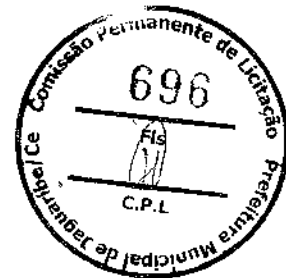


3.2. Vazão de Adução - Água Tratada

Vazão de Adução Inicial ($Q_{AAT(0)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_0 \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	214.07 m ³ /h 59.46 L/s	59.47
Vazão de Adução Inicial ($Q_{AAT(ZP-1)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-1} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	64.10 m ³ /h 17.81 L/s	
Vazão de Adução Inicial ($Q_{AAT(ZP-2)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-2} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	53.21 m ³ /h 14.78 L/s	
Vazão de Adução Inicial ($Q_{AAT(ZP-3)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-3} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	96.77 m ³ /h 26.88 L/s	
Vazão de Adução 10 Anos ($Q_{AAT(10)}$) ---	$\frac{k_1 \times P_{10} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	255.84 m ³ /h 71.07 L/s	71.07
Vazão de Adução 10A ($Q_{AAT(ZP-1)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-1} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	76.61 m ³ /h 21.28 L/s	
Vazão de Adução 10A ($Q_{AAT(ZP-2)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-2} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	63.59 m ³ /h 17.66 L/s	
Vazão de Adução 10A ($Q_{AAT(ZP-3)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-3} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	115.64 m ³ /h 32.12 L/s	
Vazão de Adução 20 Anos ($Q_{AAT(20)}$) ---	$\frac{k_1 \times P_{20} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	311.86 m ³ /h 86.63 L/s	86.63
Vazão de Adução 20A ($Q_{AAT(ZP-1)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-1} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	93.39 m ³ /h 25.94 L/s	
Vazão de Adução 20A ($Q_{AAT(ZP-2)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-2} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	77.51 m ³ /h 21.53 L/s	
Vazão de Adução 20A ($Q_{AAT(ZP-3)}$) -----	$\frac{k_1 \times P_{ZP-3} \times q \times 24}{86400 \times T_b}$	140.96 m ³ /h 39.16 L/s	



4. Vazão de Distribuição

4.1. Vazão de Distribuição

Vazão de Distribuição Inicial (Q_0) -----	$k_1 \times k_2 \times P_0 \times q$	240.83 m ³ /h 66.90 L/s	66.90
Vazão de Distribuição Inicial (Q_{ZP-1}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-1} \times q$	72.11 m ³ /h 20.03 L/s	
Vazão de Distribuição Inicial (Q_{ZP-2}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-2} \times q$	59.86 m ³ /h 16.63 L/s	
Vazão de Distribuição Inicial (Q_{ZP-3}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-3} \times q$	108.87 m ³ /h 30.24 L/s	
Vazão de Distribuição (Q_{10}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{10} \times q$	287.82 m ³ /h 79.95 L/s	79.95
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-1}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-1} \times q$	86.19 m ³ /h 23.94 L/s	
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-2}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-2} \times q$	71.54 m ³ /h 19.87 L/s	
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-3}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-3} \times q$	130.10 m ³ /h 36.14 L/s	
Vazão de Distribuição Final (Q_{20}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{20} \times q$	350.85 m ³ /h 97.46 L/s	97.46
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-1}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-1} \times q$	105.06 m ³ /h 29.18 L/s	
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-2}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-2} \times q$	87.20 m ³ /h 24.22 L/s	
Vazão de Distribuição (Q_{ZP-3}) -----	$k_1 \times k_2 \times P_{ZP-3} \times q$	158.58 m ³ /h 44.05 L/s	

5. Volume de Armazenamento

5.1 Volume de Incendio

Atendendo o parágrafo 5.3.8 das Normas técnicas da CAGECE e por sugestão no laudo N°3 de revisão, será previsto um sistema para combate a incêndio; previsto de hidrantes na rede de distribuição e uma reserva técnica de armazenamento.

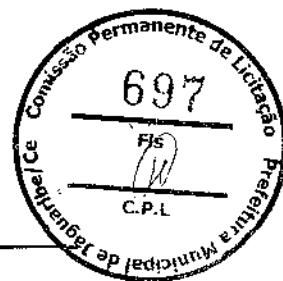
Serão previstos hidrantes de 20 L/s em áreas próximas de prefeitura, hospital municipal, áreas comerciais e industriais, e hidrante de 10 l/s em áreas residenciais e de menor risco de incêndio.

O volume de armazenamento para combate a incêndio será adotado para o funcionamento por 60 minutos de um hidrante de 20 L/s:

$$\text{Volume (V}_{\text{incendio}}) \text{-----} : \frac{T_{(\text{min})} \times q_{\text{hidrante}} \times 60}{1000} : 72 \text{ m}^3$$

5.2 Volume Sistema de Abastecimento

Volume exigido (final de plano)	1,871.18 m ³
Volume incendio	72.00 m ³
Volume Total	1,943.18 m ³
Volume RAP Existente (ZP-01)	500 m ³
Volume REL01 Projetado ZP-1 (adotado)	150 m ³
Volume RAP Projetado (ZP-01)	40 m ³
Volume REL02 Projetado ZP-3 (adotado)	250 m ³
Volume necessario	1,003.18 m ³
Volume RAP - ETA (Adotado)	1100 m ³



Dimensionamento do Sistema de Reservação
Reservatórios Apoiados (RAP) e Elevados (REL)
 (Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)

1. Dados Iniciais

1.1. População Início Plano

População início (P₀) ----- : 21,407 hab

1.2. População de Projeto (10 anos)

População em 10 anos (P₁₀) ----- : 25,584 hab

1.3. População de Projeto (20 anos)

População em 20 anos (P₂₀) ----- : 31,186 hab

1.4. Dados Adicionais

Coef. dia de maior consumo (k₁) ----- : 1.2

Consumo per capita (q) ----- : 150 L/hab.dia

2. Dimensionamento do Volume de Reservação

2.1. Reservação necessária à Jaguaribe

Volume Exigido Atualmente : (V₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$: 1,284.43 m³

Volume Exigido Atualmente ZP-1 : (V₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$: 384.60 m³

Volume Exigido Atualmente ZP-2 : (V₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$: 319.26 m³

Volume Exigido Atualmente ZP-3 : (V₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_0 \times q}{1000}$: 580.62 m³

Volume Exigido em 10 anos : (V₁₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{10} \times q}{1000}$: 1,535.02 m³

Volume Exigido ZD-1 : (V₁₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{10} \times q}{1000}$: 459.66 m³

Volume Exigido ZD-2 : (V₁₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{10} \times q}{1000}$: 381.54 m³

Volume Exigido ZD-3 : (V₁₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{10} \times q}{1000}$: 693.84 m³

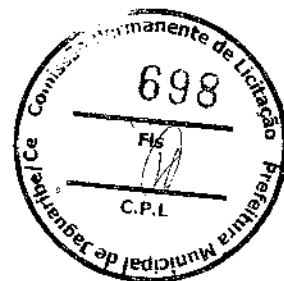
Volume Exigido em 20 anos : (V₂₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$: 1,871.18 m³

Volume Exigido ZP-1 : (V₂₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$: 560.34 m³

Volume Exigido ZP-2 : (V₂₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$: 465.06 m³

Volume Exigido ZP-3 : (V₂₀) ----- : $\frac{(1/3) \times k_1 \times P_{20} \times q}{1000}$: 845.76 m³

B1



2.2. Reservatórios Existentes

Reservatório Existente ZP-1 (RAP-01)

Volume de Existente (V_{RAP})		500.00 m ³
Raio Interno da Base (R_{BASE})		7.00 m
Altura do Cilindro D'água (h_o)	$\frac{V}{(\pi \times R_{BASE}^2)}$	3.25 m
Cota do Terreno de Reservação (C_T)		151.60 m
Cota de Fundo da Caixa D'água (C_{CD})	$C_T - h$	150.53 m
Nível máximo de água ($N_{m\acute{a}x}$)		4.34 m
Nível mínimo ($N_{m\acute{i}n}$)		0.20 m
Folga de Nível Interna (f)		0.40 m
Tampa (t)		0.10 m
Cota do $N_{m\acute{a}x}$ ($CN_{m\acute{a}x}$)	$C_{CD} + N_{m\acute{a}x}$	154.87 m
Cota do $N_{m\acute{i}n}$ ($CN_{m\acute{i}n}$)	$C_{CD} + N_{m\acute{i}n}$	150.73 m

2.3. Reservatório Projetado

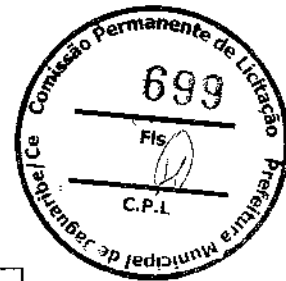
2.3.1 Dimensionamento do Reservatório REL-01 (Distribuição)

Reservatório Projetado ZP-1

Formato: Caixa d'água em forma de paralelepípedo com base quadrada apoiado sobre 4 pilares

Volume Comercial Adotado (V)		150.00 m ³
Lado Interna da Base (L_{BASE})		7.00 m
Altura da Lâmina D'água (h_o)	$\frac{V \text{ m}^3}{(\text{Area}_{base} \text{ m}^2)}$	3.06 m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h_{Adot})		3.10 m
Cota do Terreno de Reservação (C_T)		151.60 m
Altura do fuster (F)		12.00 m
Altura Mínima no Reservatório ($h_{m\acute{i}nRes}$)		0.20 m
Laje de fundo (h_{LF})		0.30 m
Altura de Água (h)	$(F + h_{Adot} + h_{m\acute{i}nRes} + h_{LF})$	15.40 m
Altura Mínima de Água ($h_{m\acute{i}n}$)	$(F + h_{m\acute{i}nRes} + h_{LF})$	12.50 m
Folga de Nível Interna (f)		0.50 m
Tampa (t)		0.20 m
Cota do $N_{m\acute{a}x}$ ($CN_{m\acute{a}x}$)	$C_R + h$	167.00 m
Cota do $N_{m\acute{i}n}$ ($CN_{m\acute{i}n}$)	$C_R + h_{m\acute{i}n}$	164.10 m
Altura Total do Reservatório (H_R)	$(h + f + t)$	16.10 m

BA



Calculo do diâmetro da tubulação de saída do REL

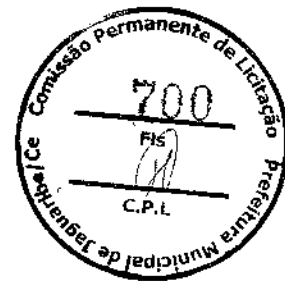
Perda de carga maxima-----	: J	: 2.00	m/Km
Ecu. perda de carga unitaria (D-W) J	: $\frac{f V^2}{D 2g}$: 0.002	m/m
Rugosidade e (D-W) tubulação FoFo	: e	: 0.30	mm
Vazão Maxima horaria ZP-01	: Q	: 29.18	L/s
fator de atrito. Ecu. De Swmee (Livro Porto, pg 46)			
$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^{0.25} + 9.5 \times \left[L_D \left(\frac{e}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{1.4}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^6 \right]^{0.125} \right\}$			
	: f	: 0.022	
temperatura-----	: T	: 30	°C
Viscosidade cinematica-----	: v	: 8.04E-07	m²/s
Numero de Reynolds-----	: Re	: 193,046	
Velocidade-----	: V	: 0.65	m/s
	: J	: 0.0020	m/m
Diâmetro calculado-----	: D	: 239.41	mm
Diâmetro comercial assumido-----	: D	: 250	mm

Dimensionamento do diâmetro da tubulação vertical ou extravasor

Diâmetro adotado	: D	: 150	mm
Razão de semelhança	: λ	: D/50	
Ecução de escoamento (Livro Azevedo, pg 602)	: Q*	: $\frac{97 \times \lambda^{5/3}}{60}$: 25.20 L/s
Q*: capacidade de escoamento maior que a vazão de entrada			

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]



2.3.2 Dimensionamento do Reservatório RAP (Distribuição)

Reservatório Projetado ETA

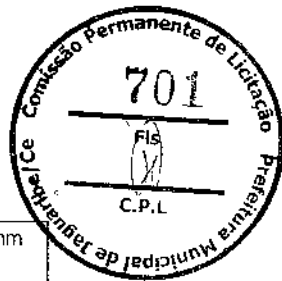
Formato: Caixa d'água com base retangular apoiado

Volume Adotado RAP-01 (V _{RAP-01})		1.100,00 m ³
Serão previstos duas recamaras com semelhantes dimensões internas		550,00 m ³
Lado 1 Interna da Base (L1 _{BASE})		15,00 m
Lado 2 Interna da Base (L2 _{BASE})		11,25 m
Altura da Lâmina D'água (h _o)	$\frac{(V_{RAP-01}) \text{ m}^3}{(L1_{BASE} \times L2_{BASE}) \text{ m}^2}$	3,26 m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h _{Adot,t})		3,30 m
Cota do Terreno de Reservação (C _T)		153,20 m
Laje de fundo (h _{LF})		0,30 m
Altura Enterrada (F)		1,20 m
Altura Mínima no Reservatório (h _{minRes})		0,20 m
Folga de Nível Interna (f)		0,50 m
Tampa (t)		0,30 m
Cota do N _{máx} (CN _{máx})	C _T - F + h _{Adot,t}	155,30 m
Cota do N _{mín} (CN _{mín})	C _T - F + h _{mínres}	152,20 m
Altura Total do Reservatório (H _R)	(h _{Adot,t} + f + t)	4,10 m
Altura poço de sucção (h _{poço})		0,80 m
Largura poço de sucção (L _{poço})		2,00 m

Dimensionamento do diâmetro da tubulação de saída do RAP

Perda de carga máxima	J	2,00	m/Km
Ecu. perda de carga unitaria (D-W) J	$f \frac{V^2}{D^{2g}}$	0,002	m/m
Rugosidade e (D-W) tubulação FoFo	e	0,30	mm
Vazão Maxima (Q _{MH} Z _{P-02} + Q _{MD} Z _{P-01} + Q _{Inc})	Q _{Max}	75,13	L/s
fator de atrito. Ecu. De Swmee (Livro Porto, pg 46)		0	
$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^2 + 9,5 \times \left[\ln \left(\frac{e}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,75}} \right) - \left(\frac{2500}{Re} \right)^{1,9} \right] \right\}^{0,125}$		0,020	
temperatura	T	30	°C
Viscosidade cinematica	v	8,04E-07	m ² /s
Numero de Reynolds	Re	347.442	
Velocidade	V	0,82	m/s
	J	0,0020	m/m
Diâmetro calculado	D	342,42	mm
Diâmetro comercial assumido	D	350	mm

81



Dimensionamento do diâmetro da tubulação vertical ou extravasor - RAP

Diâmetro adotado	:	D	:	250	mm
Razão de semelhança	:	λ	:	D/50	
Ecução de escoamento (Livro Azevedo, pg 602)	:	Q^*	:	$\frac{97 \times \lambda^{5/3}}{60}$	90.37 L/s
Q*: capacidade de escoamento maior que a vazão de entrada					

2.3.3 Reservatório Projetado REL -2 (ETA)

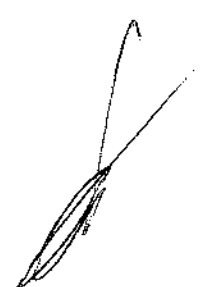
Formato: Caixa d'água com base quadrada apoiado sobre 4 pilares

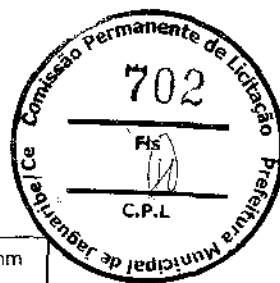
Volume Comercial Adotado (V)	:		:	250.00	m ³
Lado Interna da Base (L _{BASE})	:		:	7.00	m
Altura da Lâmina D'água (ho)	:	$\frac{V \text{ m}^3}{(\text{Área}_{\text{base}} \text{ m}^2)}$:	5.10	m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h _{Adot})	:		:	5.10	m
Cota do Terreno de Reservação (C _r)	:		:	159.19	m
Altura do fuste (F)	:		:	16.50	m
Laje de fundo (h _{L_F})	:		:	0.30	m
Altura Mínima no Reservatório (h _{minRes})	:		:	0.20	m
Altura de Água (h)	:	(F + h _{Adot} + h _{minRes})	:	21.90	m
Altura Mínima de Água (h _{min})	:	(F + h _{minRes})	:	17.00	m
Folga de Nível Interna (f)	:		:	0.30	m
Tampa (t)	:		:	0.10	m
Cota do N _{máx} (CN _{máx})	:	C _r + h	:	181.09	m
Cota do N _{min} (CN _{min})	:	C _r + h _{min}	:	176.19	m
Altura Total do Reservatório (H _R)	:	(h + f + t)	:	22.30	m

Calculo do diâmetro da tubulação de saída do REL

Perda de carga maxima	:	J	:	2.00	m/Km
Ecu. perda de carga unitária (D-W) J	:	$f V^2$:	0.002	m/m
	:	$\frac{D \cdot 2g}{\dots}$:		
Rugosidade e (D-W) tubulação FoFo	:	e	:	0.30	mm
Vazão Maxima (QMH _{ZP-03})	:	Q _{MH}	:	44.05	L/s
fator de atrito. Ecu. De Swmee (Livro Porto, pg 46)	$f = \left\{ \left(\frac{64}{Re} \right)^N + 0.5 \times \left[\ln \left(\frac{e}{3.7 \times D} + \frac{5.74}{Re^{0.79}} \right) - \left(\frac{2300}{Re} \right)^6 \right]^{1/4} \right\}^{0.125}$				
	:	f	:	0.021	
temperatura	:	T	:	30	°C
Viscosidade cinematica	:	v	:	8.04E-07	m ² /s
Numero de Reynolds	:	Re	:	254,603	
Velocidade	:	V	:	0.75	m/s
	:	J	:	0.0022	m/m
Diâmetro calculado	:	D	:	273.99	mm
Diâmetro comercial assumido	:	D	:	300	mm

3/1





Diâmetro adotado extravasor	:	D	:	200	mm
Razão de semelhança	:	λ	:	D/50	
Equação de escoamento (Livro Azevedo, pg 602)	:	Q^*	:	$\frac{97 \times \lambda^{5/3}}{60}$	51.73 L/s
Q*: capacidade de escoamento maior que a vazão de entrada					

2.3.4 Dimensionamento do Reservatório RAP-2

Reservatório Projetado ZP-1

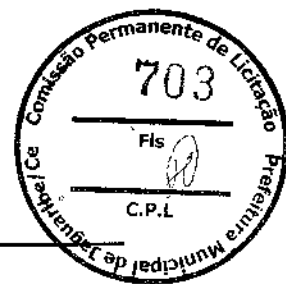
Formato: Caixa d'água com base retangular apoiado

Volume Adotado RAP-02 (Serve para recalcar ate RAP_E 500 m³)	:		:	40.0	m³
Lado 1 Interna da Base (L1 _{BASE})	-----		-----	6.00	m
Lado 2 Interna da Base (L2 _{BASE})	-----		-----	3.00	m
Altura da Lâmina D'água (h _o)	-----	$\frac{(V_{RAP-01}) \text{ m}^3}{(L1_{BASE} \times L2_{BASE}) \text{ m}^2}$	-----	2.22	m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h _{Adot_1})	-----		-----	2.20	m
Cota do Terreno de Reservação (C _T)	-----		-----	123.50	m
Laje de fundo (h _{LF})	-----		-----	0.20	m
Altura Mínima no Reservatório (h _{minRes})	-----		-----	0.20	m
Altura de Água (h)	-----		-----	2.00	m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h _{Adot_2})	-----		-----	3.20	m
Folga de Nível Interna (f)	-----		-----	0.40	m
Tampa (t)	-----		-----	0.20	m
Cota do N _{máx} (CN _{máx})	-----	C _R + h	-----	125.70	m
Cota do N _{mín} (CN _{mín})	-----	C _R + h _{mín}	-----	123.70	m
Altura Total do Reservatório (H _R)	-----	(h + f + t)	-----	2.60	m
Altura poço de sucção (h poço)	-----		-----	1.00	m
Largura poço de sucção (L poço)	-----		-----	0.80	m

Dimensionamento do diâmetro da tubulação vertical ou extravasor - RAP

Diâmetro adotado	:	D	:	150	mm
Razão de semelhança	:	λ	:	D/50	
Equação de escoamento (Livro Azevedo, pg 602)	:	Q^*	:	$\frac{97 \times \lambda^{5/3}}{60}$	25.20 L/s
Q*: capacidade de escoamento maior que a vazão de entrada					

BA



Dimensionamento do Sistema de Tratamento (20 anos)

Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB-01)

(MUNICÍPIO DE JAGUARIBE - CE)

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T_b) ----- :		18 h
Coef. dia de maior consumo (k_1) ----- :		1.2
		327.46 m ³ /h
Vazão do Sistema ----- :	$Q_{AAB(20)}$	90.96 L/s
		0.09096 m ³ /s

2. Adutora de Água Bruta - AAB-1

Caminhamento Adutora existente ----- :		1,007.95 m
Recobrimento ----- :		0.90 m
Subida CDV ----- :		6.95 m
Comprimento Total ----- :		1,015.80 m
Diâmetro Econômico (D') ----- :	$1,3 \times (X/24)^{1/4} \times Q^{0,5}$	365.00 mm
Diâmetro Existente (D) ----- :	Diâmetro Comercial ----- :	400 mm
	Diâmetro Interno ----- :	416.4 mm
	Material ----- :	FoFo
Velocidade (V) ----- :	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$	0.67 m/s

* Norma SPO-14 (5.3.8) e SPO-16 (5.4.16.4) da CAGECE sugere velocidade mínima de 0,6 m/s.

3. Estação Elevatória de Água Bruta - EEAB

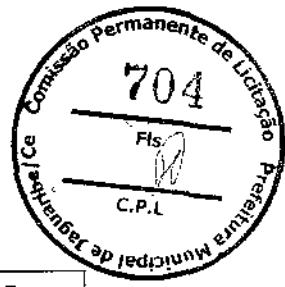
Cota de Recalque ----- :	C_R	164.45 m
Cota de Sucção ----- :	C_S	114.31 m
Desnível Geométrico (H_g) ----- :	$C_R - C_S$	50.14 m

4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação de Recalque

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) ----- :	FoFo	100
Coeficiente do Material (K) ----- :		1.0
Espessura da Tubulação (E) ----- :		6.3 mm
Velocidade (V) ----- :		0.67 m/s
Perda de Carga Distribuída (j) ----- :	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0.001794 m/m
Perda de Carga por Comprimento (J) ----- :	$j_L \times L$	1.82 m

BM



4.2. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Material da tubulação:-----		FoFo
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)-----		100.0
Diâmetro Comercial Adotado (D)-----		400 mm
Diâmetro Interno (D)-----		416.4 mm
Velocidade (Vs)-----		0.67 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)-----	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0.001794 m/m
Comprimento (Ls)-----		0.5 m
Perda de Carga por Comprimento (Js)-:	$j_L \times L$	0.001 m

4.3. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g)----- : 9.81 m/s²

PEÇA	Q ^{ide}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Ampliação gradual	02	0.30	0.60
Curva de 90°	09	0.40	3.60
Valvula de retenção	01	2.50	2.50
Valvula borboleta aberta	01	0.30	0.30
Tê saída de lado	01	1.30	1.30
Tê passagem direta	11	0.60	6.60
Curva de 22.5°	06	0.10	0.60
Valvula de gaveta aberta	02	0.20	0.40
Saída de canalização	01	1.00	1.00
Coeficiente K de Recalque-----			16.90
Perda de Carga no Recalque (h _r)-----			$K_r \times (V^2 / 2g)$: 0.38 m

Perda de Carga Localizada (h_l)----- : h_r + h_s : 0.38 m

4.4. Perda de Carga Total

Perda barrilete saída (h_{fi})----- : h_{barrilete} : 0.38 m
 Perda de Carga Total (H_J)----- : J + h_{fi} : 2.21 m

5. Cálculo da Altura Manométrica

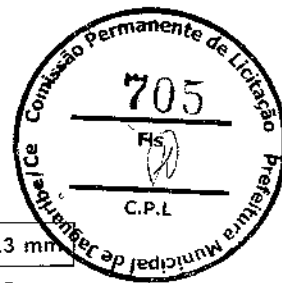
Perda de Carga Total (H_J)----- : 2.21 m
 Desnível Geométrico (H_g)----- : 50.14 m
 Altura Manométrica (H_{man})----- : (H_g + H_J) : 52.35 mca

6. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coefficiente do Material (K)----- : 1.0

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]



Espessura da Tubulação (E)	:	6.3 mm
Diâmetro da Tubulação (D)	:	416 mm
Celeridade (C)	:	925.62 m/s
	:	$(48,3 + K \times D / E)^{0,5}$
Acrescimo de Pressão (H _a)	:	63.02 m.c.a.
	:	$C \times V / g$
Pressão Máxima de Solicitação (P _{máx.})	:	115.37 m.c.a.
	:	$H_a + H_{man.}$

7. Dimensionamento da(s) bomba(s)

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

Para as bombas até 2 cv	50 %
Para as bombas de 2 a 5 cv	30 %
Para as bombas de 5 a 10 cv	20 %
Para as bombas de 10 a 20 cv	15 %
Para as bombas de mais de 20 cv	10 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes 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 cv: 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

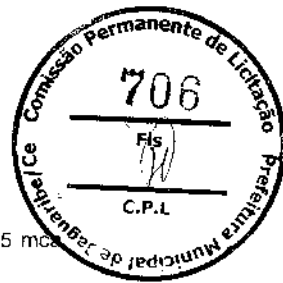
Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

7.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N)	:	02
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	:	01
Rendimento Bomba (η_B)	:	74.11%
Rendimento Motor (η_M)	:	93.20%
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	:	69.07%
Vazão da Bomba (Q)	:	96.89 L/s
Peso específico da água (γ)	:	1.00 Kg/l
Pressão atmosférica (p_{atv})	:	10.21 mca
Pressão de vapor a 30°C (p_{v30})	:	0.43 mca
Fator de Serviço (FS)	:	1.15
Potência da Bomba (P _o)	:	112.59 CV
	:	$\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$
Cota do Eixo da Bomba (C _{EB})	:	114.00 m
Cota de Sucção (C _s)	:	114.31 m
Perda de Carga Localizada (h _l)	:	0.00 m
NPSH disponível (NPSH _d)	:	10.09 m
	:	$p_{atv} - p_{v30} - h_{l} - (C_{EB} - C_s)$

7.2. Quadro-Resumo das características das bombas

Potência Adotada (P)	:	120.00 CV
Vazão da Bomba (Q)	:	327.46 m ³ /h

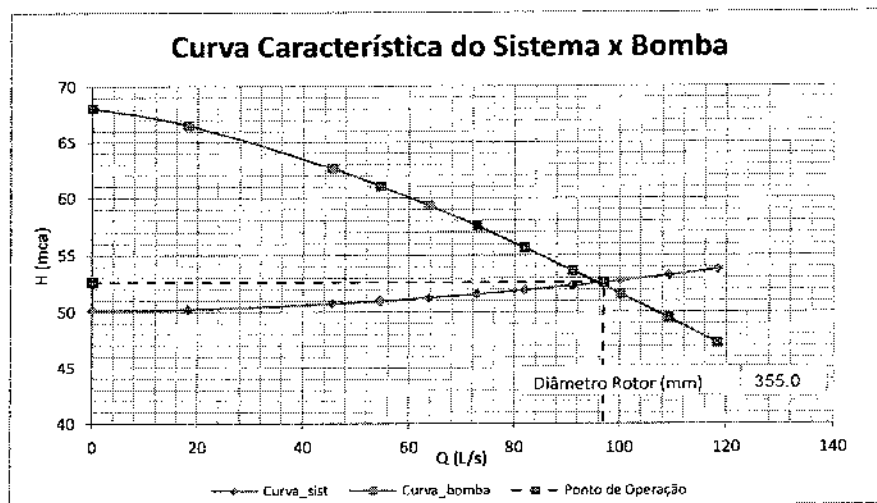


Altura Manométrica (H_{man}) : 52.35 mca

7.3. Bombas Sugeridas

Tipo de Bomba Centrífuga.....	EBARA SUBMERSÍVEL	150DSC4 BC-46120
Potência.....		120.00 CV
Vazão de Serviço.....		348.79 m³/h
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço.....		52.35 mca
Diâmetro do Rotor.....		355.0 mm
Velocidade do rotor.....		1,800 rpm
NPSH requerido ($NPSH_r$).....		2.78 m
Flanges de sucção.....		- mm
Flanges de recalque.....		150 mm
Momento de Inércia da Bomba (I_B).....	$0,038 \times (P_{kW}/N^3)^{0,96}$	0.51620 kg.m ²
Momento de Inércia do Motor (I_M).....	$0,0043 \times (P_{kW}/N)^{1,48}$	1.36720 kg.m ²
Momento de inércia do Conjunto Elevatório ($I_B + I_M$).....		1.88340 kg.m ²

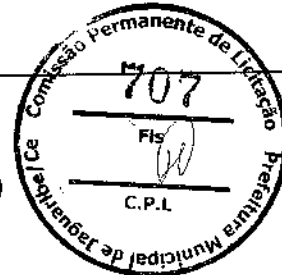
* Adotar a bomba sugerida ou similar



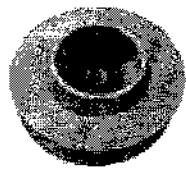
8/1

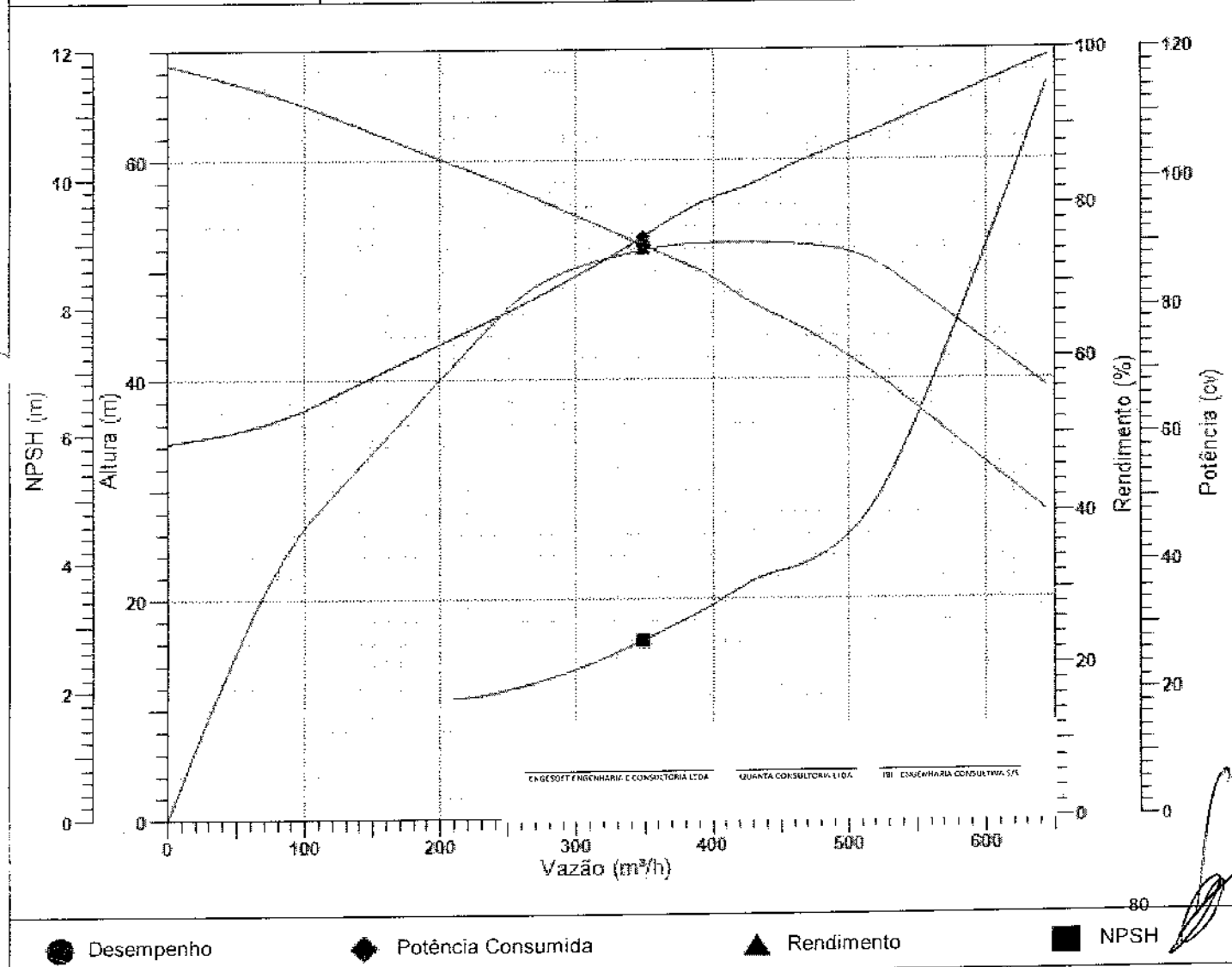


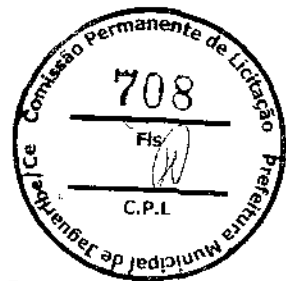
CURVA DE DESEMPENHO



Cliente SAA JAGUARIBE EEAB-20A							Data 23-02-2016
Produto 150DSC4 BC-46120	Potência (cv) 120.00	Freq. (Hz) 60.00	Nº Pólos 4	Ø Rotor (mm) 355.00	Sub. Máx. (m) 35	Material Ferro Fundido	Cos ϕ (100%) 87
Motor ZDKBR690438	Tensão (V) 380	Ind. Prot. IP68	Fases 3	Rotação (rpm) 1800	M. Inércia (kg.m²) 1.4094	Rend. (100%) 93.20	Corr. Nom. (A) 168
Cabos Controle 14 AWG	Cabos Força 4/0AWG	Classe Isol. H	Fator serv. 1.15	Nº Part. Hora 10	Temp. Máx. °C 40.00	Nº Curva B1156-1	Corr. Part. (A) 1332

- Ponto Selecionado -			Tipo de Rotor Fechado
Vazão 348.79 m³/h	Altura 52.35 m	NPSH 2.78 m	
Potência Cons. 91.02 cv	Rend. Hidr. 74.11 %	R. Conj. 69.07 %	





Dimensionamento do Sistema de Tratamento (20 anos)

Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-01)

(MUNICÍPIO DE JAGUARIBE - CE)

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T_b) ----- :		18 h
Coef. dia de maior consumo (k_1) ----- :		1.2
		93.39 m ³ /h
Vazão do Sistema ----- :	$Q_{AAT-01(20)}$	25.94 L/s
		0.02594 m ³ /s

2. Adutora de Água Tratada - AAT-01 (RAP_E 500 M³ - REL)

Caminhamento Perfil ----- :		17.52 m
Recobrimento ----- :		1.00 m
Subida REL-01 ----- :		16.68 m
Comprimento Total ----- :		35.20 m
Diâmetro Econômico (D') ----- :	$1,3 \times (X/24)^{1/4} \times Q^{0,5}$	195.00 mm
Diâmetro Adotado (D) ----- :	Diâmetro Comercial	200 mm
	Diâmetro Interno	211.2 mm
	Material	FoFo
Velocidade (V) ----- :	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$	0.74 m/s

* Norma SPO-14 (5.3.8) e SPO-16 (5.4.16.4) da CAGECE sugere velocidade mínima de 0,6 m/s.

3. Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT01

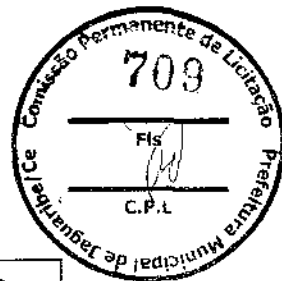
Cota de Recalque ----- :	C_R	167.29 m
Cota de Sucção ----- :	C_S	150.73 m
Desnível Geométrico (H_g) ----- :	$C_R - C_S$	16.56 m

4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação de Recalque

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) ----- :	FoFo	100
Coeficiente do Material (K) ----- :		1.0
Espessura da Tubulação (E) ----- :		5.4 mm
Velocidade (V) ----- :		0.74 m/s
Perda de Carga Distribuída (j) ----- :	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0.004805 m/m
Perda de Carga por Comprimento (J) --- :	$j_L \times L$	0.17 m

DH



4.2. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Material da tubulação:-----		FoFo
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)-----		100.0
Diâmetro Comercial Adotado (D)-----		200 mm
Diâmetro Interno (D)-----		211.2 mm
Velocidade (Vs)-----		0.74 m/s
Perda de Carga Distribuida (j)-----	$\frac{10,643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$	0.004805 m/m
Comprimento (Ls)-----		8.3 m
Perda de Carga por Comprimento (Js) --	$j_L \times L$	0.040 m

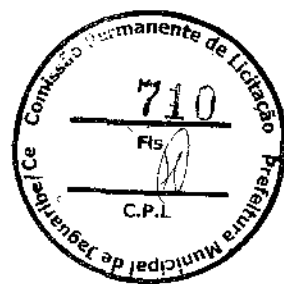
4.3. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g)----- : 9.81 m/s²

SUCÇÃO

PEÇA	Q ^{lde}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Crivo	01	x 0.75	0.75
Curva de 90°	03	x 0.40	1.20
Valvula de gaveta aberta	01	x 0.20	0.20
Tê passagem direta	01	x 0.60	0.60
Redução gradual	01	x 0.15	0.15
Coefficiente K de Sucção-----			2.90
Perda de Carga na Sucção (h _s)-----	$K_s \times (Vs^2 / 2g)$		0.08 m

1/1



RECALQUE

PEÇA	Q^{ide}	$K_{UNIT.}$	K_{TOTAL}
Ampliação gradual	02	0.30	0.60
Curva de 45°	05	0.20	1.00
Valvula de retenção	01	2.50	2.50
Tê passagem direta	01	0.60	0.60
Junção	01	0.40	0.40
Curva de 90°	03	0.40	1.20
Valvula de gaveta aberta	01	0.20	0.20
Saida de canalização	01	1.00	1.00
Coeficiente K de Recalque			7.50
Perda de Carga no Recalque (h_r)			$K_r \times (V^2 / 2g)$: 0.21 m

Perda de Carga Localizada (h_r) : $h_r + h_s$: 0.29 m

4.4. Perda de Carga Total

Perda de carga Sucção (h_{fs}) : $J_s + h_{fs}$: 0.12 m

Perda barrilete saída (h_{fi}) : $h_{barrilete}$: 0.21 m

Perda de Carga Total (H_j) : $J_L + h_{fs} + h_{fi}$: 0.50 m

5. Cálculo da Altura Manométrica

Perda de Carga Total (H_j) : 0.50 m

Desnível Geométrico (H_g) : 16.56 m

Altura Manométrica (H_{man}) : $(H_g + H_j)$: 17.06 mca

6. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coeficiente do Material (K) : 1.0

Espessura da Tubulação (E) : 5.4 mm

Diâmetro da Tubulação (D) : 211 mm

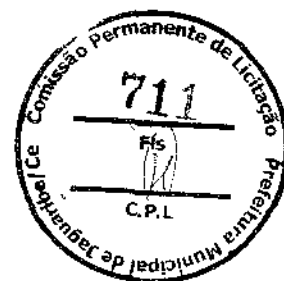
Celeridade (C) : $\frac{9900}{(48,3 + K \times D / E)^{0,5}}$: 1,058.89 m/s

Acrescimo de Pressão (H_a) : $C \times V / g$: 79.93 m.c.a.

Pressão Máxima de Solicitação ($P_{m\acute{a}x}$) : $H_a + H_{man}$: 96.99 m.c.a.

JA

[Handwritten signature]



7. Dimensionamento da(s) bomba(s)

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

Para as bombas até 2 cv	50 %
Para as bombas de 2 a 5 cv	30 %
Para as bombas de 5 a 10 cv	20 %
Para as bombas de 10 a 20 cv	15 %
Para as bombas de mais de 20 cv	10 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes 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 cv: 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.

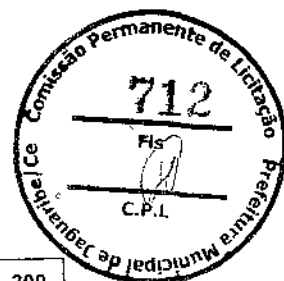
7.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N)	-----	02
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	-----	01
Rendimento Bomba (η_B)	-----	81.5%
Rendimento Motor (η_M)	-----	89.5%
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	-----	72.9%
Vazão da Bomba (Q)	-----	25.94 L/s
Peso específico da água (γ)	-----	1.00 Kgf/L
Pressão atmosférica (p_{atv})	-----	10.17 mca
Pressão de vapor a 30°C (p_{vly})	-----	0.43 mca
Fator de Serviço (FS)	-----	1.20
Potência da Bomba (P_o)	----- $\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ -----	9.75 CV
Cota do Eixo da Bomba (C_{EB})	-----	152.13 m
Cota de Sucção (C_S)	-----	150.73 m
Perda de Carga Localizada (h_f)	-----	0.12 m
NPSH disponível ($NPSH_d$)	----- $p_{atv} - p_{vly} - h_f - (C_{EB} - C_S)$ -----	8.22 m

7.2. Quadro-Resumo das características das bombas

Potência Adotada (P)	-----	10.00 CV
Vazão da Bomba (Q)	-----	93.39 m ³ /h
Altura Manométrica (H_{man})	-----	17.06 mca

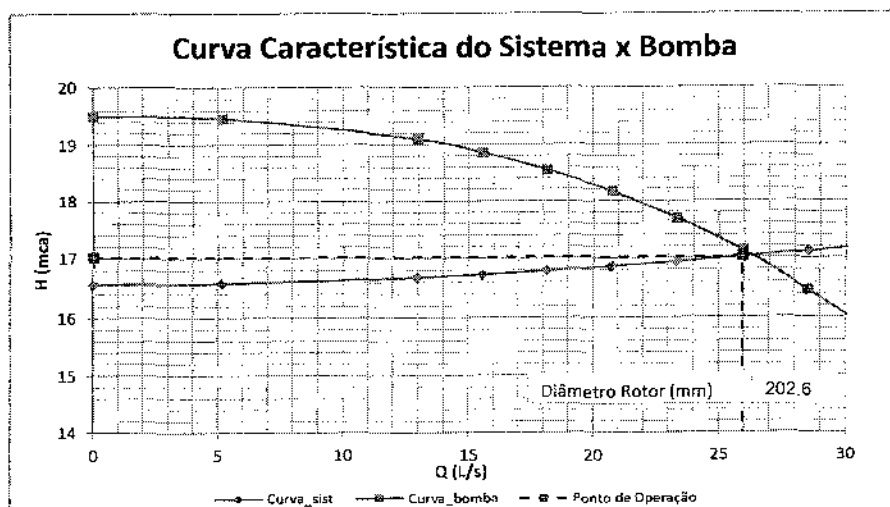
BM



7.3. Bombas Sugeridas

Tipo de Bomba Centrífuga	IMBIL OU SIMILAR	ITAP 80 - 200
Potência		10.00 CV
Vazão de Serviço		93.4 m ³ /h
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço		17.1 mca
Diâmetro do Rotor		202.6 mm
Velocidade do rotor		1,730 rpm
NPSH requerido (NPSH _r)		3.04 m
Flanges de sucção		100 mm
Flanges de recalque		80 mm
Momento de Inércia da Bomba (I _B)	$0,038 \times (P_{kW}/N^3)^{0,96}$	0.05326 kg.m ²
Momento de Inércia do Motor (I _M)	$0,0043 \times (P_{kW}/N)^{1,48}$	0.03666 kg.m ²
Momento de Inércia do Conjunto Elevatório (I _B + I _M)		0.08992 kg.m ²

* Adotar a bomba sugerida ou similar

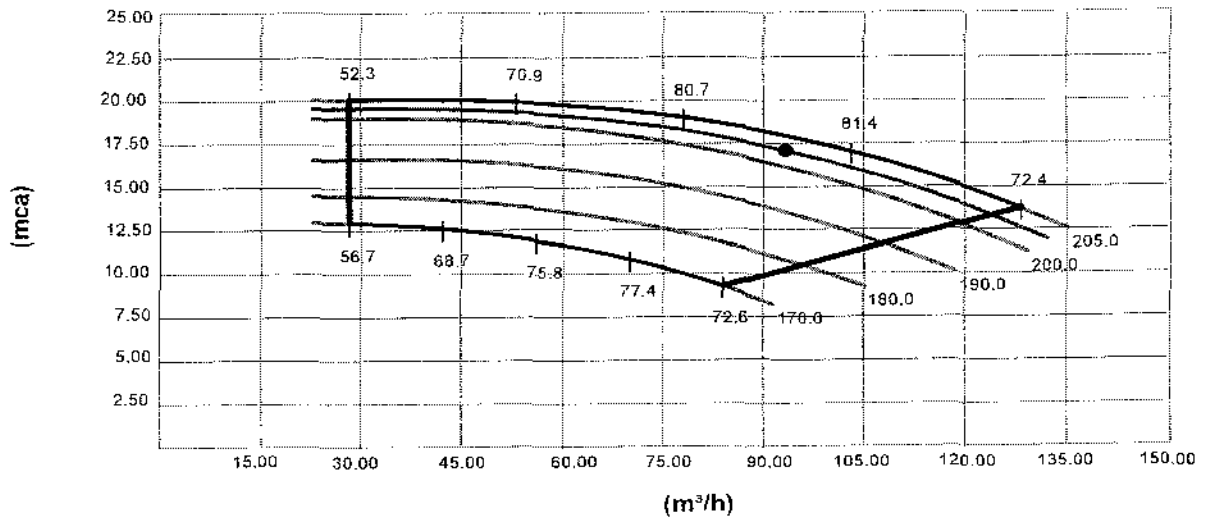


34

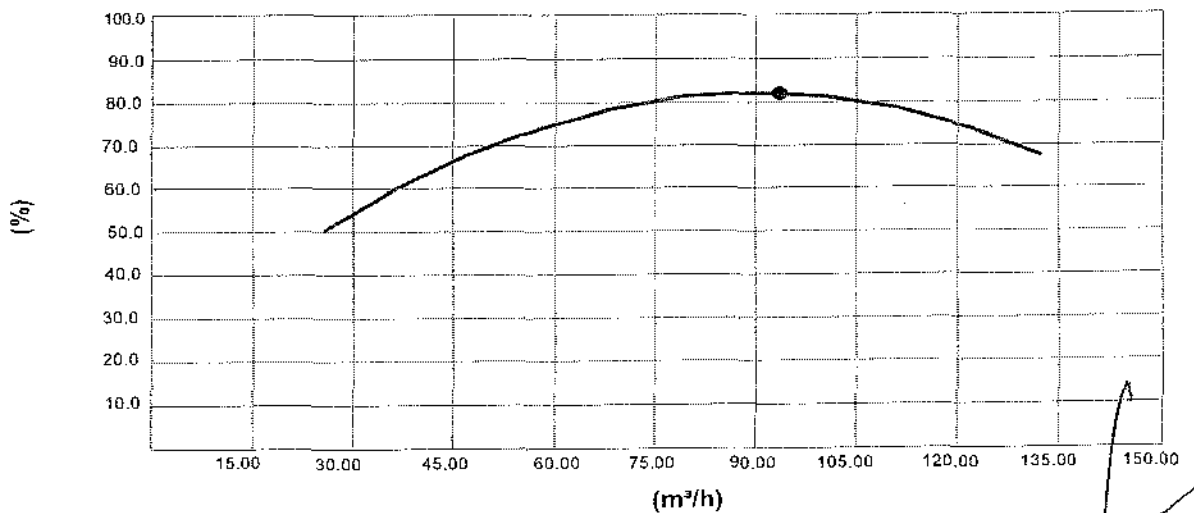
CEI V 3.0

Ciente EEAT-01 - 20A	Projeto SAA JAGUARIBE	Tag SAAE
Linha / Modelo ITAP 80-200	Rotação 1730 rpm	Data 18 / 2 / 2015
Vazão 93.40 m³/h	Altura manométrica total 17.10 mca	Peso específico do fluido 1.00 kg/dm³
Diâmetro do rotor 202.6 mm	Rendimento da Bomba 81.8 %	Potência consumida 7.23 cv

Vazão x AMT

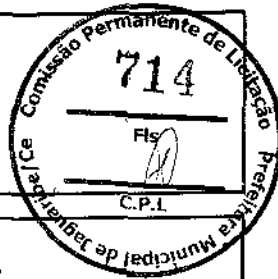


Vazão x Rendimento



[Signature]

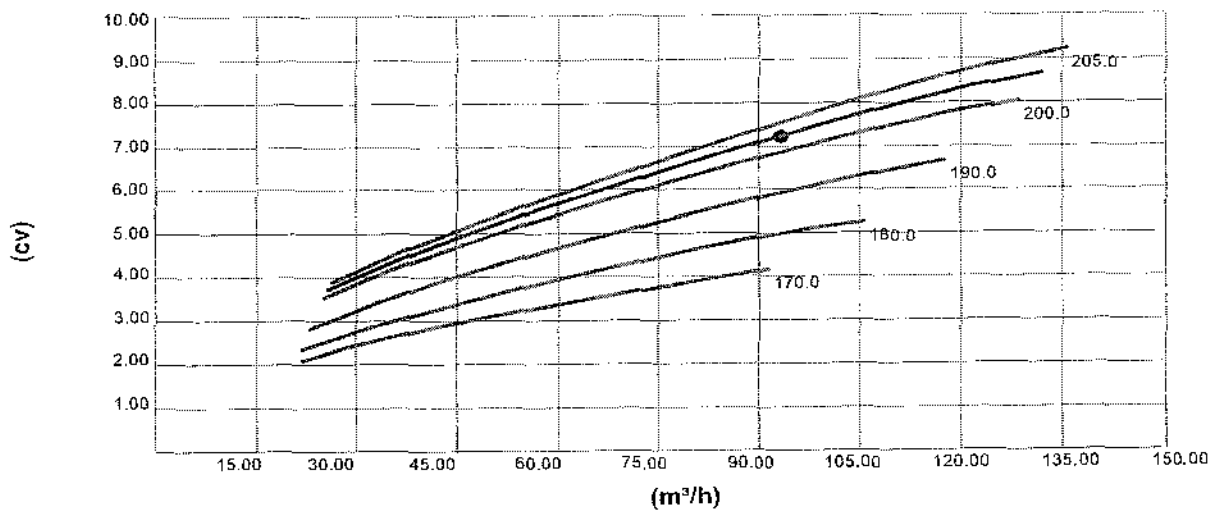
[Signature]



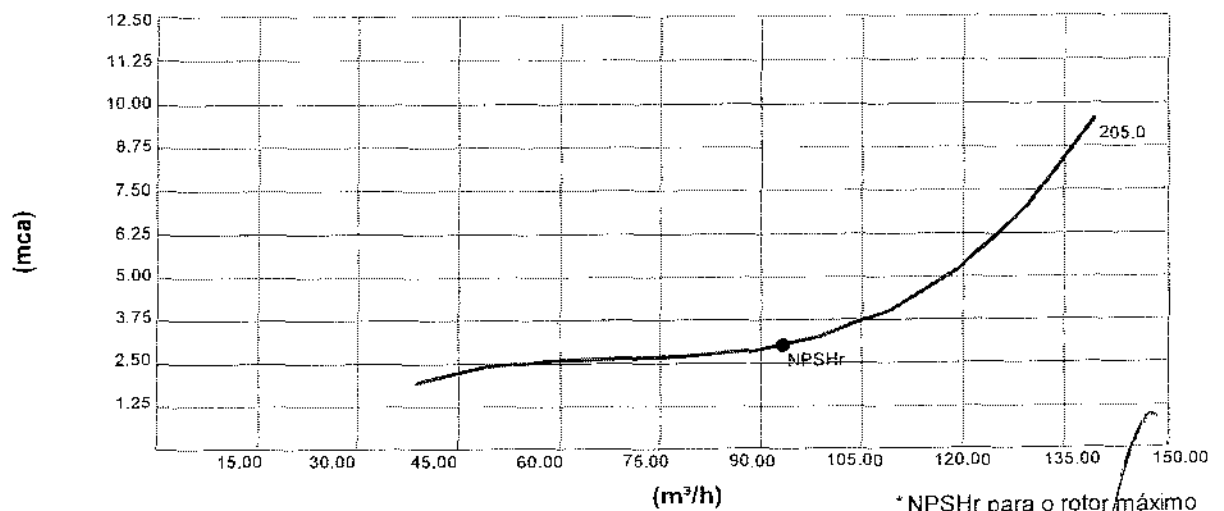
CEI V 3.0

Cliente EEAT-01 - 20A	Projeto SAA JAGUARIBE	Tag SAAE
Linha / Modelo ITAP 80-200	Rotação 1730 rpm	Data 18 / 2 / 2015
Vazão 93.40 m³/h	Altura manométrica total 17.10 mca	Peso específico do fluido 1.00 kg/dm³
Diâmetro do rotor 202.6 mm	Rendimento da Bomba 81.8 %	Potência consumida 7.23 cv

Vazão x Potência consumida



Vazão x NPSHr

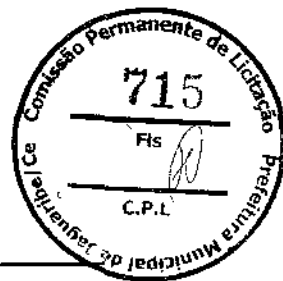


* NPSHr para o rotor máximo

Handwritten signature

Handwritten signature

94



Dimensionamento do Sistema de Tratamento (20 anos)

Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT-02)

(MUNICÍPIO DE JAGUARIBE - CE)

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T_b) -----		18 h
Coef. dia de maior consumo (k_1) -----		1.2
		93.39 m ³ /h
Vazão do Sistema -----	$Q_{AAT-02 (2P-1) (20)}$	25.94 L/s
		0.02594 m ³ /s

2. Adutora de Água Tratada - AAT-02 (RAP_40M³ - RAP_E 500 m³)

Caminhamento Perfil -----		1,656.00 m
Recobrimento -----		0.96 m
Subida REL-03 -----		3.45 m
Comprimento Total -----		1,660.41 m
Diâmetro Econômico (D') -----	$1,3 \times (X/24)^{1/4} \times Q^{0,5}$	195.00 mm
Diâmetro Adotado (D) -----	Diâmetro Comercial	200 mm
	Diâmetro Interno	204.2 mm
	Material	PVC DEFOFO
Velocidade (V) -----	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$	0.79 m/s

* Norma SPO-14 (5.3.8) e SPO-16 (5.4.16.4) da CAGECE sugere velocidade mínima de 0,6 m/s.

3. Estação Elevatória de Água Tratada - EEAT02

Cota de Recalque -----	C_R	155.05 m
Cota de Sucção -----	C_S	123.70 m
Desnível Geométrico (H_g) -----	$C_R - C_S$	31.35 m

4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação de Recalque

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) -----	PVC DEFOFO	130
Coeficiente do Material (K) -----		18.0
Espessura da Tubulação (E) -----		8.9 mm
Velocidade (V) -----		0.79 m/s
Perda de Carga Distribuída (j) -----	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0.003485 m/m
Perda de Carga por Comprimento (J) -----	$j \times L$	5.79 m

3/1



4.2. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Material da tubulação:-----		FoFo
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)-----		100.0
Diâmetro Comercial Adotado (D)-----		200 mm
Diâmetro Interno (D)-----		211.2 mm
Velocidade (Vs)-----		0.74 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)-----	$\frac{10,643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.95}}$	0.004805 m/m
Comprimento (Ls)-----		1.4 m
Perda de Carga por Comprimento (Js)--:	$j_L \times L$	0.007 m

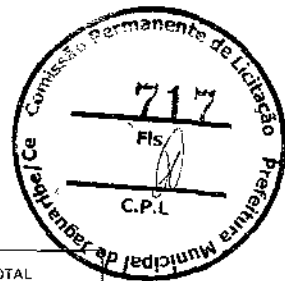
4.3. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g)----- : 9.81 m/s²

SUCÇÃO

PEÇA	Q ^{ide}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Crivo	01	0.75	0.75
Curva de 90°	01	0.40	0.40
Valvula de gaveta aberta	01	0.20	0.20
Redução gradual	02	0.15	0.30
Coeficiente K de Sucção-----			1.65
Perda de Carga na Sucção (h _s)-----		$K_s \times (V_s^2 / 2g)$	0.05 m

BA



RECALQUE

PEÇA	Q ^{ide}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Ampliação gradual	02	0.30	0.60
Curva de 45°	03	0.20	0.60
Valvula de retenção	02	2.50	5.00
Tê passagem direta	08	0.60	4.80
Curva de 90°	11	0.40	4.40
Curva de 22.5°	03	0.10	0.30
Valvula de gaveta aberta	01	0.20	0.20
Saída de canalização	01	1.00	1.00
Coeficiente K de Recalque			16.90
Perda de Carga no Recalque (h _r)			$K_r \times (V^2 / 2g)$: 0.54 m

Perda de Carga Localizada (h_r) : h_r + h_s : 0.59 m

4.4. Perda de Carga Total

Perda de carga Sucção (h_{fs}) : J_s + h_{fs} : 0.05 m

Perda barrilete saída (h_{fi}) : h_{barrilete} : 0.54 m

Perda de Carga Total (H_J) : J_L + h_{fs} + h_{fi} : 6.38 m

5. Cálculo da Altura Manométrica

Perda de Carga Total (H_J) : 6.38 m

Desnível Geométrico (H_g) : 31.35 m

Altura Manométrica (H_{man}) : (H_g + H_J) : 37.73 mca

6. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coeficiente do Material (K) : 18.0

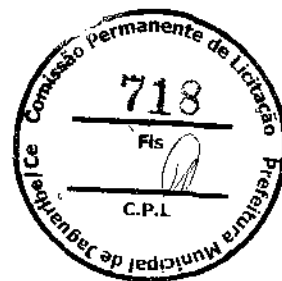
Espessura da Tubulação (E) : 8.9 mm

Diâmetro da Tubulação (D) : 204 mm

Celeridade (C) : $\frac{9900}{(48.3 + K \times D / E)^{0.5}}$: 460.94 m/s

Acrescimo de Pressão (H_a) : C x V / g : 37.22 m.c.a.

Pressão Máxima de Solicitação (P_{máx.}) : H_a + H_{man.} : 74.95 m.c.a.



7. Dimensionamento da(s) bomba(s)

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

Para as bombas até 2 cv	50 %
Para as bombas de 2 a 5 cv	30 %
Para as bombas de 5 a 10 cv	20 %
Para as bombas de 10 a 20 cv	15 %
Para as bombas de mais de 20 cv	10 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes 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 cv: 40; 45; 50; 60; 80; 100; 125; 150; 200 e 250

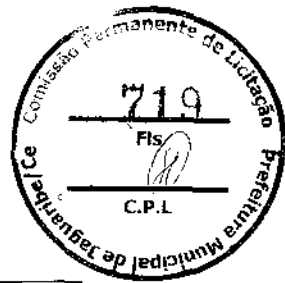
Para potências maiores os motores são fabricados sob encomendas. Nos catálogos dos fabricantes há potências de motores elétricos fabricados diferentes dos especificados acima.

7.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N)	:	02
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	:	01
Rendimento Bomba (η_B)	:	72.8%
Rendimento Motor (η_M)	:	92.4%
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	:	67.3%
Vazão da Bomba (Q)	:	25.98 L/s
Peso específico da água (γ)	:	1.00 Kgf/L
Pressão atmosférica ($p_{a,\gamma}$)	:	10.20 mca
Pressão de vapor a 30°C ($p_{v,\gamma}$)	:	0.43 mca
Fator de Serviço (FS)	:	1.15
Potência da Bomba (P_o)	:	$\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ 22.32 CV
Cota do Eixo da Bomba (C_{EB})	:	124.12 m
Cota de Sucção (C_S)	:	123.70 m
Perda de Carga Localizada (h_f)	:	0.05 m
NPSH disponível ($NPSH_d$)	:	$p_{a,\gamma} - p_{v,\gamma} - h_f - (C_{EB} - C_S)$ 9.30 m

7.2. Quadro-Resumo das características das bombas

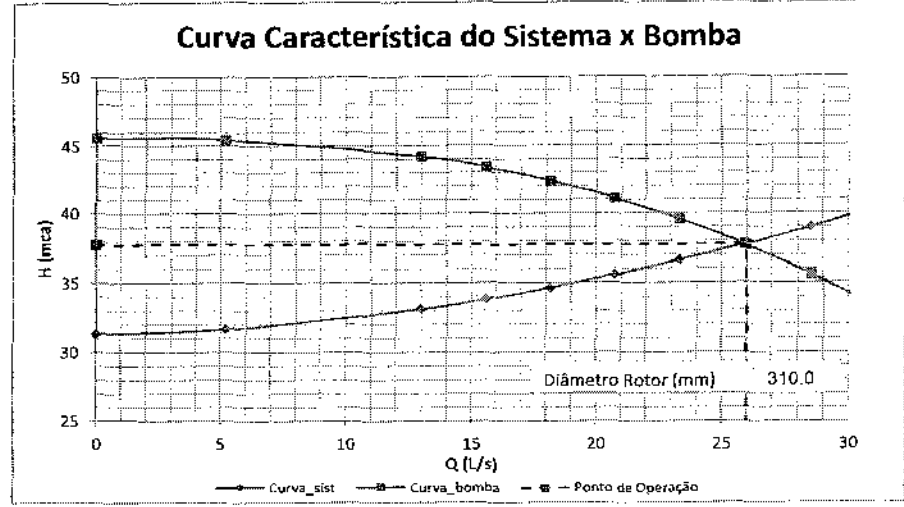
Potência Adotada (P)	:	25.00 CV
Vazão da Bomba (Q)	:	93.39 m ³ /h
Altura Manométrica (H_{man})	:	37.7 mca



7.3. Bombas Sugeridas

Tipo de Bomba Centrífuga-----	IMBIL OU SIMILAR	ITAP 80-330
Potência -----		25.00 CV
Vazão de Serviço -----		93.51 m³/h
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço -----		37.7 mca
Diâmetro do Rotor -----		310.0 mm
Velocidade do rotor -----		1,730 rpm
NPSH requerido (NPSH _r) -----		3.09 m
Flanges de sucção -----		100 mm
Flanges de recalque -----		80 mm
Momento de Inércia da Bomba (I _B) -----	$0,038 \times (P_{kW}/N^3)^{0,96}$	0.12836 kg.m²
Momento de Inércia do Motor (I _M) -----	$0,0043 \times (P_{kW}/N)^{1,48}$	0.14226 kg.m²
Momento de Inércia do Conjunto Elevatório (I _B + I _M) -----		0.27062 kg.m²

* Adotar a bomba sugerida ou similar

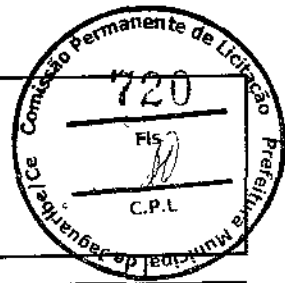


3/1



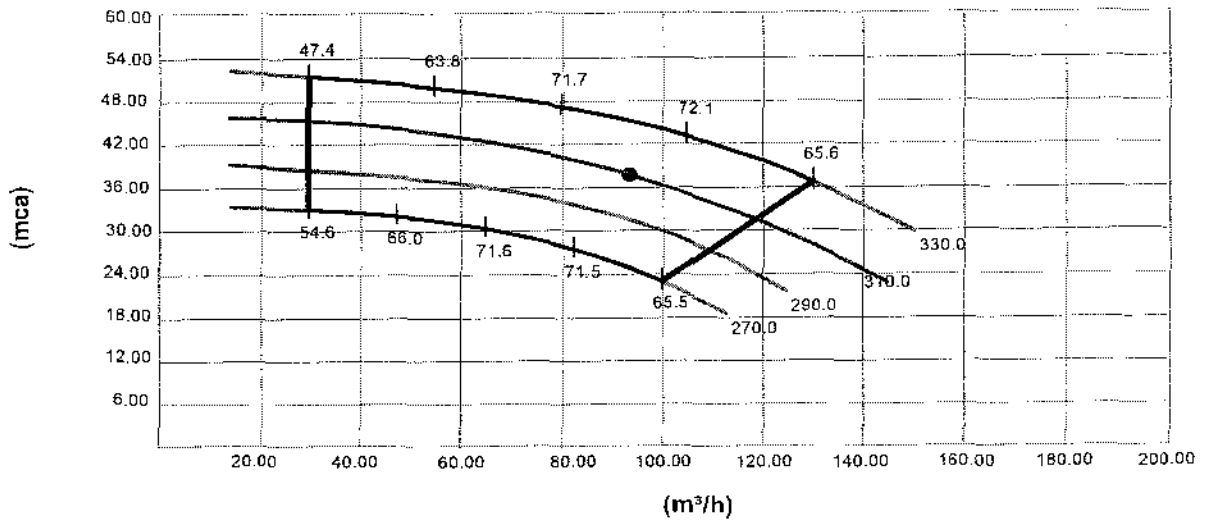
CEI V 3.0

Gráficos de desempenho

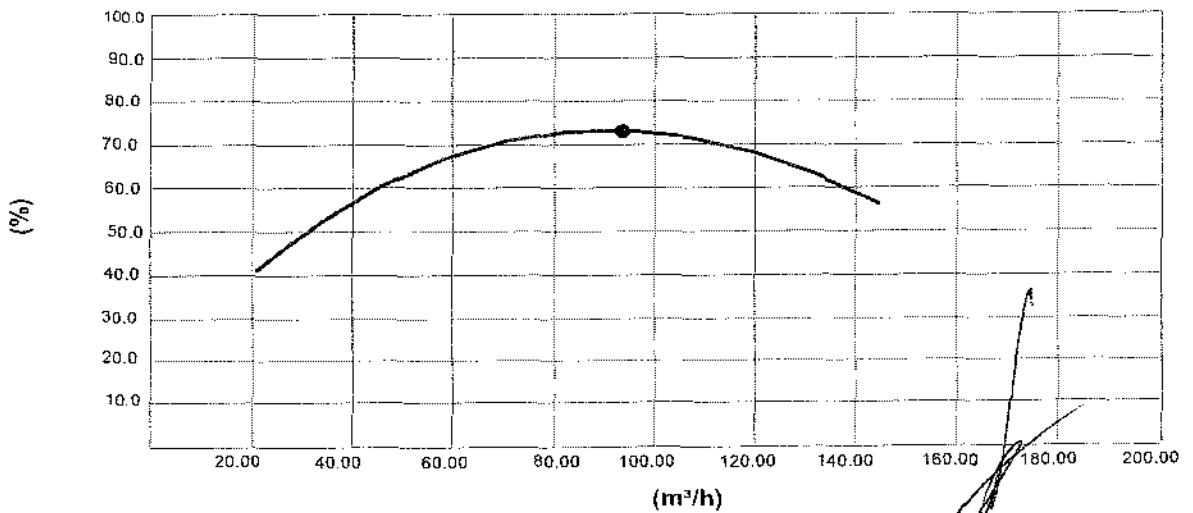


Ciente SAA JAGUARIBE	Projeto EEAT02_20A	Tag SAAE
Linha / Modelo ITAP 80-330	Rotação 1730 rpm	Data 9 / 3 / 2016
Vazão 93.51 m³/h	Altura manométrica total 37.73 mca	Peso específico do fluido 1.00 kg/dm³
Diâmetro do rotor 310.0 mm	Rendimento da Bomba 72.8 %	Potência consumida 17.95 cv

Vazão x AMT



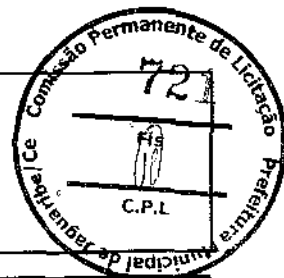
vazão x Rendimento



[Handwritten signature]



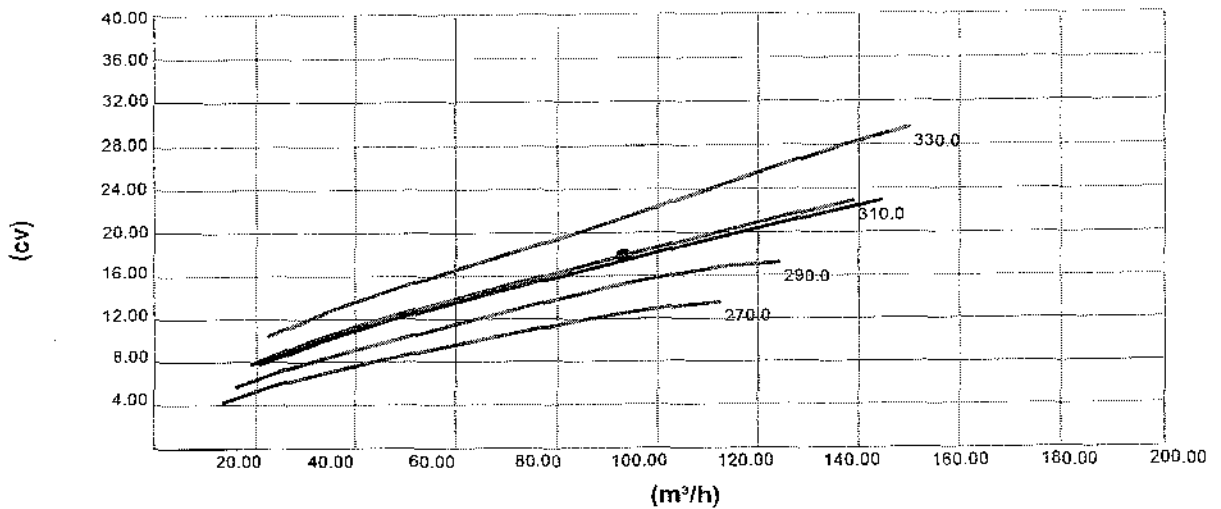
Gráficos de desempenho



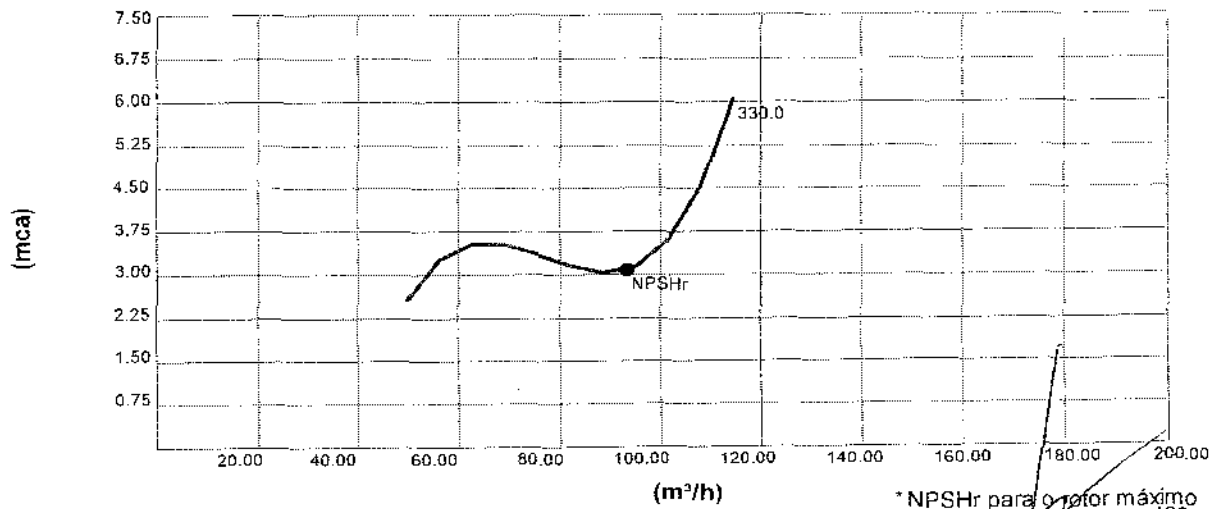
CEI V 3.0

SA A JAGUARIBE	Projeto EEAT02_20A	Tag SAAE
Linha / Modelo ITAP 80-330	Rotação 1730 rpm	Data 9 / 3 / 2016
Vazão 93.51 m³/h	Altura manométrica total 37.73 mca	Peso específico do fluido 1.00 kg/dm³
Diâmetro do rotor 310.0 mm	Rendimento da Bomba 72.8 %	Potência consumida 17.95 cv

Vazão x Potência consumida



Vazão x NPSHr



* NPSHr para o rotor máximo 108

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

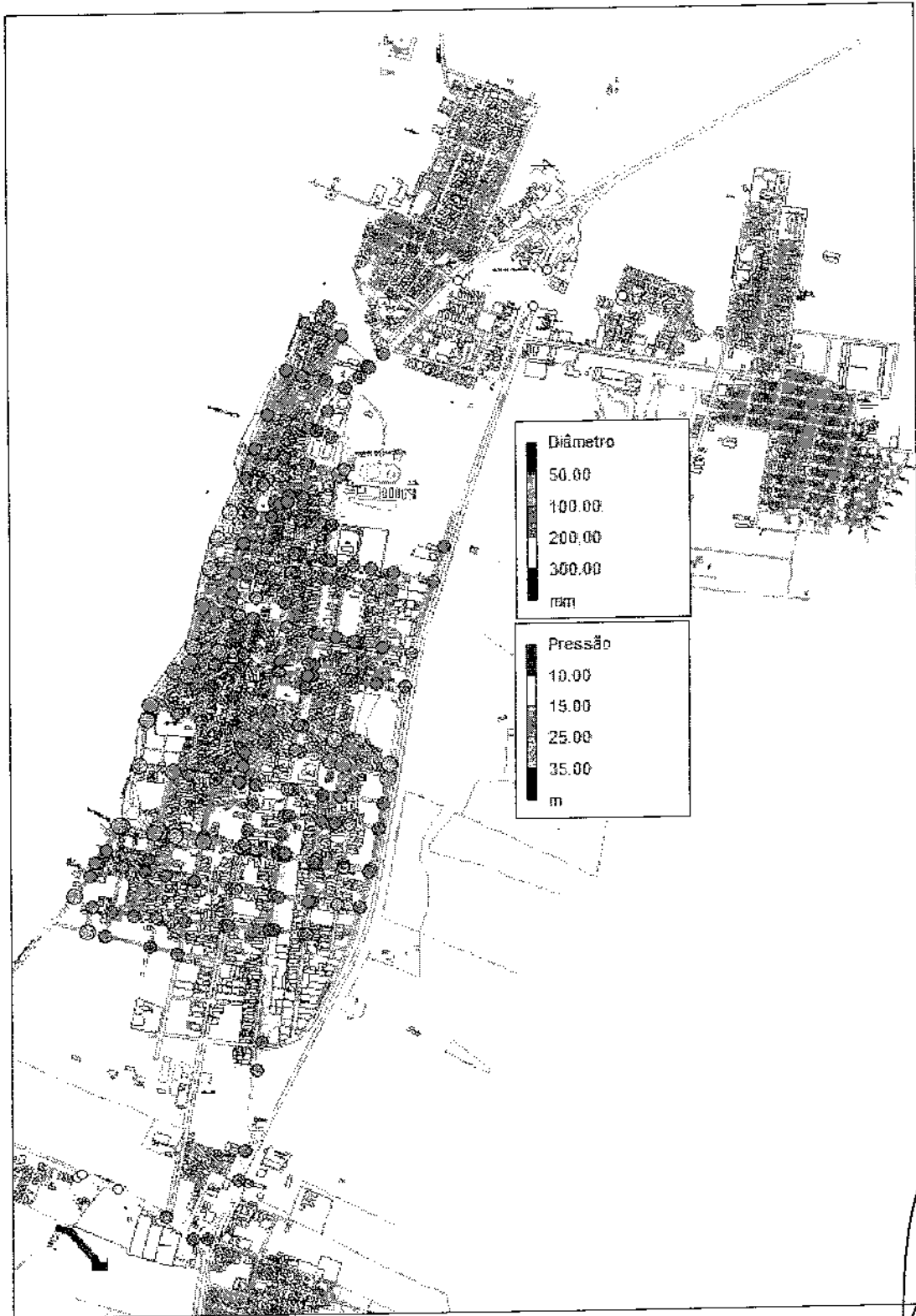


Dimensionamento Redes de Distribuição

A continuação se apresentam os resultados hidráulicos do programa Epanet2.0 para as redes de distribuição de água dimensionadas para cada zonas de pressão dessa etapa: ZP02

31

Rede Zona de pressão 02



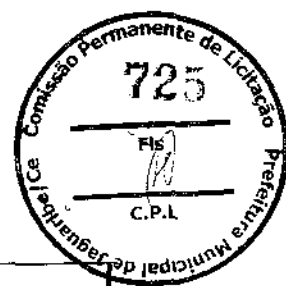
BA



ZONA DE PRESSÃO 02 (ZP-02)

PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					
NÓ	CONSUMO (L/s)	COTA (m)	CARGA (m)	PRESSÃO (m)	OBSER.
Nó 1	0.16	120.06	143.59	23.53	
Nó 2	0.14	120.04	143.06	23.02	
Nó 3	0.14	121.60	143.06	21.46	
Nó 4	0.21	122.10	143.57	21.47	
Nó 5	0.20	119.34	143.25	23.91	
Nó 6	0.13	118.71	143.06	24.35	
Nó 7	0.11	118.40	143.04	24.64	
Nó 8	0.08	120.41	143.03	22.62	
Nó 9	0.16	119.54	143.05	23.51	
Nó 10	0.16	119.25	143.39	24.14	
Nó 11	0.19	119.10	143.20	24.10	
Nó 12	0.20	118.15	143.04	24.89	
Nó 13	0.07	119.21	143.42	24.21	
Nó 14	0.15	120.09	143.59	23.50	
Nó 15	0.12	119.86	143.42	23.56	
Nó 16	0.11	120.10	142.99	22.89	
Nó 17	0.15	120.13	142.92	22.79	
Nó 18	0.11	117.10	142.91	25.81	
Nó 19	0.12	119.06	142.91	23.85	
Nó 20	0.16	121.10	142.92	21.82	
Nó 21	0.11	121.85	142.99	21.14	
Nó 22	0.12	120.05	143.04	22.99	
Nó 23	0.11	119.89	143.05	23.16	
Nó 24	0.06	119.84	143.04	23.20	
Nó 25	0.08	120.25	143.00	22.75	
Nó 26	0.11	121.63	143.03	21.40	
Nó 27	0.08	120.03	142.89	22.86	
Nó 28	0.10	122.21	143.06	20.85	
Nó 29	0.08	122.67	143.04	20.37	
Nó 30	0.11	121.76	142.63	20.87	
Nó 31	0.14	119.59	142.60	23.01	
Nó 32	0.08	120.84	142.94	22.10	
Nó 33	0.09	121.15	143.38	22.23	
Nó 34	0.13	116.81	142.94	26.13	
Nó 35	0.08	116.44	142.53	26.09	
Nó 36	0.11	116.61	142.22	25.61	
Nó 37	0.09	116.87	141.87	25.00	
Nó 38	0.09	116.84	141.63	24.79	
Nó 39	0.14	116.65	141.42	24.77	
Nó 40	0.16	116.56	141.30	24.74	
Nó 41	0.09	116.38	141.26	24.88	
Nó 42	0.15	117.16	141.26	24.10	
Nó 43	0.03	116.31	141.26	24.95	
Nó 44	0.10	116.73	141.26	24.53	
Nó 45	0.16	118.11	141.27	23.16	
Nó 46	0.16	117.44	141.30	23.86	

21



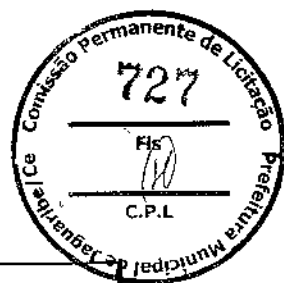
PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					
NÓ	CONSUMO (L/s)	COTA (m)	CARGA (m)	PRESSÃO (m)	OBSER.
Nó 47	0.17	117.06	141.42	24.36	
Nó 48	0.16	117.93	141.42	23.49	
Nó 49	0.11	118.86	141.67	22.81	
Nó 50	0.12	119.10	141.66	22.56	
Nó 51	0.07	120.85	141.88	21.03	
Nó 52	0.05	121.78	141.82	20.04	
Nó 53	0.07	121.51	141.73	20.22	
Nó 54	0.08	119.25	141.68	22.43	
Nó 55	0.08	121.27	141.92	20.65	
Nó 56	0.14	118.67	142.22	23.55	
Nó 57	0.12	117.71	142.59	24.88	
Nó 58	0.09	120.62	142.24	21.62	
Nó 59	0.03	121.58	142.17	20.59	
Nó 60	0.02	121.84	142.14	20.30	
Nó 61	0.03	121.10	142.11	21.01	
Nó 62	0.05	121.50	142.05	20.55	
Nó 63	0.07	121.10	142.21	21.11	
Nó 64	0.14	119.42	142.95	23.53	
Nó 65	0.06	118.62	141.42	22.80	
Nó 66	0.02	118.08	141.42	23.34	
Nó 67	0.03	118.26	141.42	23.16	
Nó 68	0.05	120.17	143.04	22.87	
Nó 69	0.07	118.97	141.26	22.29	
Nó 70	0.04	118.89	141.26	22.37	
Nó 71	0.10	122.05	144.00	21.95	
Nó 72	0.11	119.62	143.67	24.05	
Nó 73	0.06	119.71	143.64	23.93	
Nó 74	0.05	119.70	143.65	23.95	
Nó 75	0.12	119.00	143.33	24.33	
Nó 76	0.08	119.94	143.26	23.32	
Nó 77	0.10	121.89	144.08	22.19	
Nó 78	0.15	123.64	143.91	20.27	
Nó 79	0.15	119.74	143.75	24.01	
Nó 80	0.24	119.10	144.82	25.72	
Nó 81	0.09	119.10	144.97	25.87	
Nó 82	0.12	119.96	144.97	25.01	
Nó 83	0.11	119.10	144.92	25.82	
Nó 84	0.10	119.10	144.89	25.79	
Nó 85	0.16	121.07	144.93	23.86	
Nó 86	0.14	122.28	144.16	21.88	
Nó 87	0.13	121.57	145.30	23.73	
Nó 88	0.16	121.72	145.04	23.32	
Nó 89	0.10	122.02	145.16	23.14	
Nó 90	0.15	123.00	145.15	22.15	
Nó 91	0.07	122.09	145.04	22.95	
Nó 92	0.13	119.99	144.96	24.97	
Nó 93	0.13	120.62	144.97	24.35	

31



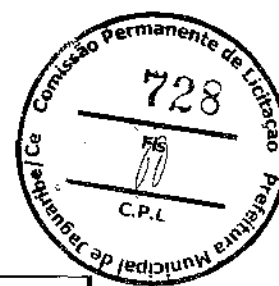
PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					
NÓ	CONSUMO (L/s)	COTA (m)	CARGA (m)	PRESSÃO (m)	OBSER.
Nó 94	0.11	120.76	145.00	24.24	
Nó 95	0.13	121.72	145.00	23.28	
Nó 96	0.09	121.79	144.98	23.19	
Nó 97	0.13	123.92	145.54	21.62	
Nó 98	0.09	122.81	145.04	22.23	
Nó 99	0.10	125.82	145.43	19.61	
Nó 100	0.09	125.87	145.63	19.76	
Nó 101	0.13	126.91	145.32	18.41	
Nó 103	0.09	125.36	145.57	20.21	
Nó 104	0.05	125.11	145.46	20.35	
Nó 105	0.07	126.20	146.00	19.80	
Nó 106	0.14	124.19	145.52	21.33	
Nó 107	0.14	121.74	145.27	23.53	
Nó 108	0.14	121.29	144.94	23.65	
Nó 109	0.07	122.63	144.17	21.54	
Nó 110	0.08	122.54	144.14	21.60	
Nó 111	0.15	126.53	145.27	18.74	
Nó 112	0.19	123.59	145.08	21.49	
Nó 113	0.19	123.30	144.56	21.26	
Nó 114	0.16	124.04	144.03	19.99	
Nó 115	0.12	122.96	146.09	23.13	
Nó 116	0.08	122.87	146.08	23.21	
Nó 117	0.14	123.69	146.17	22.48	
Nó 118	0.14	123.82	146.18	22.36	
Nó 119	0.16	126.53	146.07	19.54	
Nó 120	0.11	126.16	146.01	19.85	
Nó 121	0.17	123.38	144.19	20.81	
Nó 122	0.14	121.82	143.92	22.10	
Nó 123	0.15	120.62	143.81	23.19	
Nó 124	0.12	118.90	143.87	24.97	
Nó 125	0.14	117.81	143.77	25.96	
Nó 126	0.12	122.86	143.56	20.70	
Nó 127	0.15	120.33	144.02	23.69	
Nó 128	0.13	121.02	143.56	22.54	
Nó 129	0.11	116.63	143.76	27.13	
Nó 130	0.14	117.29	143.46	26.17	
Nó 131	0.08	117.04	143.86	26.82	
Nó 132	0.13	117.43	143.95	26.52	
Nó 133	0.19	121.82	144.23	22.41	
Nó 134	0.12	120.02	144.01	23.99	
Nó 135	0.08	116.57	143.95	27.38	
Nó 136	0.12	117.02	143.96	26.94	
Nó 137	0.18	125.45	144.50	19.05	
Nó 138	0.21	119.76	144.72	24.96	
Nó 139	0.14	118.67	144.72	26.05	
Nó 140	0.11	117.10	144.83	27.73	
Nó 141	0.14	118.29	144.83	26.54	

B



PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					
NÓ	CONSUMO (L/s)	COTA (m)	CARGA (m)	PRESSÃO (m)	OBSER.
Nó 142	0.17	123.57	144.89	21.32	
Nó 143	0.18	120.27	144.93	24.66	
Nó 144	0.04	118.00	144.72	26.72	
Nó 145	0.02	117.10	143.96	26.86	
Nó 146	0.11	125.11	145.69	20.58	
Nó 147	0.14	120.20	145.26	25.06	
Nó 148	0.12	118.15	145.01	26.86	
Nó 149	0.12	117.10	144.85	27.75	
Nó 150	0.09	118.14	144.83	26.69	
Nó 151	0.12	121.07	144.83	23.76	
Nó 152	0.11	121.64	144.85	23.21	
Nó 153	0.14	123.57	144.89	21.32	
Nó 154	0.18	123.04	145.01	21.97	
Nó 155	0.20	121.16	145.27	24.11	
Nó 156	0.16	126.19	145.54	19.35	
Nó 157	0.16	126.39	145.86	19.47	
Nó 158	0.11	124.14	145.59	21.45	
Nó 159	0.17	126.72	145.04	18.32	
Nó 160	0.12	125.83	144.92	19.09	
Nó 161	0.15	124.46	144.89	20.43	
Nó 162	0.06	121.44	144.89	23.45	
Nó 163	0.06	119.53	144.90	25.37	
Nó 164	0.12	120.95	144.90	23.95	
Nó 165	0.12	123.25	144.86	21.61	
Nó 166	0.14	122.56	145.04	22.48	
Nó 167	0.05	121.97	144.83	22.86	
Nó 168	0.03	119.00	144.82	25.82	
Nó 169	0.06	121.18	144.83	23.65	
Nó 170	0.08	121.58	144.83	23.25	
Nó 171	0.06	118.59	144.83	26.24	
Nó 172	0.19	126.81	145.43	18.62	
Nó 173	0.08	125.83	145.19	19.36	
Nó 174	0.11	128.43	145.80	17.37	
Nó 175	0.11	128.80	145.87	17.07	
Nó 176	0.11	128.02	146.62	18.60	
Nó 177	0.25	127.85	146.66	18.81	
Nó 178	0.09	125.28	146.26	20.98	
Nó 179	0.14	126.42	146.38	19.96	
Nó 180	0.09	121.93	146.08	24.15	
Nó 181	0.12	121.79	146.09	24.30	
Nó 182	0.09	122.82	146.09	23.27	
Nó 183	0.10	122.92	146.09	23.17	
Nó 184	0.11	125.86	146.03	20.17	
Nó 185	0.05	125.27	146.25	20.98	
Nó 186	0.08	126.83	145.17	18.34	
Nó 187	0.07	126.59	145.02	18.43	
Nó 188	0.02	126.07	145.02	18.95	

34



PLANILHA DE RESULTADOS - NÓS					
NÓ	CONSUMO (L/s)	COTA (m)	CARGA (m)	PRESSÃO (m)	OBSER.
Nó 189	0.10	124.02	144.86	20.84	
Nó 190	0.08	125.13	145.43	20.30	
Nó 192	0.00	151.50	152.16	0.66	Saida do reservatório
Nó 193	0.21	137.62	151.60	13.98	
Nó 194	0.06	136.96	151.54	14.58	
Nó 195	0.13	139.22	151.14	11.92	
Nó 196	0.12	134.57	150.54	15.97	
Nó 197	0.07	132.44	150.17	17.73	
Nó 198	0.11	131.43	150.01	18.58	
Nó 199	0.13	130.10	149.29	19.19	
Nó 200	0.15	130.32	148.98	18.66	
Nó 201	0.15	130.15	148.11	17.96	
Nó 202	0.19	130.42	147.83	17.41	
Nó 203	0.06	125.85	146.00	20.15	
Nó 204	0.13	125.14	145.72	20.58	
Nó 205	0.03	121.82	143.56	21.74	
Nó 206	0.18	120.15	142.86	22.71	
Nó 207	0.77	118.05	141.93	23.88	
Nó 208	0.15	118.66	141.03	22.37	
Nó 209	0.00	118.32	140.90	22.58	
Nó 210	0.00	119.18	140.71	21.53	
Nó 211	0.00	124.81	139.74	14.93	
Nó 212	0.00	127.87	139.00	11.13	
Nó 213	0.00	126.94	138.65	11.71	
Nó 214	0.00	125.14	137.90	12.76	
Nó 215	25.94	124.44	137.85	13.41	
RNF 191	-50.17	152.20	152.20	0.00	RAP_1100 m³

24



ZONA DE PRESSÃO 02 (ZP-02)

PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS

TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
1	1	2	158.11	50	0.63	0.32	3.32
2	2	3	82.49	50	0.10	0.05	0.08
3	3	4	153.55	75	-1.90	0.43	3.34
4	5	6	166.78	50	0.35	0.18	1.14
5	6	7	46.46	50	0.19	0.10	0.40
6	7	8	65.81	50	0.11	0.06	0.11
7	8	9	47.88	50	-0.22	0.11	0.51
8	9	6	65.38	50	-0.03	0.01	0.02
9	9	10	163.38	50	-0.49	0.25	2.06
10	10	5	70.80	50	0.49	0.25	2.06
11	5	11	82.63	50	0.23	0.12	0.54
12	11	12	214.02	50	0.28	0.14	0.76
13	12	7	108.91	50	0.03	0.01	0.02
14	10	13	12.18	50	-0.54	0.28	2.52
15	14	15	47.57	50	0.66	0.34	3.58
16	15	13	50.64	50	0.02	0.01	0.02
17	2	16	51.56	50	0.39	0.20	1.40
18	16	17	96.91	50	0.27	0.14	0.70
19	17	18	144.50	50	0.12	0.06	0.12
20	18	19	90.27	50	0.01	0.00	0.01
21	19	20	161.38	50	-0.11	0.06	0.11
22	20	17	76.84	50	0.00	0.00	0.00
23	20	21	90.61	50	-0.27	0.14	0.74
24	21	16	79.76	50	-0.02	0.01	0.01
25	21	3	53.15	50	-0.37	0.19	1.24
26	22	23	47.01	50	-0.16	0.08	0.29
27	23	24	12.93	50	0.25	0.13	0.63
28	24	9	53.31	50	-0.13	0.07	0.17
29	23	15	160.37	50	-0.52	0.26	2.31
30	25	24	50.09	50	-0.32	0.16	0.98
31	3	26	10.66	75	1.49	0.34	2.14
32	26	27	77.99	50	0.46	0.23	1.83
33	28	29	80.60	50	0.16	0.08	0.29
34	29	26	85.73	50	0.08	0.04	0.05
35	26	30	52.59	50	1.00	0.51	7.74
36	30	31	77.51	50	0.16	0.08	0.29
37	31	27	54.21	50	-0.82	0.42	5.28
38	27	32	30.56	50	-0.44	0.22	1.72
39	32	28	56.81	50	-0.49	0.25	2.08
40	28	33	69.75	50	-0.75	0.38	4.52
41	34	35	88.98	50	0.76	0.39	4.59
42	35	36	82.96	50	0.68	0.34	3.74

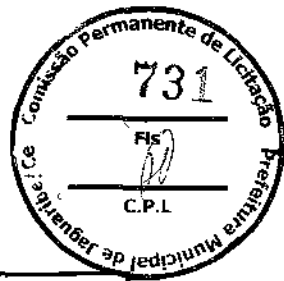
2/21



PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS

TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
43	36	37	99.15	50	0.66	0.33	3.53
44	37	38	86.85	50	0.57	0.29	2.70
45	38	39	105.58	50	0.48	0.24	1.97
46	39	40	136.16	50	0.31	0.16	0.92
47	40	41	144.88	50	0.15	0.08	0.25
48	41	42	45.73	50	0.06	0.03	0.04
49	42	43	62.22	50	0.03	0.02	0.02
50	42	44	62.29	50	0.03	0.02	0.02
51	44	45	138.50	50	-0.07	0.03	0.05
52	40	46	47.36	50	0.00	0.00	0.00
53	46	47	135.46	50	-0.31	0.16	0.92
54	47	39	51.38	50	-0.02	0.01	0.02
55	47	48	69.37	50	0.08	0.04	0.05
56	48	45	144.28	50	0.34	0.17	1.07
57	42	46	145.86	50	-0.15	0.08	0.26
58	47	49	103.24	50	-0.53	0.27	2.42
59	50	48	101.11	50	0.53	0.27	2.41
60	50	51	91.50	50	-0.52	0.26	2.32
61	51	52	41.32	50	0.40	0.21	1.46
62	52	53	71.07	50	0.35	0.18	1.15
63	53	54	74.98	50	0.28	0.14	0.78
64	49	54	27.86	50	-0.07	0.04	0.05
65	54	50	65.78	50	0.13	0.07	0.17
66	49	55	88.93	50	-0.57	0.29	2.75
67	55	56	86.55	50	-0.65	0.33	3.49
68	56	36	57.71	50	0.09	0.05	0.06
69	56	57	87.24	50	-0.72	0.37	4.24
70	57	31	67.82	50	-0.13	0.07	0.18
71	31	58	90.76	50	0.70	0.36	4.03
72	58	56	57.72	50	0.16	0.08	0.28
73	58	59	38.44	50	0.46	0.23	1.85
74	59	60	15.55	50	0.43	0.22	1.64
75	60	61	21.16	50	0.41	0.21	1.50
76	61	62	42.76	50	0.38	0.19	1.31
77	62	51	23.26	50	0.99	0.51	7.58
78	62	63	43.21	50	-0.66	0.34	3.61
79	63	30	95.88	50	-0.73	0.37	4.34
80	57	64	85.76	50	-0.71	0.36	4.11
81	64	32	70.97	50	0.03	0.02	0.02
82	33	64	57.25	50	0.99	0.50	7.55
83	48	65	22.76	50	0.11	0.06	0.10
84	65	66	43.14	50	0.02	0.01	0.01
85	65	67	67.43	50	0.03	0.02	0.02

BM



PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS							
TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
86	12	68	99.58	50	0.05	0.03	0.03
87	45	69	59.53	50	0.11	0.06	0.10
88	69	70	84.81	50	0.04	0.02	0.03
89	71	72	92.84	50	0.66	0.33	3.55
90	72	73	13.70	50	0.51	0.26	2.24
91	73	74	26.34	50	-0.14	0.07	0.21
92	74	75	72.94	50	0.73	0.37	4.32
93	75	76	77.18	50	0.32	0.16	0.97
94	76	11	97.89	50	0.24	0.12	0.58
95	75	5	104.42	50	0.29	0.15	0.83
96	73	10	86.26	50	0.59	0.30	2.91
97	72	13	85.67	50	0.59	0.30	2.93
98	77	1	91.99	50	0.82	0.42	5.31
99	4	78	99.15	50	-0.65	0.33	3.46
100	72	79	27.74	50	-0.56	0.28	2.61
101	79	80	173.21	50	-0.89	0.45	6.16
102	80	81	57.92	50	-0.56	0.28	2.62
103	81	82	37.04	50	0.02	0.01	0.02
104	82	83	127.39	50	0.18	0.09	0.35
105	83	84	39.47	50	0.30	0.15	0.87
106	84	80	168.14	50	0.20	0.10	0.43
107	80	85	94.58	50	-0.37	0.19	1.25
108	86	79	93.01	50	0.74	0.38	4.40
109	79	74	14.81	50	0.92	0.47	6.60
110	87	81	90.38	50	0.67	0.34	3.67
111	82	88	91.04	50	-0.28	0.14	0.75
112	88	89	45.74	50	-0.56	0.28	2.64
113	89	90	74.59	50	0.08	0.04	0.06
114	90	91	43.72	50	0.54	0.27	2.45
115	91	88	74.84	50	0.12	0.06	0.13
116	88	92	121.80	50	0.24	0.12	0.60
117	92	93	73.50	50	-0.12	0.06	0.13
118	93	94	81.95	50	-0.19	0.09	0.37
119	94	95	113.19	50	0.05	0.03	0.03
120	95	96	78.12	50	0.16	0.08	0.28
121	96	93	117.10	50	0.07	0.03	0.04
122	91	94	37.15	50	0.35	0.18	1.12
123	83	92	71.35	50	-0.23	0.12	0.56
124	97	89	84.97	50	0.74	0.38	4.45
125	95	98	76.52	50	-0.23	0.12	0.56
126	90	98	110.68	50	0.32	0.16	0.99
127	99	100	90.89	50	-0.51	0.26	2.25
128	101	99	70.59	50	-0.42	0.21	1.55

81



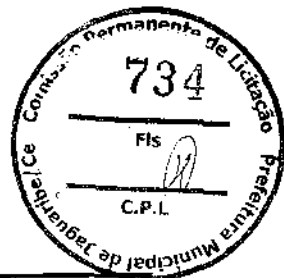
PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS							
TRECHO	Nó inicio	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
131	104	105	94.39	50	-0.85	0.43	5.69
132	105	100	52.46	50	0.95	0.48	6.99
133	100	103	54.18	50	0.35	0.18	1.13
134	103	106	74.83	50	0.26	0.13	0.67
135	106	97	12.94	100	-2.12	0.27	0.99
136	106	107	111.50	50	0.51	0.26	2.25
137	107	87	12.44	100	-3.37	0.43	2.32
138	107	108	72.39	75	2.26	0.51	4.60
139	108	85	13.01	75	0.44	0.10	0.24
140	108	109	106.75	50	0.96	0.49	7.14
141	109	110	35.46	75	0.89	0.20	0.84
142	110	86	12.02	75	-0.99	0.22	1.01
143	110	77	33.15	75	1.40	0.32	1.92
144	101	111	61.62	50	0.29	0.15	0.80
145	111	112	124.46	50	0.41	0.21	1.49
146	112	113	84.32	50	0.89	0.45	6.20
147	113	114	116.90	50	0.75	0.38	4.53
148	114	78	33.65	50	0.65	0.33	3.45
149	114	110	80.92	50	-0.39	0.20	1.41
150	113	108	91.53	50	-0.71	0.36	4.11
151	112	107	87.35	75	-1.49	0.34	2.14
152	111	106	89.70	75	-1.73	0.39	2.81
153	115	116	61.42	50	0.12	0.06	0.12
154	115	117	73.31	50	-0.33	0.17	1.00
155	118	117	7.94	50	0.41	0.21	1.51
156	119	120	120.77	50	0.22	0.11	0.51
157	121	122	84.75	50	0.62	0.31	3.15
158	123	122	39.94	50	-0.57	0.29	2.72
159	122	124	74.43	50	0.25	0.13	0.61
160	124	125	43.58	50	0.52	0.27	2.35
161	125	123	72.85	50	-0.23	0.12	0.54
162	123	126	105.89	50	0.52	0.27	2.33
163	113	121	104.26	50	0.66	0.34	3.59
164	121	127	74.37	50	0.51	0.26	2.26
165	127	124	62.00	50	0.52	0.27	2.32
166	128	125	110.22	50	-0.47	0.24	1.95
167	125	129	71.44	50	0.14	0.07	0.21
168	129	130	115.10	50	0.55	0.28	2.53
169	130	128	72.31	50	-0.37	0.19	1.26
170	124	131	68.78	50	0.12	0.06	0.14
171	131	129	47.11	50	0.52	0.26	2.29
172	131	132	41.61	50	-0.47	0.24	1.96
173	132	127	71.08	50	-0.33	0.17	1.01



PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS

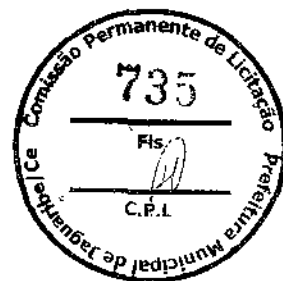
TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
174	127	133	103.33	50	-0.48	0.25	2.04
175	133	134	68.80	50	0.62	0.31	3.15
176	134	132	111.40	50	0.24	0.12	0.59
177	132	135	39.05	50	-0.04	0.02	0.02
178	135	136	119.08	50	-0.12	0.06	0.12
179	136	134	78.52	50	-0.26	0.13	0.65
180	133	137	74.62	50	-0.67	0.34	3.67
181	137	121	94.44	50	0.64	0.32	3.35
182	133	138	153.76	50	-0.62	0.32	3.20
183	138	139	47.57	50	-0.08	0.04	0.05
184	139	140	164.01	50	-0.26	0.13	0.65
185	140	141	53.18	50	0.01	0.01	0.01
186	141	138	167.23	50	0.25	0.13	0.65
187	138	142	76.21	50	-0.50	0.26	2.16
188	142	143	169.02	50	-0.16	0.08	0.28
189	143	141	77.91	50	0.38	0.19	1.32
190	139	144	90.57	50	0.04	0.02	0.03
191	136	145	44.21	50	0.02	0.01	0.01
192	120	146	94.53	50	0.64	0.32	3.36
193	147	148	79.52	50	0.61	0.31	3.11
194	148	149	57.53	50	0.57	0.29	2.75
195	149	150	89.91	50	0.14	0.07	0.22
196	150	151	83.76	50	-0.01	0.01	0.01
197	151	152	117.28	50	-0.14	0.07	0.19
198	152	149	79.41	50	0.07	0.03	0.05
199	152	153	36.31	50	-0.31	0.16	0.94
200	153	154	59.64	50	-0.50	0.25	2.12
201	154	148	115.99	50	0.08	0.04	0.05
202	147	155	117.96	50	-0.12	0.06	0.14
203	155	154	81.25	50	0.62	0.31	3.17
204	155	156	104.67	50	-0.56	0.28	2.61
206	157	119	107.21	50	-0.47	0.24	1.92
207	146	158	14.44	50	0.93	0.47	6.70
208	158	147	102.32	50	0.63	0.32	3.28
209	158	156	118.52	50	0.19	0.10	0.39
210	159	160	64.52	50	0.46	0.23	1.86
211	160	161	60.20	50	0.19	0.10	0.40
212	161	162	57.46	50	0.01	0.00	0.01
213	162	163	72.28	50	-0.05	0.03	0.03
214	163	164	53.19	50	-0.11	0.06	0.10
215	164	161	72.82	50	0.11	0.06	0.10
216	161	165	131.42	50	0.15	0.07	0.24
217	165	153	61.87	50	-0.19	0.10	0.38

2/1

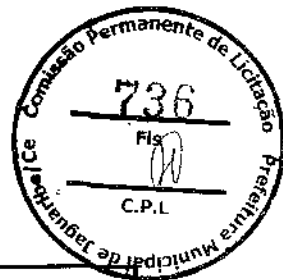


PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS

TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
218	153	160	130.88	50	-0.15	0.07	0.24
219	154	159	124.34	50	-0.14	0.07	0.20
220	159	166	86.18	50	0.02	0.01	0.01
221	165	167	67.92	50	0.21	0.11	0.48
222	167	151	40.02	50	0.00	0.00	0.00
223	146	157	118.59	50	-0.40	0.20	1.45
224	168	169	71.27	50	-0.03	0.02	0.02
225	169	170	45.64	50	-0.09	0.05	0.06
226	170	167	6.98	50	-0.17	0.09	0.31
227	170	171	122.47	50	0.00	0.00	0.01
228	171	150	9.79	50	-0.06	0.03	0.05
229	166	164	125.05	50	0.34	0.17	1.09
230	159	172	79.28	50	-0.79	0.40	4.92
231	166	173	80.51	50	-0.46	0.24	1.88
232	173	172	95.59	50	-0.54	0.28	2.51
233	155	172	117.12	50	-0.39	0.20	1.35
234	172	174	109.76	75	-1.90	0.43	3.37
235	174	156	107.85	50	0.53	0.27	2.36
236	174	175	11.77	75	-2.54	0.57	5.75
237	175	176	113.82	75	-2.74	0.62	6.64
238	177	176	14.32	100	3.70	0.47	2.76
239	177	178	84.67	50	0.77	0.39	4.72
240	178	118	92.80	50	0.31	0.16	0.92
241	118	179	84.54	50	-0.52	0.27	2.34
242	176	119	97.72	50	0.85	0.43	5.69
243	157	175	107.26	50	-0.09	0.05	0.07
244	116	180	103.58	50	0.04	0.02	0.02
245	180	181	75.70	50	-0.05	0.03	0.04
246	181	115	107.37	50	-0.09	0.05	0.06
247	181	182	74.78	50	-0.08	0.04	0.06
248	182	183	7.37	50	0.09	0.04	0.06
249	183	184	84.08	50	0.27	0.14	0.72
250	184	120	17.87	100	2.40	0.31	1.24
251	118	183	112.96	50	0.28	0.14	0.78
252	182	117	112.39	50	-0.26	0.13	0.68
253	117	185	92.80	50	-0.32	0.16	0.96
254	185	178	7.06	50	-0.37	0.19	1.24
255	140	149	14.73	50	-0.38	0.19	1.31
256	142	186	64.65	50	-0.74	0.38	4.40
257	186	187	44.27	50	0.64	0.32	3.35
258	187	188	38.21	50	0.02	0.01	0.01
259	187	189	63.28	50	0.55	0.28	2.54
260	189	137	96.89	50	0.67	0.34	3.70



PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS							
TRECHO	Nó inicio	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
261	189	142	46.27	50	-0.23	0.11	0.52
262	33	128	56.41	75	-1.83	0.41	3.13
263	34	130	108.75	50	-0.78	0.40	4.83
264	64	34	73.40	50	0.11	0.06	0.10
265	122	114	103.43	50	-0.34	0.17	1.07
266	123	78	99.81	50	-0.33	0.17	1.04
267	78	77	81.94	50	-0.48	0.25	2.03
268	186	111	48.02	75	-1.46	0.33	2.05
269	137	112	110.26	50	-0.82	0.42	5.26
270	104	190	6.69	50	0.80	0.41	5.09
271	190	99	40.42	50	0.00	0.00	0.00
272	143	190	119.13	50	-0.72	0.37	4.16
273	120	105	6.51	100	1.87	0.24	0.79
274	191	192	49.78	350	50.17	0.52	0.71
275	192	193	159.04	250	50.17	1.02	3.83
276	193	194	16.40	250	49.96	1.02	3.80
277	194	195	105.57	250	49.90	1.02	3.79
278	195	196	158.06	250	49.77	1.01	3.77
279	196	197	98.11	250	49.65	1.01	3.75
280	197	198	42.74	250	49.58	1.01	3.74
281	198	199	193.68	250	49.47	1.01	3.73
282	199	200	84.63	250	49.34	1.01	3.71
283	200	201	235.41	250	49.19	1.00	3.69
284	201	202	76.63	250	49.04	1.00	3.66
285	202	177	319.63	250	48.85	1.00	3.64
286	177	179	96.10	250	44.13	0.90	3.00
287	179	184	119.11	250	43.47	0.89	2.91
288	184	203	9.41	250	41.23	0.84	2.63
289	203	204	107.06	250	41.17	0.84	2.63
290	204	97	74.60	250	40.11	0.82	2.50
291	97	87	108.95	250	37.12	0.76	2.16
292	87	85	69.13	200	32.95	1.05	5.29
293	85	86	147.66	200	32.86	1.05	5.26
294	86	71	32.29	200	30.99	0.99	4.70
295	71	14	91.32	200	30.24	0.96	4.49
296	14	1	11.66	150	2.92	0.17	0.24
297	1	4	81.29	150	2.95	0.17	0.25
298	4	126	96.29	150	1.49	0.08	0.07
299	126	205	38.76	150	1.89	0.11	0.11
300	205	128	33.47	150	1.86	0.11	0.11
301	90	204	85.54	50	-0.93	0.47	6.65
302	8	25	51.57	50	0.26	0.13	0.65
303	25	206	61.36	50	0.50	0.25	2.14



PLANILHA DE RESULTADOS - TRECHOS							
TRECHO	Nó início	Nó final	L (m)	D (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	P.C. (m/Km)
304	14	22	158.60	200	26.50	0.84	3.49
305	22	206	49.91	200	26.54	0.84	3.50
306	206	207	260.97	200	26.86	0.85	3.58
307	207	208	264.26	200	26.09	0.83	3.39
308	208	209	39.16	200	25.94	0.83	3.35
309	209	210	57.07	200	25.94	0.83	3.35
310	210	211	287.81	200	25.94	0.83	3.35
311	211	212	220.55	200	25.94	0.83	3.35
312	212	213	106.21	200	25.94	0.83	3.35
313	213	214	223.67	200	25.94	0.83	3.35
314	214	215	13.88	200	25.94	0.83	3.35

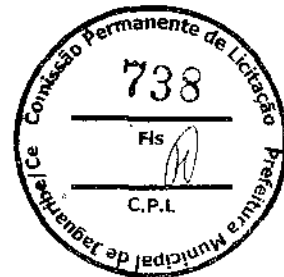
A large, stylized handwritten signature or scribble in the bottom right corner of the page.

A small, handwritten mark or signature in the bottom center of the page.



ZONA DE PRESSÃO (ZP-02)			
PLANILHA DE RESULTADOS - ESTATICA			
Identificador do Nó	Cota (m)	Carga Hidráulica (m)	Pressão (m)
Nó 1	120.06	155.3	35.24
Nó 2	120.04	155.3	35.26
Nó 3	121.6	155.3	33.7
Nó 4	122.1	155.3	33.2
Nó 5	119.34	155.3	35.96
Nó 6	118.71	155.3	36.59
Nó 7	118.4	155.3	36.9
Nó 8	120.41	155.3	34.89
Nó 9	119.54	155.3	35.76
Nó 10	119.25	155.3	36.05
Nó 11	119.1	155.3	36.2
Nó 12	118.15	155.3	37.15
Nó 13	119.21	155.3	36.09
Nó 14	120.09	155.3	35.21
Nó 15	119.86	155.3	35.44
Nó 16	120.1	155.3	35.2
Nó 17	120.13	155.3	35.17
Nó 18	117.1	155.3	38.2
Nó 19	119.06	155.3	36.24
Nó 20	121.1	155.3	34.2
Nó 21	121.85	155.3	33.45
Nó 22	120.05	155.3	35.25
Nó 23	119.89	155.3	35.41
Nó 24	119.84	155.3	35.46
Nó 25	120.25	155.3	35.05
Nó 26	121.63	155.3	33.67
Nó 27	120.03	155.3	35.27
Nó 28	122.21	155.3	33.09
Nó 29	122.67	155.3	32.63
Nó 30	121.76	155.3	33.54
Nó 31	119.59	155.3	35.71
Nó 32	120.84	155.3	34.46
Nó 33	121.15	155.3	34.15
Nó 34	116.81	155.3	38.49
Nó 35	116.44	155.3	38.86
Nó 36	116.61	155.3	38.69
Nó 37	116.87	155.3	38.43
Nó 38	116.84	155.3	38.46
Nó 39	116.65	155.3	38.65

BA



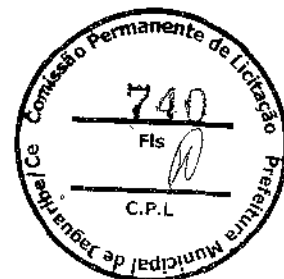
Nó 40	116.56	155.3	38.74
Nó 41	116.38	155.3	38.92
Nó 42	117.16	155.3	38.14
Nó 43	116.31	155.3	38.99
Nó 44	116.73	155.3	38.57
Nó 45	118.11	155.3	37.19
Nó 46	117.44	155.3	37.86
Nó 47	117.06	155.3	38.24
Nó 48	117.93	155.3	37.37
Nó 49	118.86	155.3	36.44
Nó 50	119.1	155.3	36.2
Nó 51	120.85	155.3	34.45
Nó 52	121.78	155.3	33.52
Nó 53	121.51	155.3	33.79
Nó 54	119.25	155.3	36.05
Nó 55	121.27	155.3	34.03
Nó 56	118.67	155.3	36.63
Nó 57	117.71	155.3	37.59
Nó 58	120.62	155.3	34.68
Nó 59	121.58	155.3	33.72
Nó 60	121.84	155.3	33.46
Nó 61	121.1	155.3	34.2
Nó 62	121.5	155.3	33.8
Nó 63	121.1	155.3	34.2
Nó 64	119.42	155.3	35.88
Nó 65	118.62	155.3	36.68
Nó 66	118.08	155.3	37.22
Nó 67	118.26	155.3	37.04
Nó 68	120.17	155.3	35.13
Nó 69	118.97	155.3	36.33
Nó 70	118.89	155.3	36.41
Nó 71	122.05	155.3	33.25
Nó 72	119.62	155.3	35.68
Nó 73	119.71	155.3	35.59
Nó 74	119.7	155.3	35.6
Nó 75	119	155.3	36.3
Nó 76	119.94	155.3	35.36
Nó 77	121.89	155.3	33.41
Nó 78	123.64	155.3	31.66
Nó 79	119.74	155.3	35.56
Nó 80	119.1	155.3	36.2
Nó 81	119.1	155.3	36.2
Nó 82	119.96	155.3	35.34
Nó 83	119.1	155.3	36.2

BM



Nó 84	119.1	155.3	36.2
Nó 85	121.07	155.3	34.23
Nó 86	122.28	155.3	33.02
Nó 87	121.57	155.3	33.73
Nó 88	121.72	155.3	33.58
Nó 89	122.02	155.3	33.28
Nó 90	123	155.3	32.3
Nó 91	122.09	155.3	33.21
Nó 92	119.99	155.3	35.31
Nó 93	120.62	155.3	34.68
Nó 94	120.76	155.3	34.54
Nó 95	121.72	155.3	33.58
Nó 96	121.79	155.3	33.51
Nó 97	123.92	155.3	31.38
Nó 98	122.81	155.3	32.49
Nó 99	125.82	155.3	29.48
Nó 100	125.87	155.3	29.43
Nó 101	126.91	155.3	28.39
Nó 103	125.36	155.3	29.94
Nó 104	125.11	155.3	30.19
Nó 105	126.2	155.3	29.1
Nó 106	124.19	155.3	31.11
Nó 107	121.74	155.3	33.56
Nó 108	121.29	155.3	34.01
Nó 109	122.63	155.3	32.67
Nó 110	122.54	155.3	32.76
Nó 111	126.53	155.3	28.77
Nó 112	123.59	155.3	31.71
Nó 113	123.3	155.3	32
Nó 114	124.04	155.3	31.26
Nó 115	122.96	155.3	32.34
Nó 116	122.87	155.3	32.43
Nó 117	123.69	155.3	31.61
Nó 118	123.82	155.3	31.48
Nó 119	126.53	155.3	28.77
Nó 120	126.16	155.3	29.14
Nó 121	123.38	155.3	31.92
Nó 122	121.82	155.3	33.48
Nó 123	120.62	155.3	34.68
Nó 124	118.9	155.3	36.4
Nó 125	117.81	155.3	37.49
Nó 126	122.86	155.3	32.44
Nó 127	120.33	155.3	34.97
Nó 128	121.02	155.3	34.28

19



Nó 129	116.63	155.3	38.67
Nó 130	117.29	155.3	38.01
Nó 131	117.04	155.3	38.26
Nó 132	117.43	155.3	37.87
Nó 133	121.82	155.3	33.48
Nó 134	120.02	155.3	35.28
Nó 135	116.57	155.3	38.73
Nó 136	117.02	155.3	38.28
Nó 137	125.45	155.3	29.85
Nó 138	119.76	155.3	35.54
Nó 139	118.67	155.3	36.63
Nó 140	117.1	155.3	38.2
Nó 141	118.29	155.3	37.01
Nó 142	123.57	155.3	31.73
Nó 143	120.27	155.3	35.03
Nó 144	118	155.3	37.3
Nó 145	117.1	155.3	38.2
Nó 146	125.11	155.3	30.19
Nó 147	120.2	155.3	35.1
Nó 148	118.15	155.3	37.15
Nó 149	117.1	155.3	38.2
Nó 150	118.14	155.3	37.16
Nó 151	121.07	155.3	34.23
Nó 152	121.64	155.3	33.66
Nó 153	123.57	155.3	31.73
Nó 154	123.04	155.3	32.26
Nó 155	121.16	155.3	34.14
Nó 156	126.19	155.3	29.11
Nó 157	126.39	155.3	28.91
Nó 158	124.14	155.3	31.16
Nó 159	126.72	155.3	28.58
Nó 160	125.83	155.3	29.47
Nó 161	124.46	155.3	30.84
Nó 162	121.44	155.3	33.86
Nó 163	119.53	155.3	35.77
Nó 164	120.95	155.3	34.35
Nó 165	123.25	155.3	32.05
Nó 166	122.56	155.3	32.74
Nó 167	121.97	155.3	33.33
Nó 168	119	155.3	36.3
Nó 169	121.18	155.3	34.12
Nó 170	121.58	155.3	33.72
Nó 171	118.59	155.3	36.71
Nó 172	126.81	155.3	28.49



Nó 173	125.83	155.3	29.47
Nó 174	128.43	155.3	26.87
Nó 175	128.8	155.3	26.5
Nó 176	128.02	155.3	27.28
Nó 177	127.85	155.3	27.45
Nó 178	125.28	155.3	30.02
Nó 179	126.42	155.3	28.88
Nó 180	121.93	155.3	33.37
Nó 181	121.79	155.3	33.51
Nó 182	122.82	155.3	32.48
Nó 183	122.92	155.3	32.38
Nó 184	125.86	155.3	29.44
Nó 185	125.27	155.3	30.03
Nó 186	126.83	155.3	28.47
Nó 187	126.59	155.3	28.71
Nó 188	126.07	155.3	29.23
Nó 189	124.02	155.3	31.28
Nó 190	125.13	155.3	30.17
Nó 192	151.5	155.3	3.8
Nó 193	137.62	155.3	17.68
Nó 194	136.96	155.3	18.34
Nó 195	139.22	155.3	16.08
Nó 196	134.57	155.3	20.73
Nó 197	132.44	155.3	22.86
Nó 198	131.43	155.3	23.87
Nó 199	130.1	155.3	25.2
Nó 200	130.32	155.3	24.98
Nó 201	130.15	155.3	25.15
Nó 202	130.42	155.3	24.88
Nó 203	125.85	155.3	29.45
Nó 204	125.14	155.3	30.16
Nó 205	121.82	155.3	33.48
Nó 206	120.15	155.3	35.15
Nó 207	118.05	155.3	37.25
Nó 208	118.66	155.3	36.64
Nó 209	118.32	155.3	36.98
Nó 210	119.18	155.3	36.12
Nó 211	124.81	155.3	30.49
Nó 212	127.87	155.3	27.43
Nó 213	126.94	155.3	28.36
Nó 214	125.14	155.3	30.16
Nó 215	124.44	155.3	30.86
RNF 191	155.3	155.3	0

89



Sistema de Tratamento



Dimensionamento do Sistema de Coagulação e medição água bruta
Calha Parshall
 (Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)

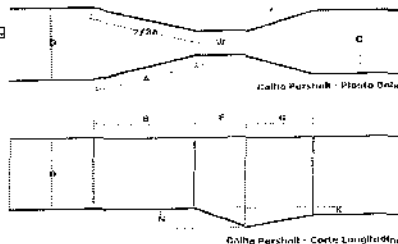
1.0 UNIDADE DE COAGULAÇÃO - MISTURA RÁPIDA

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema preliminar para mistura rápida e medidor de vazão do tipo Parshall. Será aproveitado a calha parshall para favorecer a mistura rápida do coagulante.

1.2. MEDIDOR DE VAZÃO: CALHA PARSHALL

O medidor de vazão utilizado para a ETA será a Calha Parshall. A partir das vazões máximas e mínimas da ETA, pela Tabela a seguir define-se suas dimensões, especificando-o pela largura de sua seção estrangulada (garganta).



As vazões a serem consideradas para o dimensionamento são:

Vazão

Q min	62,44	L/s
Q med	74,62	L/s
Q max	91	L/s

Será adotada a Calha Parshall com capacidade de atendimento entre a Qmin (Q início plano) e a Qmax (Q final de plano).

Especificação: **9pol**

(pol)	W (cm)	A	B	C	D	E	F	G	K	N	Q min (L/s)	Q max (L/s)
1pol	2,5	36,3	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9		
3pol	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	0,85	53,8
6pol	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4	1,52	110,4
9pol	22,9	88,0	86,4	51,0	57,5	76,3	30,5	45,7	7,6	11,4	2,55	251,9
1	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	3,11	455,6
1 1/2	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	4,25	686,2
2	61,0	152,5	149,8	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	11,89	936,7
3	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	17,26	1428,3
4	122,0	183,0	179,5	152,5	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	36,79	1921,5
5	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	62,89	2422,0
6	183,0	213,5	209,9	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	74,40	2929,0
7	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	115,40	3440,0
8	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9	130,70	3950,0
10	305,0	274,5	427,0	366,0	473,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3	200,00	5860,0

Para relacionar a vazão com a altura da lâmina de água, utiliza-se a seguinte equação: **Q = k · Hⁿ**
 onde "k" e "n" são em função da calha parshall adotada, conforme se verifica na tabela abaixo:

W	cm	n	K
3pol	7,6	1,547	0,176
6pol	15,2	1,580	0,381
9pol	22,9	1,530	0,535
1	30,5	1,522	0,690
1,5	45,7	1,538	1,054
2	61	1,550	1,426
3	91,5	1,566	2,182
4	122	1,578	2,935
5	152,5	1,597	3,728
6	183	1,595	4,515
7	213,5	1,601	5,306
8	244	1,606	6,101

Para W = 9pol

K	n
0,535	1,530

A equação ficará igual a:

$$Q = 0,535 H^{1,530}$$

Q : m³/s
 H : m

Calha parshall selecionada é de 9"

BA



1.0 UNIDADE DE COAGULAÇÃO - MISTURA RÁPIDA

1.3. Misturador hidráulico: CALHA PARSHAL

Verificação do gradiente de velocidade para mistura rápida - Coagulação. Saída livre na calha parshall

Q (m³/s)	H (m)	D (m)	V ₀ (m/s)	E ₀ (m)	cos α	α	Início Ressalto			Fim Ressalto		
							V ₁ (m/s)	y ₁ (m)	N ₁ Fr ₁	y ₂ (m)	y ₃ (m)	V ₂ (m)
0.0624	0.246	0.460	0.553	0.375	-0.691	2.333	2.232	0.121	2.0	0.296	0.258	0.636
0.0748	0.276	0.460	0.588	0.408	-0.729	2.368	2.285	0.142	1.9	0.324	0.286	0.687
0.0910	0.314	0.460	0.630	0.448	-0.770	2.450	2.345	0.168	1.8	0.358	0.320	0.748

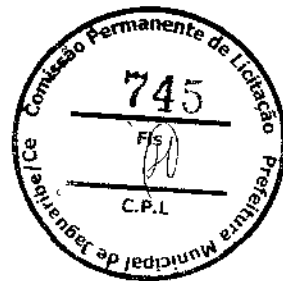
Calculo gradiente de velocidade

	hf (m)	L (s)	G (s ⁻¹)
Início Plano	0.064	0.318	1498
Med Plano	0.066	0.308	1550
Final de plano	0.070	0.296	1625

Temp. 25 °C
 Massa específica 997.10 Kg/m³
 Viscosidade 8.94E-05 kg *s /m²

-Com as vazões de projeto foram calculados os gradientes de mistura, gerando valores ótimos para favorecer o processo de coagulação.

BA



Dimensionamento do Sistema de Filtração
Filtro de Fluxo Descendente
 (Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)

1. Dimensionamento do Número de Unidade Filtrante

Vazão de Adução Bruta	$Q_{ETA(20)}$	327,46 m ³ /h
Tempo de Bombeamento	T	18 h
Volume de Filtração Diário (V _F)	$Q_{ETA(20)} \times T$	5.894,21 m ³
* Número de Filtros Necessários	$0,044 \times Q^{0,25}$ (m ³ /dia)	3,38 un
Número de Filtros Adotados	N	04 un

* 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 empírica de Morrill e Wallace.

2. Dimensionamento do Filtro

Regimen: Filtros com Taxa Declinante Variável

* Taxa de filtração Máxima Diária Adotada (T _F)		240 (m ³ /m ² .dia)
Área Necessária para o Filtro (A)	$V_F / (T_F \times N)$	6,14 m ²
Largura interna do decantador	B _{int}	12,25 m
Espessura de paredes	e	0,25 m
Largura do Filtro Adotado (i)	B	2,875 m
- Largura dos filtros aproveitando a largura total dos sedimentadores		
Comprimento do filtro	L	2,15 m
Área de Filtração Efetiva (A _{ef})	L x B	6,18 m ²
Taxa de Filtração Efetiva do Filtro (T _{Fef})	$V_F / (N \times A_{ef})$	238,39 (m ³ /m ² .dia)

* OBS.: De acordo com a norma NBR 12216, item 5.12.5.1: em caso de filtros de fluxo descendente, a taxa de filtração recomendável para filtros de camada simples deve ser de 180 m³/m².dia ou 7,5 m³/m².h. Para filtros de uma camada Ritcher recomenda 120 - 360 m³/m².dia

3. Descrição do Método de Lavagem do Filtro

Método de operação	taxa constante	
Entrada no filtro	tubulação / difusores	
Saída dos filtros	calha coletora e soleiras	
Método de lavagem	descargas contínuas e limpeza geral	
Número de filtros (N)	04 un	
Área de Filtração Efetiva (A _{ef})	6,18 m ²	
* Velocidade de lavagem (U _{LAV})	48,50 m/h	ou 0,81 m/min
* Duração da lavagem (T _{LAV})	10 min	ou 0,17 h

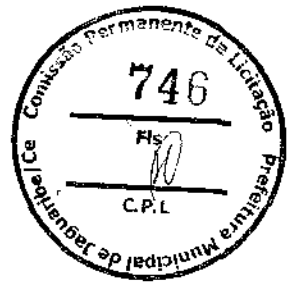
* OBS.: 1. Conforme diretrizes operacionais o tempo de lavagem deve situar entre 7 a 10 minutos e a velocidade ascensional de lavagem deve utilizar o parâmetro entre 1,0 a 1,2 m/min (PROSAB, Coordenador Di Bernardo, pag 251 e seguinte). A NBR 12216 recomenda a velocidade ascensional mínima de 60 cm/min.

4. Cálculo das Vazões de Lavagem para cada Filtro

Vazão de Lavagem (Q _{LAV})	$U_{LAV} \times A_{ef}$	ou	300,41 m ³ /h
			83,45 L/s
Volume Gasto na Lavagem (V _{LAV})	$Q_{LAV} \times T_{LAV}$		51,07 m ³
Vol. Total Gasto em todos os filtros (V _{TOTL})	V _{TOTL}		204,28 m ³
Volume no Ano 20: (V ₂₀)	$k_1 \times P_{20} \times Q$		1871,18 m ³
	3000		

1. OBS.: O filtro será lavado por bombeo a partir da caixa RAP Projetado de 1100 m³ projetado, preferencialmente nos horários de menor consumo.

31



5. Meio Filtrante

5.1 Filtro de Areia

			Volume m ³
Espessura da Camada de Areia	0.80 m		19.78
*Tamanho Efetivo - T. E. - d ₁₀	0.75 mm	0,55 TE ≤ 1,68	
Tamanho d ₆₀	1.1 mm		
*Coeficiente de Desuniformidade - C. DU. -	1.5	≤ 1,8	

OBS.: Conforme da camada filtrante para filtro descendente no projeto de sistema de abastecimento de água utilizado usualmente pela CAGECE.

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

6. Camada Suporte

6.1 Camada Suporte com vigas Californianas

Tamanho dos grãos (mm)	Espessura (cm)		Volume m ³
1 1/2" - 1"	15.00	1 Fundo	3.71
1" - 3/4"	7.50	2	1.85
3/4" - 1/2"	7.50	3	1.85
1/2" - 1/4"	7.50	4	1.85
1/4" - 1/8"	7.50	5 Topo	1.85
Total	45.0		11.13

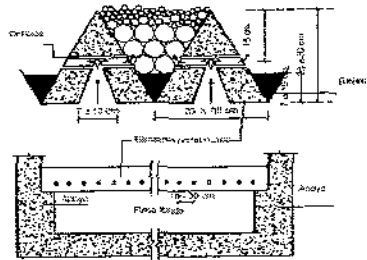


Figura 51. Falso fundo com vigas em forma de V invertidas

Comprimento da Viga	2.150	m
Largura da Viga	0.20	m
Altura da Viga	0.30	m
Número de vigas do filtro	10.00	unidades
Diâmetro dos orifícios (varia de 9,6 a 19mm)	18	mm
Seção unitária do orifício	2.54E-04	m ²
Espaçamento entre os orifícios (10 a 30cm)	0.143	m
Número de orifícios por viga	14.00	unidades
Número total de orifícios	140.0	unidades

7. Calha Coletora de Água

Será adotada calha com seção retangular

Comprimento da Calha (L _c)	L _c	2.15 m
Altura da Calha (h)	h	0.30 m
Largura da Calha (b)	b	0.70 m
Altura da lamina (H _a)	H _a	0.20 m
Cálculo da Vazão Máxima na Calha	$Q = 1,38 \cdot b \cdot c \cdot H_a^{3/2}$	0.15 m ³ /s
Vazão de Lavagem	0.083 m ³ /s	<< 0.16 m ³ /s ok
Cálculo da carga sobre a calha		
largura da Calha como vertedouro (L)	L _{vert}	4.30 m
Carga sobre vertedouro Ecu Francis	$Q = 1,838 \cdot L \cdot H_v^{3/2}$	
Carga sobre vertedouro (H _v)	H _v	0.048 m

7/1



8. Perda de Carga Durante a Lavagem

8.1 Cálculo da Expansão do Leito Filtrante Durante a Lavagem

$$\text{Porosidade Expandida Global } (\varepsilon) : \quad \varepsilon = \frac{1}{\sum \frac{X_i}{(1 - \varepsilon_{oi})}}$$

$$E_{ex} : 0.52$$

$$\text{Altura Expandida } (L_e) : \quad L_{ex} = \frac{L_o \times (1 - \varepsilon_{oi})}{(1 - \varepsilon_{oi})} = 0.96 \text{ m}$$

$$\text{* Expansão do Meio Granular } (E\%) : \quad E(\%) = \frac{L_{ex} - L_o}{L_o} \times 100 = \frac{0.96 - 0.80}{0.80} \times 100 = 20.1 \%$$

$$15 \leq E \leq 30 \quad E(\%) = 20.1 \%$$

* OBS.: Conforme recomendações da CAGECE a expansão do material filtrante deve estar entre 15 a 30%.

A equação de dimensionamento "Lex" adotada é conforme fórmula de Dharmarajah & Cleasby

subcamada	X _i	D _{med}	X _i /D _{med}	R _a	G _a	E _{ei}	X _o (1-E _{ei})
0.50	0.59	0.02	0.54	0.05	2.2E+03	0.66	0.68
0.59	0.71	0.07	0.63	0.11	9.6E+03	0.61	0.16
0.73	0.84	0.15	0.77	0.21	11.4E	0.57	0.37
0.84	1.00	0.25	0.92	0.27	13.6E3	0.53	0.32
1.00	1.19	0.24	1.09	0.22	16.2E	0.49	0.42
1.19	1.23	0.16	1.50	0.42	19.2E	0.43	0.28
1.41	1.63	0.07	1.54	0.05	22.8E	0.41	0.12
1.69	2.00	0.02	1.82	0.01	27.2E	0.39	0.14
Somatório	1.00	0.64	1.04	128.45	301.873.56	4.09	2.07

8.2 Perda de Carga no Material Filtrante

Perda de carga durante a lavagem na camada de areia	0.77 m
$h_{\text{areia}} = L_i \times (1 - \varepsilon_o) \times (\rho_{\text{areia}} - \rho_{\text{água}}) \times (1 / \text{págua})$	
Espessura da camada	0.80 m
Peso específico da água (25°C)	997.1 kg/m ³
Peso específico da areia	2.650.0 kg/m ³
Porcentagem de vazio da areia (porosidade)	0.42

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

8.3 Perda de Carga no Material Suporte

Perda carga	$\frac{V_a \times H}{3}$
Espessura da Camada (H)	0.45 m
Taxa de lavagem (V _a)	0.81 m/min
Perda de carga no material suporte	0.12 m

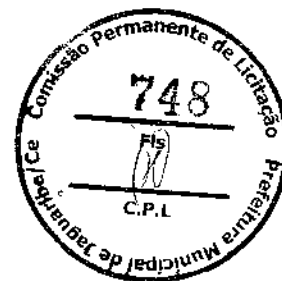
OBS.: Informação retirada do livro de Ritcher e Azevedo Netto

8.4 Perda de Carga nos Furos das vigas californianas

Perda de Carga nos Furos (h _f)	$\frac{Q^2}{C_d^2 \times S^2} \times \frac{1}{2 \times g}$	0.66 m
Coefficiente de Descarga Adotado	0.65	
Vazão de Lavagem por Orifício	0.60 L/s	

8.4 Perda de Carga na Tubulação de Entrada no Filtro mais distante

Diâmetro da tubulação de Entrada no Filtro	250 mm	
Comprimento da tubulação de Entrada no Filtro	44.00 m	
Comprimento da tubulação do barrilete	9.00 m	
L_T	53.00 m	
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)	100	
Velocidade (U)	$\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$	1.70 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)	$\frac{10.643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$	0.01835 m/m
Perda da Carga por Comprimento (J)	$j_L \times L$	0.97 m
Aceleração da gravidade (g)	9.807 m/s ²	



Perda de carga na sucção
 Comprimento da tubulação de Sucção **9.00 m**
 Perda de Carga por Comprimento (J) $j_L \times L$ 0.17 m

PEÇA TRECHO EM SUÇÃO			K_{TOTAL}
ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	0.50	0.50
CRIVO	01	0.75	0.75
CURVA DE 90°	04	0.40	1.60
TÊ PASSAGEM DIRETA	01	0.60	0.60
VALVULA BORBOLETA	01	0.30	0.30
REDUÇÃO GRADUAL	01	0.15	0.15

Coefficiente K 3.90
 Perda de Carga Localizada ($h_{TREF,L}$) $K_T \times (U^2 / 2g)$ 0.57 m

PEÇA TRECHO EM RECALQUE			K_{TOTAL}
AMPLIAÇÃO GRADUAL	02	0.30	0.60
CURVA DE 90	06	0.40	2.40
TÊ PASSAGEM DIRETA	03	0.60	1.80
VALVULA BORBOLETA ABERTA	02	0.30	0.60
VÁLVULA DE GAVETA ABERTA	02	0.20	0.40
TÊ SAÍDA DE LADO	02	1.30	2.60
SAÍDA DA TUBULAÇÃO	01	1.00	1.00

Coefficiente K 9.40
 Perda de Carga Localizada ($h_{TREF,L}$) $K_T \times (U^2 / 2g)$ 1.36 m

8.5 PERDA DE CARGA TOTAL

Perda localizada Sucção bomba 0.57 m
 Trecho em Sucção 0.17 m
 Perda localizada Recalque Bomba 1.38 m
 Trecho em Recalque 0.97 m
 Perda de carga nos furos - entrada filtro 0.66 m
 Perda de carga material de suporte 0.12 m
 Perda de carga material filtrante 0.77 m
 Perda de carga na calha 0.05 m
 Perda de carga total 4.70 m

9. Dimensionamento da(s) bomba(s) Lavagens dos Filtros

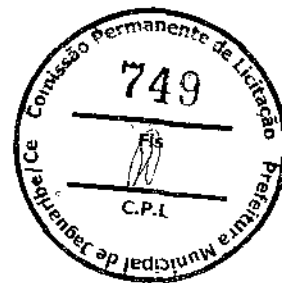
Desnível Geométrico

Cota de Recalque (Calha) C_R 159.96 m
 Cota de Sucção (REL) C_S 152.20 m
 Desnível Geométrico (Hg) $C_R - C_S$ 7.76 m
 Altura manometrica total $(H_g + H_{f total lavagem})$ 12.46 m
 Vazão Bomba (m³/h) 300.4 m³/h

9.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N) **02**
 Número de Bombas Operando Simultaneamente (n) **01**
 Rendimento Bomba (η_B) **76.1%**
 Rendimento Motor (η_M) **91.0%**
 Rendimento do Conjunto Elevatório (η) **69.3%**
 Peso específico da água (γ) 1.00 Kg/l
 Pressão atmosférica (p_{atm}) 10.17 mca
 Pressão de vapor a 30°C ($p_{v,30}$) 0.43 mca
 Fator de Serviço (FS) **1.10**
 Potência da Bomba (P_o) $\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ 22.02 CV

BM

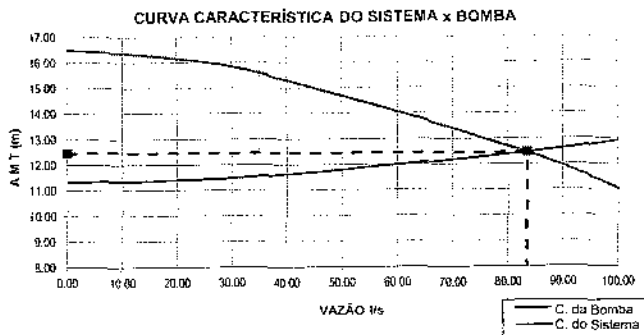


Cota do Eixo da Bomba (C _{EB})	153.98 m
Cota de Sucção (C _S)	152.20 m
Perda de Carga Sucção (h _f)	0.74 m
NPSH disponível (NPSH _d)	$P_{atm} - P_{vapor} - h_f - (C_{EB} - C_S)$ 7.21 m
Potência Adotada (P)	25.00 CV

9.2. Bombas Sugeridas

Tipo de Bomba Centrífuga	IMBIL OU SIMILAR	INI 150 - 200
Diâmetro do Rotor		198.8 mm
Velocidade do rotor		1,750 rpm
NPSH requerido (NPSH _r)		3.37 m
Flanges de sucção		200 mm
Flanges de recalque		150 mm
Momento de Inércia da Bomba (I _B)	$0,038 \times (P_{KW}/N^3)^{0,96}$	0,12418 kg.m ²
Momento de Inércia do Motor (I _M)	$0,0043 \times (P_{KW}/N)^{1,48}$	0,13986 kg.m ²
Momento de Inércia do Conjunto Elevatório (I _B + I _M)		0,26405 kg.m ²

* Adotar a bomba sugerida ou similar



10. Perda de Carga Durante a Filtração

10.1 Perda de Carga no Material Filtrante

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{150 \mu V_0 (1 - \epsilon_0)^2}{g \rho \epsilon_0^3 C_e^2} \sum \frac{X_i}{D_{gt}^2}$$

Temperatura °C	25
Velocidade de Filtração (v ₀) m/s	2,76E-03 m/s
Espessura do Leito (L _f) m	0.80 m
Porosidade do meio filtrante limpo (ε ₀)	0.42
Coefficiente de esfericidade (C _e)	0.80
Viscosidade dinâmica μ, em Ns/m ²	8,94E-04 Ns/m ²
Massa específica da água, kg/m ³	997,10 kg/m ³
$\sum X_i(D_{gt})^2$	116,29
Perda de Carga Total (H _f) m	0,25 m

1. OBS.: O cálculo da perda de carga na camada de areia, leito limpo, segundo a equação de Fair-Hatch

subcamada 10 ⁻³ (m)	X _i	Deqi x 10 ² (m)	X _i /Deqi 10 ² (m)	X _i ² /Deqi ² 10 ⁴ (m)	
0.50	0.59	0.03	0.54	0.05	9,76
0.59	0.71	0.07	0.85	0.11	17,00
0.71	0.84	0.16	0.77	0.21	26,73
0.84	1.00	0.25	0.92	0.27	28,35
1.00	1.19	0.24	1.09	0.22	20,48
1.19	1.41	0.16	1.30	0.12	9,51
1.41	1.68	0.07	1.54	0.05	2,96
1.68	2.00	0.02	1.83	0.01	0,71
Somatório	1,00		8,64	1,04	116,29

[Handwritten signature]



10.2 Perda de Carga no Material Suporte

Perda de Carga Total (H_{η}) m ($h_f = V_o \times \text{Espessura}/3$) : 0.0248 m

OBS.: A perda de carga no material suporte, cascalho, segundo Jorge Arboleda Valencia em Teoria y Practica de La Purificacion Del Agua é igual á equação de lavado.

10.3 Perda de Carga nos Furos

Perda de Carga nos Furos (h_f) : $\frac{Q^2}{C_d^2 \times S^2} \times \frac{1}{2 \times g}$: 0.79 m

Coefficiente de Descarga Adotado : 0.65

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

10.4 Perda de Carga na Tubulação de Saída do Filtro mais afastado

Primeiro Diâmetro da tubulação de Saída no Filtro : 250 mm

Comprimento da tubulação de Saída no Filtro : 5.00 m

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) : F°F° : 100

Vazão de saída em cada filtro : Q_i : 0.0227 m³/s

Velocidade (U) : $\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$: 0.46 m/s

Perda de Carga Distribuída (j) : $\frac{10,643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$: 0.00166 m/m

Perda de Carga por Comprimento (J) : $j_L \times L$: 0.010 m

Segundo Diâmetro da tubulação de Saída no Filtro : 250 mm

Comprimento da tubulação de Saída no Filtro : 3.00 m

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) : F°F° : 100

Vazão de saída para dois filtros : $2 \times Q_i$: 0.0455 m³/s

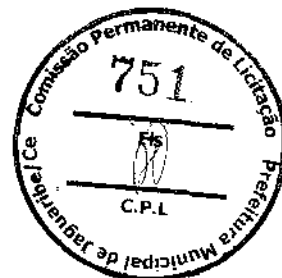
Velocidade (U) : $\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$: 0.93 m/s

Perda de Carga Distribuída (j) : $\frac{10,643 \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$: 0.00597 m/m

Perda de Carga por Comprimento (J) : $j_L \times L$: 0.020 m

[Handwritten mark]

[Handwritten signature]



PEÇAS

ENTRADA NA TUBULAÇÃO	01	0.50	0.50
TÊ PASSAGEM DIRETA	02	0.60	1.20
CURVA 90	01	0.40	0.40
TÊ SAIDA DE LADO	01	1.30	1.30
VÁLVULA DE GAVETA ABERTA	03	0.20	0.60
SAIDA TUBULAÇÃO	01	0.50	0.50
Coeficiente K			4.50
Perda de Carga (h _c)			$K_c \times (V^2 / 2g)$
			0.20 m
Somatório das Perdas de Tubulação de Saída no Filtro			0.23 m

11. Cálculo do Vertedor frontal saída dos filtros. (Câmara de Carga)

Altura de vertedouro deve coincidir com a altura máxima de areia nos filtros	158.50 m
Cálculo da carga sobre o vertedouro	
largura da Calha como vertedouro (L)	Lvert : 1.00 m
Carga sobre vertedouro Ecu Francis	$Q = 1,838 \cdot L \cdot H_v^{3/2}$
Vazão total entrada	0.091 m ³ /s
Carga sobre vertedouro (H _v)	Hv : 0.13 m

12. Altura do Filtro

-Resultado do modelo matemático de DiBernardo na operação da bateria de filtração

Nível de água mínimo dinâmico, logo após o filtro recém lavado entra em operação.	N.A. 1 : 0.957 m
Carga Hidráulica Disponível para Filtração. Nível de água em que o filtro mais sujo da bateria deve ser lavado.	N.A. 2 : 1.8 m
Nível de água do filtro no final da lavagem de um filtro da bateria.	N.A. 3 : 1.956 m

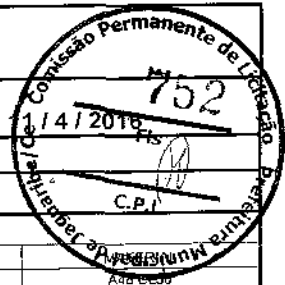
*Ver em anexo relatório completo

Altura Livre Adicional	1.45 m
Altura da Água Filtro sujo	1.80 m
Altura da Água Filtro limpo	1.42 m
Altura do Leito Filtrante	0.80 m
Altura da Camada de pedregulho	0.45 m
Altura ate orifícios das vigas californianas	0.15 m
Altura fundo falso	0.30 m
Altura da Caixa do Filtro	6.37 m
Cota do Terreno	
Cota fundo filtro	158.00 m
Cota Comporta de Entrada	159.56 m
Cota Nível Mínimo água	159.92 m
Cota Nível Mínimo Dinâmico	C _{N.A.1} : 160.88 m
Cota Nível Filtro Sujo	C _{N.A.2} : 161.72 m
Cota Nível Máximo água	C _{N.A.3} : 161.88 m

13. Diâmetro das Tubulações Imediatas

Água para Lavagem	250 mm
Descarga de Água de Lavagem	300 mm
Saída no Filtro	250 mm
Água Filtrada	250 mm
Extravasador	250 mm

BM



Cliente: SAA JAGUARIBE

Projeto: LAVAGEM FILTROS

INI 150-200



irrigação, saneamento, indústrias têxteis, químicas e petroquímicas, papel e celulose, usinas de açúcar e álcool e destilarias

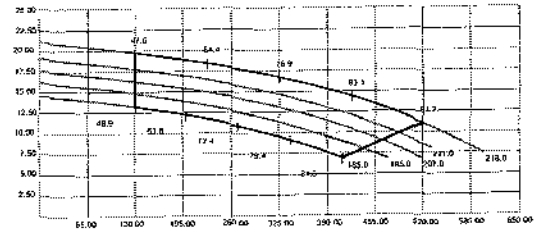
Material Construtivo:

PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL
Anel de desgaste	A48 CL30	Rotor	Aço 420
Bucha protetora	SAE 1020	Tampa de pressão	A48 CL30
Carcasa	A48 CL30		
Eixo	SAE 1045		
Mancal / Cavalete	A48 CL30		

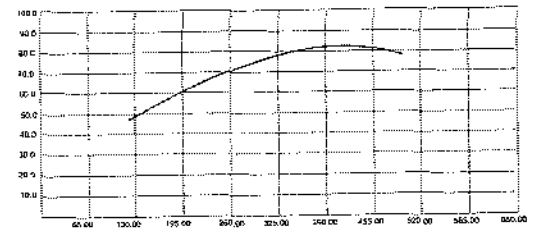
Condições de Operação:

Líquido Bombeado:	NPSH Requerido:	3.37	m
Peso específico: 1.00	kgf/dm ³	NPSH Disponível:	m
Viscosidade:	cst	Rotação:	1750 RPM
Temperatura:	25.00 °C	Rendimento:	76.1 %
Vazão Nominal:	300.40 m ³ /h	Potência Consumida:	18.21 cv
Altura Manométrica:	12.46 m	Motor Recomendado:	25.00 cv
Pressão de Sucção:	kgf/cm ²	AMT Máx (Rotor Projeto):	16.7 m
Pressão de Descarga:	kgf/cm ²	Pot. Máx (Rotor Projeto):	15.98 cv
Pressão Diferencial:	kgf/cm ²	Vazão Mínima Contínua:	130.4 m ³ /h

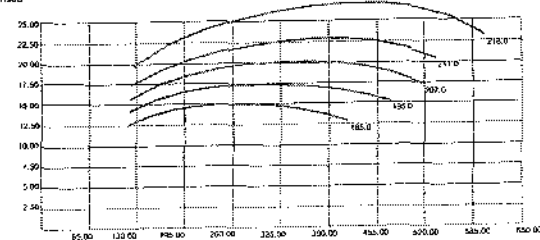
Vazão x AMT



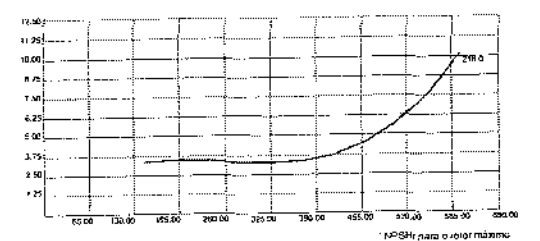
Vazão x Rendimento



Vazão x Potência consumida



Vazão x NPSH



Dados Construtivos:

Tipo:	Centrífuga		
Corpo Bipartido:	Radial		
Rotor:	Fechado		
Diâmetro(mm):	Máximo: 218	Mínimo: 185	Projeto: 198.8
GD ² (Kgf.m ²):	0.2917		
Rotação(Vista lado Acop.):	Horário		
Pintura:			

Acessórios:

Base:	Metálica Tipo. Viga U 4"		
Protetor de Acoplamento:	Sim		
Acoplamento:	Marca:	Modelo:	Plano de Selagem:
Vedação do Eixo:	Marca:	Modelo:	
Motor Elétrico:	Marca:	Weg	Tipo:
Potência (cv):	25.00	Rotação(RPM):	1750
Tensão (V):		F.S:	1,15
		Isolação:	Classé F

Pesos (Kg)

Bomba:	198.65	Base:	66.47	Total:	396.58
Motor:	128	Acoplamento:	3.46		

Notas:

Responsável:

192



Dimensionamento do Tanque de Contato
Tanque de Contato de Cloro
 (Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)

1. Dimensionamento do Tanque de Contato

Vazão Total	$Q_{(20)}$:	91,0 L/s
Tempo de detenção	T	:	20 min
Altura útil	h	:	2,00 m
Folga entre laje superior e lamina da água	f	:	0,85 m
Volume	$V = Q_{(20)} \times T$:	111,55 m ³
Área	$A = V / h$:	55,78 m ²

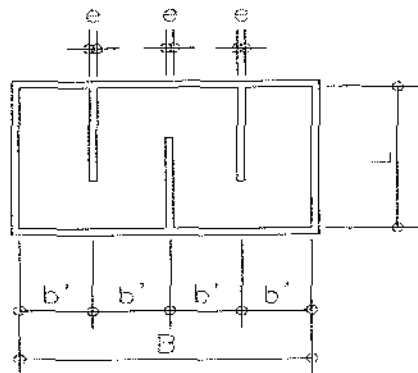


Fig. - Esquemático do Tanque de contato

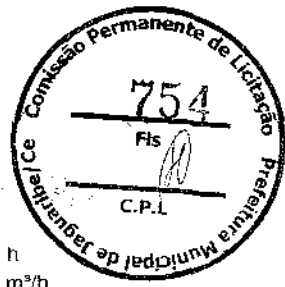
Numero de chicanas	n	:	5 un
Espessura da Chicana	e	:	0,15 m
Largura do Tanque de contato	L	:	5,00 m
Base do Tanque	$B = ne + (n+1) \times b'$:	7,50 m
Espaçamento Entre chicanas	b'	:	1,13 m

2. Dimensões Tanque de Contato

Base do Tanque	B	:	7,50 m
Largura do Tanque de contato	L	:	5,00 m
Altura Total do Tanque contato	$H = h + f$:	2,85 m

3. Cotas de Implantação da Estrutura

Cota do terreno	Tn	:	158,00 m
Cota de Entrada	C _{.00}	:	156,15 m
Cota de Saida	C _{.01}	:	158,15 m



4. Dimensionamento Bomba Sistema de Cloração (Booster)

4.1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T _b)	:	18 h
Vazão do Sistema	Q	2,09 m ³ /h 0,58 L/s 0,00058 m ³ /s

4.2. Adução

Caminhamento	:	43,80 m
Recobrimento	:	0,60 m
Subida tanque de contato	:	0,90 m
Comprimento Total	:	45,30 m
Diâmetro Econômico (D')	$1,3 \times (X/24)^{1/4} \times Q^{0,5}$	29,00 mm
Diâmetro Comercial	:	32,00 mm
Material	:	PVC
Velocidade (V)	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$	0,72 m/s

4.3. Cotas

Cota de Recalque	C _R	158,15 m
Cota de Sucção	C _S	156,15 m
Desnível Geométrico (Hg)	C _R - C _S	2,00 m

4.4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação (Precloração)

4.4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação de Recalque

Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)	PVC	130
Coefficiente do Material (K)		18,0
Espessura da Tubulação (E)		2,1 mm
Velocidade (V)		0,72 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,025663 m/m
Perda de Carga por Comprimento (J)	j _L x L	1,16 m

4.4.2. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Material da tubulação:		PVC
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)		130,0
Diâmetro Comercial Adotado (D)		32 mm
Velocidade (V _s)		0,72 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,025663 m/m
Comprimento (L _s)		0,8 m
Perda de Carga por Comprimento (J _s)	j _L x L	0,021 m

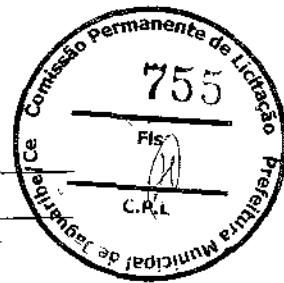
4.4.3. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g)		9,81 m/s ²
-------------------------------	--	-----------------------

PEÇA	Q ^{ida}		K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Crivo	01	x	0,75	0,75
Curva de 90°	01	x	0,40	0,40
Valvula borboleta aberta	01	x	0,30	0,30
Redução gradual	01	x	0,15	0,15

Coefficiente K de Sucção		1,60
Perda de Carga na Sucção (h _s)	K _s x (V _s ² / 2g)	0,0425 m

BH



RECALQUE

PEÇA	Q ^{de}		K _{UNIT.}	K _{TOTAL}	
Ampliação gradual	01	x	0,30	0,30	
Curva de 90°	05	x	0,40	2,00	
Valvula de retenção	01	x	2,50	2,50	
Valvula borboleta aberta	00	x	0,30	0,00	
Tê saída de lado	01	x	1,30	1,30	
Tê passagem direta	00	x	0,60	0,00	
Valvula de gaveta aberta	01	x	0,20	0,20	
Saída de canalização	01	x	1,00	1,00	
Coeficiente K de Recalque				7,30	
Perda de Carga no Recalque (h _r)				$K_r \times (V^2 / 2g)$	0,194 m
Perda de Carga Localizada (h _l)				$h_l + h_s$	0,24 m

4.4.4. Perda de Carga Total

Perda de carga Sucção (h _{fs})	$J_s + h_{fs}$	0,063 m
Perda barrilete saída (h _{fb})	$h_{fbarrilete}$	0,19 m
Perda de carga no injetor de Cloro	Injetor (catalogo)	21,06 m
Perda de Carga Total (H _j)	$J + h_f$	22,48 m

4.5. Cálculo da Altura Manométrica

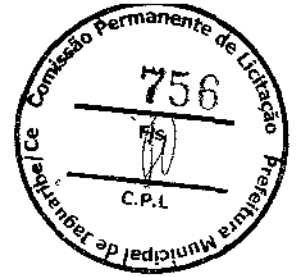
Perda de Carga Total (H _j)		22,48 m
Desnível Geométrico (H _g)		2,00 m
Altura Manométrica (H _{man})	$(H_g + H_j)$	24,48 mca

5. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coeficiente do Material (K)		18,0
Espessura da Tubulação (E)		2,1 mm
Diâmetro da Tubulação (D)		32 mm
Celeridade (C)	$\frac{9900}{(48,3 + K \times D / E)^{0,5}}$	551,20 m/s
Acrescimento de Pressão (H _a)	$C \times V / g$	40,56 m.c.a.
Pressão Máxima de Solicitação (P _{máx.})	$H_a + H_{man.}$	42,56 m.c.a.

(*) Pressão máxima suportada pela tubulação soldável é de 7.5 Kgrf/cm² (75 mca), marca tigre.

BA



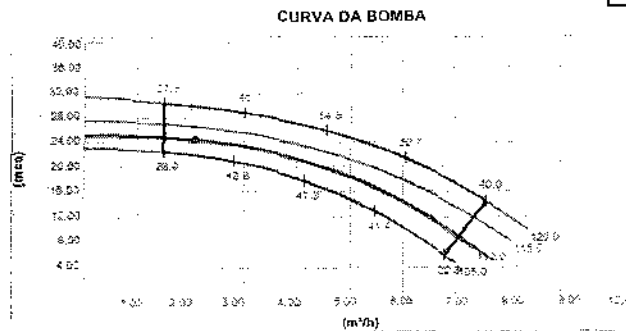
6. Dimensionamento da(s) bomba(s)	
Número de Bombas Previstas (N)	02
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	01
Rendimento Bomba (η_B)	36.30%
Rendimento Motor (η_M)	80.50%
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	29.2%
Vazão da Bomba (Q)	0.58 L/s
Peso específico da água (γ)	1.00 Kgf/L
Pressão atmosférica (p_{atm})	10.16 mca
Pressão de vapor a 30°C (p_{v30})	0.43 mca
Fator de Serviço (FS)	1.50
Potência da Bomba (Po)	$\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ 0.973 CV
Cota do Eixo da Bomba (C_{EB})	158.30 m
Cota de Sucção (C_S)	156.15 m
Perda de Carga Localizada (h_L)	0.06 m
NPSH disponível ($NPSH_d$)	$p_{atm} - p_{v30} - h_L + (C_{EB} - C_S)$ 7.52 m

6.1. Quadro-Resumo das características das bombas

Potência Adotada (P)	1.0 CV
Vazão da Bomba (Q)	2.09 m ³ /h
Altura Manométrica (H_{man})	24.48 mca

6.2. Bombas Sugeridas

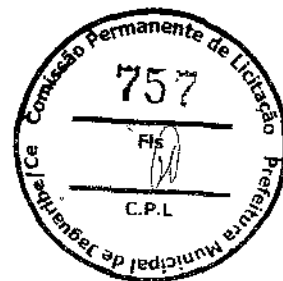
Tipo de Bomba Centrífuga	IMBIL - BEW	32/4
Potência		1.0 CV
Vazão de Serviço		2.09 m ³ /h
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço		24.48 mca
Velocidade do rotor		1.750 rpm
NPSH requerido ($NPSH_r$)		6.70 rpm
Diâmetro do Rotor		110.5 mm
Flanges de sucção		40 mm
Flanges de recalque		32 mm



-Para o sistema de Pos-Cloração adopta-se uma bomba de 1 CV com mesmas características.

[Handwritten mark]

[Large handwritten signature]



Estação e Tratamento de Rejeitos Gerados- ETRG

(Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)

1. Volumes Gastos na Lavagem de cada filtro e na ETA

Volume Total Gasto lavagem de cada filtro -----	$V_{\text{Filtro } i}$:	51.07 m ³
Volume Total Gasto em todos os filtros (V_{Total}) -----	$V_{\text{Total, Filtros}}$:	204.28 m ³
Volume Total Gasto Decantador Projetado	$V_{\text{Decantador}_P}$:	11.79 m ³
Volume Total Gasto / dia de operação	$V_{\text{Filtros} + \text{Decantadores}}$:	62.86 m ³

2. Densidade de lodo gerado na coagulação por m³

$$S \text{ (densidade de lodo gerado)} : (0,2 \times C + K_3 \times T + K_4 \times D) / 1000 : \boxed{0.07118} \text{ Kg/m}^3$$

Onde

C (cor)	:	67.86	H
T (turbidez)	:	39.31	UnT
D (dosagem de coagulante)	:	25.00	mg/L
K_3	:	1.30	adotado
K_4	:	0.26	(sulfato de alumínio)

1. OBS.: A fórmula de densidade de lodo gerado foi retirado do livro de Carlos A. Richter, Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água

2. OBS.: conforme laudos de água bruta fornecidos pelo SAAE, a captação no rio Jaguaribe, os valores são a média anual desde Novembro 2010 a Novembro 2011

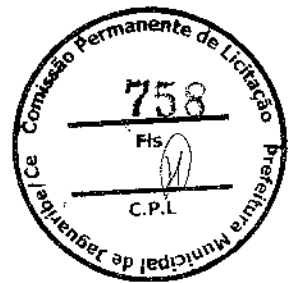
3. Volume médio e massa de sólidos e lodos precipitados anualmente pela ETA

$$V \text{ (volume anual de lodos produzidos)} : \frac{(365 \times t \times Q_{\text{AAB-20}})}{K_1} : \boxed{1,792,821.23} \text{ m}^3$$

Onde:

t (tempo em segundos de funcionamento da ETA por dia)	:	64800.00	s
$Q_{\text{AAB-20}}$ (vazão de adução de água bruta)	:	0.0910	m ³ /s
K_1 (coeficiente adotado)	:	1.20	

51



M_s (massa de sólidos precipitados por ano) : $S \times V$: 127604.05 Kg

Onde:

S (densidade de lodo gerado) : 0.071 Kg/m³

V (volume anual de lodos produzidos) : 1792821.234 m³

M_L (massa de lodos precipitados por ano) : M_s/C_o : 5104162.1 Kg

Onde

M_s (massa de sólidos precipitados por ano) : 127604.051 Kg

C_o (concentração de sólidos esperada) : 0.025

1. OBS.: A concentração de sólido esperada é de 2,5% (adotada)

4. Volume de lodos produzidos anualmente

Densidade dos lodos líquidos (δ_L) : $\delta_L = \frac{1}{C_o/\delta_s + (1-C_o/\delta)}$: 1011.24 Kg/m³

Onde:

C_o (concentração de sólidos esperada) : 0.025

Densidade dos lodos secos (δ_s) : δ_s : 1,800 Kg/m³ (adotada)

Densidade da água (δ) : δ : 1,000 Kg/m³

Volume de lodos (V_L) : $\frac{M_L}{\delta_L}$: 5047.45 m³

OBS.: A fórmula do volume de lodos foi retirado do livro de Carlos A. Richter, Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água

OBS.: A fórmula do volume de lodos foi retirado do livro de Carlos A. Richter, Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água

5. Leitões drenantes

Numero filtros para lavar por dia (adotado)	:	1 Und /dia
horas de operação dos filtros descendentes	:	18 horas/dia
Numero de filtros	:	4 und
Volume de lavado por filtro	:	51.07 m ³
Volume limpeza dos decantadores	:	11.79 m ³
Volume total	:	62.86 m³

BA



Obs: Segundo o SAAE, o periodo medio de lavado dos filtros existentes é de 5 dias (120 horas de operação).

Obs: Estimamos que cada filtro descendente projetado teria 16h x 4 und= 72 horas de operação.

Altura leito drenante-----	H	:	0.70	m
Altura da zona de armazenamento de lodo	H lodo	:	0.05	m
Altura da zona de transição	H trans	:	0.25	m
Altura de armazenamento da água de lavagem	H armazen	:	0.30	m
Altura livre	H livre	:	0.10	m
Area necessaria -----	A	:	209.5	m ²
Quantidade de leitos-----	n	:	2	
Lado util do leito -----	L1	:	17	m
Lado util do leito-----	L2	:	6.2	m
Area total utilizada-----	Atotal	:	210.8	m ²
Tempo medio de operação leito drenante (adotado)	Horas	:	2	horas
Vazão media do leito drenante		:	31.43	m ³ /h

* OBS.: 2. Especificações da manta em anexo

* OBS.: Os lodos acumulados no leito drenante, serão lançados em aterro sanitário de uso comum de Jaguaribe, Nova Jaguaribara e Alto Santo.



6. Dimensionamento de Produtos Químicos ETRG

6.1. Resumo do Quadro de Vazão

Tempo de Bombeamento filtros ($T_{b \text{ Filtros}}$)	:	0.17 h
	:	300.41 m ³ /h
Vazão do Sistema	:	83.45 L/s
	:	0.083 m ³ /s
	:	50.07 m ³ /dia

6.2. Consumo polímero

Pureza mínima	:	90.00 %
Dosagem média	:	5.00 g/m ³
Vazão	:	50.07 m ³ /dia
Período máximo de trabalho da ETA (Lavagem Filtros)	:	0.17 h
Consumo teórico (C_T)	:	0.25 kg/dia
Consumo real (C_R) (conforme percentagem de impureza)	:	0.28 kg/dia
Volume a armazenar mínimo (15 dias) (V_R)	:	4.17 kg
Tempo de armazenamento adotado (T_A)	:	30.00 dias
Volume a armazenar (V_{AA})	:	8.35 kg
Número de sacos (N_S) (40 kg)	:	1 sacos
Área ocupada - pilhas com 5 sacos (0,30 m ² por pilha)	:	0.06 m ²
Acréscimo de 20% na área para renovação do estoque	:	0.01 m ²

6.3. Tanque de Preparação da Solução do Polímero

Concentração da solução	:	5.00 %
Dosagem média	:	5.00 g/m ³
Consumo real	:	0.28 kg/dia
Período máximo de trabalho da ETA (T_{ETA})	:	0.17 h
Vazão	:	300.41 m ³ /h
Vazão de dosagem	:	30.04 L/h
Volume consumido	:	5.01 L
Volume comercial do tanque	:	70 L
Número de Tanques (01 Operando e 01 Preparando)	:	2 un
Preparação da dosagem	:	1 vez/semana

6.4. Acessórios do Dosagem

Kit tanque de preparação de Polímero de 70 Litros incluindo bomba dosadora de diafragma e agitador	:	2 un
--	---	------

3/1



7.0 Dimensionamento do Reservatório Enterrado Reunião.

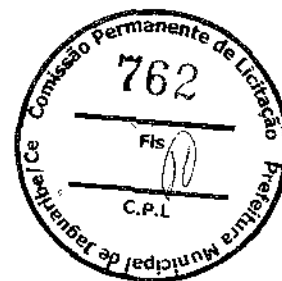
Volume Adotado RAP-03 (Serve para recalcar ate Calha Parshall)	:		:	30.0 m3
Lado 1 Interna da Base ($L1_{BASE}$)	-----	:		2.30 m
Lado 2 Interna da Base ($L2_{BASE}$)	-----	:		6.00 m
Altura da Lâmina D'água (h_0)	-----	:	(V_{RAP-01}) m ³	2.17 m
		:	($L1_{BASE} \times L2_{BASE}$) m ²	
Altura da Lâmina D'água Adotada (h_{Adot_1})	-----	:		2.20 m
Cota do Terreno de Reservação (C_T)	-----	:		149.50 m
Laje de fundo (h_{LF})	-----	:		0.20 m
Altura Mínima no Reservatório (h_{minRes})	-----	:		0.20 m
Altura de Água (h)	-----	:		2.20 m
Altura da Lâmina D'água Adotada (h_{Adot_2})	-----	:		3.20 m
Foiga de Nível Interna (f)	-----	:		0.40 m
Tampa (t)	-----	:		0.20 m
Cota do $N_{máx}$ ($CN_{máx}$)	-----	:	$C_R + h$	151.70 m
Cota do $N_{mín}$ ($CN_{mín}$)	-----	:	$C_R + h_{mín}$	149.70 m
Altura Total do Reservatório (H_R)	-----	:	($h + f + t$)	2.80 m
Altura poço de sucção ($h_{poço}$)	-----	:		1.00 m
Largura poço de sucção ($L_{poço}$)	-----	:		0.80 m

Dimensionamento do diâmetro da tubulação vertical ou extravasor - RAP

Diâmetro adotado	:	D	:	250 mm
Razão de semelhança	:	λ	:	D/50
Ecução de escoamento (Livro Azevedo, pg 602)	:	Q^*	:	$97 \times \lambda^{5/3}$
			:	90.37 L/s

Q*: capacidade de escoamento maior que a vazão de entrada

31



Dimensionamento do Sistema de Tratamento
Estação Elevatória de Rejeitos Gerados (EERG)
(MUNICÍPIO DE JAGUARIBE - CE)

1. Resumo do Quadro de Vazão de Adução

Tempo de Bombeamento (T_b)	:	24 h
Coef. Adotado (k_1)	:	1,1
Vazão do Sistema	:	Q_{EERG} : 31,43 m ³ /h
	:	$Q_{EERG} \times k_1$: 34,57 m ³ /h
	:	$Q_{EERG} \times k_1$: 9,60 L/s
	:	0,00960 m ³ /s

2. Adutora de Água para retorno á Calha Parshall

Caminhamento Perfil	:	47,70 m
Recobrimento	:	0,90 m
Subida PARSHALL	:	16,00 m
Comprimento Total	:	64,60 m
Diâmetro Econômico (D')	:	$1,3 \times (X/24)^{1/4} \times Q^{0,5}$: 127,00 mm
Diâmetro Adotado (D)	:	Diâmetro Comercial : 150 mm
	:	Diâmetro Interno : 156,4 mm
	:	Material : PVC DEFOFO
Velocidade (V)	:	$\frac{Q}{\pi \times (D/2)^2}$: 0,50 m/s

3. Estação Elevatória de RG

Cota de Recalque	:	C_R : 164,45 m
Cota de Sucção	:	C_S : 149,70 m
Desnível Geométrico (Hg)	:	$C_R - C_S$: 14,75 m

4. Cálculo das Perdas de Carga na Tubulação

4.1. Perdas de Carga ao Longo da Tubulação de Recalque

Coeficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C)	:	PVC DEFOFO : 130
Coeficiente do Material (K)	:	18,0
Espessura da Tubulação (E)	:	6,8 mm
Velocidade (V)	:	0,50 m/s
Perda de Carga Distribuída (j)	:	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$: 0,002031 m/m
Perda de Carga por Comprimento (J)	:	$j \times L$: 0,13 m



4.2. Perdas de Carga na Tubulação de Sucção

Material da tubulação:-----		FoFo
Coefficiente da Fórmula de Hazen-Williams (C) -----		100,0
Diâmetro Comercial Adotado (D) -----		150 mm
Diâmetro Interno (D) -----		159,6 mm
Velocidade (Vs) -----		0,48 m/s
Perda de Carga Distribuida (j) -----	$\frac{10,643 \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$	0,002991 m/m
Comprimento (Ls)-----		2,0 m
Perda de Carga por Comprimento (Js) --:	$j \times L$	0,006 m

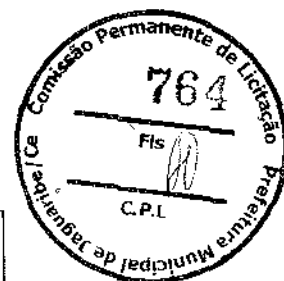
4.3. Perdas de Carga Localizada

Aceleração da gravidade (g) ----- : 9,81 m/s²

SUCÇÃO

PEÇA	Q ^{ide}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Crivo	01	x 0,75	0,75
Curva de 90°	01	x 0,40	0,40
Valvula borboleta aberta	01	x 0,30	0,30
Redução gradual	02	x 0,15	0,30
Coeficiente K de Sucção -----			1,75
Perda de Carga na Sucção (h _s) -----			$K_s \times (V_s^2 / 2g)$
			0,02 m

BA



RECALQUE

PEÇA	Q ^{ide}	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
Ampliação gradual	02	x 0,30	0,60
Curva de 45°	02	x 0,20	0,40
Valvula de retenção	01	x 2,50	2,50
Valvula borboleta aberta	01	x 0,30	0,30
Tê passagem direta	03	x 0,60	1,80
Curva de 90°	08	x 0,40	3,20
Saida de canalização	01	x 1,00	1,00
Coeficiente K de Recalque			9,80
Perda de Carga no Recalque (h _r)			$K_r \times (V^2 / 2g)$: 0,12 m

Perda de Carga Localizada (h_r) : h_r + h_s : 0,15 m

4.4. Perda de Carga Total

Perda de carga Sucção (h_{fs}) : J_s + h_{fs} : 0,03 m

Perda barrilete e recalque (h_{fl}) : h_{barrilete} + h_{recalque} : 0,26 m

Perda de Carga Total (H_J) : J_L + h_{fs} + h_{fl} : 0,28 m

5. Cálculo da Altura Manométrica

Perda de Carga Total (H_J) : 0,28 m

Desnível Geométrico (H_g) : 14,75 m

Altura Manométrica (H_{man}) : (H_g + H_J) : 15,03 mca

6. Análise da Sobrepressão na Tubulação

Coeficiente do Material (K) : 18,0

Espessura da Tubulação (E) : 6,8 mm

Diâmetro da Tubulação (D) : 156 mm

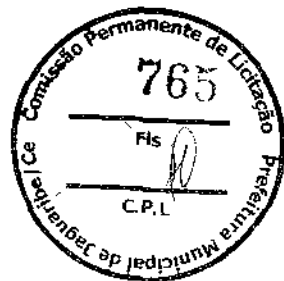
Celeridade (C) : $\frac{9900}{(48,3 + K \times D / E)^{0,5}}$: 460,44 m/s

Acrescimento de Pressão (H_a) : C x V / g : 23,46 m.c.a.

Pressão Máxima de Solicitação (P_{máx.}) : H_a + H_{man} : 38,49 m.c.a.

Handwritten mark or signature.

Large handwritten signature.



7. Dimensionamento da(s) bomba(s)

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

Para as bombas até 2 cv	50 %
Para as bombas de 2 a 5 cv	30 %
Para as bombas de 5 a 10 cv	20 %
Para as bombas de 10 a 20 cv	15 %
Para as bombas de mais de 20 cv	10 %

Os motores elétricos brasileiros são normalmente fabricados com as seguintes 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 cv; 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.

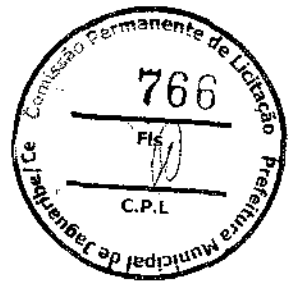
7.1. Quadro Geral

Número de Bombas Previstas (N)	:	02
Número de Bombas Operando Simultaneamente (n)	:	01
Rendimento Bomba (η_B)	:	72,6%
Rendimento Motor (η_M)	:	87,5%
Rendimento do Conjunto Elevatório (η)	:	63,5%
Vazão da Bomba (Q)	:	9,60 L/s
Peso específico da água (γ)	:	1,00 Kg/l
Pressão atmosférica (p_{at})	:	10,17 mca
Pressão de vapor a 30°C (p_{v30})	:	0,43 mca
Fator de Serviço (FS)	:	1,20
Potência da Bomba (P_o)	:	$\frac{FS \times \gamma \times Q \times H_{man}}{n \times 75 \times \eta}$ 3,64 CV
Cota do Eixo da Bomba (C_{EB})	:	150,12 m
Cota de Sucção (C_s)	:	149,70 m
Perda de Carga Localizada (h_f)	:	0,03 m
NPSH disponível ($NPSH_d$)	:	$p_{at} - p_{v30} - h_f - (C_{EB} - C_s)$ 9,29 m

7.2. Quadro-Resumo das características das bombas

Potência Adotada (P)	:	5,00 CV
Vazão da Bomba (Q)	:	34,57 m ³ /h
Altura Manométrica (H_{man})	:	15,03 mca

1/3

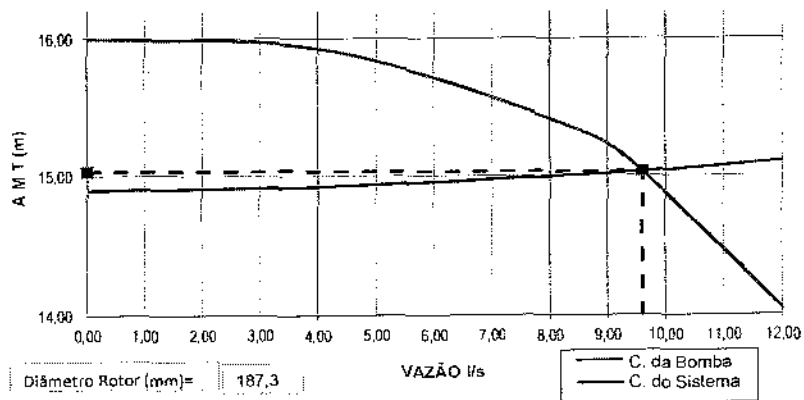


7.3. Bombas Sugeridas

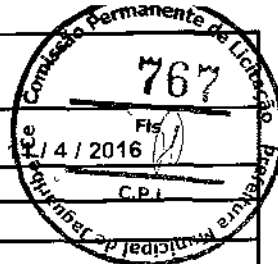
Tipo de Bomba Centrífuga	IMBIL OU SIMILAR	ITAP 65 - 200
Potência		5,00 CV
Vazão de Serviço		34,57 m ³ /h
Altura Manométrica p/ a Vazão de Serviço		15,03 mca
Diâmetro do Rotor		187,3 mm
Velocidade do rotor		1.700 rpm
NPSH requerido (NPSH _r)		2,37 m
Flanges de sucção		80 mm
Flanges de recalque		65 mm
Momento de Inércia da Bomba (I _B)	$0,038 \times (P_{kW}/N^3)^{0,96}$	0,02879 kg.m ²
Momento de Inércia do Motor (I _M)	$0,0043 \times (P_{kW}/N)^{1,48}$	0,01349 kg.m ²
Momento de Inércia do Conjunto Elevatório (I _B + I _M)		0,04228 kg.m ²

* Adotar a bomba sugerida ou similar

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA x BOMBA



14



Cliente:

Projeto:

ITAP 65-200

Indústrias têxteis, saneamento, irrigação e bombeamento de líquidos em geral



Material Construtivo:

PEÇA	MATERIAL	PEÇA	MATERIAL
Anel de desgaste	A48 CL30	Eixo	SAE 1045
Bucha protetora	SAE 1020	Mancal / Cavalete	A48 CL30
Carcasa	A48 CL30	Rotor	A48 CL30
Corpo de estágio	A48 CL30	Tampa de pressão	A48 CL30
Difusor	A48 CL30		

Condições de Operação:

Líquido Bombeado:		NPSH Requerido:	2.37	m
Peso específico:	1.00	kgf/dm ³	NPSH Disponível:	m
Viscosidade:		csf	Rotação:	1700
Temperatura:		° C	Rendimento:	72.6
Vazão Nominal:	34.57	m ³ /h	Potência Consumida:	2.65
Altura Manométrica	15.03	m	Motor Recomendado:	3.00
Pressão de Sucção:		kgf/cm ²	AMT Máx (Rotor Projeto):	16.0
Pressão de Descarga:		kgf/cm ²	Pol. Máx (Rotor Projeto):	3.86
Pressão Diferencial:		kgf/cm ²	Vazão Mínima Contínua:	15.3
			m ³ /h	

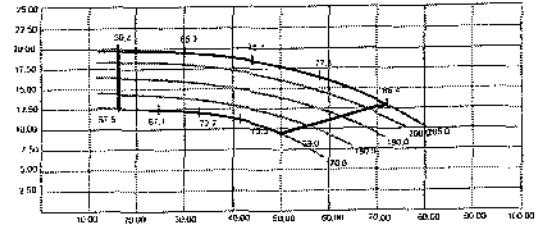
Dados Construtivos:

Tipo: Centrífuga
 Corpo Bipartido: Radial
 Rotor: Fechado
 Diâmetro(mm): Máximo: 205 Mínimo: 170 Projeto: 187.3
 GD²(Kgf.m²): 0.0556
 Rotação(Vista lado Acop.): Horário
 Pintura:

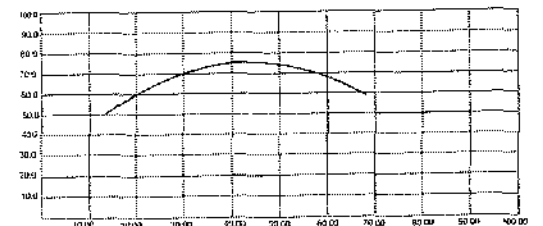
Acessórios:

Base: Metálica Tipo: Chapa dobrada 1/4"
 Protetor de Acoplamento: Sim
 Acoplamento: Marca: Modelo: Plano de Selagem:
 Vedação do Eixo: Modelo:
 Motor Elétrico: Marca: Weg Tipo:
 Potência (cv): 3.00 Rotação(RPM): 1700 Proteção: IP55
 Tensão (V): F.S: 1,15 Isolação: Classe F

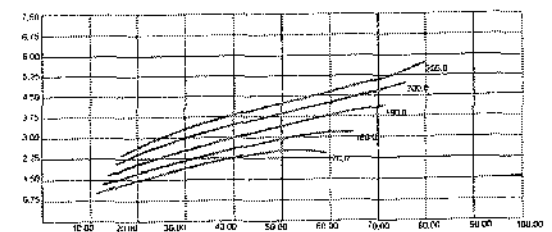
Vazão x AMT



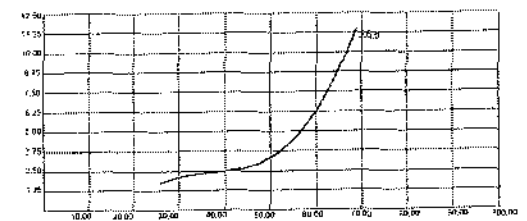
Vazão x Rendimento



Vazão x Potência consumida



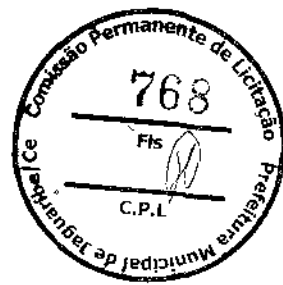
Vazão x NPSH



Pesos (Kg)

Bomba: 57 Base: 18.87
 Motor: 23 Acoplamento: 0.93 Total: 99.8

Notas:



**Dimensionamento do Sistema de Tratamento ETA (20 anos)
(Município de Jaguaribe - Estado do Ceará)**

1. Cotas de Implantação da Estrutura (Tanque de Contato - RAP_1100m³)

1.1 Ramal principal

a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua (h_{lc}) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{lc} = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

onde:

Q = vazão / filtro (m ³ /s)	0,0910 m ³ /s	
C = coeficiente de rugosidade	100	FoFo
D = diâmetro da tubulação (m)	350 mm	
L = extensão da tubulação (m)	50,2 m	
h _{lc} = perda de carga contínua	0,21 m	

b) Perda de Carga Localizada

$$h_L = \sum k \times v^2 / 2g$$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades	
v = velocidade na tubulação (m/s)	0,95 m/s
g = aceleração da gravidade (m/s ²)	9,81 m/s ²
h _l = perda de carga localizada	0,19 m
J = perda de carga unitária	7,95 m/km

Constantes de Perda de Carga

Peça	Quant.	Coeficiente K	
		Unitário	Total
Entrada normal	1,00	0,50	0,50
Curva 90°	5,00	0,40	2,00
Valvula de gaveta aberta	1,00	0,20	0,20
Tê saída de lado	1,00	1,30	1,30
Redução gradual	1,00	0,15	0,15
Saída	1,00	1,00	1,00
Somatório			4,15

c) Perda de Carga total

$$h = \text{perda de carga total} = h_{lc} + h_L \quad 0,40 \text{ m}$$

Cota do terreno (Tanque de Contato)-----	:	Tn	:	158,00 m
Cota Entrada (RAP-1100) -----	:	NA _{rap}	:	155,30 m
Cota saída Tanque de contato -----	:	C _{.00}	:	158,15 m
Cota de Entrada Tanque de contato -----	:	C _{.01}	:	156,15 m
Carga disponível entre as estruturas-----	:	h	:	2,45 m

2. Cotas de Implantação da Estrutura (Câmara de Nível - Tanque de Contato)

2.1 Ramal principal

a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua (h_{lc}) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

$$h_{lc} = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

onde:

Q = vazão / filtro (m ³ /s)	0,0910 m ³ /s	
C = coeficiente de rugosidade	100	FoFo
D = diâmetro da tubulação (m)	350 mm	
L = extensão da tubulação (m)	1,5 m	
h _{lc} = perda de carga contínua	0,01 m	

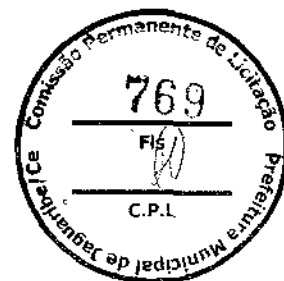
b) Perda de Carga Localizada

$$h_L = \sum k \times v^2 / 2g$$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades	
v = velocidade na tubulação (m/s)	0,95 m/s
g = aceleração da gravidade (m/s ²)	9,81 m/s ²
h _l = perda de carga localizada	0,08 m

[Handwritten signature]



Constantes de Perda de Carga

Peça	Quant.	Coeficiente K	
		Unitário	Total
Entrada normal	1.00	0.50	0.50
Valvula de gaveta aberta	1.00	0.20	0.20
Saída de canalização	1.00	1.00	1.00
Somatório			1.70

c) Perda de Carga total

$h = \text{perda de carga total} = h_{lc} + h_s \quad 0.08 \text{ m}$

Cota do terreno	:	Tn	:	158.00 m
Cota de Entrada Tanque de contato	:	C _{cc2}	:	156.15 m
Cota NA camara de carga (Saída)	:	C ₋₀₀	:	158.15 m
Cota Vertedouro Camara de Carga	:		:	156.50 m
Cota Lamina D'agua sobre o Vertedouro.....	:		:	158.63 m

3. Cotas de Implantação da Estrutura (Filtro - Camara de Nivel)

Cota de saída Camara de Carga	:	158.15 m
Cota Lamina D'agua Filtros limpo	:	159.92 m
Cota Lamina D'agua Filtros sujo	:	161.72 m
Cota Entrada Filtros	:	159.66 m

4. Cotas de Implantação da Estrutura (Calha Parshall- Floccodcantador)

4.1 Ramal principal

a) Perda de Carga Contínua

A perda de carga contínua (h_{lc}) é dada pela fórmula de Hazen-Williams:

$h_{lc} = 10,643 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times L$

onde:

Q = vazão / filtro (m³/s)	0.0910 m³/s	
C = coeficiente de rugosidade	100	FoFo
D = diâmetro da tubulação (m)	350 mm	
L = extensão da tubulação (m)	10 m	
h _{lc} = perda de carga contínua	0.04 m	

b) Perda de Carga Localizada

$h_s = \sum k \times v^2 / 2g$

onde:

k = coeficiente relativo às perdas de carga nas singularidades	
v = velocidade na tubulação (m/s)	0.95 m/s
g = aceleração da gravidade (m/s²)	9.81 m/s²
h _s = perda de carga localizada	0.10 m

Constantes de Perda de Carga

Peça	Quant.	Coeficiente K	
		Unitário	Total
Entrada normal	1.00	0.50	0.50
Curva 90°	2.00	0.40	0.80
Saída de canalização	1.00	1.00	1.00
Somatório			2.30

c) Perda de Carga total

$h = \text{perda de carga total} = h_{lc} + h_s \quad 0.147 \text{ m}$

Cota do terreno	:	158.000 m
Cota Entrada Flocculador	:	162.450 m
Altura do NA no flocculador	:	4.820 m
Altura do NA na calha Parshall	:	0.314 m
Altura calha Parshall	:	0.570 m
Borda Livre	:	0.300 m
Queda Livre na saída	:	0.200 m
Cota fundo Calha Parshall	:	163.560 m
Cota Fundo saída calha Parshall	:	163.380 m
Cota NA na calha Parshall	:	163.894 m
Cota NA na calha Parshall entrada flocculador	:	162.967 m
Cota Topo da estrutura (Calha Parshall)	:	164.450 m

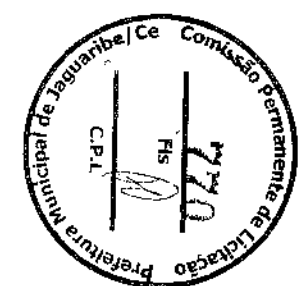
[Handwritten signature]

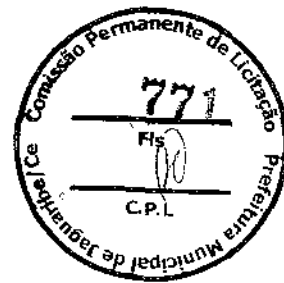
[Large handwritten signature]

Tabela de resultados hidráulicos - Drenagem ETA

Logradouro	Tramo	PV Inicial	PV Final	Ext. (m)	Área Total (m²)	T _s (min)	Temp. v. (min)	Q (cm/h)	Vazão (L/s)	Vazão Conc. (L/s)	CT. (m)	CT _j (m)	Cfm. (m)	Cfj (m)	Declividade (m/m)	Manning's n	Dímetro	Material	h / D (%)	h (m)	Velocidade (m/s)	Recob. m (m)	Recob. l (m)	Obs.	
Saída RAP 1100 m³	T-12	BL-1	PV-1	4.943	1330.893	10	0.05	12.075	31.24		151.7	154.24	150.85	150.8	0.01	0.01	250 mm	PVC	44.2	0.111	1.49	0.6	3.19		
	T-4	PV-1	PV-2	15.506	1330.893	10.054	0.17	12.063	33.21		154.24	152.96	150.8	150.65	0.01	0.01	250 mm	PVC	44.2	0.11	1.49	3.19	2.07	DG 0.15	
	T-8	PV-2	PV-3	18.927	1330.893	10.228	0.14	12.024	165.71		152.98	152	150.5	150.31	0.01	0.01	400 mm	PVC	56.1	0.224	2.26	2.07	1.29		
	T-9	PV-3	PV-4	24.393	1821.162	10.368	0.18	11.994	175.06		152	153.98	150.31	150.06	0.01	0.01	400 mm	PVC	58.5	0.234	2.29	1.29	3.51		
	T-7	PV-4	PV-5	24.59	1821.162	10.545	0.18	11.955	174.92		153.98	153.85	150.06	149.82	0.01	0.01	400 mm	PVC	58.5	0.234	2.29	3.52	3.63		
	T-5	PV-5	PV-6	15.462	3068.054	10.725	0.11	11.917	203.67		153.85	153.46	149.82	149.66	0.01	0.01	400 mm	PVC	64.8	0.259	2.37	3.63	3.4		
	T-6	PV-6	PV-7	15.172	3068.054	10.834	0.11	11.893	203.53		153.46	151.26	149.66	149.51	0.01	0.01	400 mm	PVC	64.7	0.259	2.36	3.4	1.35	TQ 2.01	
	T-19	PV-7	PV-8	14.553	3068.054	10.942	0.06	11.87	203.39		151.26	148	147.5	146.9	0.041	0.01	400 mm	PVC	62.2	0.169	4.04	3.35	0.7		
	T-13	PV-8	PV-9	19.056	3547.59	11.002	0.16	11.857	214.37		148	147.84	146.9	146.7	0.01	0.013	500 mm	Concrete	53.3	0.266	2.02	0.6	0.64		
	T-24	PV-9	PV-10	9.468	3547.59	11.161	0.08	11.823	214.13		147.84	147.66	146.7	146.6	0.011	0.013	500 mm	Concrete	53	0.265	2.03	0.64	0.56		
	T-15	PV-10	PV-11	7.585	3794.201	11.739	0.06	11.807	219.68		147.66	147.4	146.6	146.5	0.013	0.013	500 mm	Concrete	50.5	0.252	2.21	0.56	0.4		
	T-20	PV-11	PV-12	11.838	4127.602	11.296	0.06	11.795	227.23		147.4	146.72	146.5	146	0.042	0.013	500 mm	Concrete	37.1	0.186	3.43	0.4	0.22		
	T-29	PV-12	Saída-1	9.409	7049.679	13.354	0.02	11.783	474.87		146.72	144.2	146	144	-	-	-	Concrete	-	-	-	-	-	Descida de água em degraus 4	
	T-3	RAP1100	PV-2	4.145							132.6	151.7	152.96	150.7	150.66	0.01	0.01	400 mm	PVC	49.4	0.198	2.14	0.6	1.91	DG 0.16
	T-2	BL-2	PV-3	4.417	490.269	10	0.06	12.075	11.51			151.7	152	150.9	150.86	0.01	0.01	200 mm	PVC	35.5	0.071	1.15	0.6	0.94	DG 0.55
	T-24	BL-3	PV-5	8.899	1246.892	10	0.04	12.075	29.27			155.15	153.85	154.35	154.05	0.147	0.01	200 mm	PVC	28.6	0.057	3.95	0.6	0.6	TQ 3.23
	T-23	BL-4	PV-8	4.115	479.536	10	0.02	12.075	11.26			148	148	147.3	146.9	0.141	0.01	200 mm	PVC	18	0.036	2.94	0.3	0.9	
	T-30	St-6	PV-11	8.341	333.401	10	0.04	12.075	7.83			149.5	147.4	148.7	146.5	0.267	0.01	200 mm	PVC	12.9	0.026	3.3	0.6	0.7	
	Saída REL-02	T-21	REL02	PV-15	15.347						39.6	156.7	155.48	155.9	154.68	0.08	0.01	200 mm	PVC	39.1	0.078	3.44	0.6	0.6	
		T-28	PV-15	PV-16	11.507						39.16	155.48	153.07	154.68	152.27	0.208	0.01	200 mm	PVC	30.5	0.061	4.84	0.6	0.6	TQ 1.27
T-27		PV-16	PV-17	9.645						39.16	153.07	149.93	151	149.13	0.191	0.01	200 mm	PVC	31.3	0.062	4.7	1.87	0.6	TQ 1.23	
T-26		PV-17	PV-12	11.455						39.16	149.93	146.72	147.9	146	0.164	0.01	200 mm	PVC	32.4	0.065	4.45	1.83	0.52		
By-Pass Decantador	T-10	Dec	PV-18	3.769						141.6	158	158	157	156.96	0.01	0.01	400 mm	PVC	51.4	0.205	2.18	0.6	0.64		
	T-1	PV-18	PV-19	9.588	0	0.028	0.07	12.075	141.65		158	158	156.96	156.87	0.01	0.01	400 mm	PVC	51.4	0.205	2.18	0.64	0.73		
	T-33	PV-19	PV-20	9.05	-	-	-	0	141.65		158	154	156.87	153	-	-	-	Concrete	-	-	-	-	-	Descida de água em degraus 1	
	T-17	PV-20	PV-21	19.362	319.725	10	0.1	12.075	149.15		154	154	153	152.5	0.026	0.01	400 mm	PVC	40.5	0.162	3.13	0.6	1.1		
	T-18	PV-21	PV-22	7.547	538.648	10.104	0.04	12.052	154.27		154	154	152.3	152.3	0.026	0.01	400 mm	PVC	41	0.164	3.18	1.1	1.3		
	T-35	PV-22	PV-23	5.734	-	-	-	0	154.26		154	149.5	152.3	148.7	-	-	-	Concrete	-	-	-	-	-	Descida de água em degraus 2	
	T-16	PV-23	PV-24	7.926	538.648	10.154	0.05	12.041	154.26		149.5	149.5	148.7	148.54	0.02	0.01	400 mm	PVC	44.1	0.176	2.89	0.4	0.56		
	T-25	PV-24	PV-27	3.674	538.648	10.199	0.01	12.031	154.25		149.5	148.65	148.54	148.25	0.079	0.01	400 mm	PVC	30.5	0.122	4.75	0.56	0	DG 0.25	
	T-11	Tanque Cont	PV-19	13.379							120	158	158	157	156.87	0.01	0.01	400 mm	PVC	0.47	0.188	2.08	0.6	0.73	
Saída ETA Existente	T-31	PV-25	PV-26	11.958	739.592	10	0.05	12.075	17.36		156	152.77	155.2	151.97	0.271	0.01	200 mm	PVC	18.9	0.038	4.21	0.6	0.6		
	T-32	PV-26	PV-27	13.057	1015.601	10.047	0.05	12.064	23.82		152.77	148.65	151.97	148	0.303	0.01	200 mm	PVC	21.5	0.043	4.8	0.6	0.45		
	T-22	PV-27	PV-12	15.053	-	-	-	-	208.91		148.65	146.72	148	146	-	-	-	Concrete	-	-	-	-	-	Descida de água em degraus 3	
	T-34	BL-5	PV-26	10.483	276.009	10	0.04	12.075	6.48		158	152.77	157.2	151.97	0.505	0.01	200 mm	PVC	10.1	0.02	3.9	0.6	0.6		

15





6.2. ESTUDO DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

6.2.1. INTRODUÇÃO

O estudo dos transientes hidráulicos de SAA Jaguaribe-CE foi elaborado visando dimensionar o sistema de proteção das linhas de recalque AAT-02, e verificar o funcionamento da adutora de água bruta existente. Também visou determinar as cargas de pressão dinâmica essenciais para projetar as ancoragens necessárias para as tubulações.

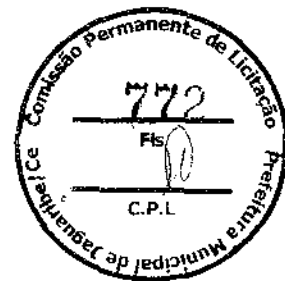
Os transientes hidráulicos nas linhas de recalque foram avaliados para o caso de parada do bombeamento nas estações elevatórias, quer seja devido a operação normal do sistema em função da possível limitação do número de horas diárias de bombeamento, quer seja por interrupção do fornecimento de energia elétrica aos motores, considerando-se inicialmente que os sistemas estariam funcionando sem qualquer equipamento de proteção contra o golpe de ariete.

Posteriormente à verificação da condição de funcionamento das linhas de recalque sem equipamento de proteção, passou-se à análise e otimização dos respectivos sistemas de proteção, levando-se em conta os fatores de operacionalidade, adequação aos transientes hidráulicos calculados e, sobretudo, minimização dos custos de construção e operação dos sistemas.

A análise dos transientes hidráulicos e dimensionamento dos sistemas de proteção se deram através do emprego de um software denominado HAMMER. Este programa foi desenvolvido pelo Environmental Hydraulics Group (GENIVAR) e atualmente suportado pela BENTLEY. O programa foi desenvolvido com o objetivo de determinar o comportamento do transitório hidráulico em tubulações de recalque de água utilizando-se para isso o Método das Características, e o uso das equações características para a modelagem das condições de contorno de equipamentos normalmente encontrados nos sistemas hidráulicos.

Os estudos realizados tiveram a seguinte seqüência:

- Primeiramente foi analisada a linha de recalque em regime permanente para se ajustar os parâmetros relativos ao tipo de bomba, rotação e rotor aplicável a cada caso;
- Em seguida, foram simulados os transientes hidráulicos sem as proteções anti-golpe para se avaliar a compatibilidade e classe de pressão do tubo empregado;
- Depois foi simulado o sistema adotando-se as proteções necessárias, primando pela economicidade e eficiência da proteção.



6.2.2. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA

O fenômeno dos transientes hidráulicos, em sua forma comum mais conhecida como golpe de ariete, devido ao fato de ouvir-se barulhos de marteladas dentro da tubulação, é freqüentemente abordado nos tratados e manuais de hidráulica como um dos aspectos mais complexos da hidráulica aplicada. Transiente hidráulico, como o próprio nome já diz, são fenômenos transitórios de curta duração, mas que poderão ser de grande intensidade e até levar à ruína uma instalação hidromecânica.

LENCASTRE¹ define transitório hidráulico como a passagem de um regime permanente para outro regime permanente, onde o primeiro é o regime de escoamento cinético do fluido (bombeamento ou adução gravitária) e o segundo é o regime estático ou de velocidade nula.

Segundo SILVESTRE², denomina-se golpe de ariete à variação da pressão acima e abaixo do valor de funcionamento normal dos condutos forçados, em consequência das mudanças das velocidades da água, decorrentes de manobras dos registros de regulagem das vazões.

A melhor forma para conceituação de fenômeno transitório (surto de pressão, golpe de ariete, transiente hidráulico ou qualquer outra forma nominativa) é considerá-lo como qualquer perturbação no escoamento nominal de um fluido em uma tubulação onde os valores dos parâmetros P/γ e $v^2/2g$ da equação de Bernoulli são alterados.

O transitório hidráulico normalmente ocorre em situações não normais de operação, tais como:

- Desligamento não programado de um conjunto eletro-bomba por falta de energia elétrica;
- Interrupção do escoamento por fechamento rápido de registro ou válvula automática;
- Alívio súbito de carga de uma turbina hidráulica (ou a vapor) provocando seu disparo.

Um fenômeno transitório tanto pode levar ao surgimento de uma onda de sobrepressão, como gerar uma onda de subpressão até chegar próxima ao vácuo absoluto e à possível separação da coluna líquida (ruptura da veia) por vaporização do líquido.

A condição de parada brusca dos motores, resultantes da interrupção do bombeamento por falha no fornecimento de energia aos motores, constitui-se na condição mais crítica de funcionamento do sistema, quando são provocadas as maiores sobrepressões e subpressões nas linhas de recalque.

¹ LENCASTRE, Armando. Hidráulica Geral. Lisboa, Portugal, 1983.

² SILVESTRE, P. Hidráulica Geral - 1ª edição. Rio de Janeiro, 1979.



Para isso se deve projetar equipamentos de proteção contra o golpe de aríete que deverão ser feitos através de simulação computacional do funcionamento das instalações em situações tanto em regime permanente como em condições transientes para se avaliar as envoltórias de sobrepressão e subpressão que possam afetar as instalações.

Se o perfil da tubulação, em função das cotas do terreno natural, for relativamente próximo da linha piezométrica, a súbita desaceleração da coluna de água pode causar uma queda de pressão interna a valores inferiores à da pressão atmosférica (subpressão).

A vaporização ou mesmo a separação de coluna pode ocorrer em pontos altos ao longo do perfil da tubulação de recalque. Quando a onda de pressão retorna aos valores positivos, a coluna de água se reunirá dando vez à ocorrência de sobrepressões do golpe de aríete, podendo colocar em risco a estabilidade da tubulação ou dos equipamentos conectados.

As sobrepressões podem acarretar, nos casos críticos, a ruptura de certas tubulações que não apresentam coeficientes de segurança suficientes.

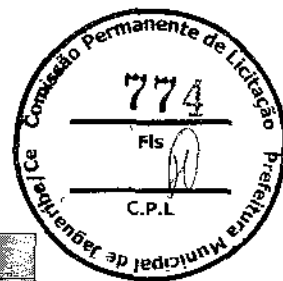
A norma da ABNT NB-591, de dezembro de 1991, utilizada para o cálculo dos transientes hidráulicos, recomenda que as pressões máximas devida ao golpe de aríete ocorrentes em qualquer seção da adutora, devem ser iguais ou inferiores as pressões de serviço admissíveis adotadas para as tubulações, conexões, acessórios e equipamentos previstos em toda a instalação em face dos planos de cargas piezométricas de regime permanente e estáticas.

As tubulações de PVC DEFoFo apresentam uma pressão de serviço nominal de 100 mca, independente do diâmetro utilizado. Para os tubos de ferro fundido, a pressão de serviço varia de acordo com o diâmetro conforme apresentado no **Quadro 7.2**. A reserva de segurança dos tubos de ferro fundido permite um aumento de 20% da pressão de serviço admissível para sobrepressões transitórias.

Quadro 0.1: Pressão de Serviço dos Tubos de Ferro Fundido

Diâmetro (mm)	Tubo Classe K7		Tubo Classe K9	
	PSA (mca)	PMS (mca)	PSA (mca)	PMS (mca)
100	500	600	640	770
150	500	600	640	770
200	500	600	620	740

51



Diâmetro (mm)	Tubo Classe K7		Tubo Classe K9	
	PSA (mca)	PMS (mca)	PSA (mca)	PMS (mca)
250	410	490	540	650
300	360	430	490	590
350	320	380	450	540
400	300	360	420	510
450	290	350	400	480
500	280	340	380	460
600	260	310	360	430
700	240	290	340	410
800	230	280	320	380
900	230	280	310	370
1000	220	260	300	360
1200	210	250	280	340

LEGENDA: PSA - pressão de serviço admissível; PMS - pressão máxima de serviço.

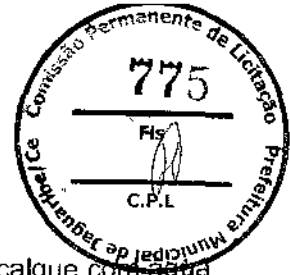
A onda de subpressão é a primeira que ocorre na tubulação a partir do instante em que se interrompe o fornecimento de energia ao conjunto moto-bomba. Nesse momento, a pressão começa então a reduzir. Se a altura estática for suficientemente pequena, esta redução a superará, iniciando-se a pressão negativa, cujo crescimento, segundo Rosich³, não é linear como nas pressões positivas, mas sim exponencial e que, por esse motivo, o vácuo que se produz em uma parada de bombas é sempre um valor discreto.

Cabe ressaltar que de acordo com a teoria apresentada por Lencastre, a descrição de aplicações práticas de Tomaz e os limites de funcionamento apresentados em catálogos de fabricantes de tubulações, a subpressão pode atingir determinados valores que mesmo assim a integridade física do material utilizado e a continuidade da veia líquida são preservadas.

Para as tubulações de ferro dúctil, a junta garante a estanqueidade face ao exterior, mesmo em caso de vácuo parcial. Para as tubulações de PVC DEFoFo, o valor admissível para a subpressão é da ordem de -8,0 mca.

No entanto, prezando pela segurança, para o estudo aqui realizado utilizaremos a pressão mínima de -4,0 mca (CAGECE) como limite para adoção de equipamentos de proteção na tubulação. Este valor equivale aproximadamente a 40% do ponto máximo de tensão de vapor da água.

³ ROSICH, E.M., El Golpe de Ariete en Impulsiones, Bellisco, Madrid, 1987.



O método mais comum de limitar-se a subpressão é alimentando-se a linha de recalque com água tão logo a pressão interna tenda a cair. Isto é conseguido através do emprego de uma série de equipamentos de proteção.

6.2.3. BASE METODOLÓGICA

Para análise dos transientes hidráulicos nas adutoras do presente projeto foi empregado o programa HAMMER, desenvolvido pelo Environmental Hydraulics Group (GENIVAR) e atualmente suportado pela BENTLEY.

A formulação matemática da maioria dos programas de análise de transientes hidráulicos normalmente adota o Método das Características, apresentado por Chaudhry⁴ e pode ser vista também em Sousa⁵ dentre outros autores consagrados.

As equações básicas utilizadas na análise de transitórios hidráulicos podem ser matematicamente expressas pela equação dinâmica do escoamento dada pela 2ª Lei de Newton e pela equação da Continuidade. O sistema dado por essas equações diferenciais pode ser resolvido pelo Método das Características permitindo-se avaliar os valores da vazão **Q** e da carga piezométrica **H** ao longo da tubulação dada pela abscissa **x** e do tempo **t**.

6.2.4. EQUAÇÃO DO MOVIMENTO

A equação do movimento é expressa por:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{f}{2DA} Q|Q| = 0 \quad \text{Eq. 1}$$

Onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação da aceleração do movimento, o segundo representa a variação do gradiente de pressão e o terceiro representa os efeitos decorrentes da dissipação de energia.

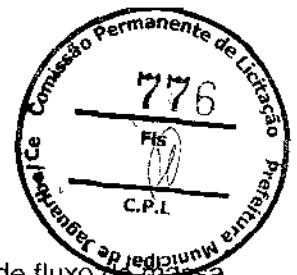
6.2.5. EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

A equação da continuidade é apresentada a seguir:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{c^2}{gA} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \text{Eq. 2}$$

⁴ CHAUDRY, M.H., Applied Hydraulic Transients, Van Nostrand Reinhold Co. Publ., New York, 1989.

⁵ SOUZA, P. A.; MARTINS, J. R. S.; FADIGA JR., F. M., Métodos Computacionais Aplicados à Engenharia Hidráulica, Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, EPUSP, São Paulo, 1991.



Onde o primeiro termo do membro esquerdo da equação representa a variação de fluxo de massa e o segundo termo a variação de massa. O parâmetro c é a celeridade de propagação das ondas de pressão e de velocidade durante o transitório hidráulico conhecida comumente apenas como celeridade da onda.

A introdução de aparelhos e equipamentos de proteção na modelagem matemática do transitório se faz por aplicação de condições de contorno específicas para cada caso e tipo de equipamento.

6.2.6. CELERIDADE DA ONDA

A celeridade da onda é função das características da tubulação (elasticidade, deformação, espessura da parede da tubulação, diâmetro, grau de fixação da tubulação, etc.) e das características do fluido (compressibilidade, presença de ar, etc.). A equação de Allievi a seguir é normalmente empregada nos programas de cálculo de transientes.

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}} \quad \text{Eq. 3} \quad \text{e} \quad k = \frac{10^{10}}{E} \quad \text{Eq. 4}$$

onde:

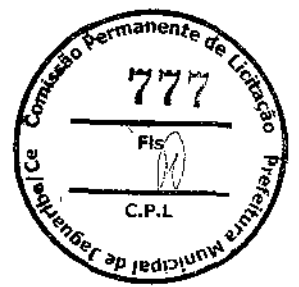
c - celeridade da onda (m/s);

D - diâmetro da tubulação (m);

e - espessura da tubulação (m);

k - coeficiente que leva em conta os módulos de elasticidade do material da tubulação.

- para tubos de aço, $k = 0,5$;
- para tubos de ferro fundido, $k = 1,0$;
- para tubos de cimento-amianto, $k = 4,4$;
- para tubos de concreto, $k = 5,0$;
- para tubos de PVC rígido, $k = 18,0$.



6.2.7. PERÍODO DA TUBULAÇÃO

Azevedo Netto⁶ define período de tubulação, como o tempo que a onda de sobrepressão leva para ir e voltar de uma extremidade a outra da tubulação, isto é, o tempo de ir da bomba ao reservatório e voltar, denotada por:

$$\mu = \frac{2L}{c} \quad \text{Eq. 5}$$

onde:

μ - período da tubulação (s);

L - comprimento da tubulação (m);

c - celeridade da onda (m/s).

O tempo de fechamento da válvula ou registro à montante do conjunto moto-bomba é um importante fator para o golpe de aríete. Se o fechamento for muito rápido, o registro ficará completamente fechado antes da atuação da onda de depressão. Por outro lado, se o registro for fechado lentamente, haverá tempo para atuar a onda de depressão antes da obturação completa.

A partir daí é possível definir e classificar as manobras de fechamento de registros.

6.2.8. MANOBRAS DE FECHAMENTO

As manobras de fechamento de válvulas e registros, como dito anteriormente, dependem do período da tubulação e se classificam em: instantâneas, rápidas e lentas.

6.2.8.1. Manobras Instantâneas

As manobras são ditas instantâneas quando o tempo de fechamento do registro é zero, isto é, quando há o fechamento do registro, a vazão se anula imediatamente.

Na prática isso é fisicamente impossível, pois, por mais rapidamente que se feche o registro, sempre teremos um tempo diferente de zero. No entanto, é importante saber a respeito do fechamento instantâneo do registro porque é através dele que se irá deduzir a fórmula para o cálculo da sobrepressão máxima.

⁶ AZEVEDO NETTO, J. M., ALVAREZ, G. A. Manual de Hidráulica Vol. 1, 6ª edição. São Paulo, 1973.



6.2.8.2. Manobras Rápidas

Teremos uma manobra rápida quando o tempo de fechamento do registro for inferior ao período da tubulação. Assim, teremos o fechamento completo do registro antes que a onda refletida volte ao ponto de origem.

Nestas condições, na seção onde se executa a manobra, não se nota qualquer efeito da redução da depressão, resultante do aparecimento das ondas refletidas.

Quando o fechamento é rápido, observa-se a sobrepressão máxima na extremidade da tubulação, que pode ser calculada pela fórmula:

$$\Delta h = \frac{cV}{g} \quad \text{Eq. 6}$$

onde:

Δh - sobrepressão máxima (mca);

c - celeridade da onda (m/s);

V - velocidade de escoamento do fluido (m/s);

g - aceleração da gravidade (m/s²).

6.2.8.3. Manobra Lenta

Teremos uma manobra lenta sempre que o tempo de fechamento do registro for maior que o período da tubulação.

Várias fórmulas têm sido deduzidas para o caso de manobras lentas, em que a variação da seção seja linear com o tempo. Uma fórmula aproximada muito utilizada é a de Michaud, que considera a proporcionalidade da velocidade com o período da tubulação e o tempo de manobra:

$$\Delta h = \frac{2LV}{gT} \quad \text{Eq. 7}$$

onde:

Δh - sobrepressão máxima (mca);

L - comprimento da tubulação (m);

V - velocidade de escoamento do fluido (m/s);

Cláudio José Queiroz B.
JOTA/BARROS PROJ
Cláudio José Queiroz B.
Engº Civil - CREA 13419/E

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
1.0	-	-	INSTALAÇÃO DA OBRA					1.674.571,04	8,34%
1.1	-	-	CANTEIRO DE OBRAS					147.403,84	0,73%
1.1.1	SINAPI	93207	EXECUÇÃO DE ESCRITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF 02/2016	M2	12,00	1.001,64	1.238,43	14.861,16	0,07%
1.1.2	SINAPI	93208	EXECUÇÃO DE ALMOXARIFADO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, INCLUSO PRATELEIRAS. AF 02/2016	M2	60,00	840,38	1.039,05	62.343,00	0,31%
1.1.3	SINAPI	93212	EXECUÇÃO DE SANITÁRIO E VESTIÁRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO. AF 02/2016	M2	20,00	918,46	1.135,58	22.711,60	0,11%
1.1.4	SINAPI	93210	EXECUÇÃO DE REFEITÓRIO EM CANTEIRO DE OBRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, NÃO INCLUSO MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS. AF 02/2016	M2	60,00	550,30	680,39	40.823,40	0,20%
1.1.5	COMPOSIÇÃO	C1937	PLACAS PADRÃO DE OBRA	M2	36,00	149,73	185,13	6.664,68	0,03%
1.2	-	-	ADMINISTRAÇÃO LOCAL					1.527.167,20	7,61%
1.2.1	SINAPI	93565	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	24,00	18.406,77	22.758,13	546.195,12	2,72%
1.2.2	SINAPI	93572	ENCARREGADO GERAL DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	48,00	4.915,78	6.077,87	291.737,76	1,45%
1.2.3	SINAPI	93563	ALMOXARIFÉ COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	48,00	3.213,64	3.973,34	190.720,32	0,95%
1.2.4	SINAPI	93564	APONTADOR OU APROPRIADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	48,00	3.326,92	4.113,40	197.443,20	0,98%
1.2.5	SINAPI	100321	TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	20,00	4.530,10	5.601,02	112.020,40	0,56%
1.2.6	SINAPI	101460	VIGIA DIURNO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	48,00	3.185,50	3.938,55	189.050,40	0,94%
2.0	-	-	CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA - SERVIÇOS					379.848,48	1,89%
2.1	-	-	DEMOLIÇÃO DE CONSTRUÇÃO EXISTENTE					5.017,80	0,03%
2.1.1	SINAPI	97626	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF 12/2017	M3	1,50	488,08	603,46	905,19	0,00%
2.1.2	SINAPI	97622	DEMOLIÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO FURADO, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF 12/2017	M3	4,86	45,36	56,08	272,55	
2.1.3	SINAPI	97647	REMOÇÃO DE TELHAS, DE FIBROCIMENTO, METÁLICA E CERÂMICA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF 12/2017	M2	11,88	2,95	3,65	43,36	0,00%

Comissão Permanente de Licitação
 Prefeitura Municipal de Jaguaribe, Ceará
 779

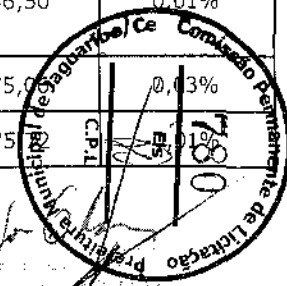
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
2.1.4	SINAPI	97627	DEMOLIÇÃO DE PILARES E VIGAS EM CONCRETO ARMADO, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M3	0,38	245,33	303,33	115,27	0,00%
2.1.5	SINAPI	97645	REMOÇÃO DE JANELAS, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017	M2	2,10	27,83	34,41	72,26	0,00%
2.1.6	SINAPI	100974	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M ³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M ³ / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	18,62	6,76	8,36	155,66	0,00%
2.1.7	SINAPI	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	93,10	1,94	2,40	223,44	0,00%
2.1.8	COMPOSIÇÃO	C3462	DÊSMONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS ESPECIAIS, RESERVATÓRIO ELEVADO	UN	1,00	2.612,48	3.230,07	3.230,07	0,02%
2.2	-	-	URBANIZAÇÃO					14.318,25	0,07%
2.2.1	COMPOSIÇÃO	C2873	LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)	M2	210,00	0,25	0,31	65,10	0,00%
2.2.2	SINAPI	98525	LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS. AF_05/2018	M2	210,00	0,33	0,41	86,10	0,00%
2.2.3	SINAPI	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	M2	67,40	43,16	53,36	3.596,46	0,02%
2.2.4	SINAPI	94273	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	25,20	37,66	46,56	1.173,31	0,01%
2.2.5	SINAPI	101197	CERCA COM MOURÕES DE CONCRETO, SEÇÃO "T" PONTA INCLINADA, 10X10 CM, ESPAÇAMENTO DE 2,5 M, CRAVADOS 0,5 M, COM 11 FIOS DE ARAME FARPADO Nº 14 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_05/2020	M	18,62	97,58	120,65	2.246,50	0,01%
2.2.6	COMPOSIÇÃO	C2904	PORTÃO DE TUBO DE AÇO GALVANIZADO DE 2" (4X2)m, INCL. PILARES DE SUSTENTAÇÃO	UN	1,00	4.347,35	5.375,06	5.375,06	0,03%
2.2.7	COMPOSIÇÃO	C2903	PORTÃO DE TUBO DE AÇO GALVANIZADO DE 2" (1X2)m, INCL. PILARES DE SUSTENTAÇÃO	UN	1,00	1.436,20	1.775,72	1.775,72	0,01%



AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

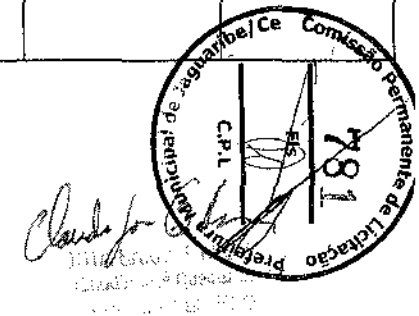
ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
2.3	-	-	MOVIMENTO DE TERRA					26.648,31	0,13%
2.3.1	SINAPI	96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	4,49	80,20	99,16	445,23	0,00%
2.3.2	SINAPI	96520	ESCAVAÇÃO MECANIZADA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA COM RETROESCAVADEIRA (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	40,45	84,28	104,20	4.214,89	0,02%
2.3.3	SINAPI	93368	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO	M3	11,00	14,04	17,36	190,96	0,00%
2.3.4	SINAPI	93368	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 1,5 A 3,0 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO	M3	19,62	14,04	17,36	340,60	0,00%
2.3.5	SINAPI	100974	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 10 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	10,30	6,76	8,36	86,11	0,00%
2.3.6	SINAPI	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	11,44	1,94	2,40	27,46	0,00%
2.3.7	SINAPI	95875	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	11,44	1,94	2,40	27,46	0,00%
2.3.8	SINAPI	101230	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8 M³ / 111 HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14 M³, DMT ATÉ 1 KM E VELOCIDADE MÉDIA 14KM/H. AF_05/2020	M3	360,00	8,83	10,92	3.931,20	0,02%

5



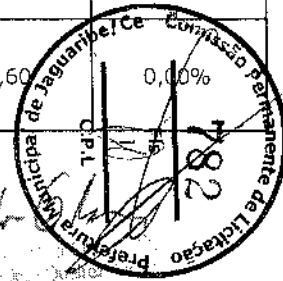
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
2.3.9	SINAPI	100975	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 14 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	360,00	6,91	8,54	3.074,40	0,02%
2.3.10	SINAPI	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	5.400,00	1,72	2,13	11.502,00	0,06%
2.3.11	SINAPI	96386	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3	360,00	6,31	7,80	2.808,00	0,01%
2.4	-	-	CONCRETO					30.862,11	0,15%
2.4.1	SINAPI	94962	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	0,25	309,66	382,86	95,72	0,00%
2.4.2	SINAPI	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	9,12	393,96	487,09	4.442,26	0,02%
2.4.3	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	9,12	20,27	25,06	228,55	0,00%
2.4.4	SINAPI	92423	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	85,84	59,31	73,33	6.294,65	0,03%
2.4.5	SINAPI	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	29,00	20,69	25,58	741,82	0,00%
2.4.6	SINAPI	92776	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	10,00	19,78	24,46	244,60	0,00%



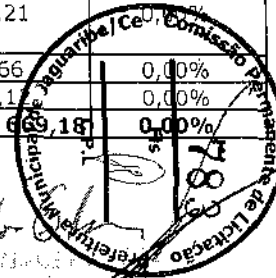
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID.	QUANT	PRECO UNIT.	PRECO UNIT. C/ BDI	PRECO	PERCENTUAL
2.4.7	SINAPI	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	150,00	18,70	23,12	3.468,00	0,02%
2.4.8	SINAPI	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	287,00	16,74	20,70	5.940,90	0,03%
2.4.9	SINAPI	92779	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	399,00	14,13	17,47	6.970,53	0,03%
2.4.10	SINAPI	92780	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	107,00	13,42	16,59	1.775,13	0,01%
2.4.11	SINAPI	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF 06/2018	M2	15,91	33,55	41,48	659,95	0,00%
2.5	-	-	ALVENARIA DE ELEVAÇÃO					186.846,32	0,93%
2.5.1	SINAPI	87495	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 06/2014	M2	41,65	80,15	99,10	4.127,52	0,02%
2.5.2	COMPOSIÇÃO	C3723	ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA (TRAÇO 1:6) C/AGREGADOS ADQUIRIDOS	M3	360,00	403,88	499,36	179.769,60	0,90%
2.5.3	SINAPI	92539	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	M2	23,04	61,09	75,53	1.740,21	0,01%
2.5.4	SINAPI	94440	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA DE ENCAIXE, TIPO FRANCESA, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF 07/2019	M2	23,04	27,35	33,82	779,21	
2.5.5	COMPOSIÇÃO	C0387	BEIRA E BICA EM TELHA COLONIAL	M	4,80	13,09	16,18	77,66	0,00%
2.5.6	COMPOSIÇÃO	C3721	VIGA DE MADEIRA MACIÇA 10"x 4"	M	2,00	142,40	176,06	352,10	0,00%
2.6	-	-	COBERTA/LAJE					669,18	0,00%



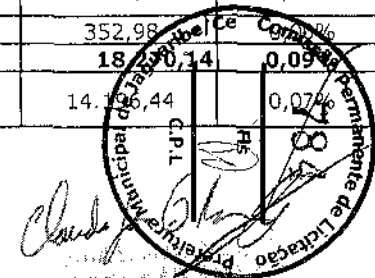
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID.	QUANT	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. c/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
2.6.1	SINAPI	101750	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 4,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_09/2020	M2	13,44	40,27	49,79	669,18	0,00%
2.7	-	-	REVESTIMENTO					6.778,02	0,03%
2.7.1	SINAPI	87879	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	M2	95,90	3,44	4,25	407,58	0,00%
2.7.2	SINAPI	87775	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS DE FACHADA COM PRESENÇA DE VÃOS, ESPESSURA DE 25 MM. AF_06/2014	M2	95,90	48,08	59,45	5.701,26	0,03%
2.7.3	SINAPI	101750	PISO CIMENTADO, TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA), ACABAMENTO RÚSTICO, ESPESSURA 4,0 CM, PREPARO MECÂNICO DA ARGAMASSA. AF_09/2020	M2	13,44	40,27	49,79	669,18	0,00%
2.8	-	-	ESQUADRIAS					5.449,93	0,03%
2.8.1	SINAPI	100701	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO GRADE COM CHAPA, COM GUARNIÇÕES. AF_12/2019	M2	3,03	562,07	694,94	2.105,67	0,01%
2.8.2	SINAPI	100701	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO GRADE COM CHAPA, COM GUARNIÇÕES. AF_12/2019	M2	4,20	562,07	694,94	2.918,75	0,01%
2.8.3	SINAPI	100726	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO E ACABAMENTO (ESMALTE SINTÉTICO GRAFITE) APLICADA A ROLO OU PINCEL SOBRE SUPERFÍCIES METÁLICAS (EXCETO PERFIL) EXECUTADO EM OBRA (POR DEMÃO). AF_01/2020	M2	14,45	22,10	27,32	394,77	0,00%
2.8.4	SINAPI	9875	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 50 MM, PARA AGUA FRIA (NBR-5648)	M	1,68	15,99	18,30	30,74	0,00%
2.9	-	-	PINTURA					2.959,54	0,01%
2.9.1	SINAPI	88495	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, UMA DEMÃO. AF_06/2014	M2	95,90	8,91	11,02	1.056,82	0,01%
2.9.2	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	95,90	13,07	16,16	1.549,74	0,01%
2.9.3	COMPOSIÇÃO	C2899	PINTURA LOGOTIPO CAGECE - PROJETO PADRÃO	UN	1,00	285,49	352,98	352,98	0,00%
2.10	-	-	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO E ACESSO					18.290,14	0,09%
2.10.1	COMPOSIÇÃO	C3464	INSTALAÇÃO E FORNECIMENTO DE MONOVIA: TRILHO, TROLLEY / TALHA MANUAL 2,0 T	UN	1,00	11.482,08	14.196,44	14.196,44	0,07%



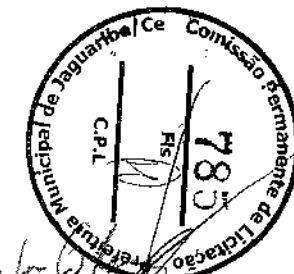
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ÁGUA DA SEDE DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
2.10.2	SINAPI	99837	GUARDA-CORPO DE AÇO GALVANIZADO DE 1,10M, MONTANTES TUBULARES DE 1.1/4" ESPAÇADOS DE 1,20M, TRAVESSA SUPERIOR DE 1.1/2", GRADIL FORMADO POR TUBOS HORIZONTAIS DE 1" E VERTICAIS DE 3/4", FIXADO COM CHUMBADOR MECÂNICO. AF_04/2019_P	M	5,00	658,96	814,74	4.073,70	0,02%
2.11	-	-	MONTAGEM / INSTALAÇÃO ELETROMECÂNICA					82.028,88	0,41%
2.11.1	COMPOSIÇÃO	C3421	INSTALAÇÃO ELETROMECÂNICA DE CONJUNTO MOTO-BOMBA DE 100 À 200 CV	UN	2,00	8.017,40	9.912,71	19.825,42	0,10%
2.11.2	COMPOSIÇÃO	C4868	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E PÇS, ELEVATÓRIA C VAZÃO DE 90,01 A 200L/S	UN	1,00	50.310,14	62.203,46	62.203,46	0,31%
3.0	-	-	CAPTACÃO DE ÁGUA BRUTA - MATERIAIS					1.051.718,42	5,14%
3.1	-	-	TUBOS; CONEXÕES E EQUIPAMENTOS					1.020.959,77	5,09%
3.1.1	COTAÇÃO	COT.1	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO, Potência = 125 cv; VAZÃO = 348,80 m3/h; HM = 52,35 mca. Modelo: BOMBA KING IRR 150X125X405 ME/1 ACOPLADA TRIFÁSICA 220/380/440/660 60 HZ P=125CV 1750RPM ou SIMILAR.	UN	2,00	243.945,00	279.195,05	558.390,10	2,78%



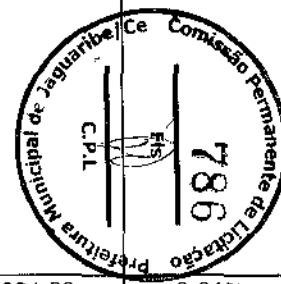
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
3.1.2	COTAÇÃO	COT.7	CENTRO DE COMANDO DE MOTORES, COMPOSTO DE 2 CHAVES TIPO SOFT STARTER, PARA MOTORES DE 125CV Composto de: Quadro de comando 1,90 x 60 x 60 metálico; Disjuntor de entrada/alimentação termo magnético conforme potência do motor; Chave fusível Ultra rápido de acordo com a potência; Fusíveis ultrarápidos de acordo com a potência do motor; Softstart SSW07WEG ou similar com amperagem de acordo com a potência do motor; Contactores WEG ou similar CMW com bobina de 220v com contato auxiliar de 220v; Transformador/Isolador de acordo com a potência 380va/220vca; Voltímetro digital de 0 a 500v; Botão de emergência com bloco de contato; Chaves seletora de comando 3P com 2 blocos de contato NA e 2 NF; Minicontactores auxiliares com 2 NA e 2NF bobina de 220v; Sinais led vermelhas de 220v; Sinais led verdes de 220v; Régua de borne sindau de 6mm; Botões de comando liga/desliga; e contendo os seguintes Acessórios: Trilhos / canaletas / espaguetti; Cabo de cobre flexível 1,5mm2 preto (50 metros por quadro); Cabo de cobre flexível 2,5mm2 vermelho (50 metros por quadro); Terminais tipo pino 2,5 m (pequeno e grande) (30 a 40 unidades por quadro); Terminais tipo gardo 2,5 m (pequeno e grande) (30 a 40 unidades por quadro); Plaqueta Acrílica (manual / automático) ;	UN	1,00	80.800,00	92.475,60	92.475,60	0,46%
3.1.3	COTAÇÃO	I4072	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/ FLANGES DN 250 x 150 PN10	UN	2,00	3.200,00	3.662,40	7.324,80	0,04%
3.1.4	COTAÇÃO	I4077	REDUÇÃO EXCÊNTRICA C/ FLANGES DN 400 x 250 PN10	UN	2,00	2.699,68	3.089,78	6.179,56	0,03%
3.1.5	COTAÇÃO	I4528	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L=3000	UN	2,00	8.526,67	9.758,77	19.517,54	0,10%
3.1.6	COTAÇÃO	I4013	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN16 DN400	UN	2,00	10.101,00	11.560,59	23.121,18	0,12%
3.1.7	COTAÇÃO	I8708	VALVULA BORBOLETA FLANGEADA DN 400 (ENTRE FLANGES)	UN	2,00	17.100,00	19.570,95	39.141,90	0,20%
3.1.8	COTAÇÃO	I5754	VALVULA RETENÇÃO DN 400 PN16 FECH. RÁPIDO (CLASAR)	UN	2,00	19.524,00	22.345,22	44.690,44	0,22%
3.1.9	COTAÇÃO	I3972	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L= 250	UN	2,00	4.500,00	5.150,25	10.300,50	0,05%
3.1.10	COTAÇÃO	I3431	CURVA FoFo 90 FF PARA ÁGUA DN 400 PN10	UN	2,00	9.686,96	11.086,73	22.173,46	0,11%
3.1.11	COTAÇÃO	I3972	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L= 250	UN	1,00	4.500,00	5.150,25	5.150,25	0,03%



Handwritten signature and illegible text at the bottom right of the page.

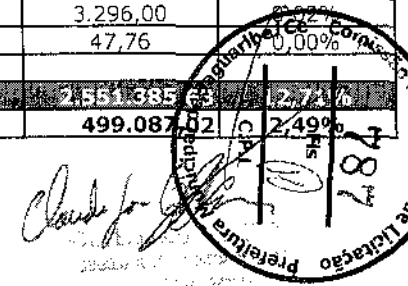
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/ DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
3.1.12	COTAÇÃO	13670	TE FoFo FF DN 400 x 400 PN10	UN	2,00	7.941,02	9.088,50	18.177,00	0,09%
3.1.13	COTAÇÃO	14524	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L=1000	UN	1,00	5.502,33	6.297,42	6.297,42	0,03%
3.1.14	COTAÇÃO	14526	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L=2000	UN	1,00	7.017,30	8.031,30	8.031,30	0,04%
3.1.15	COTAÇÃO	18708	VALVULA BORBOLETA FLANGEADA DN 400 (ENTRE FLANGES)	UN	1,00	17.100,00	19.570,95	19.570,95	0,10%
3.1.16	COTAÇÃO	18706	VALVULA BORBOLETA FLANGEADA DN 300 (ENTRE FLANGES)	UN	1,00	13.800,00	15.794,10	15.794,10	0,08%
3.1.17	COTAÇÃO	13669	TE FoFo FF DN 400 x 300 PN10	UN	1,00	9.800,00	11.216,10	11.216,10	0,06%
3.1.18	COTAÇÃO	13972	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L= 250	UN	1,00	4.500,00	5.150,25	5.150,25	0,03%
3.1.19	COTAÇÃO	13482	CURVA DE PÉ 90 FF PARA ÁGUA DN 400 PN10	UN	2,00	10.100,00	11.559,45	23.118,90	0,12%
3.1.20	COTAÇÃO	14097	REDUÇÃO FoFo FF DN 400 x 300 PN10	UN	2,00	5.500,00	6.294,75	12.589,50	0,06%
3.1.21	COTAÇÃO	14012	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE PN16 DN300	UN	1,00	4.700,00	5.379,15	5.379,15	0,03%
3.1.22	COTAÇÃO	14503	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 300 PN10 - L=1500	UN	1,00	4.863,73	5.566,54	5.566,54	0,03%
3.1.23	COTAÇÃO	187631	VÁLVULA REDUTORA DE PRESSÃO (VRP) DN 100 PN10 CÂMARA SIMPLES FLANGEADA	UN	1,00	12.132,00	13.885,07	13.885,07	0,07%
3.1.24	COTAÇÃO	COT.37	FILTRO EM Y FLANGEADO COM TELA INOX PN 10 DN 150	UN	1,00	8.080,20	9.247,79	9.247,79	0,05%
3.1.25	COTAÇÃO	12957	MACROMEDIDOR TIPO WOLTMAN PN 10/16 FLANGEADO COM MEDIDOR TOTALIZADOR DN 150MM COM VAZÃO ATÉ 500M3/H	UN	1,00	19.079,10	21.836,03	21.836,03	0,11%
3.1.26	COTAÇÃO	139721	TUBO FoFo C/ FLANGES DN 400 PN10 - L= 200	UN	1,00	2.112,66	2.417,94	2.417,94	0,01%
3.1.27	COTAÇÃO	14692	TUBO FoFo C/FLANGÉ E PONTA DN 300 PN10 - L=3000	UN	1,00	5.312,29	6.079,92	6.079,92	0,03%
3.1.28	COTAÇÃO	14096	REDUÇÃO FoFo FF DN 400 x 250 PN10	UN	1,00	2.410,90	2.759,28	2.759,28	0,01%
3.1.29	COTAÇÃO	14088	REDUÇÕES 250 X 150	UN	1,00	1.398,73	1.600,85	1.600,85	0,01%
3.1.30	COTAÇÃO	15730	VENTOSA TRIPLICE FUNÇÃO/FLANGE DN 100 PN25	UN	1,00	3.299,56	3.776,35	3.776,35	0,02%
3.2	-	-	ACESSÓRIOS					10.758,65	0,05%
3.2.1	COTAÇÃO	16439	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 400 PN10 P/ ÁGUA	UN	17,00	153,72	175,93	2.990,81	0,01%
3.2.2	COTAÇÃO	16437	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 300 PN10 P/ ÁGUA	UN	6,00	93,95	107,53	645,18	0,00%
3.2.3	COTAÇÃO	16436	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 250 PN10 P/ ÁGUA	UN	4,00	59,95	68,61	274,44	0,00%
3.2.4	COTAÇÃO	16429	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 150 PN10 P/ ÁGUA	UN	2,00	31,78	36,37	72,74	0,00%
3.2.5	COTAÇÃO	16428	ARRUELA BORRACHA P/ FLANGES DN 100 PN10 P/ ÁGUA	UN	1,00	21,25	24,32	24,32	0,00%
3.2.6	COTAÇÃO	14243	PARAFUSO C/ PORCAS PARA FLANGES DN 24 x 100	UN	180,00	16,54	18,93	3.407,40	0,02%
3.2.7	COTAÇÃO	14242	PARAFUSO C/ PORCAS PARA FLANGES DN 20 x 90	UN	100,00	28,80	32,96	3.296,00	0,02%
3.2.8	COTAÇÃO	14241	PARAFUSO C/ PORCAS PARA FLANGES DN 16 x 80	UN	8,00	5,22	5,97	47,76	0,00%
4.0	-	-	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA - SERVIÇOS					2.551.385,63	12,71%
4.1	-	-	TERRAPLENAGEM - SERVIÇOS					499.087,02	2,49%



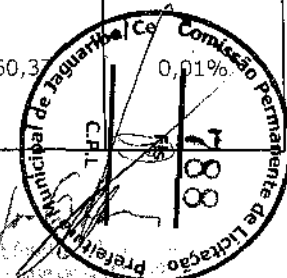
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.1.1	SINAPI	98525	LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS.AF_05/2018	M2	1.600,00	0,33	0,41	656,00	0,00%
4.1.2	COMPOSIÇÃO	C2873	LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)	M2	1.600,00	0,25	0,31	496,00	0,00%
4.1.3	SINAPI	100577	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE SUBLEITO DE SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO. AF_11/2019	M2	1.600,00	0,89	1,10	1.760,00	0,01%
4.1.4	SINAPI	101230	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8 M³ / 111 HP), FROTA DE 3 CAMINHÕES BASCULANTES DE 14 M³, DMT ATÉ 1 KM E VELOCIDADE MÉDIA 14KM/H. AF_05/2020	M3	1.829,66	8,83	10,92	19.979,89	0,10%
4.1.5	SINAPI	100975	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 14 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M³ / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	9.506,47	6,91	8,54	81.185,25	0,40%
4.1.6	SINAPI	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	142.597,05	1,72	2,13	303.731,72	1,51%
4.1.7	SINAPI	96386	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO COM SOLO PREDOMINANTEMENTE ARENOSO - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVACÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	M3	9.506,47	6,31	7,80	74.150,47	0,37%
4.1.8	COMPOSIÇÃO	C3218	EXPURGO DE JAZIDA	M3	840,14	2,94	3,64	3.058,11	0,02%
4.1.9	COMPOSIÇÃO	C2840	INDENIZAÇÃO DE JAZIDA	M3	9.506,47	1,20	1,48	14.069,58	0,07%
4.2	-	-	DRENAGEM E URBANIZAÇÃO - SERVIÇOS					364.806,07	1,82%
4.2.1	SINAPI	94966	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M3	106,16	393,96	487,09	51.709,47	0,26%
4.2.2	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	106,16	20,27	25,06	2.660,3	0,01%



AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

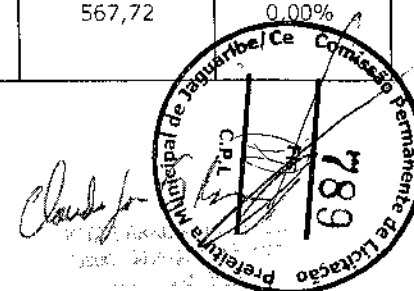
ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.2.3	SINAPI	92423	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÓRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	367,64	59,31	73,33	26.959,04	0,13%
4.2.4	SINAPI	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	582,18	16,74	20,70	12.051,13	0,06%
4.2.5	SINAPI	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	1.504,38	18,70	23,12	34.781,27	0,17%
4.2.6	SINAPI	92776	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	55,74	19,78	24,46	1.363,40	0,01%
4.2.7	COMPOSIÇÃO	C3066	DESCIDA D'ÁGUA DE CONCRETO ARMADO TIPO U	M	42,40	145,02	179,30	7.602,32	0,04%
4.2.8	SINAPI	97950	CAIXA PARA BOCA DE LOBO DUPLA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,6X2,2X1,2 M. AF_12/2020	UN	6,00	2.632,79	3.255,18	19.531,08	0,10%
4.2.9	SINAPI	97933	CAIXA COM GRELHA SIMPLES RETANGULAR, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIMENSÕES INTERNAS: 0,6X1,0X1,0 M. AF_12/2020	UN	27,00	911,18	1.126,58	30.417,66	0,15%
4.2.10	COMPOSIÇÃO	C3110	SAIDA D'AGUA C/ DISSIPADOR DE ENERGIA	UN	5,00	203,17	251,20	1.256,00	0,01%
4.2.11	SINAPI	90105	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	M3	63,02	6,85	8,47	533,78	0,00%
4.2.12	SINAPI	102327	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARG. DE 0,8 M A 1,5 M, EM SOLO DE 2A CATEGORIA, EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	M3	63,01	7,29	9,01	567,72	0,00%

BN



AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

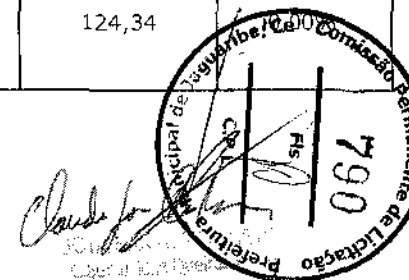
ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.2.13	SINAPI	90108	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV (0,26 M3), LARGURA DE 0,8 M A 1,5 M, EM SOLO DE 1A CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	M3	567,13	5,24	6,48	3.675,00	0,02%
4.2.14	SINAPI	102285	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROF. MAIOR QUE 3,0 M ATÉ 4,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), ESCAVADEIRA (0,8 M3), LARG. MENOR QUE 1,5 M, EM SOLO MOLE, EM LOCAIS COM ALTO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_02/2021	M3	567,13	9,13	11,29	6.402,90	0,03%
4.2.15	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	1.223,23	20,27	25,06	30.654,14	0,15%
4.2.16	SINAPI	100981	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	37,05	7,28	9,00	333,45	0,00%
4.2.17	SINAPI	97913	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	37,05	2,55	3,15	116,71	0,00%
4.2.18	SINAPI	97135	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC DEFOFO OU PRFV OU RPVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 200 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	114,18	4,01	4,96	566,33	0,00%
4.2.19	SINAPI	97136	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC DEFOFO OU PRFV OU RPVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 250 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	20,45	4,92	6,08	124,34	

5/1



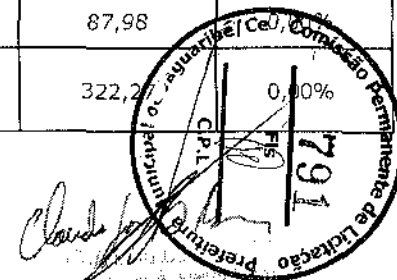
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CODIGO	SERVICOS	UNID.	QUANT.	PRECO UNIT.	PRECO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.2.20	SINAPI	97139	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC DEFOFO OU PRFV OU RPVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 400 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	182,71	7,68	9,50	1.735,75	0,01%
4.2.21	SINAPI	97140	ASSENTAMENTO DE TUBO DE PVC DEFOFO OU PRFV OU RPVC PARA REDE DE ÁGUA, DN 500 MM, JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, INSTALADO EM LOCAL COM NÍVEL BAIXO DE INTERFERÊNCIAS (NÃO INCLUI FORNECIMENTO). AF_11/2017	M	47,97	9,54	11,80	566,05	0,00%
4.2.22	SINAPI	95240	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIERS, ESPESSURA DE 3 CM. AF_07/2016	M2	126,46	14,91	18,43	2.330,66	0,01%
4.2.23	SINAPI	92393	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO EM PISO INTERTRAVADO, COM BLOCO SEXTAVADO DE 25 X 25 CM, ESPESSURA 6 CM. AF_12/2015	M2	1.002,50	43,16	53,36	53.493,40	0,27%
4.2.24	SINAPI	94273	ASSENTAMENTO DE GUIA (MEIO-FIO) EM TRECHO RETO, CONFECCIONADA EM CONCRETO PRÉ-FABRICADO, DIMENSÕES 100X15X13X30 CM (COMPRIMENTO X BASE INFERIOR X BASE SUPERIOR X ALTURA), PARA VIAS URBANAS (USO VIÁRIO). AF_06/2016	M	284,34	37,66	46,56	13.238,87	0,07%
4.2.25	SINAPI	102075	ESCADA EM CONCRETO ARMADO MOLDADO IN LOCO, FCK 20 MPA, COM 2 LANCES EM "L" E LAJE PLANA, FÔRMA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA. AF_11/2020	M3	6,86	4.643,91	5.741,73	39.388,27	0,20%
4.2.26	SINAPI	99839	GUARDA-CORPO DE AÇO GALVANIZADO DE 1,10M DE ALTURA, MONTANTES TUBULARES DE 1.1/2" ESPAÇADOS DE 1,20M, TRAVESSA SUPERIOR DE 2" GRADIL FORMADO POR BARRAS CHATAS EM FERRO DE 32X4,8MM, FIXADO COM CHUMBADOR MECÂNICO. AF_04/2019_P	M	36,00	511,05	631,86	22.746,96	0,11%
4.3	-	-	TANQUE DE CONTATO E FILTROS - SERVIÇOS					1.142.306,64	5,69%
4.3.1	COMPOSIÇÃO	C2873	LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)	M2	283,80	0,25	0,31	87,98	
4.3.2	SINAPI	96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	3,25	80,20	99,16	322,27	0,00%



AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

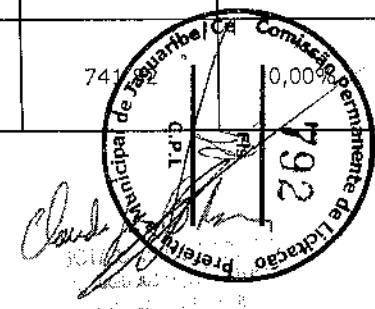
ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/ DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.3.3	SINAPI	96520	ESCAVAÇÃO MECANIZADA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA COM RETROESCAVADEIRA (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	108,16	84,28	104,20	11.270,27	0,06%
4.3.4	SINAPI	100981	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M ³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M ³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	15,00	7,28	9,00	135,00	0,00%
4.3.5	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M ³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	9,02	20,27	25,06	226,04	0,00%
4.3.6	SINAPI	97913	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M ³ , EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	15,00	2,55	3,15	47,25	0,00%
4.3.7	SINAPI	94968	CONCRETO MAGRO PARA LASTRO, TRAÇO 1:4,5:4,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	M3	7,20	306,78	379,30	2.730,96	0,01%
4.3.8	SINAPI	94972	CONCRETO FCK = 30MPA, TRAÇO 1:2,1:2,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	M3	175,86	388,37	480,18	84.444,45	0,42%
4.3.9	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M ³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	175,86	20,27	25,06	4.407,05	0,02%
4.3.10	SINAPI	92423	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	1.153,59	59,31	73,33	84.592,75	0,42%
4.3.11	SINAPI	92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	29,00	20,69	25,58	741,00	0,00%

147



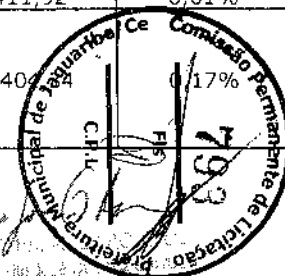
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.3.12	SINAPI	92776	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	5,00	19,78	24,46	122,30	0,00%
4.3.13	SINAPI	92777	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	73,00	18,70	23,12	1.687,76	0,01%
4.3.14	SINAPI	92778	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	510,00	16,74	20,70	10.557,00	0,05%
4.3.15	SINAPI	92779	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	8.043,04	14,13	17,47	140.511,91	0,70%
4.3.16	SINAPI	92780	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	17.683,75	13,42	16,59	293.373,41	1,46%
4.3.17	SINAPI	92781	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 20,0 MM - MONTAGEM. AF 12/2015	KG	10.564,82	15,07	18,63	196.822,60	0,98%
4.3.18	SINAPI	98547	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MANTA ASFÁLTICA, DUAS CAMADAS, INCLUSIVE APLICAÇÃO DE PRIMER ASFÁLTICO, E=3MM E E=4MM. AF 06/2018	M2	1.029,97	172,84	213,70	220.104,59	1,10%
4.3.19	SINAPI	98557	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM EMULSÃO ASFÁLTICA, 2 DEMÃOS AF 06/2018	M2	113,63	33,55	41,48	4.713,37	0,02%
4.3.20	SINAPI	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF 06/2014	M2	210,38	13,07	16,16	3.399,74	0,02%
4.3.21	COMPOSIÇÃO	C2899	PINTURA LOGOTIPO CAGECE - PROJETO PADRÃO	UN	4,00	285,49	352,98	1.411,92	0,01%
4.3.22	SINAPI	99837	GUARDA-CORPO DE AÇO GALVANIZADO DE 1,10M, MONTANTES TUBULARES DE 1.1/4" ESPAÇADOS DE 1,20M, TRAVESSA SUPERIOR DE 1.1/2", GRADIL FORMADO POR TUBOS HORIZONTAIS DE 1" E VERTICAIS DE 3/4", FIXADO COM CHUMBADOR MECÂNICO. AF 04/2019 P	M	41,00	658,96	814,74	33.404,74	0,17%



AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE AGUA DA SEDE DO MUNICIPIO DE JAGUARIBE-CE

ORÇAMENTO BÁSICO

BDI SERVIÇO UTILIZADO: 23,64% BDI INSUMO UTILIZADO: 14,45%

TABELAS UTILIZADAS: SINAPI OUT/2021 S/
DESONERAÇÃO

ITEM	TABELA	CÓDIGO	SERVIÇOS	UNID.	QUANT.	PREÇO UNIT.	PREÇO UNIT. C/ BDI	PREÇO	PERCENTUAL
4.3.23	COMPOSIÇÃO	C4751	TPLATAFORMA EXECUTADA COM GRADE DE PISO DE ABERTURA 38x100mm APOIADA EM PERFIL "U" PULTRUDADO DE CHAPA PLANA ESP. 3MM, C/ ANTI-DERRAPANTE	M2	16,00	2.220,19	2.745,04	43.920,64	0,22%
4.3.24	COMPOSIÇÃO	C3502	MONTAGEM DE TUBOS, CONEXÕES E EQUIPAMENTOS DE TRATAMENTO, CASA DE OPERAÇÃO	UN	1,00	2.645,76	3.271,22	3.271,22	0,02%
4.4	-	-	LEITO DRENANTE - SERVIÇOS					110.932,51	0,55%
4.4.1	COMPOSIÇÃO	C2873	LOCAÇÃO DA OBRA COM AUXÍLIO TOPOGRÁFICO (ÁREA ATÉ 5000 M2)	M2	258,70	0,25	0,31	80,20	0,00%
4.4.2	SINAPI	96523	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA (INCLUINDO ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	38,71	80,20	99,16	3.838,48	0,02%
4.4.3	SINAPI	96520	ESCAVAÇÃO MECANIZADA PARA BLOCO DE COROAMENTO OU SAPATA COM RETROESCAVADEIRA (SEM ESCAVAÇÃO PARA COLOCAÇÃO DE FÔRMAS). AF_06/2017	M3	348,40	84,28	104,20	36.303,28	0,18%
4.4.4	SINAPI	100981	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE ENTULHO EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA DE 0,80 M³ / 111 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	M3	265,51	7,28	9,00	2.389,59	0,01%
4.4.5	SINAPI	93378	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³ / POTÊNCIA: 88 HP), LARGURA ATÉ 0,8 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M3	9,21	20,27	25,06	230,80	0,00%
4.4.6	SINAPI	97913	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 6 M³, EM VIA URBANA EM REVESTIMENTO PRIMÁRIO (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	295,02	2,55	3,15	929,31	0,00%
4.4.7	SINAPI	94969	CONCRETO FCK = 15MPA, TRAÇO 1:3,4:3,5 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_05/2021	M3	5,43	334,77	413,91	2.247,53	0,01%
4.4.8	SINAPI	90000	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	KG	5,43	15,99	19,77	107,35	0,00%
4.4.9	SINAPI	92423	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	M2	28,51	59,31	73,33	2.091,64	0,01%

14

