

## 1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA, ADUTORA E TRATAMENTO.

### 1.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O abastecimento de água de Riacho da Madeira/Jurani será feito a partir do Rio São Francisco no qual está previsto a instalação de uma Captação do tipo flutuante, adução por recalque e uma estação de tratamento compacta sob pressão.

O projeto foi desenvolvido para atender a população de 261 habitantes no final do plano, com horizonte previsto de 20 anos, considerando-se o consumo médio previsto de 150 L/hab x dia, o coeficiente de reforço de 1,2 para o dia de maior consumo e o tempo de funcionamento do sistema de 12 h/dia. Assim procedendo, encontrou-se a vazão máxima diária de 1,09 L/s, para a qual estão previstas as seguintes unidades.

### 1.2. CAPTAÇÃO

Deverá ser equipado com dois conjuntos elevatórios, sendo um de reserva, para funcionamento alternado, constituídos por bombas centrífugas de eixo horizontal, acopladas a motores elétricos trifásicos, ou monofásicos que, a princípio, terão potência de 5 CV. Nestas condições, cada conjunto terá capacidade para recalcar a vazão de 3,915L/h, contra altura manométrica de 104,55 m.c.a. Nestas condições as tubulações de sucção e descarga das bombas deverão ter diâmetro de 75 e 50mm, respectivamente, devendo as primeiras ser providas de válvulas de pé e com crivo e as últimas de válvulas de retenção e registro de bloqueio, todas em bronze, com rosca interna. As tubulações deverão ser de PVC roscavel, da marca TIGRE ou similar.

### 1.3. ADUÇÃO

A adução que se realizará por recalque até o reservatório de distribuição, passando pela estação de tratamento, sob pressão, utilizará uma tubulação de PVC 20 JEI PBA, da marca TIGRE ou similar, com DN 50mm e extensão de 6021,3m, apresentando o diâmetro interno de 51,4mm, espessura

da parede dos tubos de 4,3mm, área da seção interna de 0,00207m<sup>2</sup>, velocidade de escoamento de 0,52m/s e perda de carga unitária de 0,0069875m/m para o coeficiente de rugosidade “C” da formula Hazen Williams igual a 140.

No caso em questão, o desnível geométrico a vencer juntamente com a perda de carga estimada na estação de tratamento, na estação elevatória e ao longo da linha de recalque, resultou na altura manométrica total de 104,55m.c.a.

A fim de assegurar a integridade física da referida linha, particularmente nas ocasiões da falta instantânea de energia elétrica, foi feita a análise do golpe de aríete, constatando-se a necessidade da aquisição de tubos da classe 20 preferencialmente.

Convém ressaltar que, face a porte da instalação, com motores praticamente com momento de inércia nulo, tal análise foi desenvolvida por

$$a = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}} \text{ e}$$

processo simplificado, com o emprego da formula de Allievi

$$p = \frac{aVo}{g}$$

, em que, a = celeridade da onda de pressão, em m/s, D=diâmetro da tubulação em mm, e = espessura da parede dos tubos, em mm, p= subrepessão máxima na linha de recalque em m.c.a., Vo = velocidade na tubulação, em m/s e g é a aceleração da gravidade em m/s<sup>2</sup>.

Assim procedendo e, levando-se em consideração o emprego de tubos de classe 15, encontrou-se a pressão máxima atuante na tubulação de 93,10 m.c.a., inferior a pressão máxima de serviço recomendada pelo fabricante de 100 m.c.a., sugerindo, portanto, o emprego de tubos de classe 20.

No que se refere a depressão, os resultados encontrados, aliados ao perfil favorável da adutora, demonstram a não ocorrência de maiores problemas.

#### 1.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Será do tipo compacta, sob pressão, em fibra de vidro, conforme entendimentos com a contratante. Em assim sendo, propõe-se uma instalação composta por um filtro de fluxo ascendente, com 1,00m de diâmetro e uma unidade de polimento (filtro rápido de gravidade) com 1,00m de diâmetro, o primeiro funcionando com a taxa de filtração de  $119,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$ , e o segundo com  $119,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$ .

#### 1.5. PRODUTOS QUÍMICOS

É prevista a utilização de sulfato de alumínio granulado para promover a coagulação da água e de solução de hipoclorito de sódio a 12% para a desinfecção, com dosagem de 30 mg/L para o primeiro produto e de 3mg/L para o segundo. Nestas condições resultam os consumos mensais de 84,56kg do primeiro e de 8,46 kg do segundo. Admitindo-se que o sulfato de alumínio seja estocado em sacos de 25kg, serão necessários 4 sacos mensalmente. Com referencia ao hipoclorito de sódio em solução a 12%, serão necessários 70,47L/mês.

Admitindo-se ainda que o sulfato seja diluído em solução a 5%, serão necessários dois tanques, em fibra de vidro, para preparo e dosagem da solução, ambos com 100L de capacidade, sendo um de reserva, para o consumo diário, equipado com agitador rápido e bomba dosadora, esta com capacidade de dosagem de 2,35 L/h, contra 30m.c.a.

Com referencia ao hipoclorito de sódio será necessário um tanque de 100L para o consumo de um mês, equipada com bomba dosadora para dosar 0,1L/h, contra 20 m.c.a.

### 2. RESUMO DA MEMÓRIA DE CÁLCULO

#### 2.1. ELEMENTOS BÁSICOS PARA O PROJETO

População de projeto .....	261 hab.
Consumo per capita .....	150L/hab. x dia
Coeficiente de reforço para o dia de maior consumo .....	1,2
Consumo máximo diário .....	$46,98 \text{ m}^3/\text{dia} = 0,54 \text{ L/s}$

Tempo de funcionamento do sistema ..... 12h/dia  
 Vazão de projeto ..... 2 x 0,54 L/s = 1,09 L/s

## 2.2. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RECALQUE

Vazão de projeto ..... 1,09 L/s  
 Diâmetro adotado para linha de recalque ..... DN = 50 mm  
 Diâmetro interno correspondente ..... 51,4 mm  
 Espessura da parede dos tubos ..... 4,3 mm  
 Material considerado ..... PVC 20 JEI PBA TIBRE  
 Área da seção do tubo ..... 0,00207 m<sup>2</sup>  
 Velocidade de escoamento ..... 0,52 m/s  
 Perda de carga unitária para C=140 ..... J=0,0069875 m/m  
 Comprimento da linha de recalque ..... 6021,3 m  
 Perda de carga ao longo da linha de recalque: hf  
 ..... 0,0069875 m/m x 6021,3 m = 42,07 m  
 Cota do NA máximo no reservatório ..... 131,85 m  
 Cota piezométrica na entrada à ETA ..... 136,85 m  
 Cota piezométrica na saída da elevatória (captação)  
 ..... 136,35 + 42,07 = 178,92 m  
 Cota do NA na captação ..... 76,37 m  
 Perdas localizadas ..... ≈2,00 m  
 Altura manométrica de recalque H<sub>man</sub>  
 ..... 178,92 – 76,37 + 2,00 = 104,55 m

Potencia requerida pela bomba

$$P_{REQ} = \frac{1,09 \times 104,55}{75 \times 0,50} = 3,03 CV$$

Potência recomendável para o motor ..... 5 CV

## 2.3. ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

Sobrepessão na saída da bomba

$$P = \frac{a V_0}{g}$$

$$a = \frac{609,92m}{s} \rightarrow p = \frac{609,92 \times 0,52}{9,8} = 32,62m.c.a$$

Pressão máxima na saída da bomba:

$$P = p + H_g = 32,62 + (136,85 - 76,37) = 93,10 \text{ m}$$

Pressão mínima na saída da bomba:

$$(178,92 - 76,37) - 32,62 = 69,93 \text{ m.c.a.}$$

Conclusão: recomenda-se a aquisição de tubos de classe 20.

## 2.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Vazão de projeto .....	1,09 L/s = 93,96 m³/dia
Taxa de aplicação nos FFA .....	120m³/m².d
Área de filtração necessária.....	0,783 m²
Diâmetro do filtro.....	1,0m
Diâmetro adotado .....	1,00m
Taxa de filtração resultante.....	0,79 m³/m².d
Taxa de aplicação o filtro de polimento.....	200 m³/m².d
Área de filtração necessária.....	0,4698 m²
Diâmetro do filtro.....	0,773 m
Diâmetro adotado .....	1,00m
Taxa de filtração resultante.....	119,63 m³/m².d

### 2.4.1. SULFATO DE ALUMÍNIO

Dosagem média (ajustável no decorrer da operação) .....	30mg/L
Consumo médio de sulfato granulado.....	2,8188 kg/dia
Consumo mensal .....	84,56 kg/mês
Considerando-se a utilização de sacos com 25 kg, tem-se:	

Estoque mensal (arredondando)..... 4 sacos

Concentração da solução de sulfato de alumínio a ser aplicada ..... 5%

Consumo diário da solução

$$C = \frac{2,8188}{0,05} \cong 56,38 \text{ L}$$

Adotado dois tanques de solução cada um com 75L de capacidade, equipados com cocho, agitador rápido e bomba dosadora com capacidade de dosagem de 2,35 L/h da solução, conforme padrão do fornecedor.

#### 2.4.2. HIPOCLORITO DE SÓDIO

Dosagem adotada..... 3mg/L

Consumo de cloro ..... 0,282 kg/dia

Consumo da solução de hipoclorito de sódio a 12%:

$$C = \frac{0,282}{0,12} \cong 2,35 \frac{\text{L}}{\text{d}}$$

Consumo mensal da solução..... 70,47 L/mês

Adotado um tanque de armazenamento de 750L equipado com bomba dosadora com capacidade de dosagem de 0,1L/h da solução.

#### 2.5. CÁLCULO DOS BLOCOS

ESTACA E01 + 5,79

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	91,43 m
Sen α/2	0,1908
S	0,00207 m²
R'	0,072396 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0603 m³

## ESTACA E3 + 19,38

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	91,12 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,072150 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0601 m <sup>3</sup>

## ESTACA E 89 + 15,72

Curva	90 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	62,56 m
Sen $\alpha/2$	0,7071
S	0,0021 m <sup>2</sup>
R'	0,1836 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,1530 m <sup>3</sup>

## ESTACA E 119 + 0,78

Curva	90 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	55,6 m
Sen $\alpha/2$	0,7071
S	0,0021 m <sup>2</sup>
R'	0,1632 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,1360 m <sup>3</sup>

## ESTACA E 119 + 0,78

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	55,6 m
Sen $\alpha/2$	0,1908

S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,044025 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0367 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 148 + 10

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	47,52 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,037627 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0314 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 217 + 17,42

Curva	45 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	52,11 m
Sen $\alpha/2$	0,3827
S	0,0021 m <sup>2</sup>
R'	0,0828 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0690 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 232 + 16,17

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	50,61 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,040074 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0334 m <sup>3</sup>



## ESTACA 235 + 3,68

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	52,45 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,041531 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0346 m <sup>3</sup>

## ESTACA 244 + 0,47

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	50,72 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,040161 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0335 m <sup>3</sup>

## ESTACA 256 + 12,97

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	29,5 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,023359 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0195 m <sup>3</sup>

## ESTACA 266 + 8,73

Curva	90 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	27,85 m
Sen $\alpha/2$	0,7071

S	0,0021 m <sup>2</sup>
R'	0,0817 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0681 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 270 +13,72

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	24,96 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,019764 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0165 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 282 + 1,62

Curva	90 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	24,52 m
Sen $\alpha/2$	0,7071
S	0,0021 m <sup>2</sup>
R'	0,072 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0600 m <sup>3</sup>

#### ESTACA 289 + 2,24

Curva	22 °
Diâmetro interno do tubo	51,4 m
Altura	29,4 m
Sen $\alpha/2$	0,1908
S	0,00207 m <sup>2</sup>
R'	0,023279 ton
Coeficiente de atrito adotado	0,5
Peso específico do concreto	2,4
Volume de concreto	0,0194 m <sup>3</sup>