

CAP 5. ESCOAMENTO EM CONDUTAS SOB PRESSÃO

Generalização da Eq. Bernoulli

39. Uma conduta de eixo horizontal à cota 25, com 0.3 m de diâmetro e 5000 m de comprimento, está montada entre dois reservatórios com as superfícies livres às cotas de 30 e 70 m. A conduta tem uma bomba que impulsiona o caudal de 80 L s⁻¹, para o qual a perda de carga unitária na conduta é de 0.006. (Considere $\alpha = 1.1$; desconsidere as perdas de carga singulares). Determine:

a) a potência da bomba (rendimento = 0.8);

$$(P_B = 68.6 \text{ kW})$$

b) a distância máxima da bomba ao reservatório de montante supondo que a altura piezométrica mínima a admissível à entrada da bomba é de 4m. $(x = 154.7 \text{ m})$

40. A bomba E eleva água entre os reservatórios R₁ e R₂. O eixo da bomba está situado a 5 m acima da superfície livre de R₁. No ponto final do sistema elevatório é descarregado o caudal de 0.162 m³ s⁻¹ para a atmosfera. Determine a altura manométrica total, potência do escoamento e a potência da bomba. (Figura 17). Verifique se existe cavitação à entrada da bomba.

São dados: diâmetros das tubagens AE e CF = 200 mm;

$$\Delta H_{AE} = \frac{5 u^2}{2g} \text{ e } \Delta H_{CF} = \frac{3 u^2}{2g} \quad (67.4 \text{ m}; 107 \text{ kW}; 153 \text{ kW})$$

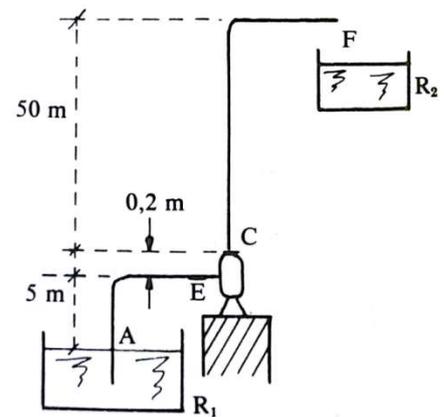


Fig 17

41. Modifica-se o problema anterior, de modo a que a superfície do reservatório R₁ fique 5.2 m acima do eixo E da bomba (Figura 18). Calcule H_{mt}, P_E e P_B

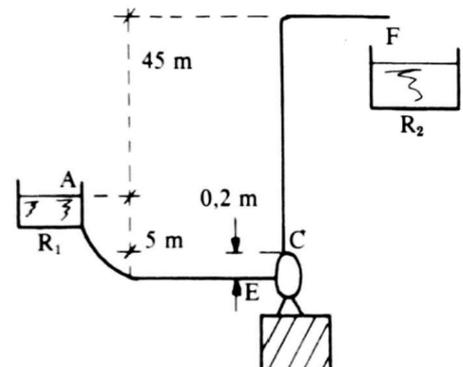


Fig. 18

Perdas de carga contínuas- Equação geral

42. Calcular a perda de carga e a queda de pressão que ocorre em 61 m de um tubo de ferro fundido asfaltado horizontal com diâmetro de 152 mm, transportando água a uma velocidade de 1.83 m s⁻¹.

$$(1.37 \text{ m}; 13 \ 413 \text{ Pa})$$

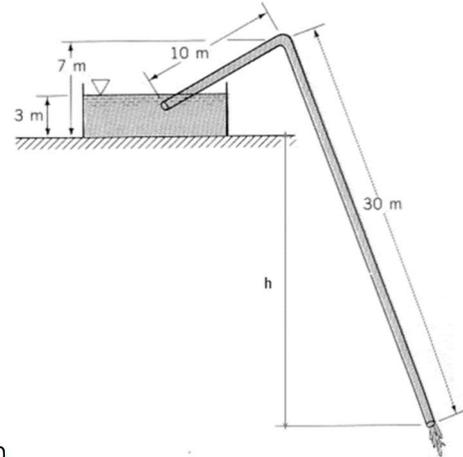
$$(265 \ 000 \text{ Pa})$$

Perdas de carga contínuas- Regime turbulento

43. Numa conduta de betão liso, com 0.5 m de diâmetro escoo o caudal de água de 200 L s⁻¹. Calcule a perda de carga unitária, recorrendo: a) fórmula de Colebrook-White (diagrama de Moody); b) formula ou ábaco específico para o material em questão; c) fórmula de Chézy; d) fórmula de Gaukler-Manning e e) fórmula de Hazen-williams

(0.00164 m m⁻¹; 0.00159 m m⁻¹; 0.00237 m m⁻¹; 0.0029 m m⁻¹; 0.0016 m m⁻¹)

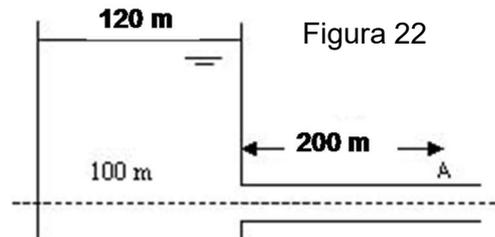
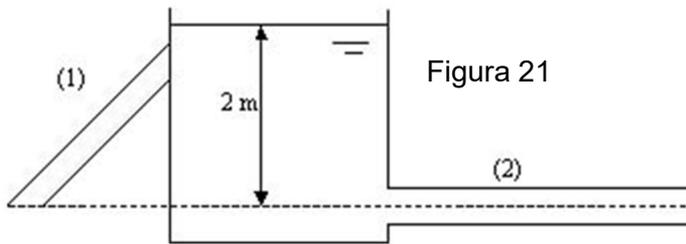
44. Considere o sifão representado na Figura 20, utilizado para extrair água a 30° C de um depósito. Atendendo aos dados apresentados na figura: determine o máximo valor de h para que não ocorra cavitação (vaporização da água) no interior do tubo que tem 12 mm de diâmetro;



- despreze as perdas localizadas;
- admita $f = 0.08$.

(h= 20.4m) Fig 20

47. A Figura 21 representa um reservatório onde o nível de água se mantém constante. Um tubo de ferro fundido com 30 m de comprimento e 12 cm de diâmetro foi colocado sucessivamente nas duas posições 1 e 2. Calcule o caudal debitado pelo tubo nos dois casos (o tubo tem muito uso; despreze as perdas de carga singulares). (15 L/s)



45. Do reservatório representado na Figura 22 sai um tubo de betão muito liso com 200 m de comprimento e 100 mm de diâmetro interior. Em A está colocada uma torneira. Pretende-se que o caudal escoado seja de 5 l s⁻¹. Recorrendo à formula de Darcy-Weisbach para o cálculo das perdas de carga por fricção ($f = 0.03$), determine:

- a perda de carga que a válvula deverá introduzir; R = 18.7 m
- o diâmetro do tubo do mesmo material que se deverá utilizar em substituição do anterior, para que sem válvula se obtenha o mesmo caudal; R = 0.057 m
- mantendo o tubo inicial e eliminando a válvula, qual a cota a que a água se deverá manter no reservatório para assegurar a saída do caudal referido. R = 101.26 m

Perdas de carga contínuas e singulares

46. Determine as perdas de carga singulares associadas ao esquema da Fig. 23 quando a válvula corrediça está fechada a ¾. ($\phi_1 = 7.6$ cm, $V_1 = 0.6$ m s⁻¹, $\phi_2 = 5$ cm. R= 0.48 m



Figura 23

47. Dois reservatórios A e B estão em comunicação por meio de uma tubagem horizontal de ferro fundido novo, com dois diâmetros de 5 e 10 cm e com 5 e 6 m de comprimento respectivamente.

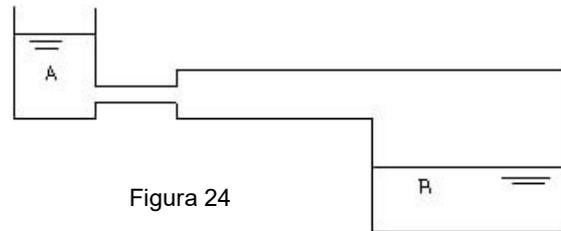


Figura 24

Como mostra a Figura 24, a passagem de água do primeiro para o segundo troço faz-se mediante um alargamento brusco. No reservatório superior (A), a superfície livre da água está em contacto com a atmosfera e sempre a 14 m acima do eixo do tubo. O reservatório B é uma câmara hermeticamente fechada, na qual, durante o tempo considerado, a pressão absoluta é mantida a 2 atmosferas e o nível da água encontra-se sempre abaixo da boca da conduta. Calcule o caudal que passa no tubo. R: Q = 2 L s⁻¹

48. O grupo motor bomba da Figura 25, com o rendimento de 60 %, eleva 50 l s⁻¹ de água através de um tubo de 20 cm de diâmetro e 175 m de comprimento. A altura geométrica total é de 8 m. Tomando $m = 0.27$ na fórmula de Kutter calcule a potência consumida pela instalação quando a válvula corrediça está completamente aberta. R: P_b = 11 KW

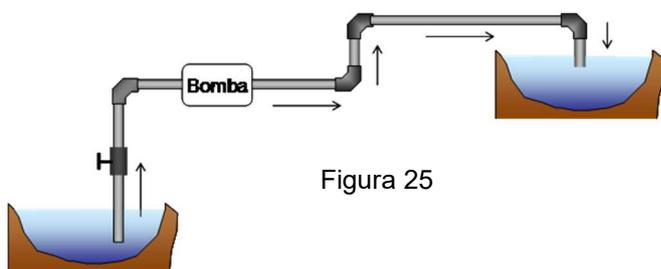


Figura 25

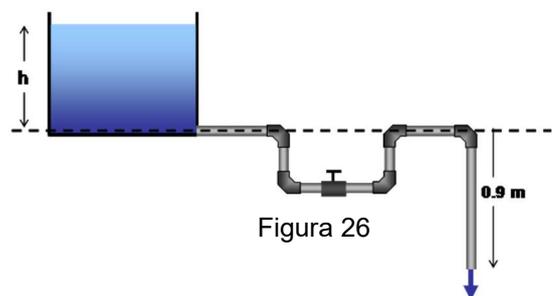


Figura 26

49. Qual a altura de água, h, no reservatório de grandes dimensões da Figura 26, para que o caudal escoado no tubo seja de 4.6 l s⁻¹? O tubo é de alumínio, com um comprimento total de 6 m e diâmetro de 7 cm. A válvula é de esfera e encontra-se totalmente aberta. R : h = 0.40 m

50. A Figura 27 representa uma instalação destinada a alimentar o repuxo de água de um jardim publico, a partir de um reservatório com altura h₁ = 10 m. Determine a altura h₂ atingida pelo repuxo, sabendo que a potência da bomba é 6 kW ($\eta = 71\%$) e que a conduta tem um

comprimento total $L = 10$ m, diâmetro = 3 cm e é feita de aço (K_s da válvula de controlo do caudal = 2). R: $h = 4.9$ m

51. Relativamente à Figura 28, qual o caudal máximo que pode ser bombeado sem que ocorra cavitação na bomba? (Tubo de ferro fundido, novo, ϕ tubo = 7.6 cm; T água = 4 °C; à entrada da tubagem existe um filtro com $K = 2$) R: $Q = 10.4$ l s⁻¹

52. Uma bomba é utilizada para elevar água entre um lago e um reservatório elevado e pressurizado (Figura 29). A tubagem é de aço e apresenta diâmetro de 90 mm e comprimento total de 260 metros. Determine a potência do conjunto motor electro-bomba (rendimento = 72%) que eleva o caudal de 12 L s⁻¹ ($P_b = 33$ kW)

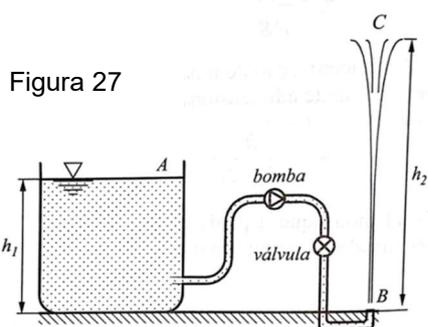


Figura 27

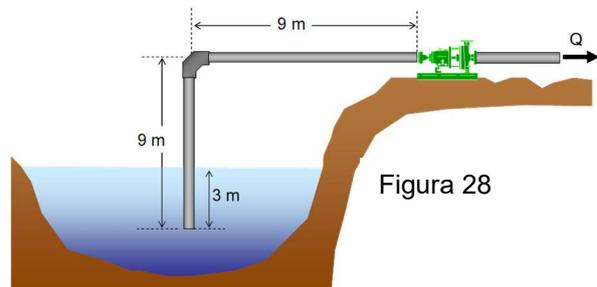


Figura 28

53 O abastecimento de água a uma habitação é feito a partir da instalação representada na Figura 30. Sabendo que a pressão em (A) é de 5 kgf/cm² e que se pretende à entrada da habitação (B) uma pressão mínima de 2 kgf/cm², determine o caudal em escoamento em (B).

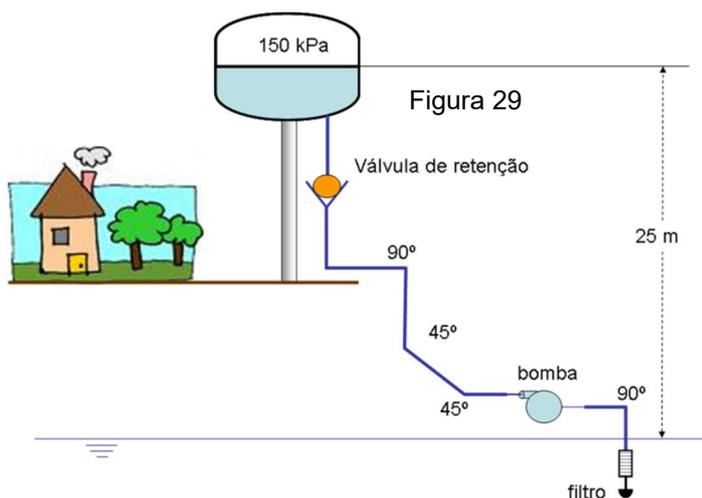


Figura 29

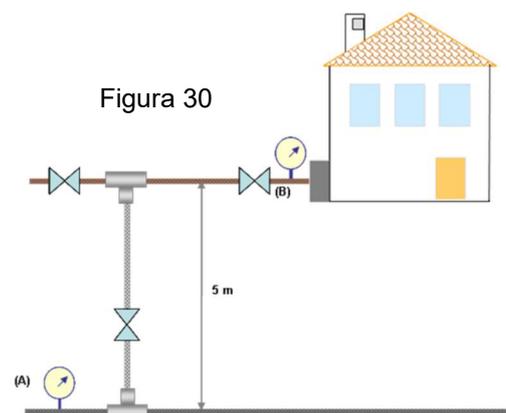


Figura 30

54. Pretende-se transportar o caudal de 254.3 m³ h⁻¹ do reservatório da esquerda para o da direita (ambos de grandes dimensões) (Figura 31). As tubagens são de ferro fundido com muito uso). Determine a potência da bomba ($\eta = 70$ %) a instalar no sistema. Haverá perigo de

cavitação na bomba (o comprimento do tubo da aspiração é de 15 m)? Se sim apresente uma solução para o problema. ($L_1 = 80$ m, $\phi_1 = 30$ cm; $L_2 = 20$ m; $\phi_2 = 20$ cm) ($P = 48$ kW; sim)

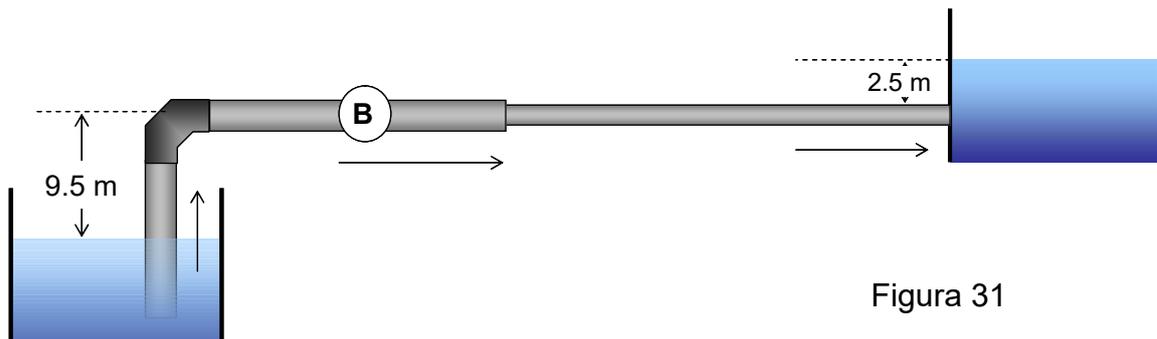


Figura 31

55. Determine a perda de carga contínua num tubo com 200 mm de diâmetro (em ferro fundido liso e novo), com 1000 de comprimento, destinado a transportar um caudal médio de $0.04 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ de águas residuais não tratadas. Características das águas residuais: massa volúmica, 1010 kg m^{-3} ; viscosidade dinâmica: $0.035 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-2}$, % de matéria seca = 4% (peso)

56. Numa pocilga, as águas residuais são recolhidas numa vala existente no chão da instalação (Figura 32). Quando a água atinge, na vala, uma altura de 2 m a válvula de adufa é completamente aberta e a água residual é transportada por uma tubagem até um tanque de sedimentação. Pretende-se escoar um caudal de $15 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Dimensione a tubagem (diâmetro e declive), de modo a manter a velocidade de escoamento dentro de limites aceitáveis. Características da água residual: teor de matéria sólida de 4.5 % (em peso); massa volúmica de 1020 kg m^{-3} e viscosidade dinâmica de $0.0035 \text{ kg m}^{-1}\text{s}^{-2}$.

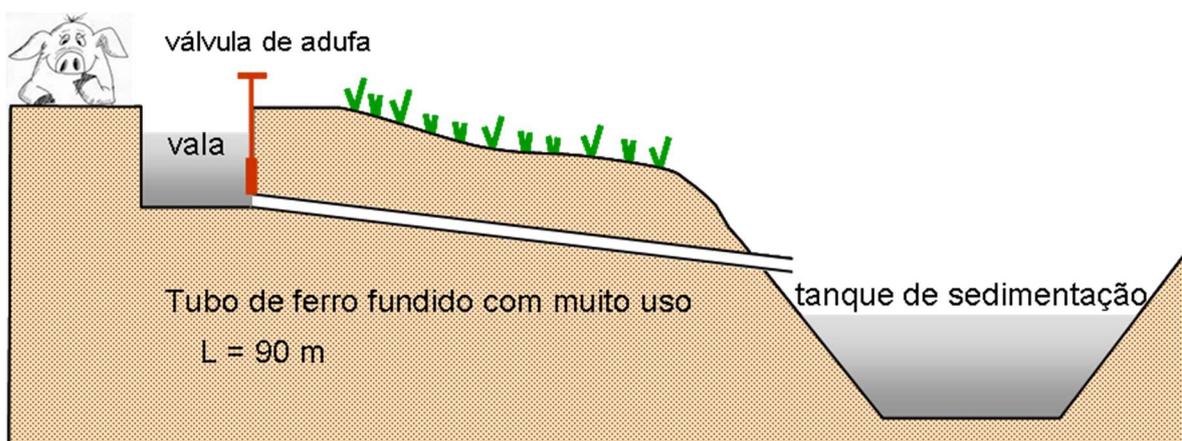


FIG 32

57. Reportando-se ao exemplo anterior determine a potência da bomba (com rendimento de 70 %) capaz de elevar o referido caudal de um reservatório de grandes dimensões para outro, localizado 8 m acima. Compare com a potência requerida se o fluido fosse a água. Considere que as perdas de carga singulares valem 1.2 m.