

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

**ADEQUAÇÃO AO PROJETO EXECUTIVO DA**  
**ADUTORA DE BEBERIBE**

**TOMO II RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME 1 - Memorial de Cálculo**

**TSA**  
PROJETO DE ENGENHARIA LTDA

**FORTALEZA- CE**  
**Novembro de 2001**

GOVERNO DO ESTADO



# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

## SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

### ADEQUAÇÃO AO PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE BEBERIBE

TOMO II - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO

Lote 50718 Prep (X) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 00 75102 102/e  
Volume 1  
Qtd. A4 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd. A1 \_\_\_\_\_  
Qtd. A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

GOVERNO DO ESTADO



# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

## SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

### ADEQUAÇÃO AO PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE BEBERIBE

**TOMO II - RELATÓRIO GERAL**

VOLUME 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO



TSA - PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA  
NOVEMBRO/2001

000003

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
<b>1. POPULAÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2. ESTIMATIVA DA OFERTA D'ÁGUA EM M<sup>3</sup>/ANO</b> .....	<b>9</b>
<b>3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1. Captação</b> .....	<b>13</b>
3 1 1 Canal de Acesso .....	13
3 1 2 Muro de Arrimo (h = 4,76m) → Est 7 .....	14
3 1 3 Galeria .....	15
3 1 4 Definição da cota do nível d'água mínimo no poço de sucção da estação de bombeamento de água bruta .....	16
<b>3.2. Adução de Água Bruta</b> .....	<b>18</b>
3 2 1 Condições de Operação no 10º Ano .....	18
3 2 2 Condições de Operação no 20º Ano .....	21
3 2 3 Condições de Operação no 30º Ano .....	24
<b>3.3. Adução de Água Tratada para Morro Branco</b> .....	<b>26</b>
3 3 1 Condições de Operação no 10º Ano .....	26
3 3 2 Condições de Operação no 20º Ano .....	30
3 3 3 Condições de Operação no 30º Ano .....	33
<b>4. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1. Equipamento da Estação de Bombeamento de Água Bruta</b> .....	<b>38</b>
<b>4.2. Equipamento de bombeamento de água tratada para Morro Branco</b> .....	<b>38</b>
<b>4.3. Curvas de Bomba e Curvas do Sistema</b> .....	<b>38</b>
4 3 1 Água Bruta .....	38
4 3 2 Água Tratada – Bombeamento para Morro Branco .....	47
<b>5. CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO</b> .....	<b>52</b>
<b>5.1. Trecho. Açude Choró- Cidade de Beberibe</b> .....	<b>53</b>
<b>5.2. Trecho. Cidade de Beberibe a Morro Branco</b> .....	<b>55</b>
<b>6. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE ANCORAGEM</b> .....	<b>57</b>
<b>6.1. Trecho: Açude Choró-Beberibe</b> .....	<b>58</b>
<b>6.2. Trecho: cidade Beberibe/Morro Branco</b> .....	<b>61</b>
<b>7 TRATAMENTO D'ÁGUA</b> .....	<b>64</b>

<b>8. BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>8.1. Água Tratada para Morro Branco .....</b>	<b>72</b>
<b>8.2. Água Tratada para a Cidade de Beberibe .....</b>	<b>74</b>
<b>9. PROJETO ELÉTRICO .....</b>	<b>77</b>
<b>9.1 Projeto Elétrico de Beberibe .....</b>	<b>78</b>
9 1 1 Introdução	78
9 1 2 Equipamentos Eletromecânicos	79
<b>9.2. Projeto Elétrico de Morro Branco .....</b>	<b>85</b>
9 2 1 Introdução	85
9 2 2 Equipamentos Eletromecânicos	86

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende a Adequação ao Projeto Executivo da Adutora de Beberibe oriundo do Contrato nº 39/98 – SRH estabelecido entre a SRH e a esta Consultora. Esta Adequação compreende extensão do abastecimento d'água até à localidade de Morro Branco, projeção do abastecimento para um horizonte de 30 anos e a mudança do ponto de captação.

Constitui-se pois numa adequação ao projeto executivo original, apresentado à SRH, em março do ano de 1999, cuja finalidade era a de dotar a Cidade de Beberibe, de um sistema de abastecimento d'água, mais confiável quanto à fonte de suprimento com água de melhor qualidade.

Neste volume inserimos o Relatório Memorial de Cálculo, estando os demais apresentados da seguinte maneira:

### TOMO I – Estudos Básicos

Volume 1 – Estudos Básicos

### TOMO II – Relatório Geral

Volume 1 – Memorial Descritivo

Volume 2 – Memorial de Cálculo

Volume 3 – Quantitativos e Custos

Volume 4 – Viabilidade Financeira e Econômica

Volume 5 – Plantas



## 1. POPULAÇÃO

## 1 POPULAÇÃO

A projeção do nº de habitantes na área do projeto e no período considerado. 2022 a 2031, foi procedida de acordo com os dados do IBGE e critérios contidos no anexo 2C Manual Operativo Vol III (PROÁGUAS, semi-árido) – ver Relatório Estudos de Avaliação Financeira e Econômica da Adutora de Beberibe

Quadro 01 Número de Habitantes

Localidade	Ano			
	2002	2011	2021	2031
Cidade de Beberibe	5604	6697	7927	9199
Morro Branco	1479	1671	1889	2134
<b>Total</b>	<b>7101</b>	<b>8368</b>	<b>9815</b>	<b>11333</b>

## 2. ESTIMATIVA DA OFERTA D'ÁGUA EM m<sup>3</sup>/ano<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Para os anos de 2011, 2021 e 2031 - ocasiões de substituição/renovação de equipamento

## 2. ESTIMATIVA DA OFERTA D'ÁGUA EM m³/ano

Estabelecida de acordo com o Manual Operativo do Proágua. Vol II, anexos 2C e 2DE – ver Relatório citado em "1"

Quadro 02 Oferta d'Água

Localidade	Ano			
	2002	2011	2021	2031
Cidade de Beberibe	217487	364209	431070	500275
Morro Branco	61735	91210	103071	116474
<b>Total</b>	<b>279222</b>	<b>455420</b>	<b>534141</b>	<b>616749</b>

Com os dados do quadro acima foram calculadas as vazões de projeto, considerando uma operação diária de 20 horas

Ver quadro 03. de que consta a evolução da oferta d'água, conforme o Estudo de Avaliação Financeira e Econômica acima citado

QUADRO 3.0 - Estimativa de Oferta Com Projeto Adutora de Beberibe em m³/ano (Relatório da Avaliação Econômico-Financeira)

Discriminação	Anos																
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Perdas Físicas (%)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
<b>BEBERIBE</b> Residentes	167 566	170 917	174 335	207 131	232 929	260 754	296 412	314 167	320 451	326 860	333 397	340 065	346 866	353 803	360 879	368 097	375 459
- Veranistas	8 378	8 546	8 717	10 357	11 646	13 038	14 821	15 708	16 023	16 343	16 670	17 003	17 343	17 690	18 044	18 405	18 773
- Subtotal	<b>175 944</b>	<b>179 463</b>	<b>183 052</b>	<b>217 487</b>	<b>244 575</b>	<b>273 791</b>	<b>311 233</b>	<b>329 876</b>	<b>336 473</b>	<b>343 203</b>	<b>350 067</b>	<b>357 068</b>	<b>364 209</b>	<b>371 493</b>	<b>378 923</b>	<b>386 502</b>	<b>394 232</b>
<b>M BRANCO</b> - Residentes	33 494	34 388	35 306	58 795	66 170	72 725	79 647	81 716	82 722	83 739	84 769	85 812	86 867	87 936	89 017	90 112	91 220
- Veranistas	1 675	1 719	1 765	2 940	3 308	3 636	3 982	4 086	4 136	4 187	4 238	4 291	4 343	4 397	4 451	4 506	4 561
Subtotal	<b>35 168</b>	<b>36 107</b>	<b>37 071</b>	<b>61 735</b>	<b>69 478</b>	<b>76 362</b>	<b>83 630</b>	<b>85 802</b>	<b>86 858</b>	<b>87 926</b>	<b>89 007</b>	<b>90 102</b>	<b>91 210</b>	<b>92 332</b>	<b>93 468</b>	<b>94 618</b>	<b>95 782</b>
<b>OFERTA C/ PROJETO</b>	<b>211 112</b>	<b>215 570</b>	<b>220 123</b>	<b>279 222</b>	<b>314 054</b>	<b>350 153</b>	<b>394 862</b>	<b>415 678</b>	<b>423 331</b>	<b>431 128</b>	<b>439 074</b>	<b>447 170</b>	<b>455 420</b>	<b>463 826</b>	<b>472 391</b>	<b>481 120</b>	<b>490 013</b>

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

Discriminação	Anos															
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Perdas Físicas (%)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
<b>BEBERIBE</b> - Residentes	381 091	386 807	392 609	398 498	404 476	410 543	416 701	422 952	429 296	435 735	442 271	448 905	455 639	462 474	469 411	476 452
- Veranistas	19 055	19 340	19 630	19 925	20 224	20 527	20 835	21 148	21 465	21 787	22 114	22 445	22 782	23 124	23 471	23 823
- Subtotal	<b>400 145</b>	<b>406 147</b>	<b>412 240</b>	<b>418 423</b>	<b>424 700</b>	<b>431 070</b>	<b>437 536</b>	<b>444 099</b>	<b>450 761</b>	<b>457 522</b>	<b>464 385</b>	<b>471 351</b>	<b>478 421</b>	<b>485 597</b>	<b>492 881</b>	<b>500 275</b>
- Veranistas	4 617	4 674	4 731	4 790	4 849	4 908	4 969	5 030	5 091	5 154	5 218	5 282	5 347	5 412	5 479	5 546
- Subtotal	<b>96 960</b>	<b>98 152</b>	<b>99 360</b>	<b>100 582</b>	<b>101 819</b>	<b>103 071</b>	<b>104 339</b>	<b>105 622</b>	<b>106 921</b>	<b>108 237</b>	<b>109 568</b>	<b>110 916</b>	<b>112 280</b>	<b>113 661</b>	<b>115 059</b>	<b>116 474</b>
<b>OFERTA C/ PROJETO</b>	<b>497 105</b>	<b>504 300</b>	<b>511 599</b>	<b>519 005</b>	<b>526 518</b>	<b>534 141</b>	<b>541 875</b>	<b>549 722</b>	<b>557 682</b>	<b>565 759</b>	<b>573 953</b>	<b>582 266</b>	<b>590 701</b>	<b>599 258</b>	<b>607 940</b>	<b>616 749</b>

Nota: Oferta com projeto = demanda com projeto/(1 - perdas físicas)

### **3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO**

### 3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PROPOSTO

#### 3.1 Captação

##### 3.1.1 Canal de Acesso

Lâmina mínima d'água para garantir a vazão requerida,  $Q = 0.0282 \text{ m}^3/\text{s}$

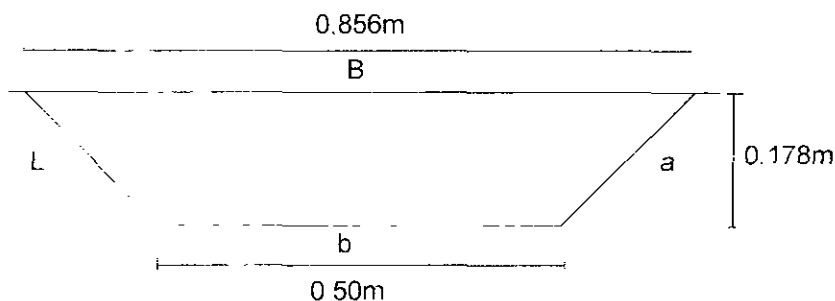
Area molhada (A)

Tendo secção trapezoidal

declividade talude 1:1

base menor (b) 0.5m

alt da lâmina d'água mínima 0.178m



Area

$$B = 0.856$$

$$A = \left( \frac{0.856 + 0.50}{2} \right) \cdot 0.178 \quad A = 0.1207 \text{ m}^2$$

Perímetro molhado (p)

$$a = \sqrt{2 \cdot (0.178)^2} \quad a = 0.2517$$

$$P = 2a + b \quad P = 1.0035$$

Raio hidráulico (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad R = \frac{0.1207}{1.0035} \quad R = 0.1203$$

Velocidade tendo em conta a seção determinada e adotando declividade longitudinal (grade)  $i=0.37\text{m}/1000\text{m}$

Formula de Manning

$$R = 0.1203\text{m}$$

$$i = 0.00037\text{m}/\text{m}$$

$$h = 0.020$$

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot 2.48}{h}$$

$$V = \frac{(0.1203)^{2/3} \cdot (0.00037)^{1/3}}{0.020}$$

$$V = 0.2343\text{m}/\text{s}$$

Verificação da vazão com as condições estabelecidas

$$Q = sv$$

$$Q = 0.2343\text{m}/\text{s} \times 0.1207\text{m}^2$$

$$Q = 0.02828 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.1.2 Muro de Arrimo ( $h = 4.76\text{m}$ ) → Est 7

Determinação da largura (L)

(Com utilização de tabelas contidas no "Novo Curso Prático de Concreto Armado". Vol III, ed 15ª, baseadas na teoria de Coulomb)

Solo Arenoso

$$\gamma = 1800 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\varphi = 35^\circ$$

$$k = 0.488$$



Pressão na base (q)

$$q = k h \quad h = 4.76$$

$$q = 0,488t/m \times 4,76$$

$$q = 23,23 \text{ kg/m}^2$$

$$E = \frac{1}{2} q h$$

$$E = \frac{1}{2} 23,23 \text{ kg/m}^2 \times 4,76 \text{ m}$$

$$E = 55,28 \text{ kg/m}$$

Momento de tombamento (Mt)

$$Mt = \frac{1}{3} hE$$

$$Mt = \frac{1}{3} \times 4.76 \times 55,28$$

$$Mt = 87.71 \text{ kg m}$$

Momento Estabilizador (Me)

Faz largura = 0.55, comp 7.50m. ver

$$Me \geq 1.5Mt$$

$$4.76 \times 7,5 \times 0,55 \times 2500 \times 0.275 \geq 1,5 \times 87,71$$

$$13449 > 13156$$

### 3.1.3 Galeria

Verificação da vazão para as condições

$$\phi = 0,50m^*$$

$$i = 0,0025m/m$$

Altura da água (trabalhando a seção plena)  $h = 0,50m$

$$z_1 = \frac{h}{r} \quad z_2 = \frac{0,5}{0,25} \quad z_1 = 2$$

---

\* Diâmetro definido em função da prevenção contra obstrução e praticidade de manutenção

### Área da Seção Molhada

$$z_2 = \frac{A}{r^2} = 3.142 \Rightarrow A = 3.142(0.25)^2 \quad A = 0.1964m^2$$

### Raio hidráulico

$$z_4 = \frac{R}{r} = 0.25 \Rightarrow R = 0.5 \times 0.25 \quad R = 0.1250$$

### Velocidade

$$z_5 = \frac{V}{C \sqrt{R}} = 0.707$$

$$0.707 = \frac{V}{45 \sqrt{0.25 \times 0.0025}} \quad C = \frac{87}{1 + \frac{8}{\sqrt{R}}} \quad C = \frac{87}{1 + \frac{0.33}{\sqrt{0.125}}} \quad C = 45$$

$$V = 0.79m/s$$

### Vazão

$$z_6 = \frac{Q}{C \sqrt{R^3} l}$$

$$2.221 = \frac{Q}{45 \sqrt{(0.25)^3 \times 0.0025}}$$

$$Q = 0.1562m^3/s$$

3.1.4 Definição da cota do nível d'água mínimo no poço de sucção da estação de bombeamento de água bruta

Est 3 Início do canal de acesso cota 4,62

Extensão do canal 80.0m

Declividade longitudinal do canal 0,37m/1000m

Desnível entre est 3 e est 7 0,0296→0,03m

Est 7 término canal de acesso -  
 início galeria cota 4,59

Extensão da galeria 20,0m  
 Declividade da galeria 2,5m/1000

Est 8 término da galeria cota 4,04 (geratriz interior)

Est 8 + 2,0m à Est 8 + 3,50 fundo do poço de sucção cota 3,54m  
 Cota do nível d'água para garantir a sub-mergência  
 mínima necessária (no caso) de 0,49m da válvula  
 de pé com crivo 4,59m

Visto que a submergência (h) é dada por

$$h \geq \frac{V^2}{2g} + 0,20$$

ou

$$h \geq 2,5D + 0,10$$

$$h = \frac{(0,73)^2}{2 \times 9,81} + 0,20 \quad h = 0,227m$$

ou

$$h = 2,5D + 0,10$$

$$h = 2,5 \times 0,1564 + 0,10$$

$$h = 0,491m$$

Então cota fundo poço	3,54
Distância fundo do poço – crivo	0,25
Comp Válvula de pé + crivo	0,29
Submergência calculada	<u>0,49</u>
	4,57m

Obs Cota mínima adotada 4,59m

### 3.2. Adução de Água Bruta

#### 3 2 1 Condições de Operação no 10º Ano

##### 3 2 1 1 Vazão

$$Q = \frac{455420m^3 \text{ ano}}{72\,000s \text{ dia} \times 365\text{dia} \text{ ano}}$$

$$Q = 0.0173m^3/s$$

##### 3 2 1 2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0.0173 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0208 \text{ m}^3/\text{s}$$

##### 3 2 1 3 Diâmetro Econômico da Adutora(D)

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt[3]{0.0208}$$

$$D = 0.173\text{m}$$

$$D = 173 \text{ mm}$$

DN 200
DE 222
e = 8,9
DI = 204,2

##### 3 2 1 4 Equipamento de Bombeamento de Água Bruta

###### a) Sucção (Hs)

###### - Peças

ITEM	PEÇA	DN	leq
1	Tubo L=4.77m	150	4,77
2	Válvula de pé com crivo	150	39,00
3	Curva 90º	150	2,50
4	Toco L = 0.35 m	150	0,35
5	Redução	150/100	1,80
			<b>48,42</b>

- Perdas de carga

$$hf_1 = 10,64 \left( \frac{0,0104}{100} \right)^{1,85} (0,1574)^{-1,85} = 48,42$$

$$hf_1 = 0,18m$$

$$hgs = 4,77 \text{ m (cota 9,36 - cota 4,59)}$$

$$Hs = hgs + hfs$$

$$Hs = 4,95 \text{ m}$$

b) Barrilete (Hb)

- Peças

ITEM	PEÇA	DN	leq
1	Redução	100/80	0,60
2	Curva 90°	100	1,60 x 2 = 3,20
3	Tubo L=1,30m	100	1,30
4	Tubo L = 1,40m	100	1,40
5	Redução	150/100	1,80
6	Curva 90°	150	2,50
7	Tubo L=0,60m	150	0,60
8	Válvula de Retenção	150	20,00
9	Registro gaveta	150	1,10
10	Tubo L = 1,35m	150	1,35
11	Curva 45°	150	1,10
12	Tubo L=0,80m	150	0,80
13	Junção	200/150	4,50
14	Toco L = 0,50	200	0,50
15	Ext Flange Ponta	200	0,40

- Perdas de carga

Itens 1 a 4

$$hb_1 = 10.64 \left( \frac{0.0104}{100} \right)^{1.85} (0.1058)^{-1.49} = 6.50$$

$$hb_1 = 0.17m$$

Itens 5 a 12

$$hb_2 = 10.64 \left( \frac{0.0104}{100} \right)^{1.85} (0.1574)^{-1.49} = 29.25$$

$$hb_2 = 0.11m$$

Itens 13 a 15

$$hb_3 = 10.64 \left( \frac{0.0208}{100} \right)^{1.85} (0.2092)^{-1.49} = 5.40$$

$$hb_3 = 0.018m$$

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$hb = 0.298 m$$

c) Adutora

- Altura geométrica est 469 (cota 23,765), est 08 (cota 9,36)

$$Hg = 14.405 m (cota 23.765 - cota 9.36)$$

- Perda de carga (haf)

$$haf = 10.64 \left( \frac{0.0208}{140} \right)^{1.85} (0.2042)^{-1.49} = 9181$$

$$haf = 18.53m$$

#### d) Altura Manométrica (Hman)

$$H_{man} = H_s + H_b + H_g + H_{fa} + H_{cc}$$

$$H_{man} = 4,95 + 0,298 + 14,405 + 18,53 + 7,0$$

$$H_{man} = 45,18 \text{ m}$$

#### e) Potência do equipamento

##### Potência da Bomba (Pb)

$$P_b = \frac{1000 \times Q \times H_{man}}{75 \rho}$$

$$P_b = \frac{1000 \times 0,0104 \times 45,18}{75 \times 0,65}$$

$$P_b = 9,64 \text{ cv}$$

##### Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1,2 \times P_b$$

$$P_m = 1,2 \times 9,64$$

$$P_m = 11,56 \text{ CV}$$

### 3 2 2 Condições de Operação no 20º Ano

#### 3 2 2 1 Vazão

$$Q = \frac{534141 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}}{72000 \text{ s/dia} \times 365 \text{ dia/ano}}$$

$$Q = 0,0203 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3 2 2 2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0,0203 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0244 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3 2 2 3 Diâmetro Econômico da Adutora(D)

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt[3]{0.0244}$$

$$D = 0.187\text{m}$$

$$D = 187 \text{ mm}$$

### 3 2 2 4 Equipamento de Bombeamento de Água Bruta

#### a) Sucção (Hs)

$$hf_1 = 10.64 \left( \frac{0.0122}{100} \right)^{1.85} (0.1574)^{-4.87} 48.42$$

$$hf_1 = 0.24\text{m}$$

$$hgs = 4,77 \text{ m}$$

$$Hs = hgs + hfs$$

$$Hs = 5.01 \text{ m}$$

#### b) Barrilete (Hb)

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

#### Itens 1 a 4

$$hb_1 = 10.64 \left( \frac{0.0122}{100} \right)^{1.85} (0.1058)^{-4.87} 6.50$$

$$hb_1 = 0.224\text{m}$$

#### Itens 5 a 12

$$hb_2 = 10.64 \left( \frac{0.0122}{100} \right)^{1.85} (0.1574)^{-4.87} 29.25$$

$$hb_2 = 0,146\text{m}$$



Itens 13 a 15

$$hb_3 = 10.64 \left( \frac{0.0122}{100} \right)^{1.85} (0.2092)^{-4.75} 5.40$$

$$hb_3 = 0.0365m$$

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$Hb = 0,406 \text{ m}$$

c) Adutora

$$Hg = 14,405 \text{ m}$$

- Perda de carga (haf)

$$haf = 10.64 \left( \frac{0.0244}{140} \right)^{1.85} (0.2042)^{-4.75} 9181$$

$$haf = 24.90m$$

d) Altura Manométrica (Hman)

$$Hman = Hs + Hb + Hg + Hfa + Hcc$$

$$Hman = 5,01 + 0,406 + 14.405 + 24.90 + 7,0$$

$$Hman = 51,72 \text{ m}$$

e) Potência do equipamento

Potência da Bomba (Pb)

$$Pb = \frac{1000 \times Q \times Hman}{75 \rho}$$

$$Pb = \frac{1000 \times 0.0122 \times 51.72}{75 \times 0.65}$$

$$Pb = 12.94cv$$

Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1,5 \times P_b$$

$$P_m = 1,5 \times 12,94$$

$$P_m = 14,88 \text{ CV}$$

### 3.2.3 Condições de Operação no 30º Ano

#### 3.2.3.1 Vazão

$$Q = \frac{616749 \text{ m}^3/\text{ano}}{72.000 \text{ s/dia} \times 365 \text{ dia/ano}}$$

$$Q = 0,0235 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3.2.3.2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0,0235 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0282 \text{ m}^3/\text{s} = 28,2 \text{ l/s}$$

#### 3.2.3.3 Diâmetro Econômico da Adutora (D)

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt[3]{0,0282}$$

$$D = 0,2014 \text{ m}$$

$$D = 201,4 \text{ mm}$$

#### 3.2.3.4 Equipamento de Bombeamento de Água Bruta

##### a) Sucção (Hs)

$$h_{f_s} = 10,64 \left( \frac{0,0141}{100} \right)^{1,85} (0,1574)^{-4,75} = 48,42$$

$$h_{f_s} = 0,315 \text{ m}$$

$$h_{gs} = 4,77 \text{ m}$$

$$H_s = h_{gs} + h_{fs}$$

$$H_s = 5,085$$

b) Barrilete (Hb)

Itens 1 a 4

$$hb_1 = 10,64 \left( \frac{0,0141}{100} \right)^{1,85} (0,1058)^{-1,85} 6,50$$

$$hb_1 = 0,293m$$

Itens 5 a 12

$$hb_2 = 10,64 \left( \frac{0,0141}{100} \right)^{1,85} (0,1574)^{-1,85} 29,25$$

$$hb_2 = 0,1904m$$

Itens 13 a 15

$$hb_3 = 10,64 \left( \frac{0,0282}{100} \right)^{1,85} (0,2092)^{-1,85} 5,40$$

$$hb_3 = 0,0317m$$

$$H_b = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$H_b = 0,51 m$$

c) Adutora

$$H_g = 14,405 m$$

- Perda de carga (haf)

$$h_{af} = 10.64 \left[ \frac{0.0282}{140} \right]^{1.85} (0.2042)^{-1.85} \cdot 9189.50$$

$$h_{af} = 32.57 \text{ m}$$

#### d) Altura Manométrica (Hman)

$$H_{man} = H_s + H_b + H_g + H_{fa} + H_{cc}$$

$$H_{man} = 5.085 + 0.51 + 14.05 + 32.57 + 7.0$$

$$H_{man} = 59,22 \text{ m}$$

#### e) Potência do equipamento

##### Potência da Bomba (Pb)

$$P_b = \frac{1000 \times Q \times H_{man}}{75 \rho}$$

$$P_b = \frac{1000 \times 0.0141 \times 59.22}{75 \times 0.65}$$

$$P_b = 17.13 \text{ cv}$$

##### Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1,15 \times P_b$$

$$P_m = 1.15 \times 17.13$$

$$P_m = 19.70 \text{ CV}$$

### 3.3. Adução de Água Tratada para Morro Branco

#### 3.3.1 Condições de Operação no 10º Ano

##### 3.3.1.1 Vazão

$$Q = \frac{91210 \text{ m}^3 / \text{ano}}{72.000 \text{ s} / \text{dia} \times 365 \text{ dia} / \text{ano}}$$

$$Q = 0.0035 \text{ m}^3 / \text{s}$$

### 3.3.1.2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0,0035 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0042 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.3.1.3 Diâmetro Econômico (D)

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt[3]{0,0042}$$

$$D = 0,0777 \text{ m}$$

$$D = 77,8 \text{ mm}$$

### 3.3.1.4 Equipamento de Bombeamento

#### a) Sucção

#### - Peças

ITEM	PEÇA	Qte	DN	leq
01	Crivo	1	100	23,00
02	Tubo fofo c/ flanges, L=0,80m	2	100	1,60
03	Registro gaveta c/ flanges	1	100	0,70
04	Junta Gibault	1	100	0,00
05	Redução excêntrica fofo c/ flanges	1	100/50	1,60

#### - Perdas de Carga (Hs)

Itens 1 a 4

$$hfs_1 = 10,64 \left( \frac{0,0042}{100} \right)^{1,85} (0,1058)^{-4,87} = 25,30$$

$$hfs_1 = 0,12 \text{ m}$$

Itens 05

$$hfs_2 = 10,64 \left( \frac{0,0042}{100} \right)^{4,75} (0,050)^{-5,75} \cdot 1,60$$

$$hfs_2 = 0,295m$$

$$Hs = hgs + hfs_1 + hfs_2$$

$$Hs = 0,0 + 0,12 + 0,295$$

$$Hs = 0,415 m$$

b) Barrilete

- Peças

ITEM	PEÇA	Qte	DN	leq
06	Redução normal fofo c/ flanges	1	80/50	0,50
07	Curva 90°	4	80	5,20
08	Tubo fofo c/ flanges, L=0,70	1	80	0,70
09	Tubo fofo c/ flanges, L=1,40	1	80	1,40
10	Tubo fofo c/ flanges, L=0,60	1	80	0,60
11	Junta Gibault	1	80	0,00
12	Válvula de retenção	1	80	9,70
13	Registro gaveta fofo	1	80	0,50
14	Tubo fofo c/ flanges	1	80	1,00
15	Tubo fofo c/ flanges, L=0,85m	1	80	0,85
16	Redução normal fofo	1	100/80	0,60
17	Tê fofo	1	100	2,10
18	Extremidade c/ flange ponta fofo	1	100	0,36

- Perdas de Carga (Hb)

Item 6

Bomba trabalha afogada

$$hb_1 = 10.64 \left( \frac{0.0042}{100} \right)^{1.85} (0.050)^{-4.87} 0.50$$

$$hb_1 = 0.092m$$

Itens 7 a 16

$$hb_2 = 10.64 \left( \frac{0.0042}{100} \right)^{1.85} (0.086)^{-4.87} 20.55$$

$$hb_2 = 0.27m$$

Itens 17 e 18

$$hb_3 = 10.64 \left( \frac{0.0042}{100} \right)^{1.85} (0.1058)^{-4.87} 2.46$$

$$hb_3 = 0.012m$$

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$Hb = 0,374 m$$

c) Adutora

$$L = 4656 m$$

$$Hg = 34,247$$

$$Hr = 4,00 \rightarrow \text{altura do reservatório em Morro Branco}^*$$

Perda de Carga (Hfa)

$$hf_a = 10.64 \left( \frac{0.0042}{140} \right)^{1.85} (0.1084)^{-4.87} 4656$$

$$hf_a = 10.64m$$

d) Altura Manométrica (Hman)

---

\* Inclui perdas nas peças de conexão com a adutora

$$H_{man} = H_s + H_b + H_g + H_{fa} + H_r$$

$$H_{man} = 0.415 + 0.374 + 34,247 + 10.64 + 4$$

$$H_{man} = 49.67 \cong 50.0 \text{ m}$$

### e) Potência do Equipamento

#### Potência da Bomba (Pb)

$$P_b = \frac{1000 \times Q \times H_{man}}{75 \rho}$$

$$P_b = \frac{1000 \times 0.0042 \times 50.0}{75 \times 0.5}$$

$$P_b = 5.60 \text{ cv}$$

#### Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1.25 P_b$$

$$P_m = 7.00 \text{ CV}$$

### 3.3.2 Condições de Operação no 20º Ano

#### 3.3.2.1 Vazão

$$Q = \frac{103\,071 \text{ m}^3 / \text{ano}}{72\,000 \text{ s} / \text{dia} \times 365 \text{ dia} / \text{ano}}$$

$$Q = 0.003922 \text{ m}^3 / \text{s}$$

#### 3.3.2.2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0.003922 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0.0047064 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### 3.3.2.3 Diâmetro Econômico (D)

$$D = 1.2 \sqrt[4]{Q}$$



$$D = 1.2 \sqrt{0.0047064}$$

$$D = 0.0823\text{m}$$

$$D = 82.3 \text{ mm}$$

### 3 3 2 4 Equipamento de Bombeamento

#### a) Sucção

- Perdas de Carga (Hs)

Itens 1 a 4

$$hfs_1 = 10.64 \left( \frac{0.0047064}{100} \right)^{1.85} (0.1058)^{-4.87} 25.30$$

$$hfs_1 = 0.15\text{m}$$

Itens 05

$$hfs_2 = 10.64 \left( \frac{0.0047064}{100} \right)^{1.85} (0.050)^{-4.87} 1.60$$

$$hfs_2 = 0.364\text{m}$$

$$Hs = hgs + hfs_1 + hfs_2$$

$$Hs = 0.0 + 0.15 + 0.364$$

$$Hs = 0.51 \text{ m}$$

#### b) Barrilete

Item 6

$$hb = 10.64 \left( \frac{0.0047064}{100} \right)^{1.85} (0.050)^{-4.87} 0.50$$

$$hb_1 = 0.11\text{m}$$

Itens 7 a 16

$$hb_2 = 10,64 \left( \frac{0,0047064}{100} \right)^{1,85} (0,086)^{-4,87} 20,55$$

$$hb_2 = 0,333m$$

Itens 17 e 18

$$hb_3 = 10,64 \left( \frac{0,0047064}{100} \right)^{1,85} (0,1058)^{-4,87} 2,46$$

$$hb_3 = 0,015m$$

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$Hb = 0,458 m$$

c) Adutora

$$L = 4656 m$$

$$Hq = 34,247$$

$$Hr = 4,00 \rightarrow \text{altura do reservatório}$$

Perda de Carga (Hfa)

$$hf_a = 10,64 \left( \frac{0,0047064}{140} \right)^{1,85} (0,1084)^{-4,87} 4656$$

$$hf_a = 13,13m$$

d) Altura Manométrica (Hman)

$$Hman = Hs + Hb + Hg + Hfa + Hr$$

$$Hman = 0,514 + 0,458 + 34,247 + 13,13 + 4,0$$

$$Hman = 52,35 m$$

e) Potência do Equipamento

Potência da Bomba (Pb)

$$Pb = \frac{1000 \times Q \times H_{man}}{75 \rho}$$

$$Pb = \frac{1000 \times 0.0047064 \times 52.35}{75 \times 0.5}$$

$$Pb = 6.57 \text{ cv}$$

Potência do Motor (Pm)

$$Pm = 6.57 \times 1,25$$

$$Pm = 8.21 \text{ CV}$$

3 3 3 Condições de Operação no 30º Ano

3 3 3 1 Vazão

$$Q = \frac{116474 \text{ m}^3 \text{ ano}}{72000 \text{ s/dia} \times 365 \text{ dia/ano}}$$

$$Q = 0.004432 \text{ m}^3/\text{s}$$

3 3 3 2 Vazão para o dia de maior demanda

$$Q = 1,2 \times 0.004432 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,0053184 \text{ m}^3/\text{s}$$

3 3 3 3 Diâmetro Econômico (D)

$$D = 1,2 \sqrt[3]{Q}$$

$$D = 1,2 \sqrt[3]{0.0053184}$$

$$D = 0.0875 \text{ m}$$

$$D = 87.5 \text{ mm}$$

### 3 3 3 4 Equipamento de Bombeamento

#### a) Sucção

- Perdas de Carga (Hs)

Itens 1 a 4

$$hfs_1 = 10.64 \left( \frac{0.00053184}{100} \right)^{85} (0.1058)^{-4.87} = 25.30$$

$$hfs_1 = 0.188m$$

Itens 05

$$hfs_2 = 10.64 \left( \frac{0.0053184}{100} \right)^{85} (0.050)^{-4.87} = 1.60$$

$$hfs_2 = 0.457m$$

$$Hs = hgs + hfs_1 + hfs_2$$

$$Hs = 0.0 + 0.188 + 0.457$$

$$Hs = 0.645 m$$

#### b) Barrilete

Item 6

$$hb_1 = 10.64 \left( \frac{0.0053184}{100} \right)^{85} (0.050)^{-4.87} = 0.50$$

$$hb_1 = 0.143m$$

Itens 7 a 16

$$hb_2 = 10,64 \left( \frac{0,0053184}{100} \right)^{0,85} (0,086)^{-1,85} = 20,55$$

$$hb_2 = 0,418m$$

Itens 17 e 18

$$hb_3 = 10,64 \left( \frac{0,0053184}{100} \right)^{0,85} (0,1058)^{-1,85} = 2,46$$

$$hb_3 = 0,018m$$

$$Hb = hb_1 + hb_2 + hb_3$$

$$Hb = 0,579 m$$

c) Adutora

$$L = 4656 m$$

$$Hq = 34,247$$

$$Hr = 4,00 \rightarrow \text{altura do reservatório}$$

Perda de Carga (Hfa)

$$hf_1 = 10,64 \left( \frac{0,0053184}{140} \right)^{0,85} (0,1084)^{-1,85} = 4,656$$

$$hf_1 = 16,47m$$

d) Altura Manométrica (Hman)

$$Hman = Hs + Hb + Hg + Hfa + Hr$$

$$Hman = 55,9 m \cong 56m$$

e) Potência do Equipamento

Potência da Bomba (Pb)

$$P_h = \frac{1000 \times Q \times H_{man}}{75 \rho}$$

$$P_h = \frac{1000 \times 0.0053184 \times 56.0}{75 \times 0.5}$$

$$P_h = 7,94 \text{ cv}$$

### Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1,2 \times P_b$$

$$P_m = 9,53 \text{ cv}$$

#### **4. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO**

## 4. CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

### 4.1. Equipamento da Estação de Bombeamento de Água Bruta

Bomba centrífuga, eixo horizontal, acionada por motor elétrico, trifásico, 60Hz, 1750 rpm, 4 polos, com potência e condições de funcionamento de acordo com o quadro abaixo

EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA

ANO	Q (m <sup>3</sup> /h)	H(m)	Pb (CV)	Pm (CV)
2011	37,44	45,20	11,0	12,5
2021	43,92	51,74	13,0	15,0
2031	50,76	59,22	17,3	20,0

### 4.2. Equipamento de bombeamento de água tratada para Morro Branco

Bomba centrífuga eixo horizontal, acionado por motor elétrico, trifásico, 60 Hz, 3 500 rpm, 2 polos, com potência e condições de operação, conforme quadro a seguir

EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA PARA MORRO BRANCO

ANO	Q (m <sup>3</sup> /h)	H(m)	Pb (CV)	Pm (CV)
2011	15,12	50,00	6,86	7,50
2021	16,94	52,35	7,88	10,00
2031	19,15	56,00	9,17	10,00

### 4.3. Curvas de Bomba e Curvas do Sistema

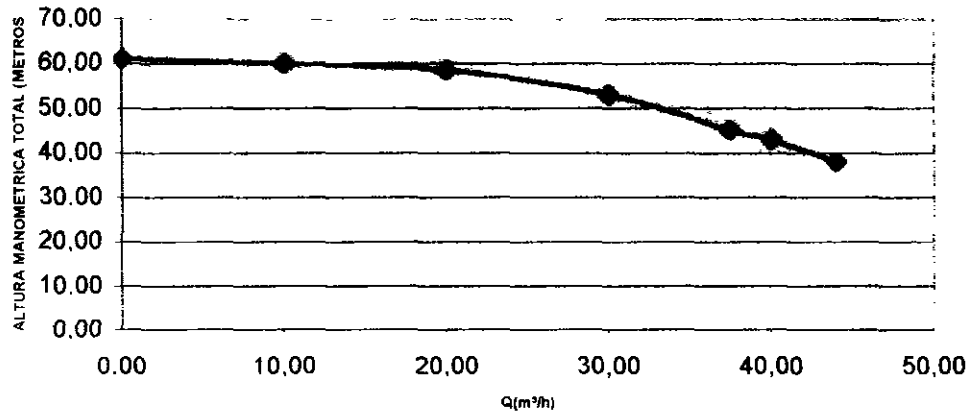
#### 4.3.1 Água Bruta

##### 4.3.1.1 Período 2002 – 2011 → rotor $\phi$ 220\*

\* Bomba IMAPI, modelo IN 65-50-26-3, ou similar



### CURVA DA BOMBA



Q	H
0,0	61,0
10,0	60,0
20,0	58,5
30,0	53,0
37,44	45,20
40,0	43,0
44,0	38,0

Determinação da Curva do Sistema

Equação do Sistema

$$H_{man} = H_o + KQ^2$$

Característica do Sistema

$$k = \frac{H_{man} - H_o}{Q^2}$$

$$k = \frac{45,2 - 26,175}{(74,88)^2}$$

$$k = 0.0033931$$

$$H_{man} = 45,2m$$

$$H_o = 26,175$$

$$Q = 74,88$$

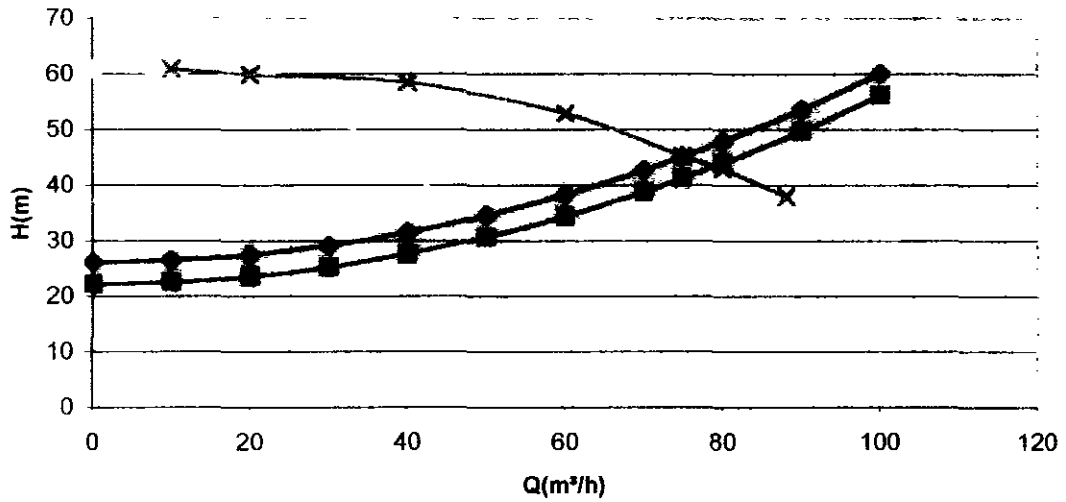
p/ Ho → 26,175 (Nível min sucção cota 4,59)

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
0,0				26,175
10,0			0,3393	26,514
20,0			1,3572	27,532
30,0			3,0538	29,233
40,0			5,4290	31,604
50,0	26,175	0,0033931	8,483	34,658
60,0			12,215	38,390
70,0			16,626	42,80
74,88			19,025	45,20
80,00			21,716	47,89
90,00			27,484	53,66
100,00			33,931	60,11

p/ Ho → 22,265 (Nível máximo sucção cota 8,50)

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
0,0				22,265
10,0			0,3393	22,604
20,0			1,3572	23,622
30,0			3,0538	25,318
40,0			5,4290	27,694
50,0			8,483	30,748
60,0			12,215	34,480
70,0			16,626	38,891
74,88	22,265	0,0033931	19,025	41,29
80,00			21,716	43,98
90,00			27,484	49,749
100,00			33,931	56,196

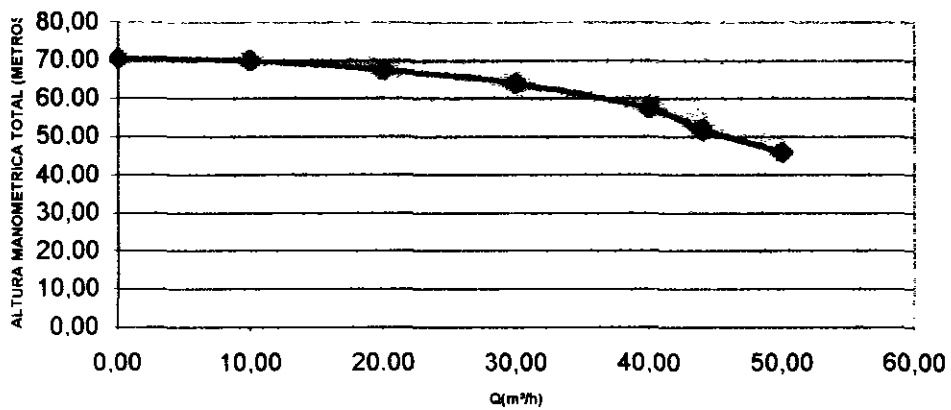
### CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA



4 3 1 2 Período 2012 – 2021 → rotor 260mm\*

Curva da Bomba

### CURVA DA BOMBA



\* Bomba INAPI, modelo IN 65-50-26/3. ou similar

**PERÍODO 2012 - 2021**

<b>Q</b>	<b>H</b>
0,0	70,5
10,0	70,0
20,0	67,5
30,0	64,0
40,0	57,5
44,00	52,0
50,0	46,0

**Determinação da curva do sistema**
**Equação do Sistema  $H_{man} = H_0 + KQ^2$** 
**Característica do Sistema**

$$k = \frac{51,74 - 26,175}{(87,84)^2}$$

$$k = 0,0033133$$

$$H_{man} = 51,74m$$

$$H_0 = 26,175$$

$$Q = 87,84m^3/h$$

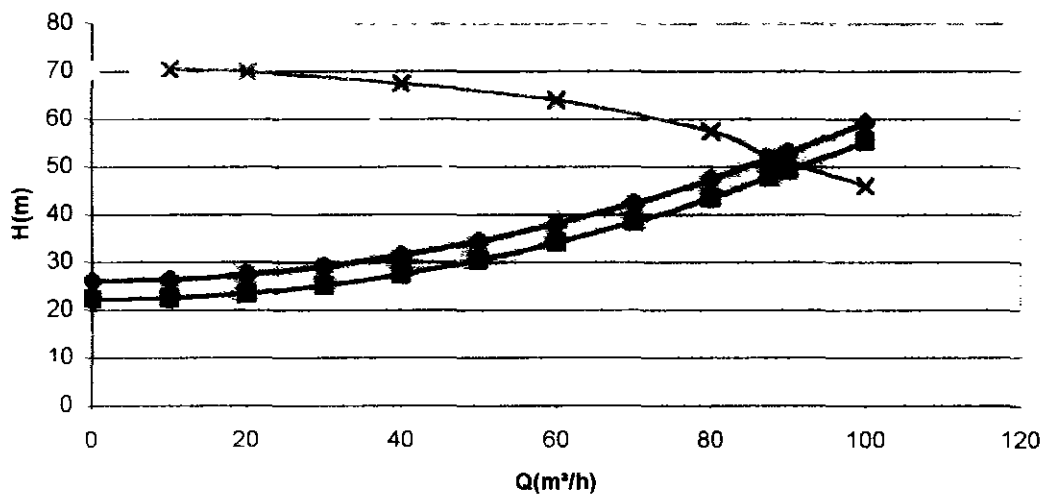
$p/ H_0 \rightarrow 26,175$

<b>Q (m³/h)</b>	<b>H<sub>0</sub> (m)</b>	<b>K</b>	<b>KQ² (m)</b>	<b>H<sub>man</sub> (m)</b>
0,0				26,175
10,0			0,3313	26,506
20,0			1,3253	27,500
30,0			2,9819	29,157
40,0			5,3013	31,476
50,0			8,283	34,458
60,0	26,175	0,0033133	11,928	38,103
70,0			16,235	42,410
80,00			21,205	47,380
87,54			25,565	51,740
90,00			26,838	53,013
100,00			33,133	59,308

p/ Ho → 22.265

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
0,0				22,265
10,0			0,3313	22,596
20,0			1,325	23,509
30,0			2,982	25,247
40,0			5,301	27,566
50,0			8,283	30,548
60,0	22,265	0,0033133	11,928	34,193
70,0			16,235	38,500
80,00			21,205	43,470
87,54			25,565	47,830
90,00			26,838	49,103
100,00			33,133	55,398

**CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA**

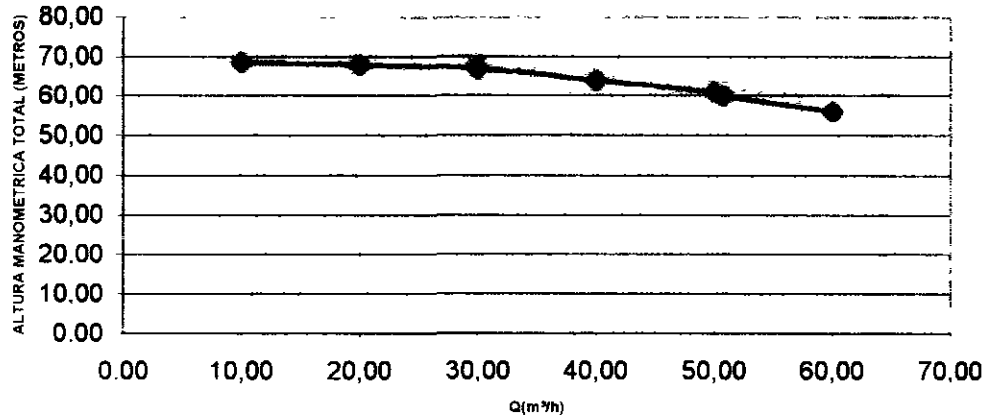


4 3 1 3 Período 2022 – 2031 → rotor  $\phi$  240mm\*

Curva da Bomba

\* Bomba Refaya, modelo C 63-IV-3, ou similar

### CURVA DA BOMBA



Q (m³/h)	H (m)
10.0	68,60
20.0	68,00
30.0	67,00
40,0	64,00
50,0	61,00
50,76	60,05
60,0	56,00

#### Determinação da Curva do Sistema

#### Equação do Sistema

$$H_{man} = H_0 + KQ^2$$

#### Característica do Sistema

$$k = \frac{H_{man} - H_0}{Q^2}$$

$$k = \frac{59,22 - 26,175}{(101,52)^2}$$

$$k = 0,0032063$$

$$H_{man} = 59,22m$$

$$H_0 = 26,175$$

$$Q = 101,52$$

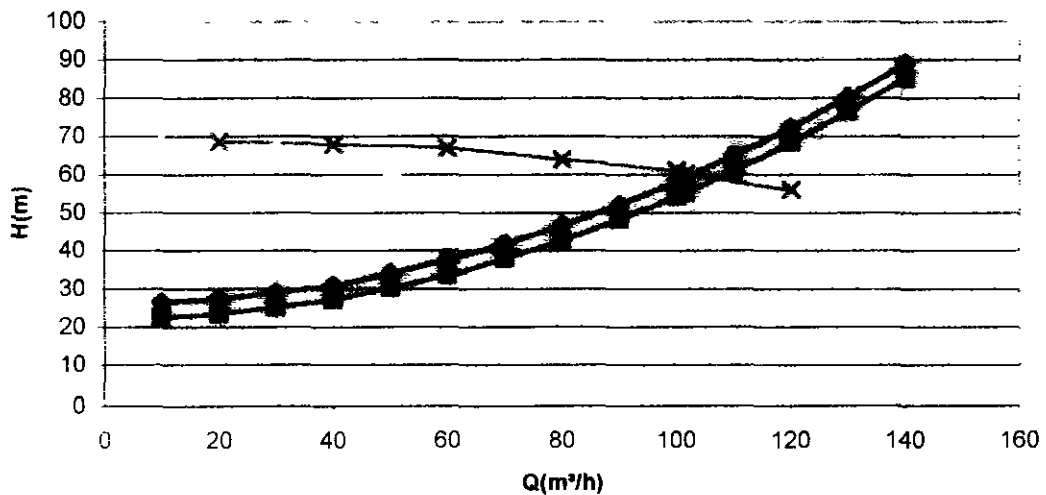
p/ Ho → 26,175

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
10,0			0,3206	26,49
20,0			1,282	27,46
30,0			2,886	29,06
40,0			5,130	31,05
50,0			8,016	34,19
60,0			11,54	37,72
70,0	26,175	0,0032063	15,71	41,88
80,00			20,52	46,69
90,00			25,97	52,14
100,00			32,06	58,24
101,52			33,04	59,22
110,00			38,79	64,97
120,00			46,17	72,34
130,00			54,18	80,36
140,00			62,84	89,02

p/ Ho → 22,265

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
10,0				22,585
20,0				23,475
30,0				25,151
40,0				27,395
50,0				30,281
60,0				33,808
70,0	22,265	0,0032063		37,976
80,00				42,785
90,00				48,236
100,00				54,328
101,52				55,310
110,00				61,061
120,00				68,435
130,00				76,451
140,00				85,108

**CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA**



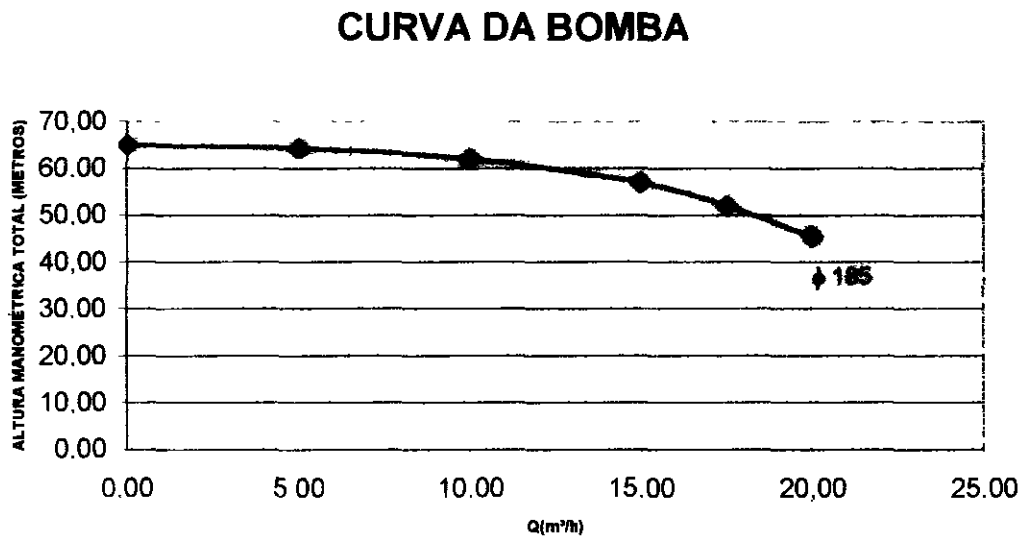


### 4 3 2 Água Tratada – Bombeamento para Morro Branco

#### 4 3 2 1 Períodos

2002 – 2011 e 2012 - 2021

Curva da Bomba - rotor  $\phi$  185



#### PERÍODO 2002 – 2011

Q	H
0,0	65,0
5,0	64,3
10,0	62,0
15,0	57,0

Determinação da Curva do Sistema

Equação do Sistema

$$H_{man} = H_0 + KQ^2$$

Características do Sistema

$$k = \frac{H_{man} - H_o}{Q^2}$$

$$k = \frac{50,0 - 34,247}{(15,19)^2}$$

$$k = 0,0683$$

$$H_{man} = 50,0m$$

$$H_o = 34,247$$

$$Q = 15,19 \text{ m}^3/h$$

### Curva do Sistema

Q (m <sup>3</sup> /h)	Ho (m)	K	KQ <sup>2</sup> (m)	Hman (m)
0,0				34,247
5,0				35,954
10,0	34,247	0,0683		41,077
15,0				49,614
15,19				50,006
20,0				61,567

### Periodo 2012 – 2021

Q	H
0,0	72,5
5,0	72,0
10,0	69,0
15,0	66,0
20,0	57,0

### Características do Sistema

$$k = \frac{H_{man} - H_o}{Q^2}$$

$$k = \frac{52,35 - 34,247}{(16,943)^2}$$

$$k = 0,0631$$

$$H_{man} = 52,35m$$

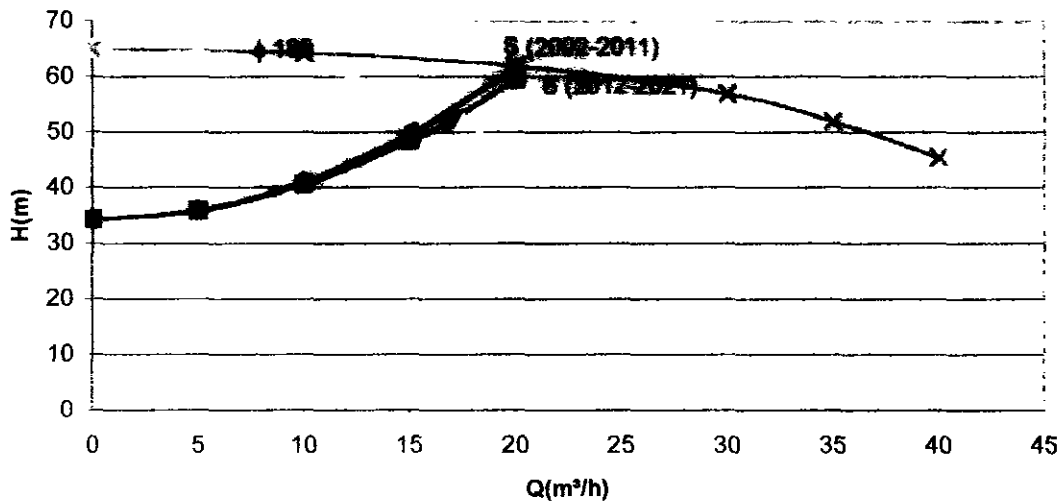
$$H_o = 34,247$$

$$Q = 16,943 \text{ m}^3/h$$

Curva do Sistema

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
0.0				34,247
5.0				35,823
10.0	34,247	0.0631		40,557
15.0				48,444
16,943				52,360
20,0				59,487

**CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA**

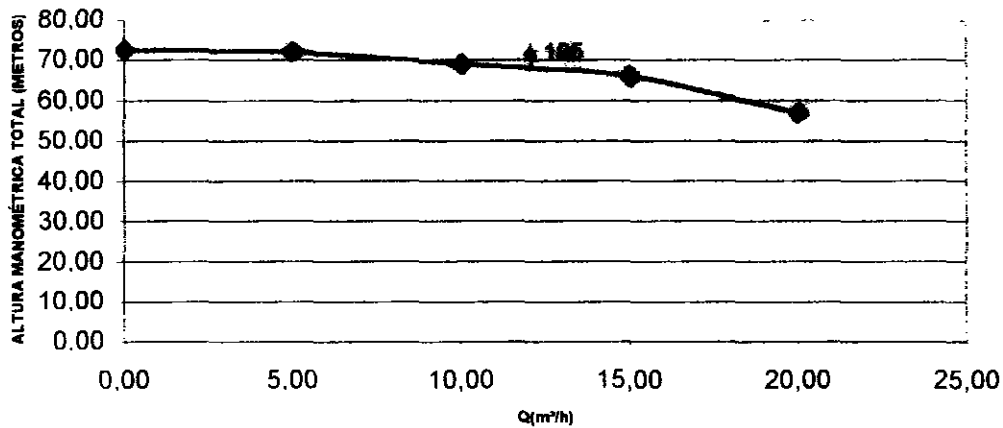


4 3 2 2 Período

2022 – 2031

Curva da Bomba - rotor  $\phi$  195

### CURVA DA BOMBA



Q	H
0.0	72,5
5.0	72,0
10.0	69,0
15.0	66,0
20.0	57,0

#### Determinação da Curva do Sistema

##### Característica do Sistema (k)

$$k = \frac{H_{man} - H_o}{Q^2}$$

$$k = \frac{56,0 - 34,247}{(19,15)^2}$$

$$k = 0,0593$$

$$H_{man} = 56,0m$$

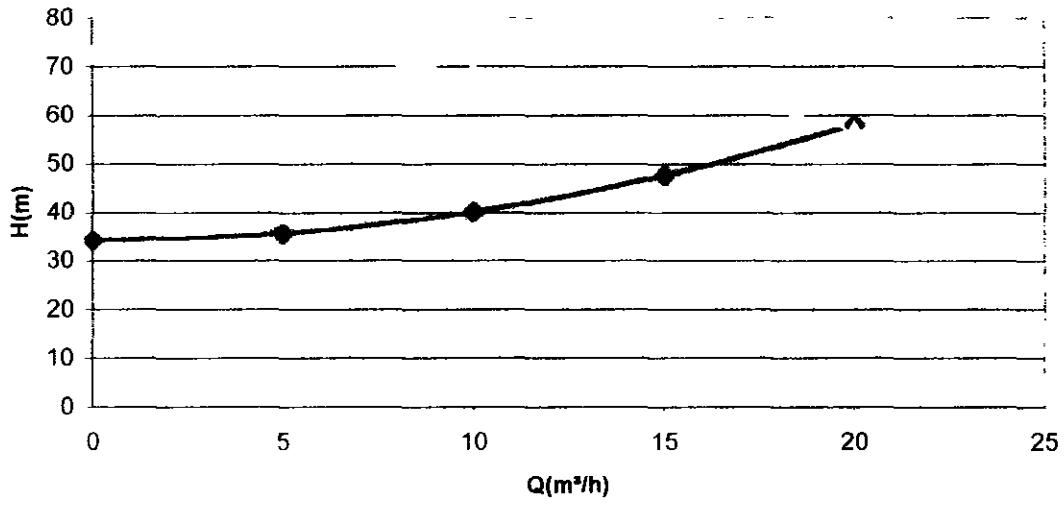
$$H_o = 34,247$$

$$Q = 19,15 \text{ m}^3/h$$

#### Curva do Sistema

Q (m³/h)	Ho (m)	K	KQ² (m)	Hman (m)
0.0				34,247
5.0				35,729
10.0	34,247	0,0593		40,177
15.0				47,589
20.0				57,967

### CURVA DA BOMBA X CURVA DO SISTEMA



## 5. CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO

## 5. CÁLCULO DO TRANSIENTE HIDRÁULICO

### 5.1. Trecho: Açude Choró- Cidade de Beberibe

Condições de operação no ano 2031

tendo  $Q = 0,0141\text{m}^3/\text{s}$

H 59,22m

a) Celeridade da onda de pressão (a)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 - k \left( \frac{D}{c} \right)}} \quad a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 - 18 \left( \frac{0.2042}{0.0089} \right)}}$$

$$a = 461\text{m/s}$$

b) Sub-pressão máxima junto à bomba (imediatamente após paralisação)

$$\Delta h_1 = \frac{a}{gS} (Q_0 - Q)$$

$$\Delta h_1 = \frac{461}{9.81 \times 0.0327} \times 0.0282$$

$$\Delta h_1 = 40.526\text{m}$$

$$a = 461 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.0282\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_0 = 0$$

$$S = 0.0327\text{m}^2$$

c) Sobre-pressão máxima

$$\Delta h_2 = \frac{av}{g}$$

$$\Delta h_2 = \frac{461 \times 0.86}{9.81}$$

$$\Delta h_2 = 40.4139\text{m}$$

d) Ponto até ao qual se estende o golpe de ariete máximo

Adotando tempo de paralisação da bomba ( $t = 6.0\text{s}$ )

$$L' = \frac{at}{2} \quad L' = \frac{461 \times 6}{2} \quad L' = 1383$$

$$X = L - L' \quad X = 9181,15 - 1383$$

$$X = 7798,15m \text{ (Est } 389 + 18,15m)$$

**e) Visualização Esquemática**

$$H_{max} = H_{man} + \Delta h = 99,75m$$

$$\Delta h = 40,53$$

Est 8 + 11,65

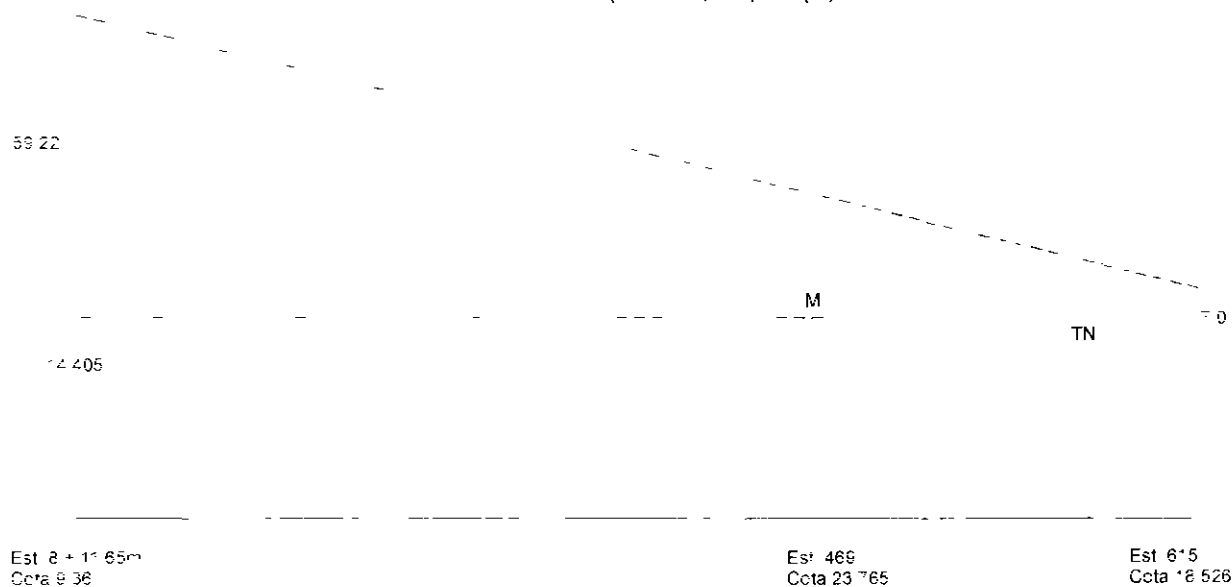
$$H_{mar} = 59,22m$$

Est 6 + 15

$$h = 40,53$$

$$H_{min} = H_{man} - \Delta h = 18,81m$$

**VERIFICAÇÃO DA LINHA DE CARGA EM RELAÇÃO AO PONTO ELEVADO (m)**  
**COTA DO PONTO m (Est 469) 23,765 (h)**



Condição para que não ocorra separação da coluna d'água e consequente achatamento da tubulação

$$h' < (h_e - h) + h_b$$



$h_e = 26.175 (30.765^* - 4.59^{**})$  altura estática de recalque

$h' = 23.765\text{m}$  cotado do ponto elevado

$h = 40,526\text{m}$  sobrepressão/subpressão

$h_b = 10,33\text{m}$  pressão atmosférica

Então,

$$23,765 < (26,175 - 40,526) + 10,33$$

$$23,765 >> - 4,021$$

Conclusão haverá problema quando da ocorrência da onda de pressão mínima, caso não se utilize dispositivo anti-golpe de ariete

Recomenda-se, então, instalar no ponto de conexão barrilete – tubulação adutora, uma válvula anti-golpe de ariete-antecipadora de onda, DN 150mm

## 5.2. Trecho: Cidade de Beberibe a Morro Branco

Condições de operação no ano 2031

tendo  $Q = 0,0053814\text{m}^3/\text{s}$

$H = 56.0\text{m}$

a) Celeridade da onda (a)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \left( \frac{D}{c} \right)}} \quad a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 \left( \frac{0.1084}{0.0048} \right)}}$$

$$a = 464\text{m/s}$$

b) Sub-pressão junto à bomba

\* Cota da est 469 (23,765m)+7.0m (altura do NA na Câmara de Carga)

\*\* Nível d'água mínimo no poço de sucção

$$\Delta h_1 = \frac{a}{g S} (Q_0 - Q)$$

$$\Delta h_1 = \frac{464}{9,81 \times 0,0092} \times 0,0053184$$

$$\Delta h_1 = 27,34m$$

$$a = 464 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,0053184 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_0 = 0$$

$$S = 0,0092 \text{ m}^2$$

c) Sobre-pressão máxima junto a bomba

$$\Delta h_2 = \frac{aV}{g}$$

$$\Delta h_2 = \frac{464 \times 0,57}{9,81}$$

$$\Delta h_2 = 26,96m$$

Conclusão Tendo em conta a classe de pressão adotada (1Mpa) e a análise da linha piezométrica mínima em relação ao relevo do caminhamento da adutora, não há necessidade de dispositivos especiais de proteção contra golpe de ariete

## 6 DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE ANCORAGEM

## 6. DIMENSIONAMENTO DOS BLOCOS DE ANCORAGEM

### 6.1. Trecho. Açude Choró-Beberibe

DN 200mm. DI 204,2mm → P = 10kg/cm<sup>2</sup>

Formulário

a) Empuxo hidráulico (F)

$$F = 2P \Delta \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

b) Reação do solo (Tr)

$$Tr = 0,5\gamma (H_1^2 - H_2^2) B \text{tg}^2 \left(45 + \frac{\theta}{2}\right)$$

c) Força de atrito solo/concreto (Tf)

$$Tf = (Vc \gamma_c + Vs \gamma_s) f$$

d) Condição de estabilidade Tr + Tf = F

l) Curva 90°

$$F = 2 \times 10 \times 327,33 \times 0,7071$$

$$F = 4629,10 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,3^2 - 0,20^2) 1,2 \text{tg}^2 \left(45 + \frac{30}{2}\right)$$

$$Tr = 5346 \text{ kg}$$

#### Notação

P = pressão de serviço em kg/cm<sup>2</sup> 10

Δ = área da seção interna do tubo em cm<sup>2</sup>

α = ângulo de deflexão da tubulação em graus

γ<sub>s</sub> = peso específico do solo (kg/m<sup>3</sup>) 1 800

H<sub>1</sub> = distância do nível do TN a base do bloco (m)

H<sub>2</sub> = distância do nível do TN ao topo do bloco (m)

B = Área da face do bloco, perpendicular a F

θ = ângulo de atrito interno do solo

f = coeficiente de atrito solo/concreto 0,5

V<sub>c</sub> = volume do bloco (m<sup>3</sup>)

γ<sub>c</sub> = peso específico do concreto (kg/m<sup>3</sup>) 2400

V<sub>s</sub> = volume do solo acima do bloco (m<sup>3</sup>)

$$Tf = (V_c \gamma_c + V_s \gamma_s) f$$

$$Tf = (1,287 \times 2\,400 + 0,24 \times 1\,800) 0,5$$

$$Tf = 1\,760,40$$

Verificação da condição da estabilidade

$$Tr + Tf > 1,5F$$

$$5346 + 1760,40 \geq 1,5 \times 4\,629,10$$

$$7\,106,4 \geq 6\,943,65$$

Dimensões do Bloco

$$(1,2 \times 1,1 \times 1,0) \text{m}$$

II) Curva 45°

$$F = 2 \times 10 \times 327,33 \times 0,3827$$

$$F = 2505,38 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,3^2 - 0,80^2) 1,2 \text{ tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right)$$

$$Tr = 2835 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_c \gamma_c + V_s \gamma_s) f$$

$$Tf = (887,21 + 1152) 0,5$$

$$Tf = 1024,60$$

$$Tr + Tf \geq 1,5F$$

$$2835 + 1024,60 \geq 1,5 \times 2505,38$$

$$3\,859,60 > 3\,758,07$$

Dimensões do Bloco

$$(1,0 \times 1,0 \times 0,5) \text{ m}$$

### III) Curva 22°30'

$$F = 2 \times 10 \times 327.33 \times 0.1951$$

$$F = 1277.2 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,3^2 - 0,90^2) 0,7 \text{ tg}^2 (45 + \frac{30}{2})$$

$$Tr = 1\ 663,2 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_c \gamma_c + V_s \gamma_s) f$$

$$Tf = (356,11 - 680,40)0,5$$

$$Tf = 518,25$$

$$Tr + Tf \geq 1,5F$$

$$1663,2 + 518,25 \geq 1,5 \times 1\ 277,2$$

$$2\ 181,45 > 1\ 915,8$$

### Dimensões do Bloco

$$(0.7 \times 0.6 \times 0.4)\text{m}$$

### IV) Curva 11°15'

$$F = 2 \times 10 \times 327,33 \times 0,09849$$

$$F = 644,78 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,3^2 - 0,90^2) 0,4 \text{ tg}^2 (45 + \frac{30}{2})$$

$$Tr = 950.40 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_c \gamma_c + V_s \gamma_s) f$$

$$Tf = (122,20 - 259,20)0,5$$

$$Tf = 190,70$$

$$T_i + T_f \geq 1.5F$$

$$950,40 + 190,70 \geq 1,5 \times 644,78$$

$$1\ 141,10 > 967,17$$

## 6.2. Trecho: cidade Beberibe/Morro Branco

DN 108mm. DI 108,40mm, P = 10kg/cm<sup>2</sup>, s = 92.24cm<sup>2</sup>

l) Curva 90°

$$F = 2P \cdot S \cdot \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

$$F = 2 \times 10 \times 92,24 \times 0,7071$$

$$F = 1\ 304,35 \text{ kg}$$

$$T_r = 0,5 \gamma_s (H_1^2 - H_2^2) B \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{\theta}{2} \right)$$

$$T_r = 0,5 \times 1800 (1,1^2 - 0,50^2) 0,6 \text{tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right)$$

$$T_r = 1\ 555,2 \text{ kg}$$

$$T_f = (V_c \gamma_c + V_s \gamma_s) f$$

$$T_f = (505,11 + 324,0) 0,5$$

$$T_f = 414,55$$

Verificação da condição da estabilidade

$$T_r + T_f \geq 1.5F$$

$$1\ 555,2 + 414,55 \geq 1,5 \times 1\ 304,45$$

$$1\ 969,75 > 1\ 956,67$$

Dimensões do Bloco  
(0,60 x 0,60 x 0,60)m

## II) Curva 45°

$$F = 2 \times 10 \times 92,24 \times 0,3827$$

$$F = 706,0 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,1^2 - 0,70^2) 0,45 \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right)$$

$$Tr = 874,8 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_{c,\gamma} + V_{\gamma,}) f$$

$$Tf = (1\,639,94 - 226,80) 0,5$$

$$Tf = 195,37$$

$$Tr + Tf \geq 1,5F$$

$$1070,17 \geq 1059,0$$

## Dimensões do Bloco

$$(0,40 \times 0,40 \times 0,40) \text{ m}$$

## III) Curva 22°30'

$$F = 2 \times 10 \times 92,24 \times 0,1951$$

$$F = 360,0 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 1800 (1,1^2 - 0,80^2) 0,4 \operatorname{tg}^2 \left( 45 + \frac{30}{2} \right)$$

$$Tr = 615,6 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_{c,\gamma} + V_{\gamma,}) f$$

$$Tf = (79,75 - 172,80) 0,5$$

$$Tf = 126,27$$

$$Tr + Tf \geq 1,5F$$

$$615,6 + 126,27 \geq 1,5 \times 360$$



$$741.87 > 720.0$$

Dimensões do Bloco

$$(0,4 \times 0,3 \times 0,3)\text{m}$$

IV) Curva 11°15'

$$F = 2 \times 10 \times 92.24 \times 0.098$$

$$F = 180.82 \text{ kg}$$

$$Tr = 0,5 \times 900 (1,1^2 - 0,85^2) 0,25 \text{ tg}^2 (45 + \frac{30}{2})$$

$$Tr = 329.06 \text{ kg}$$

$$Tf = (V_{i,\gamma} - V_{j,\gamma})f$$

$$Tf = (31.96 - 95.62)0,5$$

$$Tf = 63.79$$

$$Tr + Tf \geq 1,5F$$

$$329,06 + 63,79 \geq 1,5 \times 180,82$$

$$392.85 > 271.23$$

## 7. TRATAMENTO D'ÁGUA

## 7. TRATAMENTO D'ÁGUA

Consumo de Produtos Químicos (Estimativa)

a) Coagulante Sulfato de Alumínio  $Al_2SO_4$

Conc 18mg/l

Consumo diário  $18 \text{ mg/l} \times 28,2 \text{ l/s} \times 72000\text{s} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$  36,540 kg

b) Correção do PH (cal)

Conc 4 mg/l

Consumo diário  $4\text{mg/l} \times 28,2 \text{ l/s} \times 72000\text{s} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$  8,12 kg

c) Desinfecção (cloro líquido)

Conc 7 mg/l

Consumo diário  $7\text{mg/l} \times 28,2 \text{ l/s} \times 72000\text{s} \times 10^{-6} \text{ kg/mg}$  14,21 kg

(ver quadro consumo de produtos químicos)

## CALCULO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

### A) BOMBEAMENTO DE AGUA BRUTA

#### PERÍODO 2002 - 2011

Pot 12.5cv  
 Amp 18.5A - 380V  
 P = 9,3149 - 18,6298Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2002	228,21	83 296,00
2003	256,90	93 768,00
2004	286,36	104 521,00
2005	323,09	117 909,00
2006	339,99	124 096,00
2007	346,14	126 341,00
2008	352,47	128 651,00
2009	358,99	131 031,00
2010	365,70	133 480,00
2011	372,41	135 929,00

#### PERÍODO. 2012 - 2021

Pot 20.0cv  
 Amp 28,9A - 380V  
 P = 15 - 30 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2012	422,19	154 099,00
2013	429,97	156 939,00
2014	438,00	159 870,00
2015	446,03	162 800,00
2016	452,35	165 108,00
2017	458,99	167 505,00
2018	465,73	169 991,00
2019	472,29	172 386,00
2020	479,35	174 962,00
2021	486,40	177 536,00

#### PERÍODO. 2022 - 2031

Pot 15.0cv  
 Amp 23.6A - 380V  
 P = 12,16 - 24,32 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2022	526,50	192 172,00
2023	534,00	194 910,00
2024	541,80	197 757,00
2025	549,60	200 604,00
2026	557,70	203 560,00
2027	565,80	206 517,00
2028	573,90	209 473,00
2029	582,30	212 539,00
2030	590,70	215 423,00
2031	600,00	219 000,00

B) BOMBEAMENTO DE AGUA TRATADA PARA MORRO BRANCO

**PERÍODO 2002 - 2011**

Pot 7,5cv  
Amp 11.5A - 380V  
P = 5.72 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2002	76.78	28 024,00
2003	86.41	31 539,00
2004	94.97	34 664,00
2005	104.01	37 963,00
2006	106.71	38 949,00
2007	108,03	39 430,00
2008	109.36	39 916,00
2009	110.70	40 405,00
2010	112.06	40 901,00
2011	113.44	41 405,00

**PERÍODO: 2012 - 2021**

Pot 10,0cv  
Amp 15.0A - 380V  
P = 7.21 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2012	129,34	47 209,00
2013	130,93	47 789,00
2014	132,51	48 366,00
2015	134,17	48 972,00
2016	135,83	49 577,00
2017	137,49	50 183,00
2018	139,15	50 789,00
2019	140,88	51 421,00
2020	142,67	52 074,00
2021	144,20	52 633,00

**PERÍODO 2022 - 2031**

Pot 10,0cv  
Amp 15,6A - 380V  
P = 7,85 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2022	140,59	51 315,00
2023	142,32	51 946,00
2024	144,04	52 574,00
2025	145,85	53 235,00
2026	147,65	53 892,00
2027	149,46	54 552,00
2028	150,72	55 012,00
2029	153,15	55 899,00
2030	155,03	56 585,00
2031	157,00	57 305,00

C) BOMBEAMENTO DE AGUA TRATADA PARA O RESERVATÓRIO ELEVADO DA CIDADE DE BEBERIBE

**PERÍODO 2002 - 2011**

Pot 10.5cv  
 Amp 15.6A - 380V  
 P = 7,76 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2002	92,85	33 890,00
2003	104,41	38 109,00
2004	116,88	42 661,00
2005	132,87	48 497,00
2006	140,83	51 402,00
2007	143,64	52 428,00
2008	146,52	53 479,00
2009	149,45	54 567,00
2010	152,44	5 564,00
2011	155,20	56 648,00

**PERÍODO 2012 - 2021**

Pot 12.5cv  
 Amp 18.5A - 380V  
 P = 9.314Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2012	160,40	58 546,00
2013	163,61	59 717,00
2014	166,88	60 911,00
2015	170,22	62 130,00
2016	172,77	63 061,00
2017	175,36	64 006,00
2018	177,99	64 966,00
2019	180,66	65 940,00
2020	183,37	66 930,00
2021	186,28	67 992,00

**PERÍODO 2022 - 2031**

Pot 15.0cv  
 Amp 21.3A - 380V  
 P = 10,72 Kwh

ANO	CONSUMO (Kwh)	
	DIÁRIO	ANUAL
2022	187,87	68 572,00
2023	190,69	69 601,00
2024	193,55	70 645,00
2025	196,45	71 704,00
2026	199,40	72 781,00
2027	202,39	73 872,00
2028	205,43	74 981,00
2029	208,50	76 102,00
2030	211,63	77 124,00
2031	214,40	78 256,00

### CÁLCULO DA DEMANDA

DEMANDA ANUAL (D) - AGUA BRUTA, BEBERIBE, MORRO BRANCO

$$D(\text{Kw}) = 0.735 \times 12 \times P(\text{cv})$$

PERÍODO	POTÊNCIA INSTALADA (cv)	DEMANDA ANUAL (Kw)
2002-2011	32.5	286,65
2012-2021	40.0	352.80
2022-2031	50.0	441.00

### CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS

ANO	ÁGUA BRUTA		CONSUMO DE PRODUTOS QUÍMICOS (kg)			
	VOL (m³)		Sulfato de Alumínio CD=1,296Q		Cloro CD=0,504Q	
	DIÁRIO	ANUAL	DIÁRIO	ANUAL	DIÁRIO	ANUAL
2002	917,99	335 066,35	16,51	6 026,15	6,42	2 343,30
2003	1 032,50	376 862,50	18,58	6 781,70	7,22	2 635,30
2004	1 151,18	420 180,70	20,71	7 559,18	8,05	2 938,25
2005	1 298,17	473 832,05	23,38	8 533,70	9,09	3 317,85
2006	1 366,61	498 812,65	24,60	8 979,00	9,56	3 489,40
2007	1 391,77	507 996,05	25,05	9 143,25	9,74	3 555,10
2008	1 417,40	517 205,00	25,50	9 307,50	9,92	3 620,80
2009	1 443,53	526 888,45	25,98	9 482,70	10,10	3 686,50
2010	1 470,14	536 601,10	26,45	9 654,25	10,28	3 752,20
2011	1 497,27	546 504,00	26,94	9 833,10	10,48	3 825,20
2012	1 524,90	556 588,50	27,45	10 019,25	10,67	3 894,55
2013	1 553,06	566 886,90	27,94	10 198,10	10,86	3 963,90
2014	1 581,76	577 342,40	28,47	10 391,55	11,07	4 040,55
2015	1 611,00	588 015,60	29,00	10 585,00	11,28	4 117,20
2016	1 634,31	596 526,00	29,42	10 738,30	11,44	4 175,60
2017	1 657,97	605 160,00	29,85	10 895,25	11,61	4 237,65
2018	1 681,96	613 910,00	30,27	11 048,55	11,77	4 296,05
2019	1 706,31	622 800,00	30,71	11 209,15	11,94	4 358,10
2020	1 731,01	631 821,60	31,15	11 369,75	12,12	4 423,80
2021	1 756,08	640 969,20	31,60	11 534,00	12,29	4 485,85
2022	1 781,50	650 250,00	32,06	11 701,90	12,47	4 551,55
2023	1 807,30	659 666,40	32,53	11 873,45	12,65	4 617,25
2024	1 833,47	669 218,40	32,99	12 041,35	12,83	4 682,95
2025	1 860,00	678 910,80	33,49	12 223,85	13,02	4 752,30
2026	1 886,90	688 743,60	33,97	12 399,05	13,21	4 821,65
2027	1 914,29	698 719,20	34,46	12 577,90	13,40	4 891,00
2028	1 942,03	708 841,20	34,97	12 764,05	13,60	4 964,00
2029	1 970,16	719 709,60	35,46	12 942,90	13,79	5 033,35
2030	1 998,70	729 528,00	35,98	13 132,70	13,99	5 106,35
2031	2 027,66	740 098,80	36,55	13 340,75	14,21	5 186,65

CD Consumo Diário

Q Vazão em l/s, para tempo de operação de 20h

000072



## 8. BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO

## 8. BOMBEAMENTO DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO

### 8.1. Água Tratada para Morro Branco

a) ETA/Casa de Bombas

Reservatório de Sucção

Dimensões\*  $\phi_{lr} = 2,80m$

$h_{la} = 3,0m$  ( $h_{la}$  = altura d'água sobre o fundo)

$Q = 0,0053184 m^3/s$  (Vazão para Morro Branco (30º ano))

Nível d'água mínimo acima do crivo da tubulação de sucção

$$h \geq \frac{V^2}{2g} - 0,20 \quad h = 0,2187m$$

ou

$$h = 2,5D + 0,10 \quad h = 0,3645m$$

DI 0,1058m
V 0,6053m/s

Nível da geratriz superior do tubo de sucção em relação ao fundo do reservatorio 0,34

Altura util d'água no reservatório de sucção ( $h_u$ )

$$h_u = 3,0m - (0,36 + 0,34)m$$

$$h_u = 2,3m$$

Volume util

$$V = \pi \frac{D^2}{4} \times h$$

$$V = \pi \frac{(2,8)^2}{4} \times 2,3 \quad V = 14,15m^3$$

\* Definidas em função da altura do filtro e do espaço disponível

Tempo de esvaziamento sem realimentação

$$t = \frac{V}{Q} \quad t = \frac{14,15m^3}{0,0053184m^3/s} \quad t = 44 \text{ min } 20s$$

b) Reservatório Semi-enterrado de Morro Branco

$$Q_{2031} = 0,0053184 \text{ m}^3/s$$

Volume Total Requerido por dia

$$V = Q t \quad t = 20h$$

$$V = 382,92m^3$$

$$1/3V = 127,64m^3$$

$$V = \pi \frac{D^2}{4} h$$

$$\text{Faz } V = 128m^3$$

$$h = 3,0m$$

Diâmetro (D)

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi h}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 128}{3\pi}}$$

$$D = 7,37m$$

Adotando D = 7,40 m, tem-se

$$V = \pi \frac{(7,4)^2}{4} \times 3$$

$$V = 128,96m^3$$

## 8.2. Água Tratada para a Cidade de Beberibe

a) Potência do Equipamento de Bombeamento para Recalque da Água Tratada para o Reservatório Elevado

Período 2002 – 2011

$$Q = 0,0166\text{m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{man}} = 34,27\text{m}$$

$$P_b = \frac{1000 \times 0,0166 \times 34,27}{75 \times 0,7}$$

$$P_b = 10,83\text{cv}$$

$$P_m = 1,15P_b$$

$$P_m = 12,46 \rightarrow 12,5\text{cv}$$

$P_b$  = potência da bomba (cv)

$$P = 70\%$$

$P_m$  = potência do motor (cv)

Período 2012 – 2021

$$Q = 0,0197\text{m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{man}} = 35,08\text{m}$$

$$P_b = \frac{1000 \times 0,0197 \times 35,08}{75 \times 0,7}$$

$$P_b = 13,16\text{cv}$$

$$P_m = 1,15P_b$$

$$P_m = 15,13 \rightarrow 15\text{cv}$$

Período 2022 – 2031

$$Q = 0,0228\text{m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{man}} = 36,0\text{m}$$

$$Pb = \frac{1000 \times 0.0228 \times 36.0}{75 \times 0.7}$$

$$Pb = 15.63 \text{ cv}$$

$$Pm = 1.15 Pb$$

$$Pm = 17.97 \rightarrow 20 \text{ cv}$$

## b) Reservação de Água Tratada para a cidade de Beberibe

Atual

Reservatório semi-enterrado	250m <sup>3</sup>
Reservatório elevado	<u>220m<sup>3</sup></u>
Total	470m <sup>3</sup>

Ano limite de atendimento com a atual capacidade de armazenamento d'água  
2020

$$Q_{2020} = 1.2 \cdot \frac{424700 \text{ m}^3 / \text{ano}}{365 \text{ dias} / \text{ano} \times 72000 \text{ s} / \text{dia}}$$

$$Q_{2020} = 0.0194 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Volume Total Diário Necessário

$$Vt = Q \times t \quad t = 20 \text{ h}$$

$$Vt = 0.0194 \text{ m}^3 / \text{s} \times 72000 \text{ s}$$

$$Vt = 1396.27$$

Volume Total a Armazenar

$$1/3 Vt = 465.42 \text{ m}^3$$

Com desenvolvimento de cálculo semelhante se obtém para o ano subsequente.  
isto é, para o ano de 2021

$$1/3 Vt = 472.40 \text{ m}^3$$

Determinação do volume de acumulação de reservatório elevado para atender ao incremento de demanda d'água no período 2021 e 2031

$$Q_{2031} = 1,2 \frac{500275}{365 \times 72000}$$

$$Q_{2031} = 0,0228 m^3/s$$

$$I \dot{t} = 1641,60 m^3$$

$$1/3 I \dot{t} = 547,20$$

Obs. Como a reservação existente é de 470m<sup>3</sup>, haverá no ano 2031 um deficit de 77.20m<sup>3</sup>. Recomenda-se portanto a execução de um reservatório elevado, junto ao existente, no ano 2020 com capacidade de 75,0m<sup>3</sup>

Na data atual os preços da obra seriam

- Reservatório de água tratada para Beberibe (cap. 75.00m <sup>3</sup> )	RS 20 569,33
- Adução de água tratada para o Reservatório elevado	<u>R\$ 3 981,60</u>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 24.550,93</b>

## 9. PROJETO ELÉTRICO

## 9. PROJETO ELÉTRICO

### 9.1. Projeto Elétrico de Beberibe

#### 9.1.1 Introdução

Esta memória de cálculo visa dimensionar a subestação e equipamentos elétricos destinados à estação de bombeamento de água bruta do projeto Adutora de Beberibe

A subestação transformadora, classe 15 kV, será tipo aérea e ao tempo, instalada em poste de concreto armado, padrão COELCE. Esta subestação estará ligada ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV, através da linha de distribuição rural e que fornecerá aos motores das bombas tensão 380 V trifásica

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensadas instaladas na casa de bombas da estação de captação

As chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, que desligará os motores, quando o nível mínimo for atingido, ou acionarão os motores no caso do nível máximo ser atingido

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa de aço de espessura mínima de 2,0 mm (14 usg), estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção deste quadros, respeitando-se o que prescrevem as NORMAS ABNT NBR 5414, NBR 6808 e 6146. Os quadros metálicos deverão ter grau de proteção mínima IP-44 (NBR 6146)

Os motores elétricos serão do tipo totalmente fechados (NBR 7094 e 5432) e terão grau de proteção mínima IP-54. Suas carcaças serão devidamente aterradas com cabo de cobre cru e hastes de terra cobreadas



## 9 1 2 Equipamentos Eletromecânicos

9 1 2 1 *Carga Instalada* A carga instalada prevista na estação de bombeamento será de três (3) motores elétricos de 10CV em 380 V. sendo dois (02) motores efetivos e um (01) reserva

Motor características elétricas

Potência nominal 20 CV

Numero de motores 03 unidades (02 efetivos, 01 reserva)

Tensão nominal 380V

Corrente nominal 37 A

Frequência 60 Hz

Rotação 1800 rpm

Fator de potência 0,88

Rendimento 0,91

Nota O motor reserva não deverá operar simultaneamente com os dois motores efetivos em operação Será permitida a operação do motor efetivo com o motor reserva

## 9 1 2 2 *Potência instalada da Subestação*

$$P_n = \frac{2 \times 20 \times 0,736}{0,88 \times 0,91} \times 0,85 = 31,24 \text{ kVA}$$

Demanda da instalação O cálculo da demanda máxima presumível da instalação sera, segundo NT 02/91 da COELCE,

$D = (0,87 \times P_{nm} \times F_u)$  kVA, onde

$P_{nm} = 2 \times 20 \text{ CV} = 40 \text{ CV}$

$F_u = 0,85$

$D = 0,87 \times 40 \times 0,85 = 29,58 \text{ kVA}$

Logo será utilizado um transformador de 45 kVA – 13 800/380/220 V, em subestação tipo poste instalada ao tempo (Padrão COELCE)

### 9 1 2 3 Condutores/Eletrodutos

#### a) Baixa tensão

$$I_{sc} = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0.38} = 68.4$$

$S_f = 25 \text{ mm}^2$  (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_n = 25 \text{ mm}^2$  (1 condutor neutro, 750 V, PVC)

Eletroduto =  $\phi$  1 1/2"

#### b) Motor 20 CV

$I_n = 37\text{A}$  (valor médio do fabricante)

$S_f = 10\text{mm}^2$  (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_p = 10\text{mm}^2$  (condutor proteção – cobre nu)

Eletroduto 1 1/4"

### 9 1 2 4 Proteção

#### a) Corrente de curto-circuito

$$I_c = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.035} = 1.953.4$$

#### b) Corrente primária

$$I_{pr} = \frac{45}{\sqrt{3} \times 13.8} \times 1.5 = 2.82\text{A}, \text{ elo fusível primário } 3\text{A (3H)}$$

c) Corrente secundária

$$I_{sc} = \frac{45}{\sqrt{3 \times 0,38}} = 68,4$$

d) Disjuntor geral de baixa tensão

$$I_n = \frac{68}{0,95} = 71,57 \text{ A}$$

Será utilizado um disjuntor geral de 100A/380 V e capacidade de ruptura 5 kA

#### 9.1.2.5 Proteção do motor – 20cv

a) Fusível

$$I_p = I_m = 37 \text{ A}$$

$I_{fusível} = 50 \text{ A}$  – será utilizado fusível de 50 A, tipo NH

b) Relê de sobrecarga

$I_{relé} = 1,05 \times 37 = 38,8 \text{ A}$ , será utilizado relê bimetálico de sobrecarga com faixa de regulação de 36 a 50 A, com ajuste de 38 A

**QUANTITATIVOS E CUSTOS  
PLANILHA DE ORÇAMENTO  
PROJETO ELÉTRICO  
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
<b>10</b>	<b>PROJETO ELETRICO</b>				
11	SUB-ESTAÇÃO AEREA TIPO TR 45 KVA - 13 800V/380/220 V ao tempo, - PADRÃO COELCE				
111	Cruzeta de concreto armado - 1,90 m - tipo normal	pc	3,00	40,00	120,00
112	Chapa de fixação - 340 mm para conjunto medição	pc	2,00	7,50	15,00
113	Cabo de cobre nu 25 mm <sup>2</sup>	kg	3,00	16,73	50,19
114	Cabo de aço cobreado 7 x 10 AWG	kg	3,00	15,00	45,00
115	Cabo de cobre isolado 0,6/1KV-PVC-25mm <sup>2</sup>	m	200,00	2,99	598,00
116	Fio de cobre nu - 4 AWG	kg	1,50	16,76	25,14
117	Conector parafuso fendido s/ espaçador 1/0 a 4/0 AWG	pc	3,00	5,03	15,09
118	Conector a compressão 4 AWG aluminio CA-CAA- com estribo	pc	3,00	8,80	26,40
119	Conector paralelo univ bimetalico 10 a 1/0 AWG - 2 parafusos	pc	4,00	5,03	20,12
1110	Conector pafuso bronze estanhado 6 a 1/0 AWG - 1 parafuso	pc	3,00	7,07	21,21
1111	Conector terminal reto 1 furo - cobre - 4 AWG	pc	3,00	2,99	8,97
1112	Grampo linha viva 6-250 PR/6-2/0 DR em cobre	pc	3,00	11,10	33,30
1113	Chave fusivel indicadora unipolar - 15 kv - 50 A - 2 KA	pc	3,00	142,48	427,44
1114	Para-raio tipo valvula - 12Kv-5KA para sistema de Distribuição	pc	3,00	65,41	196,23
1115	Transformador 45 Kva trifasico - 13 800 - 380/220 V	pc	1,00	1 616,25	1 616,25
1116	Elo fusivel 3H (3A)	pc	3,00	1,14	3,42
1117	Disjuntor trifasico 100 A, 380 V, 5KA	pc	1,00	98,71	98,71
1118	Eletroduto plastico 1 1/2 polegada - vara de 3 m	vr	10,00	11,97	119,70
1119	Luva plastica 1 1/2 polegada	pc	8,00	3,17	25,36
1120	Curva plastica 1 1/2 polegada - 90°	pc	4,00	1,55	6,20
1121	Parafuso maquina 16x2 - comp 300 - rosca = 220 mm - ferro galv	pc	6,00	4,49	26,94
1122	Parafuso maquina 16x2 comp 350 - rosca = 270 mm - ferro galv	pc	2,00	4,80	9,60
1123	Parafuso maquina 16x2 - comp 400 - rosca = 320 mm - ferro galv	pc	4,00	5,41	21,64
1124	Parafuso cabeça abaulada 16x45 mm - rosca = 39 mm - ferro galv	pc	4,00	2,13	8,52
1125	Arruela quadrada 50 x 3 x 18 mm - ferro galvanizado	pc	10,00	0,44	4,40

10084

**QUANTITATIVOS E CUSTOS**  
**PLANILHA DE ORÇAMENTO**  
**PROJETO ELÉTRICO**  
**ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE AGUA BRUTA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
1 1 26	Arruela redonda 36 x 3 x 18 mm - ferro galvanizado	pc	26,00	0,26	6,76
1 1 27	Haste de terra cobreada 13 x 2 000 mm - seção circula	pc	3,00	12,28	36,84
1 1 28	Conector para haste de terra tipo GX burndy	pc	3,00	5,07	15,21
1 1 29	caixa de ferro para medição trif 400 x 500 x 200 mm - uso ao tempo PADRÃO COFLCE	pc	1,00	100,00	100,00
1 1 30	Poste concreto armado duplo T - 300/11 kgf - tipo B	pc	1,00	300,00	300,00
1 1 31	Gancho olhal suspensão - 5 000 kgf - ferro galvanizado	pc	3,00	3,00	9,00
1 1 32	Manilha sapatilha para alça preformada - 5 000 Kgf - ferro galvanizado	pc	3,00	6,88	20,64
1 1 33	Ollhal para parafuso 16 mm - 5 000 Kgf - ferro galvanizado	pc	3,00	4,35	13,05
1 1 34	Alça preformada para cabo aluminio - CA e CAA - 4 AWG	pc	3,00	1,31	3,93
1 1 35	Isolador de vidro tipo disco 15 KV - engate concha-bola	pc	6,00	22,82	136,92

00005

QUANTITATIVOS E CUSTOS  
 PLANILHA DE ORÇAMENTO  
 PROJETO ELÉTRICO  
 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
1 2	QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA 3 MOTORES ELETRICOS (3 X 20 CV), (PADRAO CAGECE)				
1 2 1	Chaves Seleccionadora tripolar - 100A - 500V sob carga	pc	1,00	299,47	299,47
1 2 2	Conjunto fusivel diazed 4 A completo	cj	6,00	10,00	60,00
1 2 3	Chave comutadora para voltmetro - 380 V	pc	1,00	32,07	32,07
1 2 4	Voltmetro ferro movel (96x96) - 0 - 500V	pc	1,00	140,16	140,16
1 2 5	Fusivel tipo NH 50 A - 380 V completo	cj	9,00	47,90	431,10
1 2 6	Rele temporizador - 220 V 0 a 30 seg	pc	3,00	81,85	245,55
1 2 7	Rele falta de fase - 380 V maxima / minima tensão	pc	3,00	120,00	360,00
1 2 8	Transformador de corrente 60/5A, 500 V	pc	9,00	59,90	539,10
1 2 9	Chave comutadora para amperimetro	pc	3,00	35,82	107,46
1 2 10	Amperimetro ferro movel (96x96) 0 - 60A	pc	3,00	89,84	269,52
1 2 11	Contator magnetico tripolar - 220 V - 38A (3TB45)	pc	3,00	185,00	555,00
1 2 12	Contator magnetico tripolar - 220 V - 32A (3TB44)	pc	3,00	137,00	411,00
1 2 13	Contator magnetico tripolar - 220 V - 12A (3TB41)	pc	3,00	70,00	210,00
1 2 14	Rele bimetalico de sobre carga - ajuste 32 - 50 A	pc	3,00	171,30	513,90
1 2 15	Auto trafo para motor 20 CV - TAPS 65/80% - 380 V	pc	3,00	598,96	1 796,88
1 2 16	Horimetrico totalizador - 220 V - 6 digitos	pc	3,00	80,97	242,91
1 2 17	Botoneira liga - NA - cor verde	pc	3,00	28,04	84,12
1 2 18	Botoneira desliga - NF - cor vermelha	pc	3,00	28,04	84,12
1 2 19	Lâmpada sinalizadora - 5W 220 V	cj	6,00	7,18	43,08
1 2 20	Chave seletora "Man-O-Aut" - 220 V	cj	3,00	52,00	156,00
1 2 21	Rele de nivel com eletrodo em aço inox 220 V	pc	3,00	91,00	273,00
1 2 22	Quadro chapa metalica em chapa aço 2 mm dimensões 1500(C) x 1600 (A) x 360 (L)mm - conforme o desenho arranjo fisico - completo com barramento em cobre, com portas, pintura fosfatizada a base de tinta epoxi	cj	1,00	1 557,30	1 557,30

**QUANTITATIVOS E CUSTOS  
PLANILHA DE ORÇAMENTO  
PROJETO ELÉTRICO  
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE AGUA BRUTA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
1 3	CABOS CONDUTORES E ELETRODUTOS				
1 3 1	Eletroduto plastico rigido PVC - DN = 1 1/4' - vara 3 m	un	6,00	10,50	63,00
1 3 2	Luva plastico rigido PVC DN = 1 1/4'	un	8,00	1,50	12,00
1 3 3	Curva plastico rigido PVC DN = 1 1/4'	un	4,00	2,50	10,00
1 3 4	Eletroduto plastico rigido PVC - DN = 1 1/2' - vara 3 m	un	2,00	4,50	9,00
1 3 5	Luva plastico rigido PVC DN = 1 1/2'	un	3,00	0,80	2,40
1 3 6	Cabo de cobre isolado /50 V - PVC 10 mm²	m	80,00	1,80	144,00
1 3 7	Cabo de cobre isolado /50 V - PVC 1,5 mm²	m	50,00	0,50	25,00
1 4	CASA DE COMANDO DAS BOMBAS				
1 4 1	Luminaria Fluorescente 1 x 20 W completa lâmpada, reator, starter	un	6,00	25,00	150,00
1 4 2	Luminaria incandescentes para teto - 220 V	un	1,00	5,00	5,00
1 4 3	Luminaria incandescentes para parede - tipo arandela - 220 V	un	3,00	10,00	30,00
1 4 4	Fio de cobre 1,5 mm² isolador P/750 V	m	60,00	0,26	15,60
1 4 5	Eletroduto PVC de 1/2"- flexivel	m	15,00	0,86	12,90
1 4 6	Cx de passagem 4 x 2 plastico	un	8,00	60,00	480,00
1 4 7	Interruptor de três seções	un	1,00	7,25	7,25
1 4 8	Tomada Monofasica - 220 V	un	2,00	2,87	5,74
1 4 9	Interruptor de duas seções	un	1,00	6,00	6,00
1 4 10	Interruptor de uma seção	un	1,00	5,00	5,00
1 4 11	Lâmpada incadescente - 220 - 60 W	un	4,00	0,80	3,20
1 5	ILUMINAÇÃO EXTERNA				
1 5 1	Poste concreto armado Duplo T - 100 /8 m	un	1,00	100,00	100,00
1 5 2	Luminaria aberta para vm - em aluminio e tubo 1"em ferro galvanizado	cj	1,00	28,00	28,00
1 5 3	Lâmpada vapor mercurio 80 W - 220 V	un	1,00	26,00	26,00
1 5 4	Reator para VM - 80 W	un	1,00	20,00	20,00

000087

**QUANTITATIVOS E CUSTOS**  
**PLANILHA DE ORÇAMENTO**  
**PROJETO ELÉTRICO**  
**ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
155	Rele Foto eletrico NA - 1000 W	un	1,00	20 00	20 00
	TOTAL				13 777 01



## 9.2. Projeto Elétrico de Morro Branco

### 9.2.1 Introdução

Esta memória de cálculo visa dimensionar a subestação e equipamentos elétricos destinados à estação de tratamento e elevatória da Adutora para Morro Branco, em Beberibe.

A subestação transformadora, classe 15 kV, será tipo aérea e ao tempo, instalada em poste de concreto armado, padrão COELCE. Esta subestação estará ligada ao sistema de fornecimento de energia primária em 13,8 kV, através da linha de distribuição rural e que fornecerá aos motores das bombas tensão 380 V trifásica.

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático com partida auto-compensadas instaladas na casa de comando da estação de bombeamento de água tratada (ETA).

As chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto circuito e falta de fase, além do controle de nível de água, que desligará os motores, quando o nível mínimo for atingido, ou acionará os motores no caso do nível máximo ser atingido.

As chaves de comando e proteção dos motores serão instaladas em quadros de chapa de aço de espessura mínima de 2,0 mm (14 usg), estrutura auto portante, garantindo sua estabilidade e segurança de terceiros, bem como a perfeita fixação dos equipamentos e materiais utilizados na confecção deste quadros, respeitando-se o que prescrevem as NORMAS ABNT NBR 5414, NBR 6808 e 6146. Os quadros metálicos deverão ter grau de proteção mínima IP-44 (NBR 6146).

Os motores elétricos serão do tipo hermeticamente selados (NBR 7094 e 5432) e terão grau de proteção mínima IP-68. Os motores devem ser adequados para submersão contínua em água, nas condições especificadas pelo fabricante.

## 9 2 2 Equipamentos Eletromecânicos

9 2 2 1 *Carga Instalada* A carga instalada prevista na estação de tratamento sera de dois (2) motores elétricos de 10CV em 380 V, sendo um motor efetivo e um motor reserva

Motor características elétricas

Potência nominal 10 CV

Número de motores 02 unidades

Tensão nominal 380V

Corrente nominal 16 A

Frequência 60 Hz

Rotação 1800 rpm

Fator de potência 0,80

Rendimento 0,90

### 9 2 2 2 *Potência instalada da Subestação*

$$P_n = \frac{1 \times 10 \times 0,736}{0,8 \times 0,9} \times 0,85 = 8,7 \text{ kVA}$$

**Demanda da instalação** O cálculo da demanda máxima presumível da instalação será, segundo NT 02/91 da COELCE.

$D = (0,87 \times P_{nm} \times F_u)$  kVA, onde

$P_{nm} = 1 \times 10 \text{ CV} = 10 \text{ CV}$

$F_u = 0,85$

$D = 0,87 \times 10 \times 0,85 = 7,4 \text{ kVA}$

Logo, será utilizado um transformador de 15 kVA – 13 800/380/220 V, em subestação tipo poste instalada ao tempo (Padrão COELCE)

### 9 2 2 3 Condutores

a) Baixa tensão

$$I_{ad} = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0.38} = 23.4$$

$S_f = 4 \text{ mm}^2$  (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_n = 4 \text{ mm}^2$  (1 condutor neutro, 750 V, PVC)

Eletroduto =  $\phi$  1 1/2"

b) Motor 10 CV

$I_n = 15.7A$  (valor médio do fabricante)

$S_f = 2.5 \text{ mm}^2$  (1 condutor para fase, 750 V, PVC)

$S_p = 2.5 \text{ mm}^2$  (condutor proteção – cobre nu)

Eletrodutor 1"

### 9 2 2 4 Proteção

a) Corrente de curto-circuito

$$I_c = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0.38 \times 0.035} = 651.4$$

b) Corrente primária

$$I_{cp} = \frac{15}{\sqrt{3} \times 13.8} \times 1.5 = 0.94A \text{ . elo fusível primária 1A (1H)}$$

c) Corrente secundaria

$$I_{sc} = \frac{15}{\sqrt{3} \times 0.38} = 23.4$$

d) Disjuntor geral de baixa tensão

$$I_d = \frac{23}{0.95} = 25.4$$

Será utilizado um disjuntor geral de 50A/380 V e capacidade de ruptura 5 kA

#### 9 2 2 5 Proteção do motor – 10cv

a) Fusível

$$I_p = I_m = 16 \text{ A}$$

$I_{fusível} = 25 \text{ A}$  – será utilizado fusível de 25 A, tipo NH

b) Relê de sobrecarga

$I_{relé} = 1,05 \times 16 = 17 \text{ A}$ , será utilizado relê bimetálico de sobrecarga com faixa de regulação de 10 a 16 A, com ajuste de 16 A

**QUANTITATIVOS E CUSTOS  
PLANILHA DE ORÇAMENTO  
PROJETO ELETRICO  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ELEVATORIA DA ADUTORA PARA MORRO BRANCO**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
2 0	PROJETO ELETRICO				
2 1	SUB-ESTAÇÃO AEREA TIPO TR 15 KVA - 13 800V/380/220 V ao tempo, PADRÃO COELCE				
2 1 1	Cruzeta de concreto armado - 1 90 m tipo normal	pc	3 00	40,00	120 00
2 1 2	Chapa de fixação - 340 mm para conjunto medição	pc	2 00	7,50	15,00
2 1 3	Cabo de cobre nu - 25 mm²	kg	3 00	16,73	50 19
2 1 4	Cabo de aço cobreado / x 10 AWG	kg	3 00	15 00	45 00
2 1 5	Cabo de cobre isolado 0,6/1KV-PVC-4mm²	m	100 00	2,99	299,00
2 1 6	Fio de cobre nu - 4 AWG	kg	1 50	16,76	25 14
2 1 7	Conector parafuso fendido s/ espaçador - 1/0 a 4/0 AWG	pc	3 00	5,03	15,09
2 1 8	Conector a compressão 4 AWG aluminio CA-CAA- com estribo	pc	3 00	8,80	26 40
2 1 9	Conector paralelo univ bimetálico 10 a 1/0 AWG 2 parafusos	pc	4 00	5,03	20 12
2 1 10	Conector parafuso bronze estanhado 6 a 1/0 AWG - 1 parafuso	pc	3,00	7,07	21 21
2 1 11	Conector terminal reto 1 furo - cobre - 4 AWG	pc	3 00	2,99	8 97
2 1 12	Grampo linha viva 6-250 PR/6-2/0 DR em cobre	pc	3,00	11,10	33,30
2 1 13	Chave fusível indicadora unipolar - 15 kv - 50 A 2 KA	pc	3,00	142,48	427,44
2 1 14	Para-raio tipo valvula 12Kv-5KA - para sistema de Distribuição	pc	3,00	65,41	196,23
2 1 15	Transformador 15 Kva trifasico - 13 800 - 380/220 V	pc	1 00	1 100,00	1 100,00
2 1 16	Elo fusível 1A	pc	3 00	1,14	3,42
2 1 17	Disjuntor trifasico 50 A, 380 V, 5KA	pc	1 00	50,00	50,00
2 1 18	Eletroduto plastico 1 1/2 polegada - vara de 3 m	vr	7,00	11,97	83,79
2 1 19	Luva plastica 1 1/2 polegada	pc	8,00	3,17	25,36
2 1 20	Curva plastica 1 1/2 polegada - 90°	pc	4 00	1,55	6,20
2 1 21	Parafuso maquina 16x2 - comp 300 - rosca = 220 mm - ferro galv	pc	6,00	4,49	26,94
2 1 22	Parafuso maquina 16x2 - comp 350 - rosca = 270 mm - ferro galv	pc	2 00	4,80	9,60
2 1 23	Parafuso maquina 16x2 - comp 400 - rosca = 320 mm - ferro galv	pc	4,00	5,41	21,64
2 1 24	Parafuso cabeça abaulada 16x45 mm - rosca = 39 mm - ferro galv	pc	4 00	2,13	8,52
2 1 25	Arruela quadrada 50 x 3 x 18 mm - ferro galvanizado	pc	10,00	0,44	4,40

000093

**QUANTITATIVOS E CUSTOS  
PLANILHA DE ORÇAMENTO  
PROJETO ELETRICO**

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ELEVATORIA DA ADUTORA PARA MORRO BRANCO**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
2 1 26	Arruela redonda 36 x 3 x 18 mm ferro galvanizado	pc	26,00	0,26	6,76
2 1 27	Haste de terra cobreada 13 x 2 000 mm - seção circular	pc	3,00	12,28	36,84
2 1 28	Conector para haste de terra - tipo GX - burndy	pc	3,00	5,07	15,21
2 1 29	caixa de ferro para medição trif 400 x 500 x 200 mm - uso ao tempo - PADRÃO COELCE	pc	1,00	100,00	100,00
2 1 30	Poste concreto armado duplo T - 300/11 kgf - tipo B	pc	1,00	300,00	300,00
2 1 31	Gancho olhal suspensão - 5 000 kgf ferro galvanizado	pc	3,00	3,00	9,00
2 1 32	Manilha sapatilha para alça preformada - 5 000 Kgf - ferro galvanizado	pc	3,00	6,88	20,64
2 1 33	Olhal para parafuso 16 mm - 5 000 Kgf - ferro galvanizado	pc	3,00	4,35	13,05
2 1 34	Alça preformada para cabo aluminio CA e CAA 4 AWG	pc	3,00	1,31	3,93
2 1 35	Isolador de vidro tipo disco - 15 KV engate concha-bola	pc	6,00	22,82	136,92

**QUANTITATIVOS E CUSTOS**  
**PLANILHA DE ORÇAMENTO**  
**PROJETO ELETRICO**  
**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ELEVATORIA DA ADUTORA PARA MORRO BRANCO**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
2.2	QUADRO DE COMANDO E PROTEÇÃO PARA 2 MOTORES ELETRICOS (2 X 10 CV), (PADRAO CAGECE)				
2.2.1	Chaves Seccionadora tripolar - 100A - 500V - sob carga	pc	1,00	299,47	299,47
2.2.2	Conjunto fusivel diazed 4 A - completo	cj	5,00	100,07	500,35
2.2.3	Chave comutadora para voltmetro - 380 V	pc	1,00	32,07	32,07
2.2.4	Voltmetro ferro movel (96x96) - 0 - 500V	pc	1,00	140,16	140,16
2.2.5	Fusivel tipo NH 25 A - 380 V - completo	cj	6,00	23,00	138,00
2.2.6	Rele temporizador - 220 V 0 a 30 seg	pc	2,00	81,85	163,70
2.2.7	Rele falta de fase - 380 V - maxima / minima tensão	pc	2,00	120,00	240,00
2.2.8	Transformador de corrente 30/5A 500 V	pc	6,00	45,00	270,00
2.2.9	Chave comutadora para ampermetro	pc	2,00	35,82	71,64
2.2.10	Ampermetro ferro movel (96x96) 0 - 30A	pc	2,00	44,00	88,00
2.2.11	Contator magnetico tripolar - 220 V - 16A (3TB42)	pc	2,00	93,00	186,00
2.2.12	Contator magnetico tripolar - 220 V - 12A (3TB41)	pc	2,00	67,00	134,00
2.2.13	Contator magnetico tripolar - 220 V - 9A (3TB40)	pc	2,00	40,00	80,00
2.2.14	Rele bimetalico de sobre carga - faixa de regulagem 10-16A	pc	2,00	88,00	176,00
2.2.15	Auto trafo para motor 10 CV - TAPS 65/80% - 380 V	pc	2,00	257,00	514,00
2.2.16	Horimetrico totalizador - 220 V - 6 digitos	pc	2,00	80,97	161,94
2.2.17	Botoneira liga - NA - cor verde	pc	2,00	28,04	56,08
2.2.18	Botoneira desliga - NF - cor vermelha	pc	2,00	28,04	56,08
2.2.19	Lâmpada sinalizadora - 5W - 220 V	cj	5,00	7,18	35,90
2.2.20	Chave seletora "Man-O-Aut" - 220 V	m	2,00	52,00	104,00
2.2.21	Rele de nivel com eletrodo em aço inox 220 V	pc	4,00	91,00	364,00
2.2.22	Quadro chapa metalica em chapa aço 2 mm dimensões 1000 (c) x 1500 (A) x 360 (L)mm - conforme o desenho arranjo fisico completo com barramento em cobre, com portas, pintura fosfatiza da base de tinta epoxi	cj	1,00	1.250,00	1.250,00

00005

**QUANTITATIVOS E CUSTOS  
PLANILHA DE ORÇAMENTO  
PROJETO ELETRICO**

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ELEVATÓRIA DA ADUTORA PARA MORRO BRANCO**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UD	QUANT	CUSTOS	
				UNIT	TOTAL
2.3	CABOS CONDUTORES E ELETRODUTOS				
2.3.1	Eletroduto plastico rigido PVC - DN = 1" - vara 3 m	un	6,00	8,50	51,00
2.3.2	Luva plastico rigido PVC DN = 1"	un	8,00	1,50	12,00
2.3.3	Curva plastico rigido PVC DN = 1	un	4,00	2,50	10,00
2.3.4	Eletroduto plastico rigido PVC - DN = 1/2 - vara 3 m	un	10,00	3,50	35,00
2.3.5	Luva plastico rigido PVC DN = 1/2"	un	10,00	0,50	5,00
2.3.6	Cabo de cobre isolado 750 V - PVC 2,5 mm²	m	50,00	1,80	90,00
2.3.7	Cabo de cobre isolado 750 V - PVC 1,5 mm²	m	50,00	0,50	25,00
2.4	CASA DE COMANDO DAS BOMBAS E DOSAGEM DE PRODUTOS QUIMICOS				
2.4.1	Luminaria Fluorescente 2 x 40 W completa lampada, reator, starter	un	2,00	50,00	100,00
2.4.2	Luminaria incandescentes para parede - tipo arandela - 220 V	un	4,00	10,00	40,00
2.4.3	Fio de cobre 1,5 mm² isolador P/750 V	m	60,00	0,26	15,60
2.4.4	Eletroduto PVC de 1/2 - flexivel	m	15,00	0,86	12,90
2.4.5	Cx de passagem 4 x 2 plastico	un	3,00	4,00	12,00
2.4.6	Interruptor de três seções - 220V	un	1,00	7,25	7,25
2.4.7	Tomada Monofasica - 220 V - 15A (KITS DOSADORES)	un	2,00	3,00	6,00
2.4.8	TOMADA TRIFASICA - 380V - 30A (KITS DOSADORES)	un	2,00	5,00	10,00
2.4.9	Lâmpada incandescente - 220 - 60 W	un	4,00	0,80	3,20
2.5	ILUMINAÇÃO EXTERNA				
2.5.1	Poste concreto armado DI - 100 /8 m	un	1,00	100,00	100,00
2.5.2	Luminaria aberta para vm - em aluminio e tubo 1"cm ferro galvanizado	cj	1,00	28,00	28,00
2.5.3	Lâmpada vapor mercurio 80 W - 220 V	un	1,00	26,00	26,00
2.5.4	Reator para VM - 80 W	un	1,00	20,00	20,00
2.5.5	Rele Foto elctrico - NA - 1000 W	un	1,00	20,00	20,00
	<b>TOTAL</b>				<b>8.975,65</b>

000000