

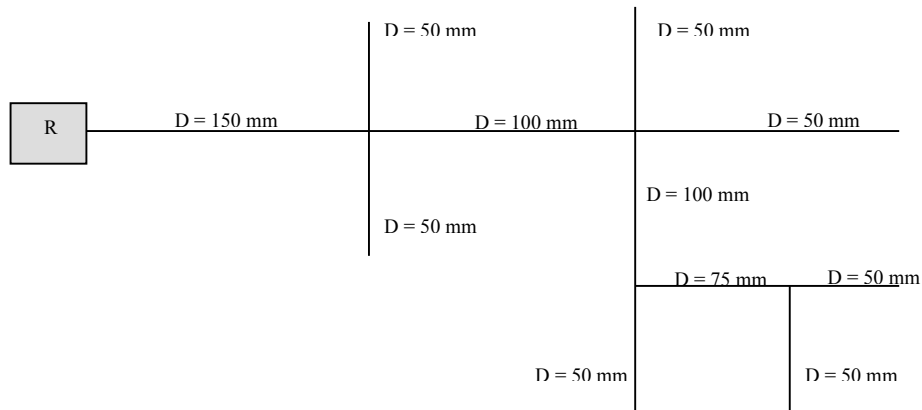
## RESPOSTAS DOS PROBLEMAS PROPOSTOS

### CAPÍTULO 2

- 2.1.  $U = 1,25 \text{ m/s}$  e  $Q = 9,82 \text{ l/s}$
- 2.2.  $F = 255 \text{ N}$  no sentido contrário ao do fluxo
- 2.3.  $\Delta h = 13,08 \text{ m}$
- 2.4.  $H = 21,84 \text{ m}$
- 2.5.  $\Delta h = 10 \text{ m}$
- 2.6.  $P_F = 1460 \text{ kgf/m}^2 = 14323 \text{ Pa}$        $P_I = 960 \text{ kgf/m}^2 = 9418 \text{ Pa}$
- 2.7.  $F = 39\,512 \text{ N}$
- 2.8.  $F = 391\,374 \text{ N}$  no sentido do escoamento

### CAPÍTULO 4

- 4.1.  $Q = 0,588 \text{ m}^3/\text{s}$
- 4.2.  $\Delta h = 821,1 \text{ m}$
- 4.3.  $\varnothing = 2,15 \text{ m}$
- 4.4. (a)  $\Delta h_{AB} = 9,95 \text{ m}$ ;      (b)  $Z_C + P_C/\gamma = 84,03 \text{ m}$
- 4.5.  $Q = 11,4 \text{ l/s}$
- 4.6.  $D = 50 \text{ mm}$
- 4.7.  $Q_{AB} = 183 \text{ l/s}$
- 4.8.  $Q_{AB} = 114 \text{ l/s}$ ;       $Q_{CD} = 84 \text{ l/s}$       Piez. em D =  $110,52 \text{ m}$
- 4.9. (a)  $q = 0,027 \text{ l/s.m}$       (b) Piez. em C =  $76,8 \text{ m}$  situada a  $1\,009 \text{ m}$  de  $R_1$
- 4.10.  $Q_{AB} = 0,0363 \text{ m}^3/\text{s}$        $A_C = 0,0024 \text{ m}^2$
- 4.11.  $Q = 65 \text{ l/s}$
- 4.12.  $Q = 0,135 \text{ m}^3/\text{s}$
- 4.13.  $Q_{BC} = 0,0076 \text{ m}^3/\text{s}$        $Q_{AC} = 0,0412 \text{ m}^3/\text{s}$        $Q_{CD} = 0,0488 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $P_C = 0,347 \text{ kgf/cm}^2$
- 4.14. (a)  $Q_{AB} = 0,044 \text{ m}^3/\text{s}$       (b)  $L_{CB} = 1188 \text{ m}$        $L_{AC} = 2812 \text{ m}$
- 4.15.  $Q_{AB} = 0,140 \text{ m}^3/\text{s}$        $Q_{BE} = 0,100 \text{ m}^3/\text{s}$        $Q_{AC} = 0,101$        $Q_{CD} = 0,141$   
 $\text{m}^3/\text{s}$        $L_{BE} = 1140 \text{ m}$        $L_{CD} = 856 \text{ m}$
- 4.16.  $q_1 = 0,00383 \text{ l/s.m}$ ,  $q_2 = 0,00704 \text{ l/s.m}$
- 4.17.  $Q_{AB1} = 69 \text{ l/s}$        $Q_{AB2} = 57 \text{ l/s}$        $Q_{BC} = 15 \text{ l/s}$        $Q_{BD} = 71 \text{ l/s}$
- 4.18. (a)



(b)  $h = 21,23 \text{ m}$

- 4.19.  $D_{RA} = 150 \text{ mm}$        $D_{AB} = 100 \text{ mm}$        $D_{BC} = 50 \text{ mm}$        $D_{CD} = 50 \text{ mm}$        $D_{DA} = 100 \text{ mm}$   
 $Q_{RA} = 9,00 \text{ l/s}$        $Q_{AB} = 4,99 \text{ l/s}$        $Q_{BC} = 0,99 \text{ l/s}$        $Q_{CD} = 1,01 \text{ l/s}$        $Q_{DA} = 4,01 \text{ l/s}$   
 $P_R/\gamma = 12,0 \text{ m}$        $P_A/\gamma = 30,4 \text{ m}$        $P_B/\gamma = 31,1 \text{ m}$        $P_C/\gamma = 39,0 \text{ m}$        $P_D/\gamma = 39,3 \text{ m}$

4.20.  $Q_{RA} = 50,0 \text{ l/s}$     $Q_{AB} = 21,59 \text{ l/s}$     $Q_{BC} = 1,59 \text{ l/s}$     $Q_{CD} = 8,41 \text{ l/s}$   
 $Q_{DA} = 28,41 \text{ l/s}$     $P_R/\gamma = 10,0 \text{ m}$     $P_A/\gamma = 48,09 \text{ m}$     $P_B/\gamma = 66,66 \text{ m}$   
 $P_C/\gamma = 76,65 \text{ m}$     $P_D/\gamma = 56,90 \text{ m}$

### CAPÍTULO 5

- 5.1.  $D_r = 50 \text{ mm}$     $D_s = 60 \text{ mm}$   
5.2.  $D_s = 300 \text{ mm}$     $D_r = 250 \text{ mm}$  (usando a fórmula de Bresse com  $k=1,2$ )  
 $H_m = 42,80 \text{ m}$     $P = 25,7 \text{ cv}$   
5.3.  $P_B = 5,1 \text{ cv}$   
5.4.  $\Delta h = 27,1 \text{ m}$ , aumento de 112%  
5.5.  $H_m = -\frac{Q^2}{1714,29} - \frac{Q}{3,15} + 65,94$   
5.6.  $D = 300 \text{ mm}$  e  $P_B = 64,0 \text{ c.v.}$   
5.7. (a)  $Q = 370 \text{ m}^3/\text{h}$   
5.8. (a) Paralelo:  $Q_{2 \text{ bombas}} = 301 \text{ m}^3/\text{h}$ ; Série:  $Q_{2 \text{ bombas}} = 363 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  
(b)  $NPSH_{1 \text{ bomba}} = 4,5 \text{ m}$ ;    $P_{1 \text{ bomba}} = 80 \text{ cv.}$   
5.9.  $H_m = 7,44 \text{ m}$     $Q_{1B} = 6 \text{ l/s}$   
5.10. (a)  $Q_1 = 2,7 \text{ l/s}$  e  $Q_2 = 4,2 \text{ l/s}$  (b)  $Q_1 = 1,8 \text{ l/s}$  e  $Q_2 = 2,8 \text{ l/s}$   
(c)  $Q = 6,9 \text{ l/s}$ ,  $H_m = 67,0 \text{ m}$  (d)  $Q_2 = 5,0 \text{ l/s}$  (e)  $Q = 7,5 \text{ l/s}$ ,  $H_m = 63 \text{ m}$   
5.11. (a)  $h_s < 4,57 \text{ m}$  (b)  $Q = 690 \text{ m}^3/\text{h}$   
5.12. Não cavita  
5.13. (a)  $Q = 547 \text{ m}^3/\text{h}$  e  $H_m = 80,0 \text{ m}$  (b)  $n_2 = 1682 \text{ rpm}$

### CAPÍTULO 6

- 6.1.  $Q = 23,8 \text{ m}^3/\text{s}$   
6.2.  $A = 20,54 \text{ m}^2$ ;  $B = 11,80 \text{ m}$ ;  $P = 13,37 \text{ m}$ ;  $R_h = 1,54 \text{ m}$ ;  $y_h = 1,74 \text{ m}$   
6.3.  $U = 3,07 \text{ m/s}$   
6.4. (a)  $U = 5,16 \text{ m/s}$  para  $n = 0,013$  (b)  $U \cong 4,29 \text{ m/s}$  para  $n = 0,013$   
6.5. (a)  $A = 227,00 \text{ m}^2$ ;  $B = 80,00 \text{ m}$ ;  $P = 81,81 \text{ m}$ ;  $R_h = 2,77 \text{ m}$ ;  $y_h = 2,84 \text{ m}$ ;  $y = 5 \text{ m}$   
(b)  $Q = 407,75 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $U = 1,80 \text{ m/s}$  (c)  $\alpha = 1,07$ ;  $\beta = 1,02$   
6.6.  $\alpha = 1,13$ ;  $\beta = 1,05$   
6.7. (a)  $q = 0,73 \text{ m}^3/\text{s.m}$  (b)  $U = 0,91 \text{ m/s}$  (c)  $\alpha = 1,56$ ;  $\beta = 1,29$   
6.8. (a)  $Q = 90 \text{ m}^3/\text{s}$  (b) para a seção 1  $\alpha = 1,00$  (c)  $p = 31,5 \text{ kN/m}^2$     $\Delta h = 5,20 \text{ m}$   
para a seção 2  $\alpha = 1,07$   
6.9. (a)  $y_c = 0,62 \text{ m}$  e  $U_c = 2,46 \text{ m/s}$  (b)  $I = 0,38\%$   
6.10.  $I = 1,15\%$   
6.11. (a) Não há mudança no tipo de escoamento, visto que ambos são torrenciais.  
(b)  $Q \cong 4,75 \text{ m}^3/\text{s}$   
6.12. gráfico  
6.13. (a) gráfico (b)  $E = 3,32 \text{ m}$  (c)  $y \cong 1,65 \text{ m}$  (d)  $y \cong 0,65 \text{ m}$   
(e)  $\Delta z_{\text{Max}} = 0,43 \text{ m}$   
6.14.  $y = 7 \text{ m}$   
6.15.  $B_c = 10,55 \text{ m}$   
6.16. (a)  $\Delta z = 3,27 \text{ m}$  (b)  $B = 6,82 \text{ m}$  (c)  $B = 9,49 \text{ m}$  para  $\Delta z = 1,0 \text{ m}$   
6.18.  $B = 1,66 \text{ m}$   
6.19. para  $y = 0,25 \text{ m}$ , regime fluvial  
para  $y = 0,05 \text{ m}$ , regime torrencial  
 $Q = 0,023 \text{ m}^3/\text{s}$

## CAPÍTULO 7

- 7.1.  $y = 2,38$  m regime fluvial  
7.2. segundo Manning  $Q = 165,13$  m<sup>3</sup>/s  
segundo Bazin  $Q = 156,23$  m<sup>3</sup>/s  
7.3.  $n = 0,013 \Rightarrow$  diâmetro comercial imediatamente superior = 2,00 m  
Com  $D = 2,00 \Rightarrow U = 0,50$  m/s  
7.4. (a)  $Q = 0,45$  m<sup>3</sup>/s (b)  $Q = 0,49$  m<sup>3</sup>/s (c)  $Q = 0,49$  m<sup>3</sup>/s (d)  $Q = 0,49$  m<sup>3</sup>/s  
(e)  $Q = 0,49$  m<sup>3</sup>/s  
7.5.  $n = 0,035 \Rightarrow I \cong 0,0027$  m/m  
7.6.  $n \leq 0,068$ . Poderia ser adotado concreto sem acabamento como revestimento.  
7.7.  $n = 0,013 \Rightarrow$  diâmetro comercial imediatamente superior = 0,60 m  
Com  $D = 0,60 \Rightarrow U = 3,47$  m/s  
7.8. (a)  $n = 0,034 \Rightarrow Q \cong 2235,76$  m<sup>3</sup>/s (b)  $\alpha = 1,084$   $\beta = 1,033$   
7.9. Em ambos temos escoamento fluvial.

## CAPÍTULO 8

- 8.2.  $\Sigma \Delta x \cong 295,53$  m  
8.3. As curvas são, sucessivamente,  $M_3$  e ressalto.  
8.4.  $\Sigma \Delta x \cong 250,60$  m  
8.5.  $M_3$  e  $\Sigma \Delta x \cong 222,42$  m  
8.7.  $Q = 7,13$  m<sup>3</sup>/s  
8.8.  $y = 1,40$  m e  $H_r = 1,67$  m  
8.9.  $Q = 5,82$  m<sup>3</sup>/s  
8.10.  $q = 2,93$  m<sup>3</sup>/s.m  $y_c = 0,96$  m  $\Delta h_r = 1,11$  m  
8.11. (a)  $y = 7,98$  m (b)  $y_2 = 4,20$  m (c)  $\Delta h_r = 3,65$  m  
8.12.  $y_2 = 0,83$  m  $L_r \cong 2,97$  m  
8.13.  $y_2 = 1,14$  m  
8.14.  $L = 200,18$  m e  $\Delta h = 10,21$  m  
8.15.  $Z_p = 83,07$  m

## CAPÍTULO 11

- 11.1. Com  $n = 0,015$ ,  $D = 2,07$  m  
11.2. Com  $n = 0,015$ ,  $B = 3,96$  m e  $y = 1,98$  m  
11.3. Com uma borda livre de 0,10 m e  $n = 0,035$ , após diversas tentativas chega-se a  $b = 33,68$  m  
11.4. As tensões de arraste no talude e no fundo são respectivamente 0,068 e 0,09 kgf/m<sup>2</sup>, inferiores a tensão de arraste crítica que é 0,13 kgf/m<sup>2</sup>. Logo, o canal é estável.  
11.5. (a)  $y = 0,39$  m e  $U = 4,28$  m/s (b)  $\tau = 5,25$  kgf/m<sup>2</sup> (c)  $Q = 4,08$  m<sup>3</sup>/s  
11.6.  $b = 2,15$  m e  $y = 1,86$  m  
11.7. Para  $n = 0,035$ ,  $y = 1,78$ ,  $b = 2,06$  m e  $\tau = 0,45$  kgf/m<sup>2</sup>  
11.8. Para  $n = 0,035$  e  $b = 3,50$  m,  $y = 2,99$  m  
11.9. Para  $n = 0,023$  e  $y = 1,5$  m,  $b = 93,01$  m  
11.10. 100%  
11.13. (a) Análise do funcionamento como canal subcrítico:  $Q_{adm} = 1,11$  m<sup>3</sup>/s  $\Rightarrow$  insuficiente.  
Análise do funcionamento como orifício:  $Q_{adm} = 2,77$  m<sup>3</sup>/s  $\Rightarrow$  suficiente  
(b) Complementação com uma linha adicional, formando um BDTC  $\phi$  0,80 m. A obra passa a funcionar sem carga hidráulica, como canal subcrítico.  
11.14. A lâmina d'água a montante é de 0,78 m, inferior, portanto, à altura do aterro.

- 11.15. (a) A obra é suficiente, com  $y = 3,15$  m.  
 (b) A obra é suficiente  
 (c) A velocidade de escoamento (2,06 m/s) é superior ao limite admissível para solos arenosos, tornando importante uma proteção severa dos taludes, com enrocamentos, gabiões, etc.
- 11.16. (a) A obra é insuficiente.  
 (b) É necessária a adoção de um revestimento com menor rugosidade.  
 (c) A velocidade de escoamento é superior ao limite admissível para solos argilosos, tornando-se conveniente a proteção dos taludes, com revestimento vegetal, por exemplo.

## CAPÍTULO 12

12.1.  $Q \cong 161840 \text{ m}^3/\text{s}$

12.2.  $P = 37,03 \text{ m}$

12.3. (a) 2,58 m      (b) 2,08

12.4. USBR tipo III, com  $L = 12 \text{ m}$  e energia dissipada = 5,21 m

12.5. Tendo em vista que  $q > 6 \text{ m}^3/\text{s.m}$ , não pode ser dimensionada uma calha dissipadora com base nos estudos apresentados.

12.6. Largura máxima = 5,27 m      Largura mínima = 4,27 m

$a = 0,33\text{m}$        $b = 0,13\text{m}$        $c = 1,00\text{m}$        $t_w = 0,28\text{m}$        $t_f = 0,30\text{m}$

$t_b = 0,28\text{m}$        $t_p = 0,20\text{m}$

12.7.  $D_n = 0,133$ ;       $L_d = 3,74 \text{ m}$ ;       $y_p = 0,96 \text{ m}$ ;       $y_1 = 0,34 \text{ m}$ ;       $y_2 = 1,44 \text{ m}$ ;

$L \cong 7,59 \text{ m}$ ;       $y_c = 0,77 \text{ m}$ ;       $y_0 = 0,55 \text{ m}$

---