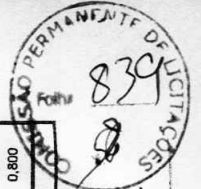


|    |    |      |    |   |         |       |       |       |       |       |     |       |         |         |        |        |       |       |       |       |       |
|----|----|------|----|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 50 | C1 | 1-19 | 19 | 3 | 4       | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10  | 11    | 12      | 13      | 14     | 15     | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
| 51 |    |      | 20 |   | 50,72   | 0,240 | 0,012 | 0,000 | 0,259 | 0,271 | 150 | 0,053 | 150,040 | 148,990 | 1,050  | 1,200  | 0,120 | 1,190 | 6,040 | 0,010 | 0,800 |
| 52 | C1 | 1-20 | 20 |   | 57,00   | 0,240 | 0,013 | 0,000 | 0,276 | 0,285 | 150 | 0,025 | 147,360 | 146,310 | 1,050  | 1,200  | 0,120 | 1,200 | 2,020 | 0,010 | 0,800 |
| 53 |    |      | 21 |   |         | 0,250 | 0,014 | 0,000 | 0,271 | 0,285 | 150 | 0,025 | 147,360 | 146,310 | 1,050  | 1,200  | 0,120 | 1,200 | 3,540 | 0,011 | 0,800 |
| 54 | C1 | 1-21 | 21 |   | 57,01   | 0,240 | 0,013 | 0,000 | 0,285 | 0,288 | 150 | 0,025 | 145,940 | 144,890 | 1,050  | 1,200  | 0,150 | 0,860 | 2,950 | 0,011 | 0,800 |
| 55 |    |      | 22 |   |         | 0,250 | 0,014 | 0,000 | 0,303 | 0,318 | 150 | 0,025 | 144,540 | 143,490 | 1,050  | 1,200  | 0,160 | 0,850 | 3,460 | 0,011 | 0,800 |
| 56 | C1 | 1-22 | 22 |   | 72,70   | 0,240 | 0,017 | 0,000 | 0,296 | 0,318 | 150 | 0,027 | 144,540 | 143,490 | 1,050  | 1,200  | 0,150 | 0,880 | 2,860 | 0,011 | 0,800 |
| 57 |    |      | 23 |   |         | 0,250 | 0,018 | 0,000 | 0,316 | 0,336 | 150 | 0,037 | 142,610 | 141,560 | 1,050  | 1,200  | 0,140 | 1,010 | 4,700 | 0,011 | 0,800 |
| 58 | C1 | 1-23 | 23 |   | 72,35   | 0,240 | 0,017 | 0,000 | 0,315 | 0,332 | 150 | 0,037 | 139,940 | 138,890 | 1,050  | 1,200  | 0,150 | 0,940 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 59 |    |      | 24 |   |         | 0,250 | 0,018 | 0,000 | 0,336 | 0,354 | 150 | 0,005 | 139,940 | 138,890 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 60 | C1 | 1-24 | 24 |   | 76,49   | 0,240 | 0,019 | 0,000 | 0,332 | 0,351 | 150 | 0,005 | 140,120 | 138,500 | 1,620  | 1,770  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 61 |    |      | 25 |   |         | 0,250 | 0,020 | 0,000 | 0,354 | 0,374 | 150 | 0,005 | 140,120 | 138,500 | 1,620  | 1,770  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 62 | C1 | 1-25 | 25 |   | 34,89   | 0,240 | 0,008 | 0,000 | 0,351 | 0,359 | 150 | 0,005 | 140,120 | 138,500 | 1,620  | 1,770  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 63 |    |      | 26 |   |         | 0,250 | 0,009 | 0,000 | 0,374 | 0,383 | 150 | 0,005 | 140,120 | 138,500 | 1,620  | 1,770  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 64 | C1 | 1-26 | 26 |   | 36,25   | 0,240 | 0,009 | 0,000 | 0,359 | 0,368 | 150 | 0,005 | 140,910 | 138,330 | 2,580  | 2,730  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 65 |    |      | 27 |   |         | 0,250 | 0,010 | 0,000 | 0,383 | 0,393 | 150 | 0,005 | 140,910 | 138,330 | 2,580  | 2,730  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 66 | C1 | 1-27 | 27 |   | 53,39   | 0,240 | 0,013 | 0,000 | 0,368 | 0,381 | 150 | 0,005 | 142,750 | 139,140 | 4,610  | 4,760  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 67 |    |      | 28 |   |         | 0,250 | 0,013 | 0,000 | 0,381 | 0,406 | 150 | 0,005 | 142,750 | 139,140 | 4,610  | 4,760  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 68 | C1 | 1-28 | 28 |   | 53,39   | 0,240 | 0,013 | 0,000 | 0,381 | 0,384 | 150 | 0,005 | 145,570 | 137,870 | 7,700  | 7,850  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 69 |    |      | 29 |   |         | 0,250 | 0,013 | 0,000 | 0,406 | 0,420 | 150 | 0,005 | 145,570 | 137,870 | 7,700  | 7,850  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 70 | C1 | 1-29 | 29 |   | 46,59   | 0,240 | 0,011 | 0,000 | 0,394 | 0,405 | 150 | 0,005 | 150,330 | 137,600 | 12,730 | 12,890 | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 71 |    |      | 30 |   |         | 0,250 | 0,012 | 0,000 | 0,420 | 0,431 | 150 | 0,005 | 150,330 | 137,600 | 12,730 | 12,890 | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 72 | C1 | 1-30 | 30 |   | 46,59   | 0,240 | 0,011 | 0,000 | 0,405 | 0,416 | 150 | 0,005 | 149,250 | 137,370 | 11,880 | 12,030 | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 73 |    |      | 31 |   |         | 0,250 | 0,012 | 0,000 | 0,431 | 0,445 | 150 | 0,005 | 149,250 | 137,370 | 11,880 | 12,030 | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 74 | C1 | 1-31 | 31 |   | 46,87   | 0,240 | 0,011 | 0,000 | 0,416 | 0,427 | 150 | 0,005 | 147,390 | 137,140 | 10,250 | 10,400 | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 75 |    |      | 32 |   |         | 0,250 | 0,012 | 0,000 | 0,443 | 0,455 | 150 | 0,005 | 147,390 | 137,140 | 10,250 | 10,400 | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 76 | C1 | 1-32 | 32 |   | 46,88   | 0,240 | 0,011 | 0,000 | 0,427 | 0,438 | 150 | 0,005 | 146,440 | 136,900 | 9,540  | 9,690  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 77 |    |      | 33 |   |         | 0,250 | 0,012 | 0,000 | 0,455 | 0,467 | 150 | 0,005 | 146,440 | 136,900 | 9,540  | 9,690  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 78 | C1 | 1-33 | 33 |   | 41,81   | 0,240 | 0,010 | 0,000 | 0,465 | 0,467 | 150 | 0,005 | 145,870 | 136,670 | 9,200  | 9,350  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 79 |    |      | 34 |   |         | 0,250 | 0,011 | 0,000 | 0,467 | 0,477 | 150 | 0,005 | 145,870 | 136,670 | 9,200  | 9,350  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 80 | C1 | 1-34 | 34 |   | 41,80   | 0,240 | 0,010 | 0,000 | 0,448 | 0,458 | 150 | 0,005 | 145,530 | 136,460 | 9,070  | 9,220  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 81 |    |      | 35 |   |         | 0,250 | 0,011 | 0,000 | 0,477 | 0,488 | 150 | 0,005 | 145,530 | 136,460 | 9,070  | 9,220  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 82 | C1 | 1-35 | 35 |   | 60,51   | 0,240 | 0,014 | 0,000 | 0,465 | 0,472 | 150 | 0,005 | 145,040 | 136,250 | 8,790  | 8,940  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 83 |    |      | 36 |   |         | 0,250 | 0,015 | 0,000 | 0,488 | 0,503 | 150 | 0,005 | 145,040 | 136,250 | 8,790  | 8,940  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 84 | C1 | 1-36 | 36 |   | 62,55   | 0,240 | 0,015 | 0,000 | 0,472 | 0,487 | 150 | 0,005 | 142,530 | 135,950 | 6,560  | 6,730  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 85 |    |      | 37 |   |         | 0,250 | 0,016 | 0,000 | 0,503 | 0,519 | 150 | 0,005 | 142,530 | 135,950 | 6,560  | 6,730  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 86 | C1 | 1-37 | 37 |   | 62,56   | 0,240 | 0,015 | 0,000 | 0,487 | 0,501 | 150 | 0,005 | 140,500 | 135,630 | 4,870  | 5,020  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 87 |    |      | 38 |   |         | 0,250 | 0,016 | 0,000 | 0,519 | 0,535 | 150 | 0,005 | 140,500 | 135,630 | 4,870  | 5,020  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 88 | C1 | 1-38 | 38 |   | 66,35   | 0,240 | 0,016 | 0,000 | 0,501 | 0,517 | 150 | 0,021 | 136,810 | 135,320 | 1,490  | 1,640  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 89 |    |      | 39 |   |         | 0,250 | 0,017 | 0,000 | 0,535 | 0,552 | 150 | 0,021 | 136,810 | 135,320 | 1,490  | 1,640  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 90 | C1 | 1-39 | 39 |   | 66,34   | 0,240 | 0,016 | 0,000 | 0,517 | 0,533 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 91 |    |      | 40 |   |         | 0,250 | 0,017 | 0,000 | 0,552 | 0,568 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 92 | C1 | 1-40 | 40 |   | 66,34   | 0,240 | 0,016 | 0,000 | 0,533 | 0,548 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 93 |    |      | 41 |   |         | 0,250 | 0,017 | 0,000 | 0,568 | 0,585 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 94 | C1 | 1-41 | 41 |   | 66,34   | 0,240 | 0,016 | 0,000 | 0,548 | 0,564 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 2,770 | 0,012 | 0,800 |
| 95 |    |      | 42 |   |         | 0,250 | 0,017 | 0,000 | 0,585 | 0,602 | 150 | 0,005 | 135,000 | 133,950 | 1,050  | 1,200  | 0,250 | 0,440 | 1,060 | 0,012 | 0,800 |
| 96 |    |      |    |   | 2383,97 |       |       |       |       |       |     |       |         |         |        |        |       |       |       |       |       |



Engenheiro Civil  
RNP 3604160873

*[Handwritten signature]*

|    | 1  | 2      | 3          | 4        | 5          | 6           | 7         | 8       | 9            | 10         | 11            | 12            | 13               | 14            | 15             | 16          | 17              | 18                     | 19        | 20             |  |
|----|--|--------|------------|----------|------------|-------------|-----------|---------|--------------|------------|---------------|---------------|------------------|---------------|----------------|-------------|-----------------|------------------------|-----------|----------------|--|
| 1  | Prefeitura Municipal de Tejuoca/Ce.                    |        |            |          |            |             |           |         |              |            |               |               |                  |               |                |             |                 |                        |           |                |  |
| 2  | Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede do Município  |        |            |          |            |             |           |         |              |            |               |               |                  |               |                |             |                 |                        |           |                |  |
| 3  | Planimetria de Cálculo da Rede Coletora - Sub Bacia 06 |        |            |          |            |             |           |         |              |            |               |               |                  |               |                |             |                 |                        |           |                |  |
| 4  | Coletor  | Trecho | PV Inicial | Extensão | Cont. Lit. | Cont. (l/s) | Q Pontual | Q Mont. | Q Jus. (l/s) | Diam. (mm) | Decliv. (m/m) | Cota ler. (m) | Cota GS Col. (m) | Rec. Col. (m) | Prot. Vala (m) | y/D in/ft/m | V (m/s) in/ft/m | Arr. In. (Pa) Vc (m/s) | n Manning | Larg. Vala (m) |  |
| 5  |  |        |            |          |            |             |           |         |              |            |               |               |                  |               |                |             |                 |                        |           |                |  |
| 6  |  |        | 2          |          | 0,6800     | 0,0470      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0470       | 150        | 0,0050        | 148,5800      | 147,6400         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1100      | 0,4300          | 2,0000                 | 0,0100    | 0,8000         |  |
| 7  |  | C2     | 2-1        |          | 0,5400     | 0,0270      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0270       | 150        | 0,0050        | 148,0500      | 147,0000         | 1,0500        | 1,2000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 8  |  |        | 19         |          | 0,6800     | 0,0340      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0340       | 150        | 0,0050        | 148,5800      | 146,7500         | 1,9400        | 2,0800         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 9  |  | C1     | 1-2        |          | 0,5400     | 0,0340      | 0,0000    | 0,0540  | 0,0970       | 150        | 0,0441        | 146,8900      | 146,7500         | 1,9400        | 2,0800         | 0,1900      | 0,5300          | 5,7400                 | 0,0100    | 0,8000         |  |
| 10 |  |        | 2          |          | 0,6800     | 0,0490      | 0,0000    | 0,0690  | 0,1240       | 150        | 0,0484        | 146,9400      | 143,9900         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1300      | 1,0000          | 2,0800                 | 0,0100    | 0,8000         |  |
| 11 |  | C1     | 1-3        |          | 0,6800     | 0,0340      | 0,0000    | 0,0870  | 0,1310       | 150        | 0,0484        | 146,9400      | 143,9900         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1300      | 1,1400          | 5,6900                 | 0,0100    | 0,8000         |  |
| 12 |  |        | 3          |          | 0,5400     | 0,0430      | 0,0000    | 0,1240  | 0,1660       | 150        | 0,0325        | 142,0200      | 140,9700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1300      | 1,1500          | 2,9500                 | 0,0100    | 0,8000         |  |
| 13 |  | C1     | 1-4        |          | 0,6800     | 0,0420      | 0,0000    | 0,1310  | 0,1640       | 150        | 0,0325        | 142,0200      | 140,9700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9500          | 4,2900                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 14 |  |        | 4          |          | 0,6800     | 0,0420      | 0,0000    | 0,1660  | 0,2090       | 150        | 0,0325        | 142,0200      | 138,8700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9600          | 2,1800                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 15 |  | C3     | 3-1        |          | 0,5400     | 0,0400      | 0,0000    | 0,1660  | 0,2090       | 150        | 0,0050        | 138,5700      | 137,5200         | 1,0500        | 1,2000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 16 |  |        | 20         |          | 0,6800     | 0,0510      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0510       | 150        | 0,0050        | 138,5700      | 137,1400         | 2,1900        | 2,3400         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 17 |  | C3     | 3-2        |          | 0,5400     | 0,0190      | 0,0000    | 0,0400  | 0,0590       | 150        | 0,0050        | 139,3300      | 137,1400         | 2,1900        | 2,3400         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 18 |  |        | 22         |          | 0,6800     | 0,0240      | 0,0000    | 0,0510  | 0,0750       | 150        | 0,0050        | 140,0300      | 136,8700         | 3,0800        | 3,2100         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 19 |  | C3     | 3-3        |          | 0,5400     | 0,0130      | 0,0000    | 0,0590  | 0,0720       | 150        | 0,0050        | 140,0300      | 136,8700         | 3,0800        | 3,2100         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 20 |  |        | 23         |          | 0,6800     | 0,0170      | 0,0000    | 0,0730  | 0,0920       | 150        | 0,0050        | 140,0300      | 136,8700         | 3,0800        | 3,2100         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 21 |  | C4     | 4-1        |          | 0,5400     | 0,0230      | 0,0000    | 0,0730  | 0,0920       | 150        | 0,0301        | 141,6000      | 140,5500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1500      | 0,8200          | 0,4500                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 22 |  |        | 24         |          | 0,6800     | 0,0300      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0300       | 150        | 0,0301        | 141,6000      | 139,2400         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1500      | 0,8300          | 2,2000                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 23 |  | C3     | 3-4        |          | 0,5400     | 0,0340      | 0,0000    | 0,0990  | 0,1290       | 150        | 0,0050        | 140,2900      | 136,8400         | 3,4500        | 3,6000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 24 |  |        | 5          |          | 0,6800     | 0,0430      | 0,0000    | 0,1220  | 0,1650       | 150        | 0,0050        | 140,2900      | 136,5300         | 3,4900        | 3,6400         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 25 |  | C1     | 1-5        |          | 0,5400     | 0,0290      | 0,0000    | 0,2930  | 0,3210       | 150        | 0,0050        | 140,0200      | 136,5300         | 3,4900        | 3,6400         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 26 |  |        | 6          |          | 0,6800     | 0,0360      | 0,0000    | 0,3730  | 0,4090       | 150        | 0,0050        | 137,8500      | 136,2600         | 1,5900        | 1,7400         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 27 |  | C1     | 1-6        |          | 0,5400     | 0,0280      | 0,0000    | 0,3210  | 0,3500       | 150        | 0,0104        | 137,8500      | 135,7000         | 1,5900        | 1,7400         | 0,2000      | 0,5900          | 1,8600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 28 |  |        | 7          |          | 0,6800     | 0,0360      | 0,0000    | 0,4090  | 0,4460       | 150        | 0,0104        | 137,8500      | 135,7000         | 1,5900        | 1,7400         | 0,2000      | 0,5900          | 2,5400                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 29 |  | C1     | 1-7        |          | 0,5400     | 0,0310      | 0,0000    | 0,3500  | 0,3810       | 150        | 0,0337        | 136,7500      | 135,7000         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9700          | 4,4100                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 30 |  |        | 8          |          | 0,6800     | 0,0400      | 0,0000    | 0,4460  | 0,4850       | 150        | 0,0337        | 134,7900      | 133,7400         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9700          | 2,1600                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 31 |  | C1     | 1-8        |          | 0,5400     | 0,0310      | 0,0000    | 0,3810  | 0,4130       | 150        | 0,0050        | 134,7900      | 133,7400         | 1,0500        | 1,2000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 32 |  |        | 9          |          | 0,6800     | 0,0400      | 0,0000    | 0,4680  | 0,5050       | 150        | 0,0050        | 135,6200      | 133,4500         | 2,1700        | 2,3200         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 33 |  | C5     | 5-1        |          | 0,5400     | 0,0300      | 0,0000    | 0,4680  | 0,5050       | 150        | 0,0050        | 134,7900      | 133,4500         | 2,1700        | 2,3200         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 34 |  |        | 25         |          | 0,6800     | 0,0380      | 0,0000    | 0,0000  | 0,0380       | 150        | 0,0242        | 139,0900      | 136,0700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1600      | 0,8500          | 2,2600                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 35 |  | C5     | 5-2        |          | 0,5400     | 0,0260      | 0,0000    | 0,0300  | 0,0390       | 150        | 0,0056        | 137,7200      | 136,6700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,8900          | 4,8000                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 36 |  |        | 26         |          | 0,6800     | 0,0330      | 0,0000    | 0,0390  | 0,0560       | 150        | 0,0056        | 137,7200      | 136,6700         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,8900          | 4,8000                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 37 |  | C5     | 5-3        |          | 0,5400     | 0,0260      | 0,0000    | 0,0560  | 0,0810       | 150        | 0,0056        | 136,0000      | 134,9500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9000          | 2,1500                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 38 |  |        | 27         |          | 0,6800     | 0,0330      | 0,0000    | 0,0810  | 0,1040       | 150        | 0,0126        | 136,0000      | 134,9500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1900      | 0,9400          | 2,1300                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 39 |  | C6     | 6-1        |          | 0,5400     | 0,0400      | 0,0000    | 0,0770  | 0,1040       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1900      | 0,9400          | 2,1300                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 40 |  |        | 30         |          | 0,6800     | 0,0370      | 0,0000    | 0,1040  | 0,1290       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1900      | 0,9400          | 2,1300                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 41 |  | C6     | 6-2        |          | 0,5400     | 0,0370      | 0,0000    | 0,1290  | 0,1590       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9600          | 4,3300                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 42 |  |        | 28         |          | 0,6800     | 0,0400      | 0,0000    | 0,1590  | 0,1890       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1400      | 0,9600          | 4,3300                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 43 |  | C5     | 5-4        |          | 0,5400     | 0,0290      | 0,0000    | 0,1600  | 0,1900       | 150        | 0,0059        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1500      | 0,9200          | 4,0400                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 44 |  |        | 28         |          | 0,6800     | 0,0370      | 0,0000    | 0,1900  | 0,2200       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,1500      | 0,9300          | 2,2000                 | 0,0110    | 0,8000         |  |
| 45 |  | C5     | 5-5        |          | 0,5400     | 0,0290      | 0,0000    | 0,2040  | 0,2410       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 46 |  |        | 29         |          | 0,6800     | 0,0370      | 0,0000    | 0,2410  | 0,2780       | 150        | 0,0050        | 135,4000      | 134,3500         | 1,0500        | 1,2000         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 47 |  | C1     | 1-9        |          | 0,5400     | 0,0420      | 0,0000    | 0,2780  | 0,3170       | 150        | 0,0050        | 135,6200      | 133,4500         | 1,8200        | 1,9700         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 48 |  |        | 10         |          | 0,6800     | 0,0540      | 0,0000    | 0,3170  | 0,3570       | 150        | 0,0050        | 135,6200      | 133,4500         | 1,8200        | 1,9700         | 0,2500      | 0,4400          | 2,7700                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 49 |  | C1     | 1-10       |          | 0,5400     | 0,0180      | 0,0000    | 0,3570  | 0,3970       | 150        | 0,0050        | 134,7900      | 133,0600         | 1,7900        | 1,8800         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 50 |  |        | 11         |          | 0,6800     | 0,0240      | 0,0000    | 0,3970  | 0,4370       | 150        | 0,0050        | 134,7900      | 133,0600         | 1,7900        | 1,8800         | 0,2500      | 0,4400          | 1,0600                 | 0,0120    | 0,8000         |  |
| 51 |  |        | 11         |          | 0,5400     | 0,0270      | 0,0000    | 0,4370  | 0,4790       | 150        | 0,0050        | 134,8300      | 132,8900         | 1,9500        | 2,1000         | 0,1700      | 0,7700          | 2,9200                 | 0,0110    | 0,8000         |  |



Engenheiro Civil  
RNP: 000415007-3



Handwritten initials 'SB' and a signature.







## 2.0 - ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS EEEs E LINHAS DE RECALQUES LRs

  
\_\_\_\_\_  
Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
R.N. 0415087-3  




## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

### RESUMO

Estão apresentados a seguir os resultados do dimensionamento para o Poço de Sucção, Estação Elevatória e Linha de Recalque. Os valores a serem adotados são os que seguem:

#### i - Poço de Sucção

|   |                     |
|---|---------------------|
| Volume                                      | 4,00 m <sup>3</sup> |
| Área  | 4,00 m <sup>2</sup> |
| Cota do NA máximo                           | 130,40 m            |
| Cota do NA mínimo                           | 129,40 m            |
| Tempo de Detenção Máximo                    | 22,99 minutos       |
| Número Máximo de Partidas do Motor por Hora | 1,48 partidas/hora  |

#### ii - Estação Elevatória

|  |               |
|--|---------------|
| Número de Bombas Funcionando Simultaneamente (1) | 20 anos       |
| Vazão em cada conjunto Motor-Bomba               | 1,00 bomba(s) |
| Vazão Total da Estação Elevatória                | 7,07 l/s      |
| Altura Manométrica Total                         | 7,07 l/s      |
| Rendimento do Sistema                            | 29,24 m       |
| Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  | 63,50 %       |
| Potência Comercial da Estação Elevatória         | 5,50 cv       |
|  | 5,50 cv       |

#### iii - Linha de Recalque

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Material da Tubulação    | PVC DEFoFo |
| Vazão na Tubulação       | 7,07 l/s   |
| Comprimento da Tubulação | 1256,12 m  |
| Diâmetro da Tubulação    | 100 mm     |

#### a) - Vazões afluentes

| ETAPA   | ANO  | VAZÃO (l/s) |      | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |       | VAZÃO (l/s) |         |
|---------|------|-------------|------|---------------------------|-------|-------------|---------|
|         |      | Média       | Máx. | Média                     | Máx.  | Min.        | adotada |
| 0       | 2016 | 2,26        | 5,29 | 8,14                      | 19,04 | 1,35        | 5,00    |
| 10 ANOS | 2026 | 2,44        | 6,18 | 8,77                      | 22,25 | 1,40        | 5,00    |
| 20 ANOS | 2036 | 2,61        | 7,07 | 9,40                      | 25,45 | 1,54        | 5,00    |

#### b) - Diâmetros selecionados

O diâmetro da tubulação de recalque foi selecionado a partir da fórmula de Bresser, sendo o do barrilete adotado em função de uma melhor condição de velocidade, conforme abaixo:

| Trecho | D analisado.<br>(mm) | Velocidade (m/s) |  | D adotado<br>(mm) |
|--------|----------------------|------------------|--|-------------------|
|        |                      | 20 ANOS          |  |                   |
| Linha  | 100                  | 0,90             |  | 100               |
|        | 150                  | 0,40             |  |                   |

#### c) - Dados das tubulações

| Trecho | D | Material | Coef. rugosidade-K (mm) | Extensão |
|--------|---|----------|-------------------------|----------|
|--------|---|----------|-------------------------|----------|

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
C.R.C. 060415087-3



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

|           | (mm) |        | Inicial | Final | (m)     |
|-----------|------|--------|---------|-------|---------|
| Sucção    | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 4,40    |
| Barrilete | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 0,00    |
| Linha     | 100  | defofo | 0,06    | 0,06  | 1256,12 |

d) - Níveis de projeto

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| .Terreno na elevatória:               | 133,80 |
| .Conj. Bombas                         | 130,00 |
| .Cota mais alta da linha de recalque: | 148,00 |
| .NA máximo no poço:                   | 130,40 |
| .NA mínimo no poço:                   | 129,40 |
| .Desnível geomérico (recalque):       | 18,00  |
| .Nível do fundo do poço:              | 129,00 |

e) - Perdas de Carga e Curva do Sistema

i. Singularidades:

Apresenta-se na planilha a seguir, a quantificação das singularidades consideradas no cálculo das perdas de carga localizadas.

| Peça                 | K    | Sucção   |       | Barrilete |       | Linha    |       |
|----------------------|------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
|                      |      | Unitária | Total | Unitária  | Total | Unitária | Total |
| Curva de 90 graus    | 0,40 | 0        | 0,00  | 2         | 0,80  | 3        | 1,20  |
| Curva de 22 graus    | 0,20 |          | 0,00  |           | 0,00  | 1        | 0,20  |
| Entrada de tubulação | 0,50 | 0        | 0,00  |           | 0,00  |          | 0,00  |
| Válvula de retenção  | 0,20 |          | 0,00  | 1         | 0,20  |          | 0,00  |
| Saída de canalização | 1,00 |          | 0,00  |           | 0,00  | 1        | 1,00  |
| Junta de desmontagem | 0,50 | 0        | 0,00  | 1         | 0,50  |          | 0,00  |
| Válvula de gaveta    | 2,50 |          | 0,00  | 1         | 2,50  |          | 0,00  |
| Tê passagem direta   | 0,60 |          | 0,00  | 1         | 0,60  |          | 0,00  |
| Ampliação            | 0,30 | 0        | 0,00  | 1         | 0,30  |          | 0,00  |
| <b>TOTAIS</b>        |      |          | 0,00  |           | 4,90  |          | 2,40  |

ii. Perdas de Carga Totais

Nas planilhas a seguir apresenta-se o cálculo das perdas de carga distribuídas e localizadas, além das alturas manométricas resultantes, para curva do sistema.

| 20 anos        |                    |             |             |             |             |             |              |              |     |              |
|----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-----|--------------|
| Vazão<br>(l/s) | Perda de carga (m) |             |             |             |             |             |              |              | AMT | AMT          |
|                | Sucção             |             |             | Barrilete   |             | Linha       |              | Total        | (m) | (m)          |
|                | Localizada         | Distribuída | Total       | Localizada  | Distribuída | Localizada  | Distribuída  | Linha+Trav   |     |              |
| 0,00           | 0,00               | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00         | 0,00         |     | 18,00        |
| 5,00           | 0,00               | 0,03        | 0,03        | 0,10        | 0,00        | 0,05        | 5,73         | 5,88         |     | 23,88        |
| 10,00          | 0,00               | 0,10        | 0,10        | 0,41        | 0,00        | 0,20        | 21,02        | 21,63        |     | 39,63        |
| <b>7,07</b>    | <b>0,00</b>        | <b>0,05</b> | <b>0,05</b> | <b>0,20</b> | <b>0,00</b> | <b>0,10</b> | <b>10,93</b> | <b>11,24</b> |     | <b>29,24</b> |
| 20,00          | 0,00               | 0,39        | 0,39        | 1,62        | 0,00        | 0,79        | 79,20        | 81,61        |     | 99,61        |
| 30,00          | 0,00               | 0,87        | 0,87        | 3,65        | 0,00        | 1,79        | 173,84       | 179,27       |     | 197,27       |

Eng. João Costa Filho  
 Engenheiro Civil  
 R.N.P. 060415087-3



## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

### f) - Cálculo da Altura Manométrica

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total. O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção.

A altura manométrica total para 10 anos será de : 26,73 mca  
A altura manométrica total para 20 anos será de : 29,24 mca

### g) - Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$Pb = \left( \frac{W \cdot Q_{m\acute{a}x} \cdot AMT \cdot FT}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \right)$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

Ft = Fator de serviço

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

Q<sub>máx</sub> = Vazão de bombeamento Etapa

AMT = Altura Manométrica Total etapa

N<sub>b</sub> = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

h = Rendimento do conjunto motor-bomba

|         |                   |
|---------|-------------------|
| 20      | anos              |
| —       |                   |
| 1,2     |                   |
| 1000    | kg/m <sup>3</sup> |
| 0,00707 | m <sup>3</sup> /s |
| 29,24   | m                 |
| 1       | motor(es)         |
| 63,50   | %                 |

Desta forma, tem-se que a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 060415087-3





### DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

Pb = Potência instalada para a bomba

|      |      |
|------|------|
| 5,21 | cv   |
| 20   | anos |

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

|      |      |
|------|------|
| 5,50 | cv   |
| 5,50 | cv   |
| 20   | anos |

Potência comercial total da estação elevatória:

**Adotada**

Resumo da bomba calculada

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Etapas          | 20 anos     |
| Tipo            | submersível |
| Config.         | 1+1R        |
| Pot.(KW)        | 2,59        |
| Pot. (adot- CV) | 5,50        |
| Vazão (l/s)     | 7,07        |
| AMT (m)         | 29,24       |

#### h) - Determinação do conjunto motobomba

O conjunto motobomba calculado, a partir das curvas do sistema, é o especificado abaixo:

OBS: Como a variação da vazão máxima da 1ª para a 2ª etapa e inferior a 20%, adotaremos o dimensionamento para 2ª etapa.

#### i) - Volume do poço de sucção

O volume útil mínimo do poço de sucção foi determinado, de acordo com a expressão apresentada abaixo, em função do intervalo de tempo entre partidas, que deve ser de no mínimo 10 minutos, valor comumente empregado em projetos do gênero.

Para o cálculo do volume útil mínimo considerou-se a vazão máxima de final de plano, por representar a situação mais desfavorável em relação ao tempo de ciclo.

$$V_u = \frac{Q \cdot T}{4}$$

onde:

Vu : vol. útil mínimo do poço de sucção

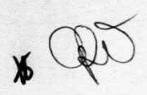
Q : vazão de bombeamento ( m<sup>3</sup>/min ) =

T : tempo de ciclo ( min ) =

|      |  |
|------|--|
| 0,42 |  |
| 10,0 |  |

Com a vazão de bombeamento e um tempo de ciclo de 10 min. temos um volume útil de:

|                      |      |
|----------------------|------|
| Vu (m <sup>3</sup> ) | 1,06 |
|----------------------|------|

  
Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 060415/0813



### DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

O volume útil de projeto do poço, em função da máxima coluna d'água e da sua projeção horizontal, é calculado segundo a expressão:

$$V_p (m^3) = (NA_{\text{máx}} - NA_{\text{mín}}) \cdot \text{Seção do poço de sucção}$$

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| onde: Largura (m)        | 2,00   |
| Comp (m)                 | 2,00   |
| Seção (m <sup>2</sup> ): | 4,00   |
| NA máximo:               | 130,40 |
| NA mínimo:               | 129,40 |

Para as condições geométricas definidas temos como resultado o seguinte volume útil de projeto:

|             |      |
|-------------|------|
| $V_p (m^3)$ | 4,00 |
|-------------|------|

Portanto define-se o volume de útil de projeto acima apresentado, uma vez que satisfaz a condição:

$$V_p > V_u$$

#### j) - Volume efetivo do Poço de Sucção

O volume efetivo do poço de sucção é o volume compreendido entre o nível médio de operação das bombas e o fundo do poço, sendo o seguinte:

$$V_e (m^3) = (NA_{\text{med}} - NA_{\text{fundo}}) \cdot \text{Seção do poço de sucção}$$

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| onde: Largura (m)        | 2,00   |
| Comp (m)                 | 2,00   |
| Seção (m <sup>2</sup> ): | 4,00   |
| NA médio:                | 129,90 |
| NA fundo:                | 129,00 |

|             |      |
|-------------|------|
| $V_e (m^3)$ | 3,60 |
|-------------|------|

#### l) - Verificação do tempo de detenção

O tempo de detenção é definido pela seguinte expressão:

$$t = \frac{V_e}{Q_m}$$

onde: t: tempo de detenção (min)  
V<sub>e</sub>: vol. efetivo do poço (m<sup>3</sup>) =  
Q<sub>m</sub>: vazão média (m<sup>3</sup>/min) =

|      |
|------|
| 3,60 |
| 0,16 |

Para os dados de projeto, já definidos e apresentados, o tempo de detenção resulta em:

|           |       |
|-----------|-------|
| t (min.): | 22,99 |
|-----------|-------|

Portanto o valor obtido é considerado válido por satisfazer a condição:

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RMP 02415087-3



### DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-3

$t < 30$  minutos

#### m) - Número de Partidas

Para a determinação do tempo entre duas partidas consecutivas, considerou-se:

$$T_p = \frac{V_p}{Q_a} + \frac{V_p}{Q - Q_a}$$

onde:

$T_p$ : tempo de partida ( min )

$V_p$ : vol. útil projetado do poço (  $m^3$  )

$Q_a$ : vazão afluyente (  $m^3/min$  )

0,16  $m^3/min$

$Q$ : vazão de bombeamento (  $m^3/min$  )


0,42  $m^3/min$

Para as vazões mais desfavoráveis, correspondentes à metade das vazões de bombeamento, tem-se os seguintes tempos de partida:

| Etapa   | Q. bomb.<br>(l/s) | $T_p$<br>(min) | N<br>(part./hora) |
|---------|-------------------|----------------|-------------------|
| 20 anos | 7,07              | 40,49          | 1,48              |

Os tempos de partida resultantes são considerados válidos por satisfazerem a condição:

$T_p > 10$  minutos

  
Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 060415087-3





## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-4

### RESUMO

Estão apresentados a seguir os resultados do dimensionamento para o Poço de Sucção, Estação Elevatória e Linha de Recalque. Os valores a serem adotados são os que seguem:

#### i - Poço de Sucção

|   |                     |
|---|---------------------|
| Volume                                      | 4,00 m <sup>3</sup> |
| Área  | 4,00 m <sup>2</sup> |
| Cota do NA máximo                           | 131,40 m            |
| Cota do NA mínimo                           | 130,40 m            |
| Tempo de Detenção Máximo                    | 109,69 minutos      |
| Número Máximo de Partidas do Motor por Hora | 0,04 partidas/hora  |

#### ii - Estação Elevatória

|  |               |
|--|---------------|
| Número de Bombas Funcionando Simultaneamente (1) | 20 anos       |
| Vazão em cada conjunto Motor-Bomba               | 1,00 bomba(s) |
| Vazão Total da Estação Elevatória                | 0,60 l/s      |
| Altura Manométrica Total                         | 0,60 l/s      |
| Rendimento do Sistema                            | 4,41 m        |
| Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  | 63,50 %       |
| Potência Comercial da Estação Elevatória         | 1,00 cv       |
|  | 1,00 cv       |

#### iii - Linha de Recalque

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Material da Tubulação    | PVC DEFoFo |
| Vazão na Tubulação       | 0,60 l/s   |
| Comprimento da Tubulação | 670,55 m   |
| Diâmetro da Tubulação    | 100 mm     |

#### a) - Vazões afluentes

| ETAPA   | ANO  | VAZÃO (l/s) |      | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |      | VAZÃO (l/s) |         |
|---------|------|-------------|------|---------------------------|------|-------------|---------|
|         |      | Média       | Máx. | Média                     | Máx. | Min.        | adotada |
| 0       | 2016 | 0,54        | 0,56 | 1,93                      | 2,03 | 0,51        | 5,00    |
| 10 ANOS | 2026 | 0,54        | 0,58 | 1,95                      | 2,10 | 0,53        | 5,00    |
| 20 ANOS | 2036 | 0,55        | 0,60 | 1,97                      | 2,17 | 0,56        | 5,00    |

#### b) - Diâmetros selecionados

O diâmetro da tubulação de recalque foi selecionado a partir da fórmula de Bresser, sendo o do barrilete adotado em função de uma melhor condição de velocidade, conforme abaixo:

| Trecho | D analisado.<br>(mm) | Velocidade (m/s) |  | D adotado<br>(mm) |
|--------|----------------------|------------------|--|-------------------|
|        |                      | 20 ANOS          |  |                   |
| Linha  | 100                  | 0,08             |  | 100               |
|        | 75                   | 0,14             |  |                   |

#### c) - Dados das tubulações

| Trecho | D | Material | Coef. rugosidade-K (mm) | Extensão |
|--------|---|----------|-------------------------|----------|
|--------|---|----------|-------------------------|----------|

  
 Ignácio Costa Filho  
 Engenheiro Civil  
 RNP 000415087-3



**DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-4**

|           | (mm) |        | Inicial | Final | (m)    |
|-----------|------|--------|---------|-------|--------|
| Sucção    | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 4,10   |
| Barrilete | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 0,00   |
| Linha     | 100  | defofo | 0,06    | 0,06  | 670,55 |

**d) - Níveis de projeto**

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| .Terreno na elevatória:               | 134,50 |
| .Conj. Bombas                         | 131,00 |
| .Cota mais alta da linha de recalque: | 135,34 |
| .NA máximo no poço:                   | 131,40 |
| .NA mínimo no poço:                   | 130,40 |
| .Desnível geomérico (recalque):       | 4,34   |
| .Nível do fundo do poço:              | 130,00 |

**e) - Perdas de Carga e Curva do Sistema**

**i. Singularidades:**

Apresenta-se na planilha a seguir, a quantificação das singularidades consideradas no cálculo das perdas de carga localizadas.

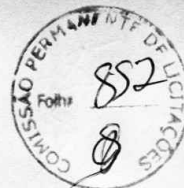
| Peça                 | K    | Sucção   |       | Barrilete |       | Linha    |       |
|----------------------|------|----------|-------|-----------|-------|----------|-------|
|                      |      | Unitária | Total | Unitária  | Total | Unitária | Total |
| Curva de 90 graus    | 0,40 | 0        | 0,00  | 2         | 0,80  | 3        | 1,20  |
| Curva de 22 graus    | 0,20 |          | 0,00  |           | 0,00  | 1        | 0,20  |
| Entrada de tubulação | 0,50 | 0        | 0,00  |           | 0,00  |          | 0,00  |
| Válvula de retenção  | 0,20 |          | 0,00  | 1         | 0,20  |          | 0,00  |
| Saída de canalização | 1,00 |          | 0,00  |           | 0,00  | 1        | 1,00  |
| Junta de desmontagem | 0,50 | 0        | 0,00  | 1         | 0,50  |          | 0,00  |
| Válvula de gaveta    | 2,50 |          | 0,00  | 1         | 2,50  |          | 0,00  |
| Tê passagem direta   | 0,60 |          | 0,00  | 1         | 0,60  |          | 0,00  |
| Ampliação            | 0,30 | 0        | 0,00  | 1         | 0,30  |          | 0,00  |
| <b>TOTAIS</b>        |      |          | 0,00  |           | 4,90  |          | 2,40  |

**ii. Perdas de Carga Totais**

Nas planilhas a seguir apresenta-se o cálculo das perdas de carga distribuídas e localizadas, além das alturas manométricas resultantes, para curva do sistema.

| Vazão<br>(l/s) | 20 anos            |             |             |             |             |             |             |             | AMT<br>(m) | AMT<br>(m)  |       |          |
|----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------|----------|
|                | Perda de carga (m) |             |             |             |             |             |             |             |            |             | Sução | Recalque |
|                | Sucção             |             |             | Barrilete   |             | Linha       |             | Total       |            |             |       |          |
|                | Localizada         | Distribuída | Total       | Localizada  | Distribuída | Localizada  | Distribuída |             |            |             |       |          |
| 0,00           | 0,00               | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |            | 4,34        |       |          |
| 5,00           | 0,00               | 0,02        | 0,02        | 0,10        | 0,00        | 0,05        | 3,06        | 3,21        |            | 7,55        |       |          |
| 10,00          | 0,00               | 0,09        | 0,09        | 0,41        | 0,00        | 0,20        | 11,22       | 11,83       |            | 16,17       |       |          |
| <b>0,60</b>    | <b>0,00</b>        | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,07</b> | <b>0,07</b> |            | <b>4,41</b> |       |          |
| 20,00          | 0,00               | 0,36        | 0,36        | 1,62        | 0,00        | 0,79        | 42,28       | 44,69       |            | 49,03       |       |          |
| 30,00          | 0,00               | 0,81        | 0,81        | 3,65        | 0,00        | 1,79        | 92,80       | 98,24       |            | 102,57      |       |          |

Engenheiro Civil  
RNE 000415087 3



## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-6

Pb = Potência instalada para a bomba

|      |      |
|------|------|
| 0,78 | cv   |
| 20   | anos |

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

|      |      |
|------|------|
| 1,00 | cv   |
| 1,00 | cv   |
| 20   | anos |

Potência comercial total da estação elevatória:

**Adotada**

Resumo da bomba calculada

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Etapas          | 20 anos     |
| Tipo            | submersível |
| Config.         | 1+1R        |
| Pot.(KW)        | 2,59        |
| Pot. (adot- CV) | 1,00        |
| Vazão (l/s)     | 2,66        |
| AMT (m)         | 11,72       |

### h) - Determinação do conjunto motobomba

O conjunto motobomba calculado, a partir das curvas do sistema, é o especificado abaixo:

OBS: Como a variação da vazão máxima da 1ª para a 2ª etapa e inferior a 20%, adotaremos o dimensionamento para 2ª etapa.

### i) - Volume do poço de sucção

O volume útil mínimo do poço de sucção foi determinado, de acordo com a expressão apresentada abaixo, em função do intervalo de tempo entre partidas, que deve ser de no mínimo 10 minutos, valor comumente empregado em projetos do gênero.

Para o cálculo do volume útil mínimo considerou-se a vazão máxima de final de plano, por representar a situação mais desfavorável em relação ao tempo de ciclo.

$$Vu = \frac{Q \cdot T}{4}$$

onde:

Vu : vol. útil mínimo do poço de sucção

Q : vazão de bombeamento ( m<sup>3</sup>/min ) =

T : tempo de ciclo ( min ) =

|      |  |
|------|--|
| 0,16 |  |
| 10,0 |  |

Com a vazão de bombeamento e um tempo de ciclo de 10 min. temos um volume útil de:

|                      |      |
|----------------------|------|
| Vu (m <sup>3</sup> ) | 0,40 |
|----------------------|------|

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP: 360415087-3



## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-6

O volume útil de projeto do poço, em função da máxima coluna d'água e da sua projeção horizontal, é calculado segundo a expressão:

$$V_p (m^3) = (NA_{\text{máx}} - NA_{\text{mín}}) \cdot \text{Seção do poço de sucção}$$

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| onde: Largura (m)        | 2,00   |
| Comp (m)                 | 2,00   |
| Seção (m <sup>2</sup> ): | 4,00   |
| NA máximo:               | 129,40 |
| NA mínimo:               | 128,40 |

Para as condições geométricas definidas temos como resultado o seguinte volume útil de projeto:

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <u>V<sub>p</sub> (m<sup>3</sup>)</u> | <u>4,00</u> |
|--------------------------------------|-------------|

Portanto define-se o volume de útil de projeto acima apresentado, uma vez que satisfaz a condição:

$$V_p > V_u$$

### j) - Volume efetivo do Poço de Sucção

O volume efetivo do poço de sucção é o volume compreendido entre o nível médio de operação das bombas e o fundo do poço, sendo o seguinte:

$$V_e (m^3) = (NA_{\text{méd}} - NA_{\text{fundo}}) \cdot \text{Seção do poço de sucção}$$

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| onde: Largura (m)        | 2,00   |
| Comp (m)                 | 2,00   |
| Seção (m <sup>2</sup> ): | 4,00   |
| NA médio:                | 128,90 |
| NA fundo:                | 128,00 |

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| <u>V<sub>e</sub> (m<sup>3</sup>)</u> | <u>3,60</u> |
|--------------------------------------|-------------|

### l) - Verificação do tempo de detenção

O tempo de detenção é definido pela seguinte expressão:

$$t = \frac{V_e}{Q_m}$$

onde: t: tempo de detenção (min)  
V<sub>e</sub>: vol. efetivo do poço (m<sup>3</sup>) =  
Q<sub>m</sub>: vazão média (m<sup>3</sup>/min) =

|      |
|------|
| 3,60 |
| 0,11 |

Para os dados de projeto, já definidos e apresentados, o tempo de detenção resulta em:

|                  |              |       |
|------------------|--------------|-------|
| <u>t (min.):</u> | <u>32,97</u> | FALSO |
|------------------|--------------|-------|

Portanto o valor obtido é considerado válido por satisfazer a condição:

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 080415087-3



## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-6

$t < 30$  minutos

### m) - Número de Partidas

Para a determinação do tempo entre duas partidas consecutivas, considerou-se:

$$T_p = \frac{V_p}{Q_a} + \frac{V_p}{Q - Q_a}$$

onde:

$T_p$ : tempo de partida ( min )

$V_p$ : vol. útil projetado do poço (  $m^3$  )

$Q_a$ : vazão afluyente (  $m^3/min$  )

0,11  $m^3/min$

$Q$ : vazão de bombeamento (  $m^3/min$  )


0,16  $m^3/min$

Para as vazões mais desfavoráveis, correspondentes à metade das vazões de bombeamento, tem-se os seguintes tempos de partida:

| Etapa   | Q. bomb.<br>(l/s) | $T_p$<br>(min) | N<br>(part./hora) |
|---------|-------------------|----------------|-------------------|
| 20 anos | 2,66              | 116,37         | 0,52              |

Os tempos de partida resultantes são considerados válidos por satisfazerem a condição:

$T_p > 10$  minutos

  
Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 080415087-3







## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7

### RESUMO

Estão apresentados a seguir os resultados do dimensionamento para o Poço de Sucção, Estação Elevatória e Linha de Recalque. Os valores a serem adotados são os que seguem:

#### i - Poço de Sucção

|   |                     |
|---|---------------------|
| Volume                                      | 4,00 m <sup>3</sup> |
| Área  | 4,00 m <sup>2</sup> |
| Cota do NA maximo                           | 124,40 m            |
| Cota do NA minimo                           | 123,40 m            |
| Tempo de Detenção Máximo                    | 61,41 minutos       |
| Número Máximo de Partidas do Motor por Hora | 0,67 partidas/hora  |

#### ii - Estação Elevatória

|  |         |               |
|--|---------|---------------|
| Número de Bombas Funcionando Simultaneamente (1) | 20 anos | 1,00 bomba(s) |
| Vazão em cada conjunto Motor-Bomba               |         | 4,09 l/s      |
| Vazão Total da Estação Elevatória                |         | 4,09 l/s      |
| Altura Manométrica Total                         |         | 19,63 m       |
| Rendimento do Sistema                            |         | 63,50 %       |
| Potência Comercial de cada Conjunto Motor-Bomba  |         | 2,00 cv       |
| Potência Comercial da Estação Elevatória         |         | 2,00 cv       |

#### iii - Linha de Recalque

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Material da Tubulação    | PVC DEFoFo |
| Vazão na Tubulação       | 4,09 l/s   |
| Comprimento da Tubulação | 365,20 m   |
| Diâmetro da Tubulação    | 100 mm     |

#### a) - Vazões afluentes

| ETAPA   | ANO  | VAZÃO (l/s) |      | VAZÃO (m <sup>3</sup> /h) |       | VAZÃO (l/s) |         |
|---------|------|-------------|------|---------------------------|-------|-------------|---------|
|         |      | Média       | Máx. | Média                     | Máx.  | Min.        | adotada |
| 0       | 2016 | 0,88        | 3,21 | 3,17                      | 11,56 | 0,64        | 5,00    |
| 10 ANOS | 2026 | 0,93        | 3,65 | 3,34                      | 13,14 | 0,67        | 5,00    |
| 20 ANOS | 2036 | 0,98        | 4,09 | 3,52                      | 14,73 | 0,69        | 5,00    |

#### b) - Diâmetros selecionados

O diâmetro da tubulação de recalque foi selecionado a partir da fórmula de Bresser, sendo o do barrilete adotado em função de uma melhor condição de velocidade, conforme abaixo:

| Trecho | D analisado.<br>(mm) | Velocidade (m/s) | D adotado<br>(mm) |
|--------|----------------------|------------------|-------------------|
|        |                      | 20 ANOS          |                   |
| Linha  | 100                  | 0,52             | 100               |
|        | 75                   | 0,93             |                   |

#### c) - Dados das tubulações

| Trecho | D | Material | Coef. rugosidade-K (mm) | Extensão |
|--------|---|----------|-------------------------|----------|
|--------|---|----------|-------------------------|----------|

Ignácio Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP: 060415087-3



**DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7**

|           | (mm) |        | Inicial | Final | (m)    |
|-----------|------|--------|---------|-------|--------|
| Sucção    | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 3,46   |
| Barrilete | 100  | fofo   | 0,25    | 0,30  | 0,00   |
| Linha     | 100  | defofo | 0,06    | 0,06  | 365,20 |

**d) - Níveis de projeto**

|  |        |
|--|--------|
| .Terreno na elevatória:                | 126,86 |
| .Conj. Bombas                          | 124,00 |
| .Cota mais alta da linha de recalque : | 142,38 |
| .NA máximo no poço:                    | 124,40 |
| .NA mínimo no poço:                    | 123,40 |
| .Desnível geomérico (recalque):        | 18,38  |
| .Nível do fundo do poço:               | 123,00 |

**e) - Perdas de Carga e Curva do Sistema**

**i. Singularidades:**

Apresenta-se na planilha a seguir, a quantificação das singularidades consideradas no cálculo das perdas de carga localizadas.

| Peça                 | K    | Sucção   |             | Barrilete |             | Linha    |             |
|----------------------|------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|-------------|
|                      |      | Unitária | Total       | Unitária  | Total       | Unitária | Total       |
| Curva de 90 graus    | 0,40 | 0        | 0,00        | 2         | 0,80        | 3        | 1,20        |
| Curva de 22 graus    | 0,20 |          | 0,00        |           | 0,00        | 1        | 0,20        |
| Entrada de tubulação | 0,50 | 0        | 0,00        |           | 0,00        |          | 0,00        |
| Válvula de retenção  | 0,20 |          | 0,00        | 1         | 0,20        |          | 0,00        |
| Saída de canalização | 1,00 |          | 0,00        |           | 0,00        | 1        | 1,00        |
| Junta de desmontagem | 0,50 | 0        | 0,00        | 1         | 0,50        |          | 0,00        |
| Válvula de gaveta    | 2,50 |          | 0,00        | 1         | 2,50        |          | 0,00        |
| Tê passagem direta   | 0,60 |          | 0,00        | 1         | 0,60        |          | 0,00        |
| Ampliação            | 0,30 | 0        | 0,00        | 1         | 0,30        |          | 0,00        |
| <b>TOTAIS</b>        |      |          | <b>0,00</b> |           | <b>4,90</b> |          | <b>2,40</b> |

**ii. Perdas de Carga Totais**

Nas planilhas a seguir apresenta-se o cálculo das perdas de carga distribuídas e localizadas, além das alturas manométricas resultantes, para curva do sistema.

| 20 anos        |                    |             |             |             |             |             |             |             |     |              |
|----------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------|
| Vazão<br>(l/s) | Perda de carga (m) |             |             |             |             |             |             |             | AMT | AMT          |
|                | Sucção             |             |             | Barrilete   |             | Linha       |             | Total       | (m) | (m)          |
|                | Localizada         | Distribuída | Total       | Localizada  | Distribuída | Localizada  | Distribuída | Linha+Trav  |     |              |
| 0,00           | 0,00               | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |     | 18,38        |
| 5,00           | 0,00               | 0,02        | 0,02        | 0,10        | 0,00        | 0,05        | 1,67        | 1,82        |     | 20,20        |
| 10,00          | 0,00               | 0,08        | 0,08        | 0,41        | 0,00        | 0,20        | 6,11        | 6,72        |     | 25,10        |
| <b>4,09</b>    | <b>0,00</b>        | <b>0,01</b> | <b>0,01</b> | <b>0,07</b> | <b>0,00</b> | <b>0,03</b> | <b>1,15</b> | <b>1,25</b> |     | <b>19,63</b> |
| 20,00          | 0,00               | 0,31        | 0,31        | 1,62        | 0,00        | 0,79        | 23,03       | 25,44       |     | 43,82        |
| 30,00          | 0,00               | 0,69        | 0,69        | 3,65        | 0,00        | 1,79        | 50,54       | 55,98       |     | 74,36        |

Engenheiro Civil  
R.N.P. 060415087-3  
Ignácio Costa



## DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7

### f) - Cálculo da Altura Manométrica

Para o cálculo da altura manométrica total da(s) bomba(s), somou-se ao desnível geométrico o valor da perda de carga distribuída ao longo da tubulação de recalque e a perda de carga localizada total. O desnível geométrico é dado pela diferença entre a cota mais alta do ponto de recalque e a cota mínima do líquido no poço de sucção.

A altura manométrica total para 10 anos será de : 19,39 mca  
A altura manométrica total para 20 anos será de : 19,63 mca

### g) - Cálculo da Potência dos Motores

A potência dos motores foi calculada utilizando-se a equação a seguir. Para isto levou-se em conta o número de motores em funcionamento simultâneo.

$$P_b = \left( \frac{W \cdot Q_{m\acute{a}x} \cdot AMT \cdot F_T}{N_b \cdot 75 \cdot \eta} \right)$$

Onde:

P = Potência instalada para cada conj. motor-bomba da estação elevatória

F<sub>t</sub> = Fator de serviço

W = Peso específico do líquido a ser recalcado

Q<sub>máx</sub> = Vazão de bombeamento Etapa

AMT = Altura Manométrica Total etapa

N<sub>b</sub> = Número de conjuntos motor-bomba em funcionamento simultâneo

η = Rendimento do conjunto motor-bomba

|         |                   |
|---------|-------------------|
| 20      | anos              |
| —       |                   |
| 1,2     |                   |
| 1000    | kg/m <sup>3</sup> |
| 0,00409 | m <sup>3</sup> /s |
| 19,63   | m                 |
| 1       | motor(es)         |
| 63,50   | %                 |

Desta forma, tem-se que a potência instalada em cada conjunto motor-bomba é igual à:

Francisco Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 260415087-3



### DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA - EE-7

Pb = Potência instalada para a bomba

|      |      |
|------|------|
| 2,02 | cv   |
| 20   | anos |

Os motores elétricos normalmente não possuem a potência especificada, portanto foi necessário utilizar as seguintes potências comerciais:

Potência comercial em cada conjunto motor-bomba da estação elevatória:

|      |      |
|------|------|
| 2,00 | cv   |
| 2,00 | cv   |
| 20   | anos |

Potência comercial total da estação elevatória:

**Adotada**

Resumo da bomba calculada

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Etapas          | 20 anos     |
| Tipo            | submersível |
| Config.         | 1+1R        |
| Pot.(KW)        | 2,59        |
| Pot. (adot- CV) | 2,00        |
| Vazão (l/s)     | 4,09        |
| AMT (m)         | 19,63       |

#### h) - Determinação do conjunto motobomba

O conjunto motobomba calculado, a partir das curvas do sistema, é o especificado abaixo:

OBS: Como a variação da vazão máxima da 1ª para a 2ª etapa e inferior a 20%, adotaremos o dimensionamento para 2ª etapa.

#### i) - Volume do poço de sucção

O volume útil mínimo do poço de sucção foi determinado, de acordo com a expressão apresentada abaixo, em função do intervalo de tempo entre partidas, que deve ser de no mínimo 10 minutos, valor comumente empregado em projetos do gênero.

Para o cálculo do volume útil mínimo considerou-se a vazão máxima de final de plano, por representar a situação mais desfavorável em relação ao tempo de ciclo.

$$Vu = \frac{Q \cdot T}{4}$$

onde: Vu : vol. útil mínimo do poço de sucção  
Q : vazão de bombeamento ( m<sup>3</sup>/min ) =  
T : tempo de ciclo ( min ) =

|      |  |
|------|--|
| 0,25 |  |
| 10,0 |  |

Com a vazão de bombeamento e um tempo de ciclo de 10 min. temos um volume útil de:

|                      |      |
|----------------------|------|
| Vu (m <sup>3</sup> ) | 0,61 |
|----------------------|------|

Costa Filho  
Engenheiro Civil  
RNP 050415087-3