Lista de Exercícios de Operações Unitárias I

Bombas

Prof. Lívia Chaguri

[1]Exercício1) Considere a instalação representada na Figura 3, para transportar 25 m³/h de etanol a 25°C (μ = 1,10x10^{-3} Pa.s; ρ = 788 Kg/m³; P_v = 7,83 kPa). A tubulação é de aço comercial com a tubulação da sucção com diâmetro interno de 77,9 mm (diâmetro nominal 3", Sch. 40), e a de recalque com diâmetro interno de 62,7 mm (diâmetro nominal 2$^{1/2}$", Sch. 40). Em todas as mudanças de direção curvas longas (cotovelos) de 90°C estão instaladas.

OBS: para resolução foi utilizado o método dos comprimentos equivalentes sendo as razões L/D utilizadas baseadas na tabela abaixo

Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. Expresso em metros de canalização retilínea

Diâmetro D mm	pol	COTOVELO 90° RAIO LONGO	COTOVELO 90° RAIO MÉDIO	COTOVELO 90° RAIO CURTO	COTOVELO 45°	CURVA 90° R/D=1 ½"	CURVA 90° R/D=1"	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	VÁLVULA DE GAVETA ABERTO	VÁLVULA DE GLOBO ABERTO	VÁLVULA DE ÂNGULO ABERTO	TÊ PASSAGEM DIRETA	TÊ SAÍDA DE LADO	TÊ SAÍDA LATERAL	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1½	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

* Os valores indicados para válvulas de globo aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descarga

OBS: Considere válvula gaveta totalmente aberta, válvula de retenção basculante como sendo válvula de retenção do tipo pesado e válvula de retenção de pé como sendo válvula de retenção do tipo leve.

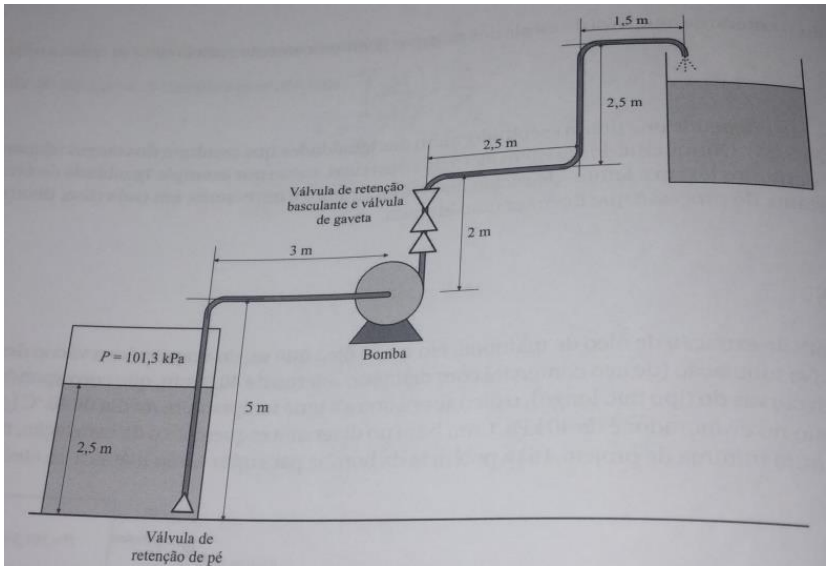

Figura 1: Esquema do exercício 1

Calcule:

i) A altura de projeto;

ii) A potência da bomba;

iii) O NPSH do sistema;

RESP: (i) H_p = 9,8 m; (ii) P_o = 526 W; (iii) $NPSH_{sistema}$ = 6,8 m.c.a.;

Exercício 2) A instalação da Figura 4 abaixo, será utilizada para o transporte de 12 L/s de água do reservatório A para o reservatório C, ambos mantidos em níveis constantes. A bomba será adquirida do fabricante X, que produz bombas de potência nominal: 0,5 CV; 1,5 CV; 2 CV; 3 CV; 4 CV; 5 CV, todas com rendimento de 82 %. Desprezando-se a perda de carga na sucção, selecione a bomba adequada.

OBS: Assumir reservatórios abertos pra atmosfera (P=101,3 kPa) e 3 cotovelos de 90^o para cálculo da perda de carga localizada (K=0,9). Considerar que a rugosidade do material (ε) variando de 1,6 mm a 1,36 mm.

Tabela 7.2 – Valores aproximados de *K* (perdas localizadas)

Peça	*K*	Peça	*K*
Ampliação gradual	0,30*	Junção	0,40
Bocais	2,75	Medidor Venturi	2,50**
Comporta aberta	1,00	Redução gradual	0,15*
Controlador de vazão	2,50	Saída de canalização	1.00
Cotovelo de 90°	0,90	Tê, passagem direta	0,60
Cotovelo de 45°	0,40	Tê, saída de lado	1,30
Crivo	0,75	Tê, saída bilateral	1,80
Curva de 90°	0,40	Válvula de ângulo aberta	5,00
Curva de 45°	0,20	Válvula de gaveta aberta	0,20
Curva de 22,5°	0,10	Válvula borboleta aberta	0,30
Entrada normal em canalização	0,50	Válvula-de-pé	1,75
Entrada de Borda	1.00	Válvula de retenção	2,50
Existência de pequena derivação	0,03	Válvula de globo aberta	10.00
		Velocidade	1.00

** Com base na velocidade maior (seção menor)*
*** Relativa à velocidade na canalização*

Dados: Diâmetro de sucção D_{suc} = 10 cm, diâmetro da tubulação após a bomba (recalque) D_{rec} = 8 cm, $\gamma = 10^4$ N/m³, $\upsilon = 10^{-6}$ m²/s, g = 10 m/s².

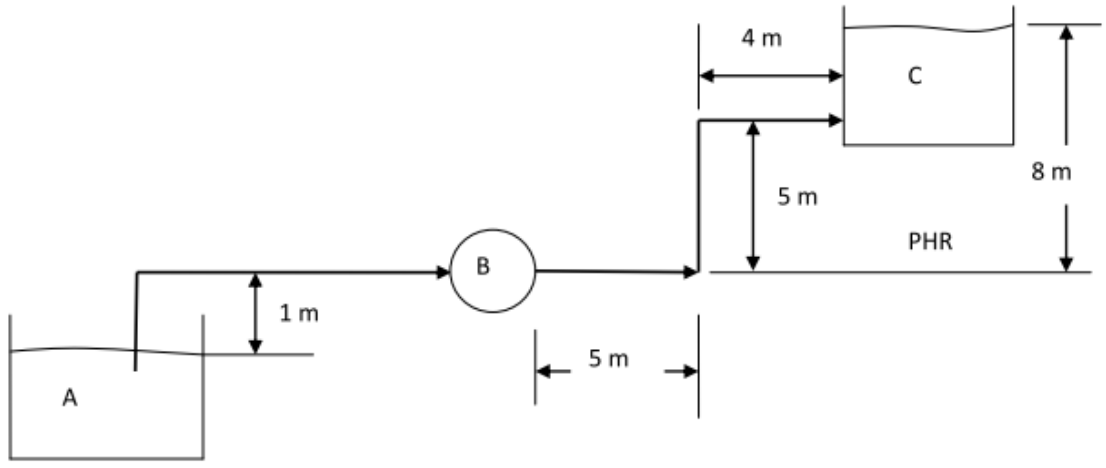

Figura 2: Esquema do sistema de bombeio para o exercício 2

RESP: H_b = 8,92J; Bomba de 2 CV;

Exercício 3) Na instalação da abaixo, o material aço comercial (com rugosidade de 0,046mm) foi utilizado para compor o sistema de tubulação. Determinar a potência da bomba necessária para produzir uma vazão de 10 L/s, supondo rendimento de 70%. Dados: D_{rec} = 2,5" (6,25 cm); D_{suc} = 4" (10 cm); tubulação de aço comercial, $\upsilon = 10^{-6}$ m²/s, g = 10 m/s², $\gamma = 10^4$ N/m³.

OBS: Assumir reservatório de sucção aberto pra atmosfera (P=101,3 kPa) ; 3 cotovelos de 90° para cálculo da perda de carga localizada (K=0,9) e 1 válvula de retenção na sucção (K=2,5)

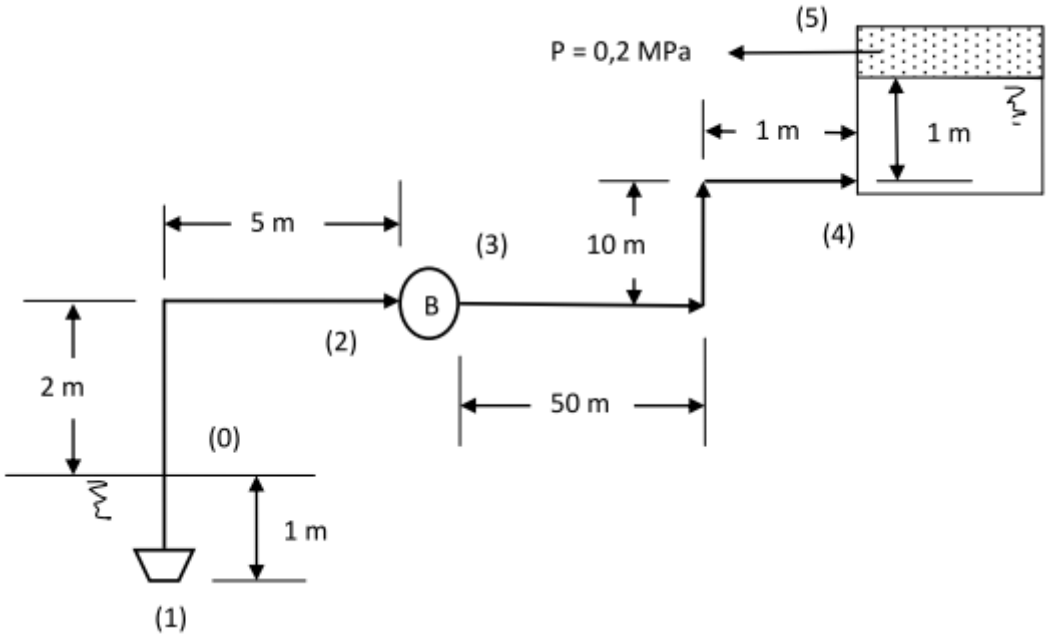

Figura 3: Esquema do sistema de bombeio

RESP: H_b = 35,3 m; Bomba de 7 CV;

Exercício 4) No esquema da figura abaixo, qual deve ser a máxima altura z para que não haja cavitação com a água a 20 ˚C? Dados: Q = 12 L/s; D = 10 cm; p_{atm} = 93,6 kPa; p_{vap} = 2,46 kPa (abs); tubo de aço comercial. ($\upsilon = 10^{-6}$ m²/s, $\gamma = 10^4$ N/m³).

OBS: Assumir reservatório de sucção aberto pra atmosfera (P=101,3 kPa);

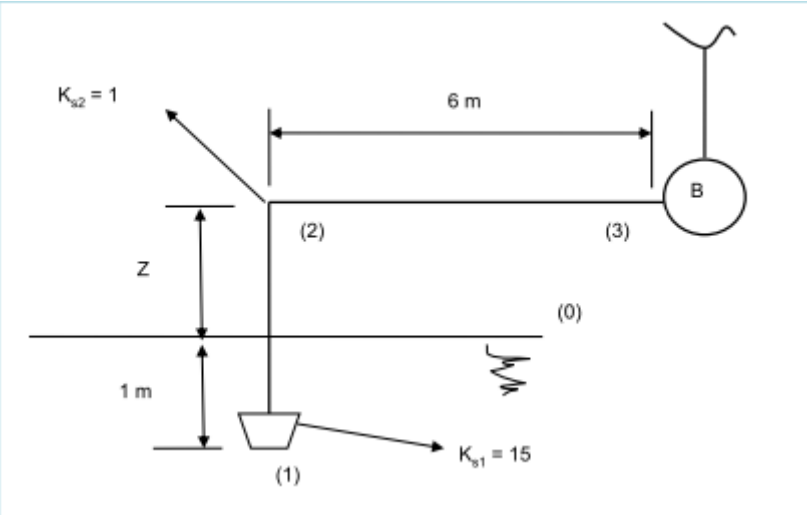

Figura 4: Esquema do sistema de bombeio

RESP: $Z_{máx}$ = 6,755 m;