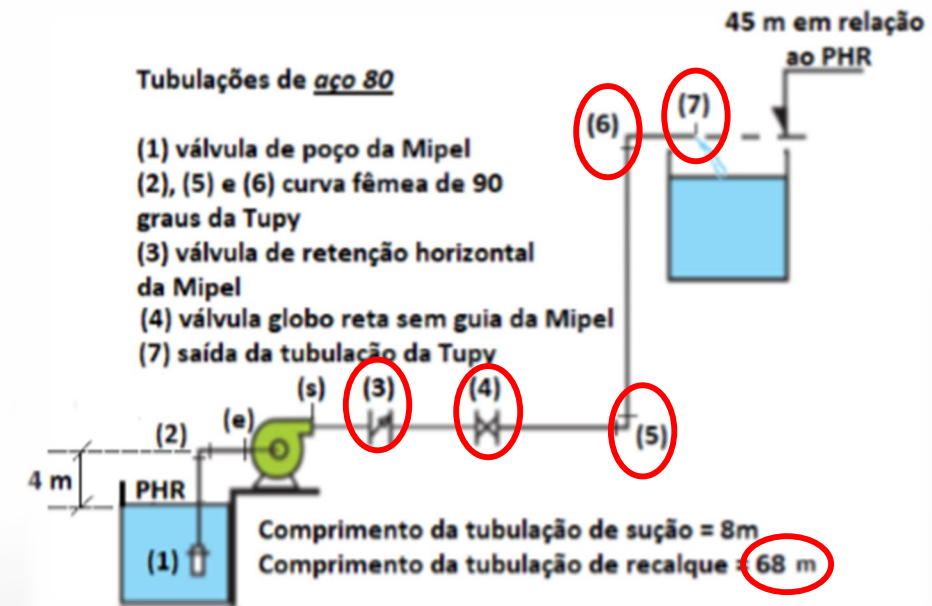
1 - Válvula de poço da Mipel = 17,07m

2, 5 e 6 - Curva fêmea de 90° da Tupy = 0,82m

3 - Válvula de retenção horizontal da Mipel = 19,20m

4 - Válvula Globo reta sem guia da Mipel = 13,72m

7 - Saída de tubulação da Tupy = 1m



RESOLVENDO:

- Carga manométrica?

Está
faltando o
 $v^2/2g$

$$H_i + H_B = H_f + HP_{ab} + HP_{rec}$$

$$0 + H_B = 45 + 3,782 + 15,13$$

$$H_B = 63,908 \text{ m}$$

PEQUENA DIFERENÇA PELO FATO DE
NÃO TER CONSIDERADO O $1,974^2/19,6$

RESOLVENDO:

- Potência hidráulica?

$$N = \gamma \times Q \times H_B$$

$$N = 9365,86 \times 2,25 \times 10^{-3} \times 63,908$$

$$N = 1403,11 \text{ W}$$

PEQUENA DIFERENÇA
AQUI!

PEQUENA DIFERENÇA!