

## 11.0 ANÁLISE DA AGUA DO AÇUDE.

  
Claudio José Queiroz Barros  
Eng.º CIVIL - CREA 134130 - CE

258

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

**DIMENSIONAMENTO DAS VAZÕES GERAIS DO SISTEMA**

**1. Dados Iniciais**

**1.1. Dados Gerais**

|                                      |   |      |           |
|--------------------------------------|---|------|-----------|
| Número de Imóveis (NI) -----         | : | 329  | un.       |
| Horizonte de Projeto ( T ) -----     | : | 20   | anos      |
| Consumo per capita ( q ) -----       | : | 120  | L/hab.dia |
| Crescimento Medio Anual ( % ) -----  | : | 1,00 | %         |
| Tx de Ocupação domiciliar (TX) ----- | : | 4,00 | hab/domic |

**1.2. População Atual**

|                                         |   |    |   |    |   |       |     |
|-----------------------------------------|---|----|---|----|---|-------|-----|
| População Atual (P <sub>0</sub> ) ----- | : | NI | x | TX | : | 1.316 | hab |
|-----------------------------------------|---|----|---|----|---|-------|-----|

**1.3. População de Projeto (20 anos)**

|                                               |   |                                              |   |       |     |
|-----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|-------|-----|
| População em 20 anos (P <sub>20</sub> ) ----- | : | [ P <sub>0</sub> x ( 1 + i ) <sup>20</sup> ] | : | 1.606 | hab |
|-----------------------------------------------|---|----------------------------------------------|---|-------|-----|

**2. Parâmetros para os cálculos das vazões**

|                                                            |   |           |        |
|------------------------------------------------------------|---|-----------|--------|
| Tempo de Bombeamento de 20 anos ( T <sub>b20</sub> ) ----- | : | 16        | h/Dia  |
| Coef. dia de maior consumo ( k <sub>1</sub> ) -----        | : | 1,2       |        |
| Coef. hora de maior consumo ( k <sub>2</sub> ) -----       | : | 1,5       |        |
| Taxa de Perda de Vazão de Adução ( f ) -----               | : | Filtração | 5,00 % |

**3. Vazão de Adução**

**3.1. Vazão de Adução - Água Bruta**

|                                                        |   |                                                                              |   |       |                   |
|--------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------------------------------------|---|-------|-------------------|
| Vazão de Adução Inicial ( Q <sub>AAB(0)</sub> ) -----  | : | $\frac{k_1 \times P_0 \times q \times 24 \times (1+f)}{86400 \times T_b}$    | : | 12,44 | m <sup>3</sup> /h |
|                                                        |   |                                                                              |   | 3,45  | L/s               |
| Vazão de Adução 20 anos ( Q <sub>AAB(20)</sub> ) ----- | : | $\frac{k_1 \times P_{20} \times q \times 24 \times (1+f)}{86400 \times T_b}$ | : | 15,17 | m <sup>3</sup> /h |
|                                                        |   |                                                                              |   | 4,22  | L/s               |

**4. Vazão de Distribuição**

**4.1. Vazão de Distribuição**

|                                                        |   |                                                       |   |       |                   |
|--------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------|---|-------|-------------------|
| Vazão de Distribuição Inicial ( Q <sub>0</sub> ) ----- | : | $\frac{k_1 \times k_2 \times P_0 \times q}{86400}$    | : | 11,84 | m <sup>3</sup> /h |
|                                                        |   |                                                       |   | 3,29  | L/s               |
| Vazão de Distribuição Final ( Q <sub>20</sub> ) -----  | : | $\frac{k_1 \times k_2 \times P_{20} \times q}{86400}$ | : | 14,45 | m <sup>3</sup> /h |
|                                                        |   |                                                       |   | 4,01  | L/s               |



**PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.**  
**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA,**  
**SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE**  
**BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.**

**QUADRO DE EVOLUÇÃO GERAL DA POPULAÇÃO**

| Ano  | População<br>(hab) | Vazão Média |                   | Vazão Máxima<br>Diária |                   | Vazão Máxima<br>Horária |                   | Vazão adução |                   | Vol<br>Reserv |
|------|--------------------|-------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|--------------|-------------------|---------------|
|      |                    | l/s         | m <sup>3</sup> /h | l/s                    | m <sup>3</sup> /h | l/s                     | m <sup>3</sup> /h | l/s          | m <sup>3</sup> /h |               |
| 2018 | 1316               | 1,83        | 6,58              | 2,19                   | 7,90              | 3,29                    | 11,84             | 3,45         | 12,44             | 63,17         |
| 2019 | 1329               | 1,85        | 6,66              | 2,22                   | 7,97              | 3,32                    | 11,96             | 3,49         | 12,56             | 63,80         |
| 2020 | 1342               | 1,86        | 6,71              | 2,24                   | 8,05              | 3,36                    | 12,08             | 3,52         | 12,69             | 64,44         |
| 2021 | 1356               | 1,88        | 6,78              | 2,26                   | 8,14              | 3,39                    | 12,20             | 3,56         | 12,81             | 65,08         |
| 2022 | 1369               | 1,90        | 6,85              | 2,28                   | 8,22              | 3,42                    | 12,32             | 3,59         | 12,94             | 65,73         |
| 2023 | 1383               | 1,92        | 6,92              | 2,31                   | 8,30              | 3,46                    | 12,45             | 3,63         | 13,07             | 66,39         |
| 2024 | 1397               | 1,94        | 6,98              | 2,33                   | 8,38              | 3,49                    | 12,57             | 3,67         | 13,20             | 67,05         |
| 2025 | 1411               | 1,96        | 7,05              | 2,35                   | 8,47              | 3,53                    | 12,70             | 3,70         | 13,33             | 67,72         |
| 2026 | 1425               | 1,98        | 7,13              | 2,38                   | 8,55              | 3,56                    | 12,83             | 3,74         | 13,47             | 68,40         |
| 2027 | 1439               | 2,00        | 7,20              | 2,40                   | 8,64              | 3,60                    | 12,95             | 3,78         | 13,60             | 69,09         |
| 2028 | 1454               | 2,02        | 7,27              | 2,42                   | 8,72              | 3,63                    | 13,08             | 3,82         | 13,74             | 69,78         |
| 2029 | 1468               | 2,04        | 7,34              | 2,45                   | 8,81              | 3,67                    | 13,21             | 3,85         | 13,87             | 70,47         |
| 2030 | 1483               | 2,06        | 7,41              | 2,47                   | 8,90              | 3,71                    | 13,35             | 3,89         | 14,01             | 71,18         |
| 2031 | 1498               | 2,08        | 7,49              | 2,50                   | 9,00              | 3,74                    | 13,48             | 3,93         | 14,15             | 71,89         |
| 2032 | 1513               | 2,10        | 7,56              | 2,52                   | 9,08              | 3,78                    | 13,61             | 3,97         | 14,30             | 72,61         |
| 2033 | 1528               | 2,12        | 7,64              | 2,55                   | 9,17              | 3,82                    | 13,75             | 4,01         | 14,44             | 73,34         |
| 2034 | 1543               | 2,14        | 7,72              | 2,57                   | 9,26              | 3,86                    | 13,89             | 4,05         | 14,58             | 74,07         |
| 2035 | 1559               | 2,16        | 7,79              | 2,60                   | 9,35              | 3,90                    | 14,03             | 4,09         | 14,73             | 74,81         |
| 2036 | 1574               | 2,19        | 7,87              | 2,62                   | 9,44              | 3,94                    | 14,17             | 4,13         | 14,88             | 75,56         |
| 2037 | 1590               | 2,21        | 7,95              | 2,65                   | 9,54              | 3,97                    | 14,31             | 4,17         | 15,02             | 76,31         |
| 2038 | 1606               | 2,23        | 8,03              | 2,68                   | 9,63              | 4,01                    | 14,45             | 4,22         | 15,17             | 77,08         |

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução/Captação - Adutora de Água Bruta

|                                      |   |        |                   |
|--------------------------------------|---|--------|-------------------|
| Tempo de Bombeamento ( $T_b$ )       | : | 16,00  | h                 |
| Coef. dia de maior consumo ( $k_1$ ) | : | 1,2    |                   |
| Vazão do Sistema                     | : | 14,45  | m <sup>3</sup> /h |
|                                      |   | 4,01   | L/s               |
|                                      |   | 0,0040 | m <sup>3</sup> /s |

2. Características Geométricas da captação

|                                     |   |          |
|-------------------------------------|---|----------|
| Tipo de Manancial                   | : | AÇUDE    |
| Cota do terreno da Captação ( CTC ) | : | 336,20 m |

3. Adutora de Água Bruta - AAB

3.1. Diâmetro econômico

|                               |                                   |                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Material                      | :                                 | PVC PBA CLASSE 12 |
| Comprimento ( L )             | :                                 | 108,65 m          |
| Diâmetro Econômico ( D' )     | : 1,2 x Q <sup>0,5</sup>          | 76,03 mm          |
| Diâmetro Adotado ( D )        | : Diâmetro Interno                | 100 mm            |
| Velocidade ( V )              | : $\frac{Q}{p \times (D / 2 )^2}$ | 0,51 m/s          |
| Nível de captação (Nmc)       | :                                 | 336,20 m          |
| Nível máximo de recalque (Nr) | :                                 | 359,89 m          |
| Altura dos Filtros            | :                                 | 6,00 m            |
| Desnível Geométrico ( Hg )    | : Hg = Nr - Nmc + Ar              | 29,69 m           |

4. Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB

4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

|                                                |   |                                                           |              |
|------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|--------------|
| Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) | : | PVC                                                       | 140          |
| Velocidade ( V )                               | : |                                                           | 0,51 m/s     |
| Perda de Carga Distribuída ( j )               | : | $\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$ | 0,003115 m/m |
| Perda de Carga por Comprimento ( J )           | : | $j_L \times L$                                            | 0,34 m       |

4.1.2. Perdas de Carga Localizada

|                               |   |                       |
|-------------------------------|---|-----------------------|
| Aceleração da gravidade ( g ) | : | 9,81 m/s <sup>2</sup> |
|-------------------------------|---|-----------------------|

RECALQUE

| PEÇA | $Q^{tde}$ | $K_{UNIT.}$ | $K_{TOTAL}$ |
|------|-----------|-------------|-------------|
|------|-----------|-------------|-------------|

*Claudio Jose Queiroz Barros*  
Eng.º Civil - CREA 134190 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB

|                                      |   |    |   |      |   |                                  |
|--------------------------------------|---|----|---|------|---|----------------------------------|
| Ampliação Gradual                    | : | 01 | x | 0,30 | : | 0,30                             |
| Curva de 90°                         | : | 04 | x | 0,40 | : | 1,60                             |
| Tê de Passagem direta                | : | 02 | x | 0,60 | : | 1,20                             |
| Valvula de Retenção                  | : | 01 | x | 2,50 | : | 2,50                             |
| Registro de Gaveta Aberta            | : | 01 | x | 0,20 | : | 0,20                             |
| Coeficiente K de Recalque            |   |    |   |      |   | 5,80                             |
| Perda de Carga no Recalque ( $h_r$ ) |   |    |   |      |   | $K_r \times (V^2 / 2g)$ : 0,08 m |

4.1.3. Perda de Carga Total

|                                |   |           |   |        |
|--------------------------------|---|-----------|---|--------|
| Perda de Carga Total ( $H_j$ ) | : | J + $h_r$ | : | 0,42 m |
|--------------------------------|---|-----------|---|--------|

4.2. Cálculo da Altura Manométrica

|                                  |   |                           |
|----------------------------------|---|---------------------------|
| Perda de Carga Total ( $H_j$ )   | : | 0,42 m                    |
| Desnível Geométrico ( $H_g$ )    | : | 29,69 m                   |
| Altura Manométrica ( $H_{man}$ ) | : | $(H_g + H_j)$ : 30,11 mca |

4.3. Análise da Sobrepressão na Tubulação

|                                              |   |                                                           |
|----------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|
| Coeficiente do Material (K)                  | : | 18                                                        |
| Espessura da Tubulação (E)                   | : | 5,0 mm                                                    |
| Diâmetro da Tubulação (D)                    | : | 100 mm                                                    |
| Celeridade (C)                               | : | $\frac{9900}{(48,3 + K \times D / E)^{0,5}}$ : 489,94 m/s |
| Acréscimo de Pressão ( $H_a$ )               | : | $C \times V / g$ : 25,53 m.c.a.                           |
| Pressão Máxima de Solicitação ( $P_{máx.}$ ) | : | $H_a + H_{man.}$ : 55,63 m.c.a.                           |

Devem ser instaladas ventosas e Registro de Descarga.

4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)

Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
|                                 | Fator de Serviço (FS) |
| Para as bombas até 2 CV         | 50,00 %               |
| Para as bombas de 2 a 5 CV      | 30,00 %               |
| Para as bombas de 5 a 10 CV     | 20,00 %               |
| Para as bombas de 10 a 20 CV    | 15,00 %               |
| Para as bombas de mais de 20 CV | 10,00 %               |

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes potências:

CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

*Carlos José Custódio Barros*  
Eng.º Civil - CREA 134180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAB

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

4.3.1. Quadro Geral

|                                                 |                                                                                                   |        |                  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|
| Número de Bombas Previstas ( N )                | :                                                                                                 | 2,00   |                  |
| Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n ) | :                                                                                                 | 1,00   |                  |
| Rendimento do Conjunto Elevatório ( h )         | :                                                                                                 | 52,00  | %                |
| Vazão da Bomba ( Q )                            | :                                                                                                 | 4,01   | L/s              |
| Peso específico da água ( g )                   | :                                                                                                 | 1,00   | Kgf/L            |
| Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> )          | :                                                                                                 | 10,33  | N/m <sup>2</sup> |
| Pressão de vapor a 30°C ( p <sub>v</sub> )      | :                                                                                                 | 0,433  | N/m <sup>2</sup> |
| Fator de Serviço ( FS )                         | :                                                                                                 | 1,10   |                  |
| Potência da Bomba ( Po )                        | : $\frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$                              | 3,41   | CV               |
| Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> )       | :                                                                                                 | 336,20 | m                |
| Cota de Sucção ( C <sub>S</sub> )               | :                                                                                                 | 336,20 | m                |
| Perda de Carga Localizada ( h <sub>f</sub> )    | :                                                                                                 | 0,08   | m                |
| NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> )           | : ( C <sub>EB</sub> - C <sub>S</sub> ) - h <sub>f</sub> + ( p <sub>a</sub> - p <sub>v</sub> ) / g | 9,82   | m                |

4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas

|                                         |   |       |                   |
|-----------------------------------------|---|-------|-------------------|
| Potência Adotada ( P )                  | : | 3,50  | CV                |
| Vazão da Bomba ( Q )                    | : | 14,45 | m <sup>3</sup> /h |
| Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) | : | 30,11 | mca               |

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAT

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução/Captação - Adutora de Água Tratada

|                                      |   |        |                   |
|--------------------------------------|---|--------|-------------------|
| Tempo de Bombeamento ( $T_b$ )       | : | 16,00  | h                 |
| Coef. dia de maior consumo ( $k_1$ ) | : | 1,2    |                   |
| Vazão do Sistema                     | : | 14,45  | m <sup>3</sup> /h |
|                                      |   | 4,01   | L/s               |
|                                      |   | 0,0040 | m <sup>3</sup> /s |

2. Características Geométricas da captação

|                                     |   |          |
|-------------------------------------|---|----------|
| Tipo de Manancial                   | : | E.T.A.   |
| Cota do terreno da Captação ( CTC ) | : | 359,89 m |

3. Adutora de Água Tratada - AAT

3.1. Diâmetro econômico

|                               |                                |                   |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| Material                      | :                              | PVC DEFOFO 1,6mpa |
| Comprimento ( L )             | :                              | 12.513,52 m       |
| Diâmetro Econômico ( D' )     | : 1,2 x Q <sup>0,5</sup>       | 76,03 mm          |
| Diâmetro Adotado ( D )        | : Diâmetro Interno             | 100 mm            |
| Velocidade ( V )              | : $\frac{Q}{p \times (D/2)^2}$ | 0,51 m/s          |
| Nível de captação (Nmc)       | :                              | 359,89 m          |
| Nível máximo de recalque (Nr) | :                              | 410,52 m          |
| Altura dos Filtros            | :                              | 6,00 m            |
| Desnível Geométrico ( Hg )    | : Hg = Nr - Nmc + Ar           | 56,63 m           |

4. Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT

4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

|                                                |   |                                                           |              |
|------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|--------------|
| Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) | : | PVC                                                       | 140          |
| Velocidade ( V )                               | : |                                                           | 0,51 m/s     |
| Perda de Carga Distribuída ( j )               | : | $\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$ | 0,003115 m/m |
| Perda de Carga por Comprimento ( J )           | : | $j_L \times L$                                            | 38,98 m      |

4.1.2. Perdas de Carga Localizada

|                               |   |                       |
|-------------------------------|---|-----------------------|
| Aceleração da gravidade ( g ) | : | 9,81 m/s <sup>2</sup> |
|-------------------------------|---|-----------------------|

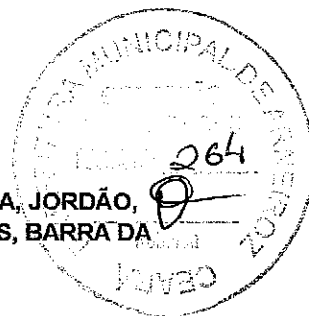
RECALQUE

| PEÇA | $Q^{tde}$ | K <sub>UNIT.</sub> | K <sub>TOTAL</sub> |
|------|-----------|--------------------|--------------------|
|------|-----------|--------------------|--------------------|

*Claudio José Quiróz Barros*  
 Eng. CIV - CREA 134190 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAT

|                                      |   |    |   |      |   |                                   |
|--------------------------------------|---|----|---|------|---|-----------------------------------|
| Ampliação Gradual                    | : | 01 | x | 0,30 | : | 0,30                              |
| Curva de 90°                         | : | 04 | x | 0,40 | : | 1,60                              |
| Tê de Passagem direta                | : | 02 | x | 0,60 | : | 1,20                              |
| Valvula de Retenção                  | : | 01 | x | 2,50 | : | 2,50                              |
| Registro de Gaveta Aberta            | : | 01 | x | 0,20 | : | 0,20                              |
| Coeficiente K de Recalque            |   |    |   |      |   | 5,80                              |
| Perda de Carga no Recalque ( $h_r$ ) |   |    |   |      |   | $K_r \times ( V^2 / 2g )$ : 0,08m |

4.1.3. Perda de Carga Total

|                                |   |           |   |        |
|--------------------------------|---|-----------|---|--------|
| Perda de Carga Total ( $H_j$ ) | : | J + $h_f$ | : | 39,05m |
|--------------------------------|---|-----------|---|--------|

4.2. Cálculo da Altura Manométrica

|                                  |   |                            |
|----------------------------------|---|----------------------------|
| Perda de Carga Total ( $H_j$ )   | : | 39,05m                     |
| Desnível Geométrico ( $H_g$ )    | : | 56,63m                     |
| Altura Manométrica ( $H_{man}$ ) | : | ( $H_g + H_j$ ) : 95,68mca |

4.3. Análise da Sobrepressão na Tubulação

|                                              |   |                                                             |
|----------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------|
| Coeficiente do Material ( K )                | : | 18                                                          |
| Espessura da Tubulação ( E )                 | : | 5,0 mm                                                      |
| Diâmetro da Tubulação ( D )                  | : | 100 mm                                                      |
| Celeridade ( C )                             | : | $\frac{9900}{( 48,3 + K \times D / E )^{0,5}}$ : 489,94 m/s |
| Acrescimento de Pressão ( $H_a$ )            | : | $C \times V / g$ : 25,53 m.c.a.                             |
| Pressão Máxima de Solicitação ( $P_{máx.}$ ) | : | $H_a + H_{man.}$ : 121,21 m.c.a.                            |

Devem ser instaladas ventosas e Registro de Descarga.

4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)

Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

|                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
|                                 | Fator de Serviço (FS) |
| Para as bombas até 2 CV         | 50,00 %               |
| Para as bombas de 2 a 5 CV      | 30,00 %               |
| Para as bombas de 5 a 10 CV     | 20,00 %               |
| Para as bombas de 10 a 20 CV    | 15,00 %               |
| Para as bombas de mais de 20 CV | 10,00 %               |

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes potências:

CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

*Assinado*  
 Claudio José Queiroz Barros  
 Eng.º CM - CREA 134180 - CE



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA ROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO - AAT

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

4.3.1. Quadro Geral

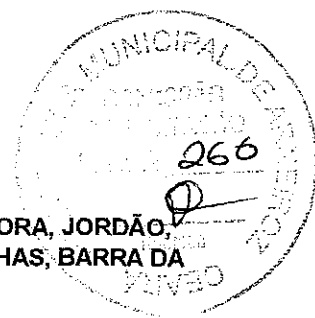
|                                                 |                                                                                                   |        |                  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|
| Número de Bombas Previstas ( N )                | :                                                                                                 | 2,00   |                  |
| Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n ) | :                                                                                                 | 1,00   |                  |
| Rendimento do Conjunto Elevatório ( h )         | :                                                                                                 | 52,00  | %                |
| Vazão da Bomba ( Q )                            | :                                                                                                 | 4,01   | L/s              |
| Peso específico da água ( g )                   | :                                                                                                 | 1,00   | Kgf/L            |
| Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> )          | :                                                                                                 | 10,33  | N/m <sup>2</sup> |
| Pressão de vapor a 30°C ( p <sub>v</sub> )      | :                                                                                                 | 0,433  | N/m <sup>2</sup> |
| Fator de Serviço ( FS )                         | :                                                                                                 | 1,10   |                  |
| Potência da Bomba ( P <sub>0</sub> )            | : $\frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$                              | 10,83  | CV               |
| Cota do Eixo da Bomba ( C <sub>EB</sub> )       | :                                                                                                 | 359,89 | m                |
| Cota de Sucção ( C <sub>S</sub> )               | :                                                                                                 | 359,89 | m                |
| Perda de Carga Localizada ( h <sub>f</sub> )    | :                                                                                                 | 0,08   | m                |
| NPSH disponível ( NPSH <sub>d</sub> )           | : ( C <sub>EB</sub> - C <sub>S</sub> ) - h <sub>f</sub> + ( p <sub>a</sub> - p <sub>v</sub> ) / g | 9,82   | m                |

4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas

|                                         |   |       |                   |
|-----------------------------------------|---|-------|-------------------|
| Potência Adotada ( P )                  | : | 11,00 | CV                |
| Vazão da Bomba ( Q )                    | : | 14,45 | m <sup>3</sup> /h |
| Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) | : | 95,68 | mca               |

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

1. Dados Iniciais

1.1. População Atual

População Atual (  $P_0$  ) : 1316 hab

1.2. População de Projeto (20 anos)

População em 20 anos (  $P_{20}$  ) : 1606 hab

1.3. Dados Adicionais

Coef. dia de maior consumo (  $k_1$  ) : 1,2  
Consumo per capita (  $q$  ) : 120 L/hab.dia

2. Dimensionamento do Volume de Reservação

2.1. Reservação Necessária

Volume Exigido Atualmente : (  $V_0$  ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$  : 63,17  $m^3$   
Volume Exigido em 20 anos : (  $V_{20}$  ) :  $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$  : 77,08  $m^3$

2.2. Dimensionamento do Reservatório

Volume Mínimo (  $V_{REL-MIN}$  ) : ( I )  $V_{REL-MIN} > 3/5 \times V_{20}$  : 46,25  $m^3$   
Volume Maximo (  $V_{REL-Max}$  ) : ( II )  $V_{REL-Max} < 90\% \times V_{20}$  : 69,37  $m^3$

2.4. Dimensionamento do Reservatório Apoiado 01 (RAP-01)

Volume de Cálculo (  $V_{RAP}$  ) :  $\frac{V = Q_{LAV} \times t}{60}$  : 17,67  $m^3$

Volume Comercial Adotado (  $V$  ) : 20,00  $m^3$

Diâmetro do Anel (  $D$  ) : 3,00 m

Altura da Lâmina D'água (  $h_0$  ) :  $\frac{V}{(\pi \times D^2 / 4)}$  : 2,83 m

Cota do Terreno de Reservação :  $C_R$  : 359,89 m

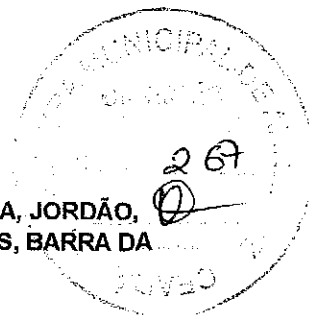
Nível máximo de água (  $N_{MAX}$  ) : 2,83 m

Nível mínimo de água (  $N_{MIN}$  ) : 0,20 m

Claudio José Queiroz Barros  
Eng. Civil - CREA 134180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

|                                     |   |                        |   |        |   |
|-------------------------------------|---|------------------------|---|--------|---|
| Folga de Nível Interna ( f )        | : |                        | : | 0,45   | m |
| Tampa ( t )                         | : |                        | : | 0,10   | m |
| Cota do Nível Máximo ( $CN_{MAX}$ ) | : | $Cr + N_{max}$         | : | 362,72 | m |
| Cota do Nível Mínimo ( $CN_{MIN}$ ) | : | $Cr + N_{min}$         | : | 360,09 | m |
| Altura do Reservatorio (Hr)         | : | $N_{max} + 2 \times t$ | : | 3,48   | m |

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SÉRROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

|                                        |   |        |        |
|----------------------------------------|---|--------|--------|
| Tempo de Bombeamento (T <sub>b</sub> ) | : | 16     | h/Dia  |
| Vazão de adução do Sistema             | : | Q(20)  |        |
|                                        | : | 14,45  | m³/h   |
|                                        | : | 4,0144 | L/s    |
|                                        | : | 0,004  | m³/s   |
|                                        | : | 346,85 | m³/dia |

2. Dimensionamento do Número de Unidades Filtrantes

|                                              |   |                                       |   |            |
|----------------------------------------------|---|---------------------------------------|---|------------|
| Vazão de Adução Bruta                        | : | Q <sub>AAB(20)</sub>                  | : | 14,45 m³/h |
| Tempo de Bombeamento                         | : | T <sub>b</sub>                        | : | 16 h       |
| Volume de filtração Diário (V <sub>F</sub> ) | : | Q <sub>AAB(20)</sub> x T <sub>b</sub> | : | 231,23 m³  |
| *Número de Filtros Necessários               | : | 0,044 x Q <sup>0,5</sup>              | : | 0,82 un.   |
| Número de Filtros Adotados                   | : | N                                     | : | 01 und     |

\* OBS.: Para se ter uma idéia preliminar do número de unidades filtrantes ou número de células, em filtros com leito simples e vazões menores que 4,6 m³/s, utiliza-se a equação Morril e Wallace.

3. Dimensionamento do Diâmetro do Filtro de Fluxo Ascendente

|                                                          |   |                                 |   |                    |
|----------------------------------------------------------|---|---------------------------------|---|--------------------|
| Taxa de filtração Máxima Diária ( i )                    | : |                                 | : | 150 (m³/dia)/m²    |
| Área Necessária p/Filtro ( A )                           | : | $V_{INF} / ( i \times N )$      | : | 1,54 m²            |
| Diâmetro do Filtro ( D <sub>o</sub> )                    | : | $( A )^{0,5}$                   | : | 1,24 m             |
| Diâmetro do Filtro Adotado ( D )                         | : |                                 | : | 1,50 m             |
| Área de Filtração Efetiva ( A <sub>ef</sub> )            | : | $p \times ( D / 2 )^2$          | : | 1,77 m²            |
| Taxa de Infiltração Efetiva p/Filtro ( i <sub>ef</sub> ) | : | $V_{INF} / ( N \times A_{ef} )$ | : | 130,85 (m³/dia)/m² |

OBS.: De acordo com a norma NBR 12216, em caso de filtros de fluxo ascendente, a taxa de filtração recomendável deve ser de 120 m³/m².dia ou 5,0 m³/m².h. Conforme diretrizes do do SAA a taxa máxima a para o filtro de fluxo ascendente será de 150 m³/m².dia.

3. Descrição do Método de Lavagem do(s) Filtro(s)

|                                                    |   |                                     |
|----------------------------------------------------|---|-------------------------------------|
| Método de operação                                 | : | taxa constante                      |
| Entrada nos filtros                                | : | tubulação                           |
| Saída dos filtros                                  | : | Calha Coletora                      |
| Método de lavagem                                  | : | descargas contínuas e limpeza geral |
| Fonte da lavagem                                   | : | Bombeamento                         |
| Número de filtros (N)                              | : | 01 ud                               |
| Diâmetro de cada célula (D)                        | : | 1,50 m                              |
| Área de Filtração Efetiva (A <sub>ef</sub> )       | : | 1,77 m²                             |
| Velocidade de lavagem (U)                          | : | 60,00 m/h ou 1 m/min                |
| Duração da lavagem (T <sub>Lav.</sub> )            | : | 10 min ou 0,17 h                    |
| Velocidade de água na interface (U <sub>i</sub> )  | : | 36,00 m/h ou 60,00 cm/min           |
| Duração de descarga no fundo (T <sub>desc.</sub> ) | : | 1 min ou 0,017 h                    |

4. Cálculo de Vazões p/cada Filtro

|                                       |   |                     |    |             |
|---------------------------------------|---|---------------------|----|-------------|
| Vazão de Lavagem (Q <sub>Lav.</sub> ) | : | U x A <sub>ef</sub> | ou | 106,03 m³/h |
|                                       | : |                     |    | 29,45 L/s   |

*Assinado*  
 Celso José Queiroz Barros  
 Eng.º Civil - CREA 134130 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

Vazão de Água na Interface ( $Q_i$ ) :  $U_i \times A_{ef}$  ou 63,62 m<sup>3</sup>/h  
17,67 L/s

5. Cálculo dos Volumes Gastos na Lavagem de cada Filtro

Volume Gasto na Lavagem ( $V_{Lav.}$ ) :  $Q_{Lav.} \times T_{Lav.}$  : 17,67 m<sup>3</sup>  
Volume Gasto na Descarga ( $V_{Desc.}$ ) :  $Q_i \times T_{Desc.}$  : 1,06 m<sup>3</sup>  
Volume Total Gasto ( $V_T$ ) :  $V_{Lav.} + V_{Desc.}$  : 18,73 m<sup>3</sup>  
Volume no Ano 20 ( $V_{20}$ ) :  $\frac{k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$  : 231,23 m<sup>3</sup>  
Taxa de Volume de Lavagem ( $T_{VL}$ ) : Lavagem dos Filtros : 7,64%

1. OBS.: O filtro será lavado por estação elevatória (EELF) a partir do reservatório apoiado (RAP) projetado, preferencialmente nos horários de menor consumo pela comunidade.

2. OBS.: Os cálculos foram realizados através de parâmetros estabelecidos de acordo com as recomendações na NBR-12216 e CAGECE.

6. Forma e Dimensão do Filtro

|          |                |
|----------|----------------|
| Material | Fibra de vidro |
| Forma    | Cilindro       |
| Diametro | 1,50 m         |
| Número   | 1,00 und       |

7. Espessura das Camadas e Altura da Caixa do Filtro

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Altura Livre Adicional         | 0,30 m |
| Altura da Água                 | 1,60 m |
| Altura do Leito de Filtragem   | 1,60 m |
| Altura da Camada de pedregulho | 0,50 m |
| Altura do Concreto Grout       | 0,10 m |
| Altura do Fundo Falso          | 0,50 m |
| Altura da Caixa do Filtro      | 4,60 m |

8. Meio Filtrante

8.1 Filtro de Areia

|                                        |              |
|----------------------------------------|--------------|
| Espessura da Camada de Areia           | 1,60 m       |
| *Tamanho Efetivo - T.E. - $d_{10}$     | 0,80 mm      |
| Tamanho $d_{60}$                       | 1,40 mm      |
| Coefficiente de Desuniformidade - C.D. | 1,70 mm      |
| Tamanho do Menor Grão                  | 0,35 mm      |
| Tamanho do Maior Grão                  | 1,20 mm      |
| Peneiras de Preparação Usuais          | 6 a 42 Tyler |

\* OBS.: Conforme Parâmetros recomendados pelo engenheiro Manoel Sales.

OBS.: Demais parâmetros conforme recomendações de Di Bernardo e Richter.

9. Camada Suporte

| Tamanho dos grãos | Espessura (cm) |            |
|-------------------|----------------|------------|
| 1,7 - 3,2 mm      | 7,5            | 1 Superior |
| 3,2 - 6,4 mm      | 7,5            | 2,00       |
| 6,4 - 12,7 mm     | 10,0           | 3,00       |
| 12,7 - 25,4 mm    | 10,0           | 4,00       |
| 25,4 - 50,0 mm    | 15,0           | 5 Base     |
| Total             | 50,0           |            |

Caetano José Oliveira Barboza  
Eng. Civil - CREA 134130 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

OBS.: Composição da camada suporte para sistema de drenagem tipo Vigas Californianas conforme Di Bernardo (2003).

10. Nível de Água Acima da Areia do Filtro

Máxima perda de carga admissível a fim de evitar pressões negativas  
A altura da lâmina d'água mínima sobre a superfície da areia deverá ser  
Valor adotado no projeto

|      |   |
|------|---|
| 2,50 | m |
| 0,40 | m |
| 2,10 | m |

OBS.: Conforme recomendações do Engenheiro Francilho Paes Leme em Teoria e Técnicas de Tratamento de Água

11. Fundo do Filtro

Fundo Falso Tipo Vigas Californianas

Será adotado o fundo com vigas em V pré-moldadas devido às suas vantagens: baixo custo, fácil instalação, baixa perda de carga, eficiência na drenagem e distribuição da água de lavagem, além de sua boa durabilidade.

Comprimento da Viga  
Altura da Viga  
Distância Entre uma Viga e Outra  
Abertura da Viga  
Espaçamento Entre os Orifícios  
Diâmetro dos Orifícios  
Seção Circular do Orifício  
Número de Vigas  
Número de Orifício por Viga  
Número de Orifício Total  
Vazão de Final de Plano no Orifício  
Velocidade no Orifício

NOT  
qO  
UOT =  $(4 * qO) / (\pi * D2)$

|       |         |
|-------|---------|
| 1,17  | cm      |
| 25,00 | cm      |
| 30,00 | cm      |
| 10,00 | cm      |
| 15,00 | cm      |
| 1/2"  | 0,0127m |
| 1,27  | cm²     |
| 4,00  | und     |
| 16,00 | und     |
| 64,00 | und     |
| 0,066 | L/s     |
| 0,52  | m/s     |

12. Calha Coletora de Água

Comprimento da Calha (LC )  
Altura da Calha (hC )  
Folga na Altura da Calha  
Largura da Calha (bC )  
Área da Calha  
Cálculo da Vazão Máxima na Calha  
Vazão de Lavagem

|       |      |
|-------|------|
| 1,20  | m    |
| 30,00 | cm   |
| 7,50  | cm   |
| 30,00 | cm   |
| 0,36  | m²   |
| 0,04  | m³/s |
| 0,03  | m³/s |

OBS.: A equação do dimensionamento adotada é conforme Gordon Maskew Fair, fórmula de Thomas Camp, aproximada para

12.1 Altura do Fundo da Calha e o Material Filtrante

\*Altura Mínima Recomendada  
Acréscimo na Altura da Expansão Máxima  
Expansão Máxima do Leito em Relação a Camada Filtrante ( E )  
Espessura do Leito Filtrante  
Cálculo HFC-A =  $(\%E * H\& + 0,15)$   
Espessura do Concreto da Calha  
Altura Adotada do Fundo da Calha Sobre o Leito Filtrante

|       |    |
|-------|----|
| 60,00 | cm |
| 15,00 | cm |
| 60,00 | %  |
| 1,60  | m  |
| 1,11  | m  |
| 10    | cm |
| 1,20  | m  |

\* OBS.: A altura mínima recomendada é conforme Azevedo Netto no livro Tratamento de Água.

OBS.: A NBR 12216 recomenda que o fundo da calha de coleta esteja próximo ao leito filtrante expandido.

13. Diâmetro das Tubulações Imediatas

Entrada no Filtro

|     |    |
|-----|----|
| 100 | mm |
|-----|----|

*Cláudio José Queiroz Barros*  
Engº Civil - CREA 134180-CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SÉROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

|                              |   |     |    |
|------------------------------|---|-----|----|
| Água para Lavagem            | : | 100 | mm |
| Descarga de Água de Lavagem  | : | 150 | mm |
| Saída no Filtro              | : | 150 | mm |
| Água Filtrada                | : | 100 | mm |
| Água de Lavagem na Interface | : | 150 | mm |
| Dreno de Água de Lavagem     | : | 150 | mm |

\* OBS.: As Dimensões adotadas estão conforme as recomendações de Azevedo Netto no livro Tratamento de água.

14. Perda de Carga Durante a Filtração

14.1 Perda de Carga no Material Filtrante

$$H_{f1} = h_{f0} \times (U1/U0) \times (E1/E0) \times (d0/d1)^2 \times (P0/P1)^4$$

|                                     | Leito Conhecido | Areia  |
|-------------------------------------|-----------------|--------|
| Perda de Carga (Hf) m               | 0,30            | 0,3    |
| Velocidade de Filtração (Uf) cm/min | 8,00            | 8,8    |
| Espessura do Leito (E) m            | 0,60            | 1,6    |
| Tamanho Efetivo - T.E. - (d) mm     | 0,50            | 0,8    |
| Porosidade (P)                      | 0,43            | 0,4    |
| Perda de Carga Total (Hft) m        |                 | 0,34 m |

1. OBS.: O Cálculo da perda de carga na camada de areia, leito limpo, segundo a equação de H. Hudson Jr., se baseia em proporções de um leito conhecido (índice 0).

2. OBS.: A porosidade da areia foi retirada da planilha do Fontenele

14.2 Perda de Carga nos Furos

|                                  |   |                                                           |        |
|----------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|--------|
| Perda de Carga nos Furos (hf)    | : | $\frac{Q^2}{Cd^2 \times S^2} \times \frac{1}{2 \times g}$ | 0,03 m |
| Coefficiente de Descarga Adotado | : |                                                           | 0,65   |

1. OBS.: A perda de carga é calculada considerando a vazão em cada um de seus orifícios, e aplica-se a equação da vazão para orifícios e bocais, com o valor do coeficiente de descarga recomendado por Jorge Valencia.

14.4 Perda de Carga na Tubulação de Entrada do Filtro

|                                                    |   |                                                           |                       |
|----------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| Diâmetro da Tubulação de entrada do Filtro         | : | 100                                                       | mm                    |
| Comprimento da Tubulação de entrada do Filtro      | : | 3,60                                                      | m                     |
| Coefficiente da Fórmula de Hazen-Willinms (C) F°F° | : | 100,00                                                    |                       |
| Velocidade (U)                                     | : | $\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$                       | 0,511 m/s             |
| Perda de Carga Distribuída (j)                     | : | $\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$ | 0,0058 m/m            |
| Perda de Carga por Comprimento (J)                 | : | $J_L \times L$                                            | 0,02 m                |
| Aceleração da Gravidade (g)                        | : |                                                           | 9,81 m/s <sup>2</sup> |

*Handwritten signature*  
 Eng.º José Carlos Santos  
 Eng.º Civil - CREA 134190 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

| PEÇA                     | Q <sup>ide</sup> | K <sub>UNIT.</sub> | K <sub>TOTAL</sub> |
|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| ENTRADA NA TUBULAÇÃO     | 01               | x 0,50             | 0,50               |
| TÊ DE SAÍDA DE LADO      | 01               | x 1,30             | 1,30               |
| VALVULA DE GAVETA ABERTA | 01               | x 0,20             | 0,20               |
| TÊ DE PASSAGEM DIRETA    | 02               | x 0,60             | 1,20               |
| SAÍDA DA TUBULAÇÃO       | 01               | x 1,00             | 1,00               |

Coefficiente ( K )

Perda de Carga Localizada ( H<sub>tef</sub> )

Somatório das Perdas na Tub de Entrada

$$K_L \times ( U^2 / 2g )$$

|          |
|----------|
| 4,20     |
| 0,0560 m |
| 0,0769 m |

14.5 Perda de Carga na Tubulação de Saída no Filtro

Primeiro Diâmetro da tubulação de Saída no Filtro

Comprimento da tubulação de Saída no Filtro

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C )

Velocidade ( U )

Perda de Carga Distribuída ( j )

Perda de Carga por Comprimento ( J )

F°F°

$$\frac{4 \times Q}{\pi^2 \times D^2} \times \frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$$

$$J_L \times L$$

|        |     |
|--------|-----|
| 150    | mm  |
| 1,35   | m   |
| 100    |     |
| 0,227  | m/s |
| 0,0008 | m/m |
| 0,0011 | m   |

| PEÇA                     | Q <sup>ide</sup> | K <sub>UNIT.</sub> | K <sub>TOTAL</sub> |
|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| ENTRADA NA TUBULAÇÃO     | 01               | x 0,50             | 0,50               |
| TÊ DE SAÍDA DE LADO      | 01               | x 1,30             | 1,30               |
| REDUÇÃO GRADUAL          | 01               | x 0,15             | 0,15               |
| VÁLVULA DE GAVETA ABERTA | 01               | x 0,20             | 0,20               |
| CURVA 90                 | 02               | x 0,40             | 0,80               |
| TÊ SAÍDA DO LADO         | 01               | x 1,30             | 1,30               |

*Handwritten signature*  
 Engº CEN - CREA 134190 - CE



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

|                    |   |    |   |      |   |      |
|--------------------|---|----|---|------|---|------|
| SAÍDA DA TUBULAÇÃO | : | 01 | x | 1,00 | : | 1,00 |
|--------------------|---|----|---|------|---|------|

|                                                                                |   |        |      |
|--------------------------------------------------------------------------------|---|--------|------|
| Coefficiente ( K )                                                             | : |        | 5,25 |
| Perda de Carga Localizada na 2ª Tubulação de Saída : $K_L \times ( U^2 / 2g )$ | : | 0,0138 | m    |
| Somatório das Perdas na Tubulação de Saída do Filtro                           | : | 0,0149 | m    |
| Perda de carga na tubulação                                                    | : | 0,0918 | m    |

15. Carga Hidráulica Disponível x Perda de Carga Total Durante a Filtração

|                                                  |   |      |   |
|--------------------------------------------------|---|------|---|
| Consideraremos a Perda de carga para filtro sujo | : | 2,00 | m |
| Perda de carga na tubulação                      | : | 0,09 | m |
| Perda de carga no orifício                       | : | 0,03 | m |
| Total da Perda de Carga                          | : | 2,12 | m |
| Altura geométrica do filtro até a borda da calha | : | 4,30 | m |
| Carga hidráulica mínima                          | : | 6,42 | m |

A carga hidráulica disponível tem que ser maior do que a soma das perdas de carga no filtro em operação para garantir a taxa de filtração fixada anteriormente.

|                                                                        |   |      |   |
|------------------------------------------------------------------------|---|------|---|
| Na Caixa de Nível, a altura acima do nível máximo da água adotada será | : | 0,30 | m |
| Portanto a altura Mínima total da Caixa de Nível será                  | : | 6,72 | m |

OBS.: A perda de carga para o filtro sujo é estimado por tentativa.

16. Perda de Carga Durante a Lavagem

16.1 Perda de Carga no Material Filtrante

|                                                                                                          |   |      |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|-------|
| Perda de carga durante a lavagem na camada de areia                                                      | : | 1,51 | m     |
| h areia = $(\ell / \text{págua}) \times (\text{pareia} \times \text{págua}) \times (1 \times \text{fe})$ | : | 1,60 | m     |
| Espessura da camada                                                                                      | : | 1,00 | g/cm³ |
| Peso específico da água                                                                                  | : | 2,65 | g/cm³ |
| Peso específico da areia                                                                                 | : | 0,43 |       |
| Porcentagem de vazio da areia                                                                            | : |      |       |

OBS.: Os cálculos foram realizados através de parâmetros estabelecidos de acordo com as recomendação na NBR-12216 e conforme a plaí autoria do Fontenele.

16.2 Perda de Carga no Material Suporte

Segundo Dixon existe uma perda de 0,03 m, para cada 0,30 m de profundidade a uma taxa de lavagem de 0,30 m/min, em uma proporção dir qualquer taxa e profundidade.

|                                    |   |      |       |
|------------------------------------|---|------|-------|
| Espessura da camada                | : | 0,50 | m     |
| Taxa de lavagem                    | : | 1,00 | m/min |
| Perda de carga no material suporte | : | 0,17 | m     |

*Assinatura*  
 Engº Civil - DREA 154180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

OBS.: Informação retirada do livro de Francilio Paes Leme, Teoria e Técnicas de Tratamento de Água.

16.3 Perda de Carga nos Furos

|                                  |   |                                                             |      |     |
|----------------------------------|---|-------------------------------------------------------------|------|-----|
| Perda de Carga nos Furos ( h )   | : | $\frac{Q^2 \times 1,00}{Cd^2 \times S^2 \times 2 \times g}$ | 1,05 | m   |
| Coefficiente de Descarga Adotado | : |                                                             | 0,65 |     |
| Vazão de Lavagem por Orifício    | : |                                                             | 0,38 | L/s |

16.4 Perda de Carga na Tubulação de Entrada no Filtro

|                                                 |   |                                                           |        |                  |
|-------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|--------|------------------|
| Diâmetro da tubulação de Entrada no Filtro      | : |                                                           | 150    | mm               |
| Comprimento da tubulação de Entrada no Filtro   | : |                                                           | 7,50   | m                |
| Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) | : | $F^{\circ} F^{\circ}$                                     | 100    |                  |
| Velocidade ( U )                                | : | $\frac{4 \times Q}{\pi^2 \times D^2}$                     | 1,668  | m/s              |
| Perda de Carga Distribuída ( j )                | : | $\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$ | 0,0322 | m/m              |
| Perda de Carga por Comprimento ( J )            | : | $J_L \times L$                                            | 0,2412 | m                |
| Aceleração da gravidade ( g )                   | : |                                                           | 9,810  | m/s <sup>2</sup> |

| PEÇA                     |   | $Q^{ide}$ |   | $K_{UNIT.}$ |   | $K_{TOTAL}$ |
|--------------------------|---|-----------|---|-------------|---|-------------|
| ENTRADA NA TUBULAÇÃO     | : | 01        | x | 0,50        | : | 0,500       |
| CURVA DE 90              | : | 02        | x | 0,40        | : | 0,800       |
| TÊ PASSAGEM DIRETA       | : | 01        | x | 0,60        | : | 0,600       |
| VÁLVULA DE GAVETA ABERTA | : | 02        | x | 0,20        | : | 0,400       |
| TÊ SAÍDA DE LADO         | : | 01        | x | 1,30        | : | 1,300       |
| SAÍDA DA TUBULAÇÃO       | : | 01        | x | 1,00        | : | 1,000       |

|                                                        |   |                           |             |
|--------------------------------------------------------|---|---------------------------|-------------|
| Coefficiente ( K )                                     | : |                           | 4,600       |
| Perda de Carga Localizada ( H <sub>tef_L</sub> )       | : | $K_t \times ( U^2 / 2g )$ | 0,6519<br>m |
| Somatório das Perdas na Tubulação na Entrada do Filtro | : |                           | 0,8932<br>m |

16.5 Perda de Carga na Tubulação de Saída no Filtro

*Cláudio José Queiroz Barros*  
Eng<sup>o</sup> Civil - CREA 134130 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA

1. Resumo do Quadro de Vazão

|                                                 |   |                                                 |        |                  |
|-------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------|--------|------------------|
| Diâmetro da tubulação de Entrada no Filtro      | : |                                                 | 150    | mm               |
| Comprimento da tubulação de Saída no Filtro     | : |                                                 | 2,5    | m                |
| Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) | : | $F^o F^o$                                       | 100    |                  |
| Velocidade ( U )                                | : | $\frac{4xQ}{\pi^2 x D^2}$                       | 1,668  | m/s              |
| Perda de Carga Distribuída ( j )                | : | $\frac{10,643 x Q^{1,85}}{D^{4,87} x C^{1,85}}$ | 0,0322 | m/m              |
| Perda de Carga por Comprimento ( J )            | : | $J_L x L$                                       | 0,0804 | m                |
| Aceleração da gravidade ( g )                   | : |                                                 | 9,810  | m/s <sup>2</sup> |

| PEÇA                     | $Q^{ide}$ | $K_{UNIT.}$ | $K_{TOTAL}$ |
|--------------------------|-----------|-------------|-------------|
| ENTRADA NA TUBULAÇÃO     | 01        | x 0,50      | 0,500       |
| TÊ PASSAGEM DIRETA       | 01        | x 0,60      | 0,600       |
| VÁLVULA DE GAVETA ABERTA | 01        | x 0,20      | 0,200       |
| SAÍDA DA TUBULAÇÃO       | 01        | x 1,00      | 1,000       |

|                                                      |   |                      |          |
|------------------------------------------------------|---|----------------------|----------|
| Coefficiente ( K )                                   | : |                      | 2,300    |
| Perda de Carga Localizada ( Htsf_L )                 | : | $K_t x ( U^2 / 2g )$ | 0,3260 m |
| Somatório das Perdas na Tubulação de Saída do Filtro | : |                      | 0,4064 m |

17. Cálculo da Expansão do Leito Filtrante Durante a Lavagem

Conforme a Planilha do Fontenele

|                                               |   |       |   |
|-----------------------------------------------|---|-------|---|
| Porosidade Expandida Global ( $\varepsilon$ ) | : | 0,51  |   |
| Altura Expandida ( Lf )                       | : | 1,85  | m |
| * Expansão do Meio Granular ( E% )            | : | 15,51 | % |
| Perda de Carga no Leito ( Hf )                | : | 1,51  | m |

\* OBS.: Conforme recomendações do Engenheiro Sales a expansão do material filtrante deve estar entre 15 a 30%.

18. Cálculo do Vertedor Triangular

|                                                      |   |                |                          |
|------------------------------------------------------|---|----------------|--------------------------|
| Fórmula de Thompson ( Q )                            | : | $1,4 \sqrt{H}$ |                          |
| Altura ( H )                                         | : | $Q^2/5$        | 0,10 m                   |
|                                                      | : | $1,4^2/5$      |                          |
| Vazão                                                | : |                | 0,0042 m <sup>3</sup> /s |
| Distância Mínima Entre o Vertedor e a Entrada da Ágl | : |                | 0,49 m                   |
| Distância Adotada                                    | : |                | 0,70 m                   |

*Assinado*  
 Celso José Queiroz Barros  
 Eng. CNR - CREA 134/90 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



**DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE AGUA**

**1. Resumo do Quadro de Vazão**

*João Carlos de Sá*  
Cálculo, João Carlos de Sá  
Eng. Civil - CREA 134130 - CE



**PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.**  
**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.**

**DIMENSIONAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS**

**1. Resumo do Quadro de Vazão**

Tempo de Bombeamento ( Tb ) : 

|    |       |
|----|-------|
| 16 | h/Dia |
|----|-------|

Vazão do Sistema :

|       |   |        |        |
|-------|---|--------|--------|
| Q(20) | : | 14,45  | m³/h   |
|       | : | 4,0144 | L/s    |
|       | : | 0,004  | m³/s   |
|       | : | 346,85 | m³/dia |

A água fornecida para a comunidade deverá ser submetida a três processos químicos, quais sejam: oxidação, coagulação e desinfecção. O oxidante a ser utilizado deverá ser o "hipoclorito de cálcio", na forma de pó, fornecido em sacos de 25 kg ou tambores de 45 kg. Esse produto químico também deverá ser utilizado para a desinfecção. Para a coagulação previu-se a utilização do "policloreto de alumínio" e mais um polímero como coadjuvante, o "polidadmac", ambos fornecidos na forma de pó em sacos de 40 kg. ou tanques de dosagem de fibra de vidro, nos quais a mistura se fará através de umconcentrações pré-estabelecidas. Para preparo dessas soluções serão utilizados Todos esses produtos devem ser misturados à água, de forma a preparar soluções sistema de soprador que transfere ar para dentro da mistura água x produto químico, promovendo uma agitação para formação da solução. Uma vez formada a solução, a mesma deve ser aplicada à água, sendo que tanto os coagulantes como o oxidante devem ser aplicados na adutora de água bruta imediatamente antes de entrar na caixa de entrada do filtro. Já para a desinfecção, a solução com cloro deve ser aplicada após o filtro, na tubulação de alimentação do reservatório apoiado de água filtrada. A aplicação das soluções se dará através de bombas dosadoras, que podem ser do tipo pistão ou diafragma. Para cada produto químico previsto de utilização, considerou-se dois tanques de dosagem providos de bomba dosadora, sendo cada um deles com capacidade para uma jornada, de forma que se tenha sempre um tanque com preparo de solução e outro utilizado para a dosagem.

**2. Consumo**

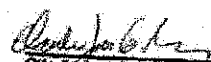
**2.1 Coagulante**

**2.1.1 Policloreto de Alumínio**

|                                                        |   |        |        |
|--------------------------------------------------------|---|--------|--------|
| Pureza mínima                                          | : | 90,00  | %      |
| Dosagem média                                          | : | 25,00  | g/m³   |
| Vazão                                                  | : | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA ( T eta )            | : | 16,00  | h      |
| Consumo teórico ( CT )                                 | : | 8,67   | Kg/dia |
| Consumo real ( CR ) (conforme percentagem de impureza) | : | 9,63   | Kg/dia |
| Volume a armazenar mínimo (30 dias) (VR)               | : | 289,04 | kg     |
| Tempo de armazenamento adotado ( TA )                  | : | 30,00  | dias   |
| Volume a armazenar ( VAA )                             | : | 289,04 | kg     |
| Número de sacos ( NS ) ( 40 kg )                       | : | 7      | sacos  |
| Área ocupada - pilhas com 5 sacos (0,30 m² por pilha)  | : | 0,30   | m²     |
| Acréscimo de 20% na área para renovação do estoque     | : | 0,06   | m²     |
| Area total (sem circulação)                            | : | 0,36   | m²     |

**2.1.2 Polímero**

|                                                        |   |        |        |
|--------------------------------------------------------|---|--------|--------|
| Pureza mínima                                          | : | 90,00  | %      |
| Dosagem média                                          | : | 5,00   | g/m³   |
| Vazão                                                  | : | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA )             | : | 16,00  | h      |
| Consumo teórico ( CT )                                 | : | 1,73   | kg/dia |
| Consumo real ( CR ) (conforme percentagem de impureza) | : | 1,93   | kg/dia |
| Volume a armazenar mínimo (30 dias) (VR)               | : | 57,81  | kg     |
| Tempo de armazenamento adotado ( TA )                  | : | 60,00  | dias   |

  
 Claudio José Queiroz Barros  
 Engº Civil - CREA 134180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



**DIMENSIONAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS**

|                                                       |   |        |       |
|-------------------------------------------------------|---|--------|-------|
| Volume a armazenar ( VAA )                            | : | 115,62 | kg    |
| Número de sacos ( NS ) ( 40 kg )                      | : | 2,90   | sacos |
| Área ocupada - pilhas com 5 sacos (0,30 m² por pilha) | : | 0,30   | m²    |
| Acréscimo de 20% na área para renovação do estoque    | : | 0,06   | m²    |
| Área total (sem circulação)                           | : | 0,36   | m²    |

## 2.2. Cloração - Hipoclorito de Cálcio

### 2.2.1 Pós-cloração (desinfecção)

|                                                          |                                                                                               |        |        |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Teor de cloro disponível                                 | :                                                                                             | 70,00  | %      |
| Dosagem média                                            | $0,283 \times \frac{(\rho \times k)^{1/2}}{(\mu \times D^T)^{1/2}} \times (U^T)^{1,5} s^{-1}$ | 5,00   | g/m³   |
| Vazão                                                    | :                                                                                             | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA )               | :                                                                                             | 16,00  | h      |
| Consumo teórico                                          | :                                                                                             | 1,73   | kg/dia |
| Consumo real                                             | :                                                                                             | 2,48   | kg/dia |
| Volume a armazenar mínimo (30 dias) (VR)                 | :                                                                                             | 74,32  | kg     |
| Tempo de armazenamento adotado ( TA )                    | :                                                                                             | 60,00  | dias   |
| Volume a armazenar ( VAA )                               | :                                                                                             | 148,65 | kg     |
| Número de tambores ( NT ) ( 45 kg )                      | :                                                                                             | 3,72   | un     |
| Área ocupada - pilhas com 5 tambores (0,30 m² por pilha) | :                                                                                             | 0,30   | m²     |
| Acréscimo de 20% na área para renovação do estoque       | :                                                                                             | 0,06   | m²     |
| Area total (sem circulação)                              | :                                                                                             | 0,36   | m²     |

### 2.2.2 Pré-cloração (oxidante)

|                                                          |   |        |        |
|----------------------------------------------------------|---|--------|--------|
| Teor de cloro disponível                                 | : | 70,00  | %      |
| Dosagem média                                            | : | 10,00  | g/m³   |
| Vazão                                                    | : | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA )               | : | 16,00  | h      |
| Consumo teórico                                          | : | 3,47   | kg/dia |
| Consumo real                                             | : | 4,95   | kg/dia |
| Volume a armazenar mínimo (30 dias) (VR)                 | : | 148,65 | kg     |
| Tempo de armazenamento adotado ( TA )                    | : | 30,00  | dias   |
| Volume a armazenar ( VAA )                               | : | 148,65 | kg     |
| Número de tambores ( NT ) ( 45 kg )                      | : | 3,72   | un     |
| Área ocupada - pilhas com 5 tambores (0,30 m² por pilha) | : | 0,30   | m²     |
| Acréscimo de 20% na área para renovação do estoque       | : | 0,06   | m²     |
| Area total (sem circulação)                              | : | 0,36   | m²     |

## 3. Preparação da Dosagem

### 3.1 Tanque de Preparação da Solução de Policloreto de Alumínio

|                                            |   |        |         |
|--------------------------------------------|---|--------|---------|
| Concentração da solução                    | : | 90,00  | %       |
| Dosagem média                              | : | 25,00  | g/m³    |
| Vazão                                      | : | 346,85 | m³/dia  |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA ) | : | 16,00  | h       |
| Consumo teórico                            | : | 8,67   | kg/dia  |
| Consumo real                               | : | 9,63   | kg/dia  |
| Vazão de dosagem                           | : | 7,60   | L/h     |
| Volume consumido                           | : | 121,60 | L       |
| Volume comercial do tanque                 | : | 150,00 | L       |
| Número de Tanques Operando                 | : | 1,00   | un      |
| Preparação da dosagem                      | : | 1,00   | vez/dia |

### 3.2 Tanque de Preparação da Solução do Polímero

Cleudson José Custódio Barros  
 Eng.º Civil - CREA 134180 - CE

279

|                                            |   |        |         |
|--------------------------------------------|---|--------|---------|
| Concentração da solução                    | : | 90,00  | %       |
| Dosagem média                              | : | 5,00   | g/m³    |
| Vazão                                      | : | 346,85 | m³/dia  |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA ) | : | 16,00  | h       |
| Consumo teórico                            | : | 1,73   | kg/dia  |
| Consumo real                               | : | 1,93   | kg/dia  |
| Vazão de dosagem                           | : | 1,52   | L/h     |
| Volume consumido                           | : | 24,32  | L       |
| Volume comercial do tanque                 | : | 100,00 | L       |
| Número de Tanques Operando                 | : | 1,00   | un      |
| Preparação da dosagem                      | : | 1,00   | vez/dia |

|                                          |   |        |        |
|------------------------------------------|---|--------|--------|
| Concentração da solução                  | : | 70,00  | %      |
| Dosagem média                            | : | 10,00  | g/m³   |
| Vazão                                    | : | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA (TETA) | : | 16,00  | h      |
| Consumo teórico                          | : | 3,47   | kg/dia |
| Consumo real                             | : | 4,95   | kg/dia |
| Vazão de dosagem                         | : | 10,13  | L/h    |
| Volume consumido                         | : | 162,08 | L      |

|                                            |   |        |        |
|--------------------------------------------|---|--------|--------|
| Concentração da solução                    | : | 70,00  | %      |
| Dosagem média                              | : | 5,00   | g/m³   |
| Vazão                                      | : | 346,85 | m³/dia |
| Período máximo de trabalho da ETA ( TETA ) | : | 16,00  | h      |
| Consumo teórico                            | : | 1,73   | kg/dia |
| Consumo real                               | : | 2,48   | kg/dia |
| Vazão de dosagem                           | : | 5,07   | L/h    |
| Volume consumido                           | : | 81,12  | L      |
|                                            |   |        |        |

|                                     |   |        |         |
|-------------------------------------|---|--------|---------|
| Volume consumido pre e pós cloração | : | 243,20 | L       |
| Volume comercial do tanque          | : | 250,00 | L       |
| Número de Tanques Operando          | : | 1,00   | un      |
| Preparação da dosagem               | : | 1,00   | vez/dia |

|                              |   |      |     |
|------------------------------|---|------|-----|
| Potência do Soprador         | : | 0,50 | cv  |
| número de unidade (soprador) | : | 1,00 | un. |
| Potência da bomba dosadora   | : | 0,50 | cv  |
| número de unidades           | : | 2,00 | un. |

|                              |   |      |     |
|------------------------------|---|------|-----|
| Potência do Agitador         | : | 0,50 | cv  |
| número de unidade (agitador) | : | 1,00 | un. |
| Potência da bomba dosadora   | : | 0,50 | cv  |
| número de unidades           | : | 2,00 | un. |

*Claudio José Quirroz Barrón*  
Claudio José Quirroz Barrón  
Eng. Civil - CREA 134180 - CE

280  
P  
70130

**PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.**  
**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.**

**DIMENSIONAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS**

**4.3 Tanque de Cloro**

|                              |   |      |     |
|------------------------------|---|------|-----|
| Potência do Soprador         | : | 0,50 | cv  |
| número de unidade (soprador) | : | 1,00 | un. |
| Potência da bomba dosadora   | : | 0,50 | cv  |
| número de unidades           | : | 2,00 | un. |

**5. Diafragma como Misturador Rápido**

*Dimensionamento de um diafragma, placa com um furo central instalada na tubulação, de forma a ser utilizado como um misturador hidráulico.*

|                                        |   |                                                                                               |                    |
|----------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Gradiente de Velocidade ( G )          | : | $0,283 \times \frac{(\rho \times k)^{1/2}}{(\mu \times D^2)^{1/2}} \times (U^T)^{1,5} s^{-1}$ |                    |
| $\rho$ - massa específica da água      | : | 995,70                                                                                        | kg/m <sup>3</sup>  |
| $\mu$ - viscosidade absoluta da água   | : | 0,000801                                                                                      | N.s/m <sup>2</sup> |
| K - coeficiente de perda de carga      | : |                                                                                               |                    |
| DT - Diâmetro da Tubulação             | : | 0,11                                                                                          | m                  |
| UT - Velocidade na tubulação           | : | 0,87                                                                                          | m/s                |
| Tágua - Temperatura da água            | : | 30,00                                                                                         | °C                 |
| $\gamma$ - Peso específico da água     | : | 9,77                                                                                          | N/m <sup>3</sup>   |
| $\mu$ - Viscosidade cinemática da água | : | 8,04E-10-07                                                                                   | m <sup>2</sup> /s  |
| g - Aceleração da gravidade            | : | 9,81                                                                                          | m/s <sup>2</sup>   |

Intervalo do Gradiente de Velocidade  $1.500 \leq G \leq 1.000 s^{-1}$

Tempo de mistura ( T<sup>M</sup> ) :  $\frac{5 \times D_T}{U_T}$ 

|      |   |
|------|---|
| 0,63 | s |
|------|---|

Para o Gradiente de Velocidade  $s^{-1}$ , o valor de K será:

Coefficiente de perda de carga ( K ) :  $\frac{(G)^2}{(0,283 \times U^{1,5})^2} \times \frac{\mu \times D_T}{\rho}$  0,87

Por interpolação, o valor de  $(D_f/D_T)^2$ , será 0,69

Diâmetro do furo ( df ) :  $D_{Tx} (K)^{0,5}$  : 

|      |   |
|------|---|
| 0,09 | m |
|------|---|

1. OBS.: Hudson recomenda um gradiente de velocidade o mais alto possível e um tempo de mistura inferior a 1 segundo.  
 2. OBS.: A equação do tempo de mistura adotada resulta a fórmula do Gradiente de Velocidade aplicada.



PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.

DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS

1. Resumo do Quadro de Vazão

|                  |   |   |   |          |        |
|------------------|---|---|---|----------|--------|
| Vazão de lavagem | : | Q | : | 106,03   | m³/h   |
|                  | : |   | : | 29,45    | L/s    |
|                  | : |   | : | 0,0295   | m³/s   |
|                  | : |   | : | 2.544,69 | m³/dia |

2. Características do método de Lavagem dos Filtros

|                                          |   |                            |    |        |      |
|------------------------------------------|---|----------------------------|----|--------|------|
| Vazão de Lavagem ( $Q_{Lav.}$ )          | : | $U \times A_{ef.}$         | ou | 106,03 | m³/h |
|                                          | : |                            |    | 29,45  | L/s  |
| Vazão de Água na Interface ( $Q_i$ )     | : | $U_i \times A_{ef.}$       | ou | 63,62  | m³/h |
|                                          | : |                            |    | 17,67  | L/s  |
| Volume Gasto na Lavagem ( $V_{Lav.}$ )   | : | $Q_{Lav.} \times T_{Lav.}$ | :  | 17,67  | m³   |
| Volume Gasto na Descarga ( $V_{Desc.}$ ) | : | $Q_i \times T_{Desc.}$     | :  | 1,06   | m³   |
| Volume Total Gasto ( $V_T$ )             | : | $V_{Lav.} + V_{Desc.}$     | :  | 18,73  | m³   |
| Taxa de Volume de Lavagem ( $T_{VL}$ )   | : | Lavagem dos Filtros        | :  | 7,64%  |      |

3. Adutora de Água Tratada - AAT

3.1. Diâmetro econômico

|                                |   |                                 |   |           |
|--------------------------------|---|---------------------------------|---|-----------|
| Material                       | : | PVC DEFOFO                      |   |           |
| Comprimento ( L )              | : | 10,00 m                         |   |           |
| Diâmetro Econômico ( D' )      | : | $1,0 \times Q^{0,5}$            | : | 171,62 mm |
| Diâmetro Adotado ( D )         | : | Diâmetro Interno                | : | 150 mm    |
| Velocidade ( V )               | : | $\frac{Q}{p \times (D / 2 )^2}$ | : | 1,667 m/s |
| Nível de captação do ETA (Nmc) | : |                                 | : | 0,00 m    |
| Nível máximo de recalque (Nr)  | : |                                 | : | 10,00 m   |
| Desnível Geométrico ( Hg )     | : | Hg = Nr - Nmc                   | : | 10,00 m   |

3.2. Análise da Sobrepressão na Tubulação

|                   |   |         |
|-------------------|---|---------|
| DN 150 PVC DEFOFO | : | 10,00 m |
|-------------------|---|---------|

4. Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT

4.1. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

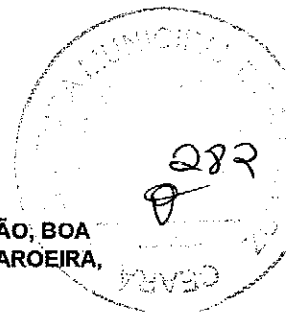
4.1.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação

|                                                 |   |                                                           |   |          |     |
|-------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------|---|----------|-----|
| Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams ( C ) | : | PVC                                                       | : | 140      |     |
| Velocidade ( V )                                | : |                                                           | : | 1,67     | m/s |
| Perda de Carga Distribuída ( j )                | : | $\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$ | : | 0,021258 | m/m |
| Perda de Carga por Comprimento ( J )            | : | $j_L \times L$                                            | : | 0,2126   | m   |

*Cláudio José Quintroz Bezerra*  
Eng.º CIVIL - CREA 134180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA AROEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS

4.1.2. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade ( g ) : 9,81 m/s<sup>2</sup>

RECALQUE

| PEÇA                                          | Q <sup>ide</sup> | K <sub>UNIT.</sub> | K <sub>TOTAL</sub> |
|-----------------------------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Ampliação Gradual                             | 01               | 0,30               | 0,30               |
| Curva de 90°                                  | 04               | 0,40               | 1,60               |
| Tê de Passagem direta                         | 02               | 0,60               | 1,20               |
| Valvula de Retenção                           | 01               | 2,50               | 2,50               |
| Registro de Gaveta Aberta                     | 01               | 0,20               | 0,20               |
| Coeficiente K de Recalque                     |                  |                    | 5,80               |
| Perda de Carga no Recalque ( h <sub>r</sub> ) |                  |                    | 0,8214 m           |

4.1.3. Perda de Carga Total

Perda de Carga Total ( H<sub>j</sub> ) : J + h<sub>r</sub> : 1,0340 m

4.2. Cálculo da Altura Manométrica

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| Perda de Carga Total ( H <sub>j</sub> ) | 1,03 m    |
| Desnível Geométrico ( H <sub>g</sub> )  | 10,00 m   |
| Altura Manométrica ( H <sub>man</sub> ) | 11,03 mca |

4.3. Dimensionamento da(s) bomba(s)

Segundo José Maria de Azevedo Netto, na prática, deve-se admitir motores elétricos. Os seguintes acréscimos são recomendáveis:

|                                 | Fator de Serviço (FS) |
|---------------------------------|-----------------------|
| Para as bombas até 2 CV         | 50,00 %               |
| Para as bombas de 2 a 5 CV      | 30,00 %               |
| Para as bombas de 5 a 10 CV     | 20,00 %               |
| Para as bombas de 10 a 20 CV    | 15,00 %               |
| Para as bombas de mais de 20 CV | 10,00 %               |

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes potências:

CV: 1/4; 1/3; 1/2; 3/4; 1; 1 1/2; 2; 3; 5; 6; 7 1/2; 10; 12; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

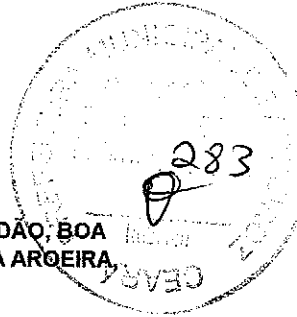
4.3.1. Quadro Geral

|                                                 |                        |
|-------------------------------------------------|------------------------|
| Número de Bombas Previstas ( N )                | 2,00                   |
| Número de Bombas Operando Simultaneamente ( n ) | 1,00                   |
| Rendimento do Conjunto Elevatório ( h )         | 48,71 %                |
| Vazão da Bomba ( Q )                            | 29,45 L/s              |
| Peso específico da água ( g )                   | 1,00 Kg/L              |
| Pressão atmosférica ( p <sub>a</sub> )          | 10,33 N/m <sup>2</sup> |

*Assinado por:*  
 Claudio José Queiroz Barros  
 Eng. Civil - CREA 134180 - CE

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARNEIROZ / CE.

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DAS LOCALIDADES DE ALEGRE, CACHOEIRA DE FORA, JORDÃO, BOA VISTA, SERRA VERDE, VARZEA DO BOI, RIACHO DO MEIO, RIACHO DAS OVELHAS, BARRA DA ARQUEIRA, SERROTE BRANCO, CACHOEIRA DE FORA.



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE LAVAGEM DOS FILTROS

|                                     |                                                                      |       |                  |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------|------------------|
| Pressão de vapor a 30°C ( $p_v$ )   | :                                                                    | 0,433 | N/m <sup>2</sup> |
| Fator de Serviço (FS)               | :                                                                    | 1,50  |                  |
| Potência da Bomba ( $P_o$ )         | : $\frac{FS \times g \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times h}$ | 13,34 | CV               |
| Cota do Eixo da Bomba ( $C_{EB}$ )  | :                                                                    | 0,00  | m                |
| Cota de Sucção ( $C_s$ )            | :                                                                    | 0,00  | m                |
| Perda de Carga Localizada ( $h_f$ ) | :                                                                    | 0,89  | m                |
| NPSH disponível ( $NPSH_d$ )        | : $(C_{EB} - C_s) - h_f + (p_a - p_v)/g$                             | 9,00  | m                |

4.3.2. Quadro-Resumo das características das bombas

|                                  |   |        |                   |
|----------------------------------|---|--------|-------------------|
| Potência Adotada (P)             | : | 6,00   | CV                |
| Vazão da Bomba (Q)               | : | 106,03 | m <sup>3</sup> /h |
| Altura Manométrica ( $H_{man}$ ) | : | 11,03  | mca               |

*Cláudio José de Brito*  
 Cláudio José de Brito  
 Eng. Civil - CREA 134190 - CE