

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

1.0 - RESUMO DA MÉMORIA DE CÁLCULO

1.1 - DADOS BÁSICOS PARA O PROJETO

População inicial (total)	1.886 hab
Horizonte de Projeto:	20 anos
População total de projeto (Pp)	2.802 hab
População de projeto da Estação de Tratamento	2.802 hab
População de projeto da Zona de Pressão 01	1.486 hab
População de projeto da Zona de Pressão 02	160 hab
População de projeto da Zona de Pressão 03	160 hab
População de projeto da Zona de Pressão 04	80 hab
Consumo per capita (C)	100 l/hab x dia
Coeficiente de reforço para o dia de maior consumo (K1)	1,20
Vazão máxima diária (Qmd) = (Pp x C x k1) / (24h x 60' x 60")	3,89 l/s
Tempo de funcionamento do sistema	12,00 h/dia

1.2 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE RECALQUE

1.2.1 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (BARRAGEM À ETA)

Vazão de projeto = 2,00 x Qmd	7,785 l/s
Diâmetro externo adotado para linha de recalque	170 mm
Diâmetro interno correspondente	156,40 mm
Espessura da parede dos tubos	6,80 mm
Material considerado	Tubo PVC VINILFER DEFOFO 150 mm
Coeficiente de rugosidade (Hazen-williams) adotado	140
Área da seção do tubo	0,01921 m²
Velocidade de escoamento	0,41 m/s
Perda de carga unitária (j) =	0,0012011 m/m
Comprimento da linha de recalque (L)	140,00 m
Perda de carga ao longo do trecho = L x j	0,16816 m
Perdas de carga localizadas (JL) = 5,00%j	0,0084080 m
Perda de carga nos Filtros	7,00 m
Perda de carga total no trecho (hf1) =	7,18 m
Cota Captação na Barragem	268,53 m
Cota no nível máximo da ETA	279,38 m
ALTURA ESTÁTICA	10,85 m
ALTURA MANOMETRICA	18,03 m

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

1.2.1.1 - ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

A) CELERIDADE

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

a= celeridade da propagação da onda de pressão, em m/s

K= Coeficiente que varia com o material empregado, em (m/s)² = 18 para PVC

e= espessura da parede do tubo, em mm

D= diâmetro interno do tubo, em mm

a= 460,44 m/s

B) CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO, USANDO A FORMULA DE ALLIEVI

$$a_{eq} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{\frac{l_1}{a_1} + \frac{l_2}{a_2} + \dots + \frac{l_n}{a_n}}$$

a_{eq}= 460,44 m/s

$$v_{eq} = \sqrt{\frac{l_1 \times D_1^2 \times v_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2 \times v_n^2}{l_1 \times D_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2}}$$

V_{eq}= 0,40 m/s

$$\Delta h = \frac{a \times v}{g}$$

Δht= 18,77 m

C) Pressões máx e mínima na saída da bomba

P. MAX = Hgt + Δht = 29,63 m

P. MIN = Hgt - Δht = 7,92 m

D) CONCLUSÃO

Foi escolhida a utilização de Tubo PVC VINILFER DEFOFO 150 mm COM DIÂMENTRO NOMINAL EXTERNO DE 170 mm.

1.2.2 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA 01 (ETA ÀO RESERVATÓRIO DE 100,00 M³ A IMPLANTAR)

Vazão de projeto = (2,00 x 160 x 100 x 1,2) / (24,00 x 60,00 x 60,00)	7,78 l/s
Diâmetro externo adotado para linha de recalque	170 mm
Diâmetro interno correspondente	156,40 mm
Espessura da parede dos tubos	6,80 mm
Material considerado	Tubo PVC VINILFER DEFOFO 150 mm
Coeficiente de rugosidade (Hazen-williams) adotado	140
Área da seção do tubo	0,01921 m²
Velocidade de escoamento	0,40 m/s
Perda de carga unitária (j) =	0,0011998 m/m
Comprimento da linha de recalque (L)	12.007,62 m
Perda de carga ao longo do trecho = L x j	14,40666 m
Perdas de carga localizadas (JL) = 5,00%j	0,7203332 m

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

Perda de carga na saída da bomba	2,00 m
Perda de carga total no trecho (hf1) =	17,13 m
Cota Captação na ETA	279,38 m
Cota no nível máximo no reservatório de 100 m³	334,80 m
ALTURA ESTÁTICA	55,42 m
ALTURA MANOMETRICA	72,54 m

1.2.2.1 - ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

A) CELERIDADE

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

a= celeridade da propagação da onda de pressão, em m/s

K= Coeficiente que varia com o material empregado, em (m/s)² = 18 para PVC

e= espessura da parede do tubo, em mm

D= diâmetro interno do tubo, em mm

$$a = 460,44 \text{ m/s}$$

B) CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO, USANDO A FORMULA DE ALLIEVI

$$a_{eq} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{\frac{l_1}{a_1} + \frac{l_2}{a_2} + \dots + \frac{l_n}{a_n}}$$

$$a_{eq} = 460,44 \text{ m/s}$$

$$v_{eq} = \sqrt{\frac{l_1 \times D_1^2 \times v_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2 \times v_n^2}{l_1 \times D_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2}}$$

$$V_{eq} = 0,40 \text{ m/s}$$

$$\Delta h = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta h = 18,77 \text{ m}$$

C) Pressões máx e mínima na saída da bomba

$$P. \text{ MAX} = Hgt + \Delta h = 74,19 \text{ m}$$

$$P. \text{ MIN} = Hgt - \Delta h = -36,64 \text{ m}$$

D) CONCLUSÃO

Foi escolhida a utilização de Tubo PVC VINILFER DEFOFO 150 mm COM DIÂMENTRO NOMINAL EXTERNO DE 170 mm.

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

1.2.3 - SUB - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

1.2.3.1 - (ADUTORA DE ÁGUA TRATADA AO RESERVATÓRIO DE 10 M³ NA LOCALIDADE JUAZEIRO / CARAÍBAS)

Vazão de projeto = (2,00 x 160 x 100 x 1,2) / (24,00 x 60,00 x 60,00)	0,44 l/s
Diâmetro externo adotado para linha de recalque	60 mm
Diâmetro interno correspondente	54,60 mm
Espessura da parede dos tubos	2,70 mm
Material considerado	PVC PBA JEI CLASSE 12
Coeficiente de rugosidade (Hazen-williams) adotado	140
Área da seção do tubo	0,00234 m²
Velocidade de escoamento	0,19 m/s
Perda de carga unitária (j) =	0,0009931 m/m
Comprimento da linha de recalque (L)	147,65 m
Perda de carga ao longo do trecho = L x j	0,14663 m
Perdas de carga localizadas (JL) = 5,00%j	0,0073315 m
Perda de carga na saída da bomba	2,00 m
Perda de carga total no trecho (hf1) =	2,15 m
Cota Captação no entroncamento	276,53 m
Cota no nível máximo no reservatório de 10 m³	289,00 m
ALTURA ESTÁTICA	12,47 m
ALTURA MANOMETRICA	14,62 m

1.2.3.1.1 - ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

A) CELERIDADE

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

a= celeridade da propagação da onda de pressão, em m/s

K= Coeficiente que varia com o material empregado, em (m/s)² = 18 para PVC

e= espessura da parede do tubo, em mm

D= diâmetro interno do tubo, em mm

a= 492,17 m/s

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

B) CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO, USANDO A FORMULA DE ALLIEVI

$$a_{eq} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{\frac{l_1}{a_1} + \frac{l_2}{a_2} + \dots + \frac{l_n}{a_n}}$$

$$a_{eq} = 492,17 \text{ m/s}$$

$$v_{eq} = \sqrt{\frac{l_1 \times D_1^2 \times v_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2 \times v_n^2}{l_1 \times D_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2}}$$

$$v_{eq} = 0,21 \text{ m/s}$$

$$\Delta h = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta h = 10,54 \text{ m}$$

C) Pressões máx e mínima

$$P. \text{ MAX} = \text{Hgt} + \Delta h = 23,00 \text{ m}$$

$$P. \text{ MIN} = \text{Hgt} - \Delta h = -1,93 \text{ m}$$

D) CONCLUSÃO

Foi escolhida a utilização de tubo de PVC PBA JEI CLASSE 12 COM DIÂMETRO NOMINAL EXTERNO DE 60 mm.

1.2.3.2 - (ADUTORA DE ÁGUA TRATADA AO RESERVATÓRIO DE 10 M³ NA LOCALIDADE JUAZEIRO DO QUITÓ)

Vazão de projeto = (2,00 x 160 x 100 x 1,2) / (24,00 x 60,00 x 60,00)	0,44 l/s
Diâmetro externo adotado para linha de recalque	60 mm
Diâmetro interno correspondente	54,60 mm
Espessura da parede dos tubos	2,70 mm
Material considerado	PVC PBA JEI CLASSE 12
Coeficiente de rugosidade (Hazen-williams) adotado	140
Área da seção do tubo	0,00234 m²
Velocidade de escoamento	0,19 m/s
Perda de carga unitária (j) =	0,0009931 m/m
Comprimento da linha de recalque (L)	146,00 m
Perda de carga ao longo do trecho = L x j	0,14499 m
Perdas de carga localizadas (JL) = 5,00%j	0,0072495 m
Perda de carga na saída da bomba	2,00 m
Perda de carga total no trecho (hf1) =	2,15 m
Cota Captação no entroncamento	266,55 m
Cota no nível máximo no reservatório de 10 m³	281,00 m
ALTURA ESTÁTICA	14,45 m
ALTURA MANOMETRICA	16,60 m

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

1.2.3.2.1 - ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

A) CELERIDADE

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

a= celeridade da propagação da onda de pressão, em m/s

K= Coeficiente que varia com o material empregado, em (m/s)² = 18 para PVC

e= espessura da parede do tubo, em mm

D= diâmetro interno do tubo, em mm

$$a = 492,17 \text{ m/s}$$

B) CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO, USANDO A FORMULA DE ALLIEVI

$$a_{eq} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{\frac{l_1}{a_1} + \frac{l_2}{a_2} + \dots + \frac{l_n}{a_n}}$$

$$a_{eq} = 492,17 \text{ m/s}$$

$$v_{eq} = \sqrt{\frac{l_1 \times D_1^2 \times v_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2 \times v_n^2}{l_1 \times D_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2}}$$

$$v_{eq} = 0,21 \text{ m/s}$$

$$\Delta h = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta h = 10,54 \text{ m}$$

C) Pressões máx e mínima

$$P. \text{ MAX} = Hgt + \Delta h = 24,99 \text{ m}$$

$$P. \text{ MIN} = Hgt - \Delta h = -3,92 \text{ m}$$

D) CONCLUSÃO

Foi escolhida a utilização de tubo de PVC PBA JEI CLASSE 12 COM DIÂMETRO NOMINAL EXTERNO DE 60 mm.

1.2.3.3 - (ADUTORA DE ÁGUA TRATADA AO RESERVATÓRIO DE 5 M³ NA LOCALIDADE TABULEIRO DAS MELANCIAS

Vazão de projeto = (2,00 x 80 x 100 x 1,2) / (24,00 x 60,00 x 60,00)	0,22 l/s
Diâmetro externo adotado para linha de recalque	60 mm
Diâmetro interno correspondente	54,60 mm
Espessura da parede dos tubos	2,70 mm
Material considerado	PVC PBA JEI CLASSE 12
Coeficiente de rugosidade (Hazen-williams) adotado	140
Área da seção do tubo	0,00234 m²
Velocidade de escoamento	0,09 m/s
Perda de carga unitária (j) =	0,0002755 m/m
Comprimento da linha de recalque (L)	66,00 m
Perda de carga ao longo do trecho = L x j	0,01818 m

ZONA URBANA DE MASSAPÊ DO PIAUÍ (PI)

Perdas de carga localizadas (JL) = 5,00%j	0,0009091 m
Perda de carga na saída da bomba	2,00 m
Perda de carga total no trecho (hf1) =	2,02 m
Cota Captação no entroncamento	289,42 m
Cota no nível máximo no reservatório de 5 m³	301,00 m
ALTURA ESTÁTICA	11,58 m
ALTURA MANOMETRICA	13,60 m

1.2.3.3.1 - ANÁLISE DO GOLPE DE ARIETE

A) CELERIDADE

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

a= celeridade da propagação da onda de pressão, em m/s

K= Coeficiente que varia com o material empregado, em (m/s)² = 18 para PVC

e= espessura da parede do tubo, em mm

D= diâmetro interno do tubo, em mm

$$a = 492,17 \text{ m/s}$$

B) CÁLCULO DA SOBREPRESSÃO, USANDO A FORMULA DE ALLIEVI

$$a_{eq} = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{\frac{l_1}{a_1} + \frac{l_2}{a_2} + \dots + \frac{l_n}{a_n}}$$

$$a_{eq} = 492,17 \text{ m/s}$$

$$v_{eq} = \sqrt{\frac{l_1 \times D_1^2 \times v_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2 \times v_n^2}{l_1 \times D_1^2 + \dots + l_n \times D_n^2}}$$

$$V_{eq} = 0,00 \text{ m/s}$$

$$\Delta h = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta h = 0,00 \text{ m}$$

C) Pressões máx e mínima

$$P. \text{ MAX} = Hgt + \Delta h = 11,58 \text{ m}$$

$$P. \text{ MIN} = Hgt - \Delta h = -11,58 \text{ m}$$

D) CONCLUSÃO

Foi escolhida a utilização de tubo de PVC PBA JEI CLASSE 12 COM DIÂMETRO NOMINAL EXTERNO DE 60 mm.

1.3 - DIMENSIONAMENTO DA BOMBA DE RECALQUE

1.3.1 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

1.3.1.1 - POTÊNCIA REQUERIDA

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{MAN}}{75 \cdot \eta}$$

$\gamma = 1.000,00$ peso específico da água, em kgf/m³

$Q = 0,00778$ vazão de projeto, em m³/s

$\eta = 0,60$ rendimento

$H_{man} = 18,03$ m

$P = 3,12$ cv

$P_{comercial} = 5,00$ cv

1.3.1.2 - NPSH REQUERIDO

$$NPSH_{disponivel} = \pm H + p_a - p_v - h_{fs}$$

$H_s = 1,50$ altura de sucção, em m

$P_a = 9,75$ pressão atmosférica no local, em kgf/cm²

$P_v = 0,34$ pressão de vapor, em kgf/cm²

$h_f = 0,15$ Perdas de carga na sucção, em m

$NPSH_d = 10,76$

$NPSH_{req} \leq NPSH_d + 0,6$ 11,36 m

Será adotada uma bomba com potência de 5 cv, altura manométrica de 18,03 m, NPSHreq de 11,36 m.

Altitude em ao nível do mar (m)	0,00	150,00	300,00	450,00	600,00	750,00	1000,00	1250,00	1500,00	2000,00
pressão atmosférica (mca)	10,330	10,160	9,980	9,790	9,580	9,350	9,120	8,830	8,640	8,080

temperatura celcius C°	0,00	4,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	80,00	100,00
Pressão de vapor da água (mca)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,033	4,831	10,330

1.3.2 - CAPTAÇÃO DE ÁGUA TRATADA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

1.3.2.1 - POTÊNCIA REQUERIDA

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_{MAN}}{75 \cdot \eta}$$

$\gamma = 1.000,00$ peso específico da água, em kgf/m³

$Q = 0,00778$ vazão de projeto, em m³/s

$\eta = 0,55$ rendimento

$H_{man} = 72,54$ m

$P = 13,68$ cv

$P_{comercial} = 15,00$ cv

1.3.2.2 - NPSH REQUERIDO

$$NPSH_{disponivel} = \pm H + p_a - p_v - h_{fs}$$

$H_s = 1,50$ altura de sucção, em m

$P_a = 9,76$ pressão atmosférica no local, em kgf/cm²

$P_v = 0,34$ pressão de vapor, em kgf/cm²

$h_f = 0,15$ Perdas de carga na sucção, em m

$NPSH_d = 10,78$

$NPSH_{req} \leq NPSH_d + 0,6$ 11,38 m

Será adotada uma bomba com potência de 15 cv, altura manométrica de 72,54 m, NPSHreq de 11,38 m.

Altitude em ao nível do mar (m)	0,00	150,00	300,00	450,00	600,00	750,00	1000,00	1250,00	1500,00	2000,00
pressão atmosférica (mca)	10,330	10,160	9,980	9,790	9,580	9,350	9,120	8,830	8,640	8,080

temperatura celcius C°	0,00	4,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	80,00	100,00
Pressão de vapor da água (mca)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,033	4,831	10,330