



Folha de Dados

IDGED:

0192/02/C

LOTE:

2117

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – ANB

0001920010

TÍTULO:

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE PARAMOTI

SUBTÍTULO:

RELATÓRIO GERAL; VOLUME 1 - MEMORIAL DE CÁLCULO

JANEIRO/98

**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH

**PROJETO EXECUTIVO
DA ADUTORA DE PARAMOTÍ**

RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 – MEMORIAL DE CÁLCULO

Lote. 02117 - Prep Scan Index ()
Projeto Nº 0192/02/C
Volume /
Qtd A4 49 Qtd. A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros 4 COLOR A4



Av. Santos Dumont, 1687 - Sala 210, Aldeota
CEP 60 150-160 - Fortaleza - Ceará Fone/Fax (085) 264 3741
CGC(MF) 00 647 338/0001-30 - INSC MUNICIPAL 125 364-6
E-MAIL anb@secrel.com.br

**FORTALEZA
JANEIRO/98**

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 4 |
| 1 – DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA | 6 |
| 2 – ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO FLUTUANTE..... | 21 |
| 3 – ANÁLISE DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS | 29 |
| 4 – PROJETO ELÉTRICO DA E.B.F. | 40 |

APRESENTAÇÃO

C:\ANB_trab\PROJETOS\Paramoto_99\Vol. 2 - Memorial de Cálculo(Paramot).doc

000004

4

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos, vem implementando ações institucionais e executando projetos voltados para o desenvolvimento dos recursos hídricos, com o objetivo de garantir a regularidade e a democratização da oferta d'água em todo o seu território

Dando seguimento a estes programas, e devido a precariedade do atual sistema de abastecimento d'água da cidade de Paramoti, a SRH está elaborando o projeto executivo da adutora homônima, tendo como fonte hídrica o açude General Sampaio, através do contrato Nº 20/97 celebrado entre esta secretaria e a empresa ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.

O presente relatório trata do Volume 2 - Memorial de Cálculo da Adutora de Paramoti.

1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA

C:\ANB_arab\PROJETOS\Parametri_99\Vol. 2 - Memorial de Cálculo\Parametri.doc

000006

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

7

1- DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA

1.1- Parâmetros de projeto

- Vazão total (Q_T) 22 l/s
- Vazão p/ bomba (Q_B) 11 l/s
- nº de bombas 2+1
- Diâmetro da tubulação em polietileno (D.E.) 180mm
- nº de linhas em PEAD 2+1
- Extensão da tub. em PEAD 100m
- Diâmetro da tubulação em ferro dúctil (DN) 200mm
- Extensão da tub. de ferro dúctil (recafoque) 410m

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADutora de Paramoti

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

8

- Extensão da tub de ferro dúctil (gravitatório) 662 m
- Diâmetro da tubulação em PVC (DN) 200 mm
- Extensão da tubulação em PVC 30.060 m
- Classe de pressão do tubo de PEAD 12,5 kg/cm²
- Classe de pressão do tubo de ferro dúctil $\geq 12,5 \text{ kg/cm}^2$
- Classe de pressão do tubo de PVC $\geq 10 \text{ kg/cm}^2$
- N.A. min (captação) 103,00 m
- N.A. máx (captação) 126,00 m

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

9

- N.A. mín. (Cx. de passagem) . . . 208,00m
- N.A. máx. (Cx. de passagem) . . . 210,00m

1.2 - Determinação da curva da tubulação

1.2.1 - Diâmetro equivalente do tubo de PEAD:

$$D_E = L^{2/5} \times D_i$$

Onde:

D_E - diâmetro equivalente (m)

D_i - diâmetro interno dos tubos de PEAD (0,1472 m)

$$D_E = 0,19423 \text{ m (194,23 mm)}$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

10

1.2.2- Perda de carga
 sabe-se agora que temos 2 condu-
 tos em série. Isso significa
 dizer que:

$$h_f = h_1 + h_2$$

onde:

h_f - perda de carga total

h_1 - perda de carga no
 trecho em PEAD

h_2 - perda de carga no
 trecho em ferro dúctil

a) Perda de carga distribuída (J).
 de acordo com a fórmula

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

11

universal teremos:

$$J = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}, \text{ ou seja,}$$

$$J = \frac{8 \times f \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

Então teremos:

- Trecho em PEAD₂

$$J_1 = \frac{8 \times 0,017 \times 100 \times Q^2}{\pi^2 \times 9,81 \times (0,19423)^5}$$

$$J_1 = 508,15 \text{ m}^2$$

- Trecho em tubo ductil

$$J_2 = \frac{8 \times 0,020 \times 410 \times Q^2}{\pi^2 \times 9,81 \times (0,2112)^5}$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

12

$$J_2 = 1.612,37 Q^2$$

Então:

$$J = 2.120,52 Q^2$$

b) Perda de carga localizada (P):

Sabe-se que:

$$P = k \frac{V^2}{2g}$$

Mas como: $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$

Então:

$$P = \frac{8 \times k \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^4}$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOT.

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

13

Porém, neste caso específicos, como existem peças com diâmetros diferentes em vez de determinarmos um diâmetro equivalente, consideramos uma correlação entre as vazões, ou seja, $Q = 2 Q_B$. Então temos:

| Peça | D (mm) | VAZÃO | K |
|----------------------------|--------|-------|------|
| 1- Válv. de pé c/ crivo | 150 | Q_B | 2,50 |
| 2- Curva de 90° c/ flange | 150 | G_B | 0,40 |
| 3- Red. exc. c/ flanges | 150x65 | G_B | 0,30 |
| 4- Amp. conc c/ flanges | 40x100 | G_B | 0,30 |
| 5- Curva de 90° c/ flanges | 100 | Q_B | 0,40 |
| 6- Válv. de retenção | 100 | Q_B | 2,75 |

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOT.

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

14

| Peca | D (mm) | VAZÃO | K |
|------------------------|---------|-------|-----------------|
| 7- Registro de gaveta | 100 | Q_B | 0,20 |
| 8- Curva de 45° | 100 | Q_B | $0,20 \times 2$ |
| 9- Curva de 90° | 150 | Q_B | 0,40 |
| 10- 8ª saída de lado | 200x200 | Q | 1,30 |
| 11- Válvula borboleta | 200 | Q | 2,75 |
| 12- Entrada em reserv. | 200 | Q | 1,00 |

Jáí frenos.

| MATERIAL | D (mm) | VAZÃO | ΣK |
|-----------------|--------|-------|------------|
| 1- Ferro dúctil | 40 | $Q/2$ | 0,30 |
| 2- Ferro dúctil | 65 | $Q/2$ | 0,30 |
| 3- Ferro dúctil | 100 | $Q/2$ | 3,75 |
| 4- Ferro dúctil | 150 | $Q/2$ | 3,30 |
| 5- Ferro dúctil | 150 | Q | — |
| 6- Ferro dúctil | 200 | Q | 5,05 |

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

AUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

15

Então:

$$P = \frac{8 \times (Q/2)^2}{\pi^2 \times g} \times \left[\frac{0,30}{(0,040)^4} + \frac{0,30}{(0,065)^4} + \frac{3,75}{(0,100)^4} + \frac{3,30}{(0,150)^4} \right] + \frac{8 \times 5,05 \times Q^2}{\pi^2 \times g \times (0,200)^4}$$

$$P = 3.677,15 Q^2 + 260,79 Q^2$$

$$P = 3.937,94 Q^2$$

 c) Perda de carga total (h_f)

$$h_f = 2.120,52 Q^2 + 3.937,94 Q^2$$

$$h_f = 6.058,46 Q^2$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE TARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

16

1.2.3 - Desníveis geométricos

a) Desnível geométrico máximo:

$$Sg_{MAX} = 210,00 - 103,00 = 107,00m$$

b) Desnível geométrico mínimo:

$$Sg_{MIN} = 210,00 - 126,00 = 84,00m$$

c) Desnível geométrico considerando o N.A. do dia 28.06.97

$$Sg_{(28.06.97)} = 210,00 - 118,71 = 91,29m$$

1.2.4 - Equação da curva da tubulação

MEMÓRIA DE CALCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

17

 a) Considerando sg_{MAX} :

$$H = 107 + 6.058,46 Q^2$$

 b) Considerando sg_{MIN} :

$$H = 84 + 6.058,46 Q^2$$

 c) Considerando sg_{ATUAL} (28.06.97):

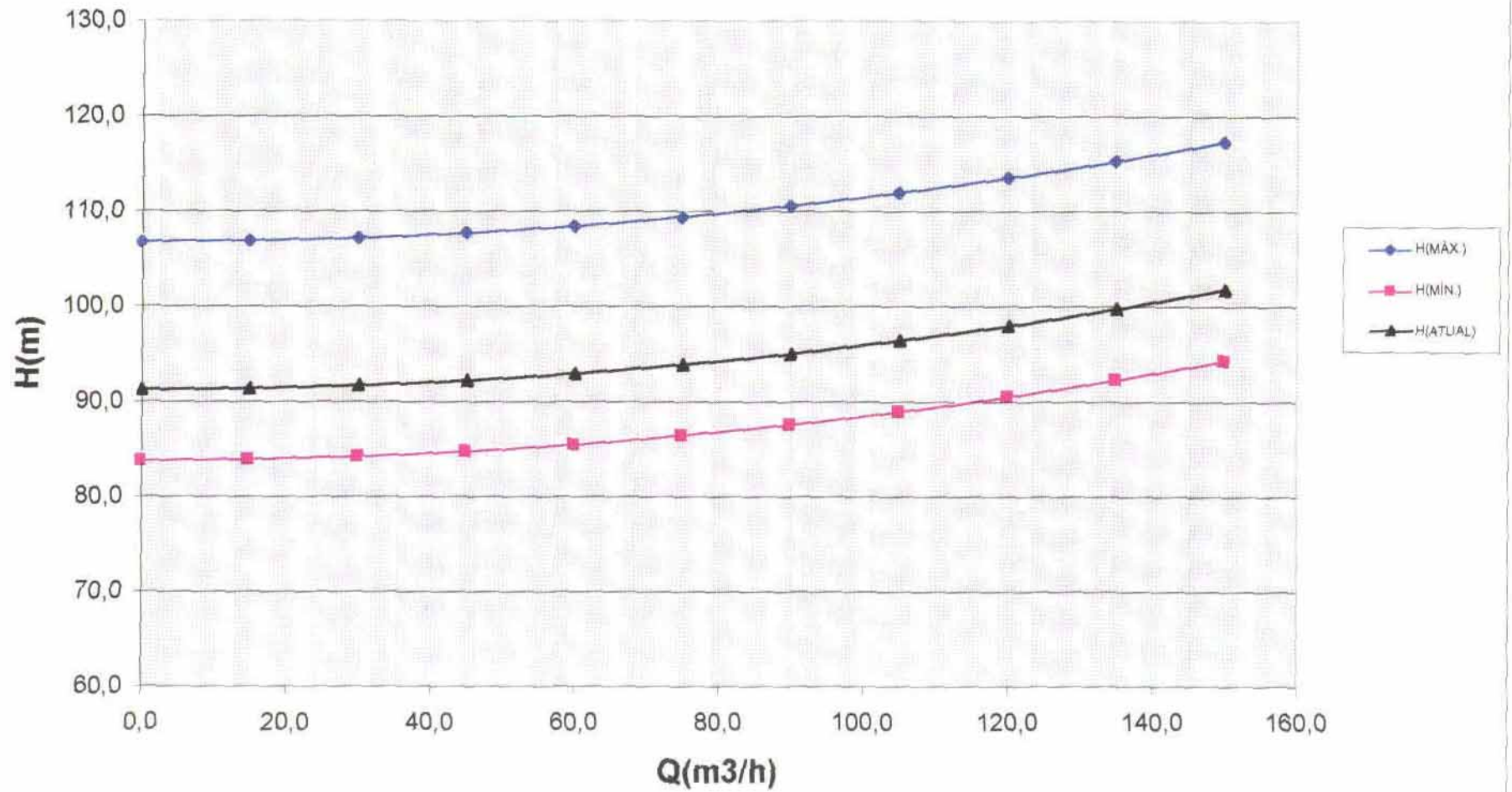
$$H = 91,29 + 6.058,46 Q^2$$

A figura 1.1 apresenta graficamente estas três curvas. Vale ressaltar que para uma vazão de 22 l/s teremos as seguintes alturas manométricas:

$$H_{MAX} \approx 110 \text{ m.c.a.}; H_{MIN} \approx 87 \text{ m.c.a.}$$

$$H(28.06.97) \approx 94 \text{ m.c.a.}$$

FIGURA 1.1 - CURVAS DA TUBULAÇÃO



MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

19

1.2.5 - Adutora gravitária
Como a perda de carga total no segundo trecho da adutora é de:

$$h_f = \frac{8 \times f \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

$$h_f = \frac{8 \times 0,017 \times 30,060 \times (0,025)^2}{\pi^2 \times 9,81 \times (0,2042)^5}$$

$$h_f = 74,33 \text{ m.c.a.}$$

Como estamos desprezando a perda de carga localizada adotou-se $h_f = 80 \text{ m.c.a.}$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

20

Como a cota no topo da câ-
mara de carga é igual a 100,00m
e a cota do N.A. mínimo
operacional na caixa de passa-
gem é de 98,00m, então con-
chui-se que esta adução
pode ser feita sem necessidade
de nenhum bombeamento.

2 – ESTAÇÃO DE BOMBAMENTO FLUTUANTE

000021

21

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORIA DE PARAMOTÍ

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

22

2 - Estação de Bombeamento Flutuante

2.1 - Curvas da Bomba

Assumindo-se uma vazão fictícia de 11 l/s (39,60 m³/h) para cada bomba em operação e de acordo com o catálogo da KSB, teremos uma bomba centrífuga com as seguintes características:

- Rotação 3.500 rpm
- Rotor 250 mm
- Rendimento $\geq 55\%$
- N.P.S. H_n 3 m

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

23

A partir destes dados teremos as seguintes curvas (figura 2.1).

2.2 - Curvas do Sistema

Associando as curvas da tubulação às curvas da bomba teremos os pontos operacionais do sistema (figura 2.2).

Os referidos pontos são descritos a seguir:

Ponto A - Caso o sistema opere apenas com uma bomba e se

FIGURA 2.1 - CURVAS DA BOMBA

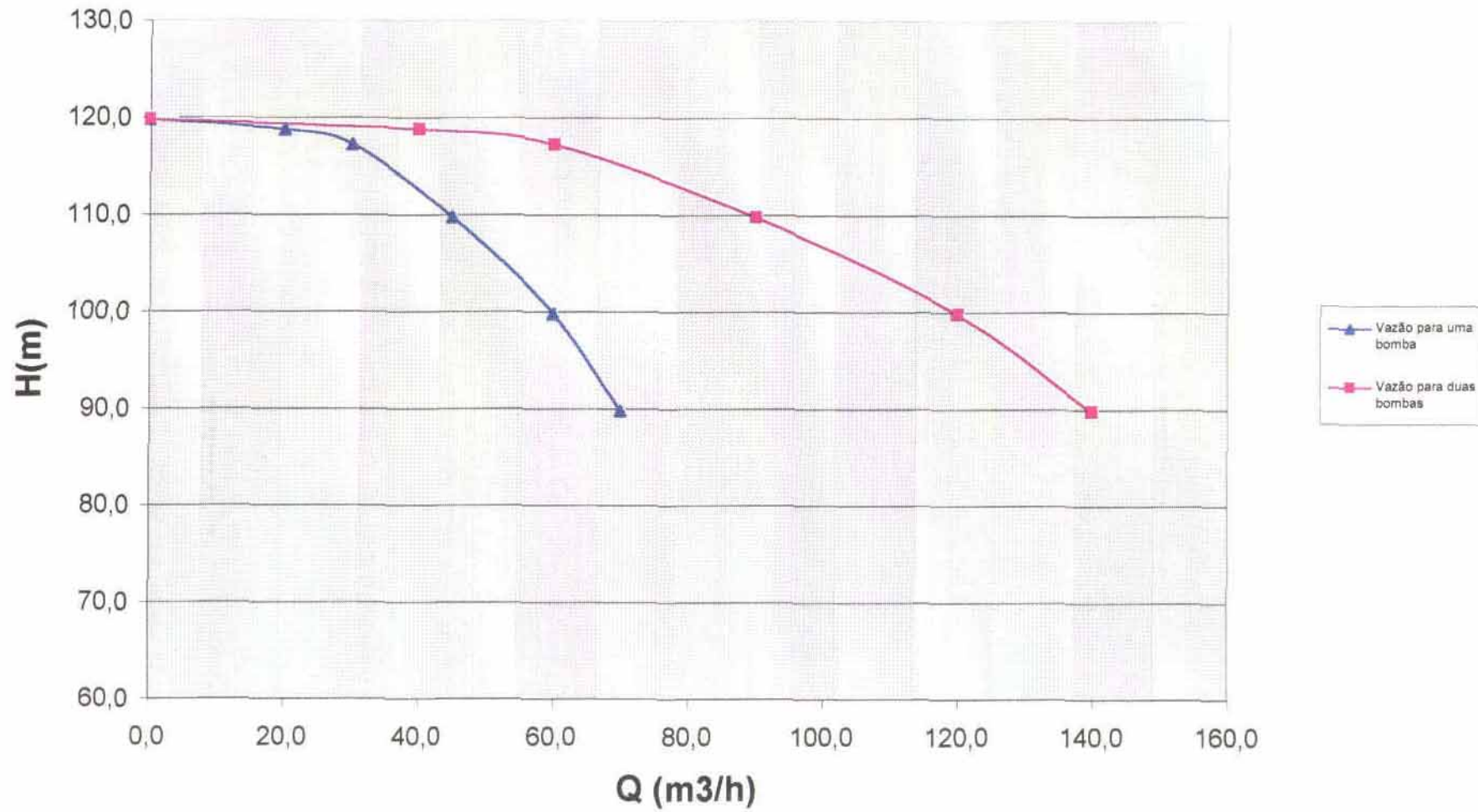
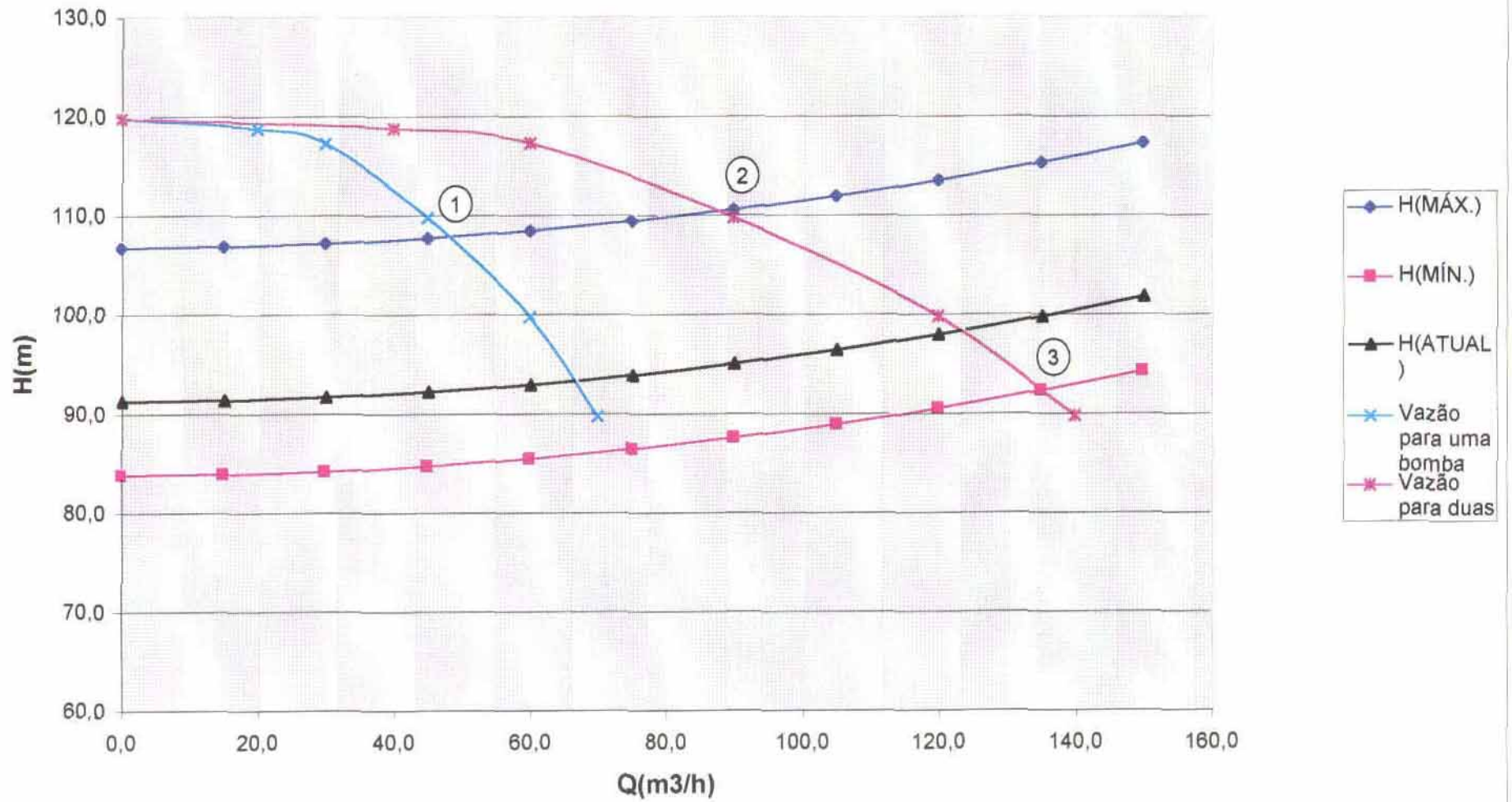


FIGURA 2.2 - CURVAS DO SISTEMA



MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

26

O reservatório estiver no nível mínimo de captação (cota 103,00m) a vazão fornecida pela bomba será de aproximadamente $50 \text{ m}^3/\text{h}$ para uma A.M.T. de 109,00m.

Ponto ② - Quando o sistema estiver operando com duas bombas em paralelo e estando o reservatório na cota 103,00m, a vazão que será fornecida ao sistema será de aproximadamente $90 \text{ m}^3/\text{h}$ para uma A.M.T. de 110,00m.

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

27

Ponto ③ - Caso o reservatório atinja o N.A. máx. de captação (cota 126,00) a vazão fornecida ao sistema por duas bombas operando em paralelo será de $135 \text{ m}^3/\text{h}$ para uma A.M.T. de 93,00 m

2.3 - Dimensionamento do motor:

Como a vazão máxima que queremos ofertar ao sistema é de $90 \text{ m}^3/\text{h}$ ($45 \text{ m}^3/\text{h}$ por bomba), então a potência do motor será de:

$$P = \frac{12,50 \times 110}{75 \times 0,55} \times 1,15 = 38,33 \text{ c.v.}$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

28

Adotou-se um motor trifásico de 40 c.v.

3 – ANÁLISE DOS TRANSIENTES HIDRÁULICOS

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

30

3- Análise dos Transientes Hidráulicos

3.1- Considerações iniciais

O presente trabalho apresenta o estudo dos transientes hidráulicos devido a paralisação brusca dos conjuntos moto-bombas da Elevatória de Água Bruta da Adutora de Paramoti - Ce. Esta situação ocorre, por exemplo, na falta de fornecimento de energia elétrica.

Para sua realização utilizou-se o Método das Características. Na simulação da operação das bombas foram utilizadas as

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

31

"Curvas Características Univerpais" através do processo computacional recomendado por Streeter e Wylie na publicação "Fluid Transients - Mc Graw-Hill, 1978".

3.2- Dados do Sistema de Recolhe:

Para a realização deste estudo considerou-se o ponto de operação do sistema correspondente a duas bombas em paralelo com o reservatório no N.A. mínimo (cota 103,00 m). Os dados resultantes são:

- 3 conjuntos em paralelo (2+1).
- Vazão total 90 m³/h (25 l/s)
- Vazão p/ bomba - 45 m³/h (12,5 l/s)

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

32

- A.M.T. - - - - - 110 m
- N.A. mínimo (captação) - - - 103,00 m
- N.A. máximo operacional - - - 208,03 m
- Bomba KSB MEGANORM-BLOC 40-250
- Rotação - - - - - 3500 rpm
- Rendimento - - - - - $\geq 55\%$
- Momento de inércia da bomba - 0,047 kgxm²
- " " " do motor - 0,1656 kgxm²
- " " " do conjunto - 0,21 kgxm²

A adutora de recalque é formada por dois trechos, a saber:

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

33

- TRECHO 1: 3 tubulações em paralelo, cada uma formada por tubos de PEAD - DN 12,5 - PE 80 - DE = 180 mm - esp. da parede = 16,4 mm e $L = 100$ m
- TRECHO 2: 1 tubulação em ferro dúctil classe 'K-7', DN = 200 mm e espessura = 5,4 mm

3.3 - Celeridade

A celeridade foi calculada pela seguinte expressão:

$$a = \sqrt{\frac{g/P}{\frac{1}{K} + \frac{D \times C_1}{E \times e}}}; \quad C_1 = 1 - \mu^2$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

34

O quadro 3.1 resume as características principais da adutora:

| Eixo | Materiais | (μm) | (m) | a (m/s) | k (m) |
|------|-----------|-------------|---------|------------------|----------------|
| 1 | PEAD | 194* | 100 | 266,74 | 0,06 |
| 2 | F° F° | 211 | 440 | 1.213,04 | 0,40 |

* - Corresponde ao diâmetro equivalente

3.4- Resultados obtidos

Os resultados das pressões transitórias máximas e mínimas estão apresentados na listagem emitida pelo computador, em anexo.

A pressão transitória máxima é igual a 151,73 m e ocorre

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

35

junto a caída das bombas (ponto 1).

A pressão transitória mínima é igual a $-5,68 \text{ m}$ e ocorre junto a estaca 15 (cota do T.N. igual a $195,96 \text{ m}$), com o volume de cavidade igual a zero.

O tempo de fechamento da válvula de retenção é igual a $0,39 \text{ s}$.

3.5- Conclusões

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

36

- A classe de pressão dos tubos de PEAD deverá ser alterada para PN-14 ou PN-16, em função da pressão transitória máxima ocorrida na saída das bombas;
- Todas as válvulas e peças especiais da linha de recalque individual das bombas deverão ser classe de pressão PN-16;
- A adutora requer como dispositivo de proteção contra sobrepresão uma Ventosa de triplicação DN = 50mm a ser instalada na estaca 15;
- As válvulas de retenção das tubulações de recalque deverão ser

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

37

do tipo fechamento rápido
(tempo de fechamento inferior
a 0,39s), podendo ser utilizadas
Válvulas de retenção Chasour
ou Apca PN-16.

VALORES TRANSITÓRIOS MÁXIMOS E MÍNIMOS

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA DE PARAMOTÍ - CE

1 - TRANSITÓRIOS NA ADUTORA

| PONTO (trecho) | COTA DO TUBO (m) | COTA PIEZOM TRANSIT. (m) | | PRESSÃO TRANSIT (mca) | | VOLUME DE CAVIDADE (litros) |
|--------------------|---------------------|--------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------------------|
| | | MÁXIMA | MÍNIMA | MÁXIMA | MÍNIMA | |
| 1 (1) | 103,00 | 254,73 | 162,91 | 151,73 | 59,91 | 0,00 |
| 2 | 103,00 | 254,69 | 162,93 | 151,69 | 59,93 | 0,00 |
| 3 | 103,00 | 254,30 | 163,76 | 151,30 | 60,76 | 0,00 |
| 4 | 103,00 | 254,23 | 163,77 | 151,23 | 60,77 | 0,00 |
| 5 | 103,00 | 254,06 | 163,78 | 151,06 | 60,78 | 0,00 |
| 6 | 103,00 | 253,44 | 163,80 | 150,44 | 60,80 | 0,00 |
| 7 | 103,00 | 252,86 | 163,81 | 149,86 | 60,81 | 0,00 |
| 8 | 103,00 | 252,15 | 163,82 | 149,15 | 60,82 | 0,00 |
| 9 | 103,00 | 251,50 | 163,83 | 148,50 | 60,83 | 0,00 |
| 10 | 103,00 | 250,58 | 164,57 | 147,58 | 61,57 | 0,00 |
| 11 | 103,00 | 249,95 | 165,09 | 146,95 | 62,09 | 0,00 |
| 12 | 103,00 | 249,58 | 165,73 | 146,58 | 62,73 | 0,00 |
| 13 | 103,00 | 249,23 | 166,08 | 146,23 | 63,08 | 0,00 |
| 14 | 103,00 | 249,13 | 166,32 | 146,13 | 63,32 | 0,00 |
| 15 | 103,00 | 248,95 | 166,20 | 145,95 | 63,20 | 0,00 |
| 16 | 103,00 | 248,46 | 165,68 | 145,46 | 62,68 | 0,00 |
| 17 | 103,00 | 248,06 | 165,67 | 145,06 | 62,67 | 0,00 |
| 18 | 103,00 | 248,03 | 165,66 | 145,03 | 62,66 | 0,00 |
| 19 | 103,00 | 247,99 | 165,65 | 144,99 | 62,65 | 0,00 |
| 20 | 103,00 | 247,60 | 165,12 | 144,60 | 62,12 | 0,00 |
| 21 | 103,00 | 247,53 | 165,11 | 144,53 | 62,11 | 0,00 |
| 22 | 103,00 | 247,36 | 165,13 | 144,36 | 62,13 | 0,00 |
| 23 | 103,00 | 247,01 | 165,80 | 144,01 | 62,80 | 0,00 |
| 24 | 133,05 | 246,84 | 165,97 | 113,79 | 32,92 | 0,00 |
| 25 (2) | 139,15 | 248,89 | 165,11 | 109,74 | 25,96 | 0,00 |
| 26 | 145,62 | 249,29 | 165,10 | 103,67 | 19,48 | 0,00 |
| 27 | 149,70 | 248,89 | 165,12 | 99,19 | 15,42 | 0,00 |
| 28 | 152,55 | 247,71 | 165,14 | 95,16 | 12,59 | 0,00 |
| 29 | 156,80 | 246,52 | 165,15 | 89,72 | 8,35 | 0,00 |
| 30 | 161,15 | 245,19 | 166,41 | 84,04 | 5,26 | 0,00 |
| 31 | 165,15 | 243,81 | 168,33 | 78,66 | 3,18 | 0,00 |
| 32 | 168,94 | 242,48 | 170,23 | 73,54 | 1,29 | 0,00 |
| 33 | 172,58 | 240,72 | 172,09 | 68,14 | -0,49 | 0,00 |
| 34 | 175,63 | 238,44 | 175,16 | 62,81 | -0,47 | 0,00 |
| 35 | 179,28 | 236,04 | 177,52 | 56,76 | -1,76 | 0,00 |
| 36 | 183,52 | 233,77 | 180,36 | 50,25 | -3,16 | 0,00 |
| 37 | 187,68 | 231,35 | 183,81 | 43,67 | -3,87 | 0,00 |
| 38 | 191,89 | 229,03 | 187,11 | 37,14 | -4,78 | 0,00 |
| 39 | 195,96 | 225,91 | 190,28 | 29,95 | -5,68 | 0,00 |
| 40 | 199,14 | 222,48 | 193,65 | 23,34 | -5,49 | 0,00 |
| 41 | 202,08 | 219,13 | 197,16 | 17,05 | -4,92 | 0,00 |
| 42 | 204,15 | 215,58 | 200,57 | 11,43 | -3,58 | 0,00 |
| 43 | 205,50 | 212,01 | 204,00 | 6,51 | -1,50 | 0,00 |
| 44 | 207,07 | 208,03 | 208,03 | 0,96 | 0,96 | 0,00 |
| Período de cálculo | | | | | | 40,00 s |

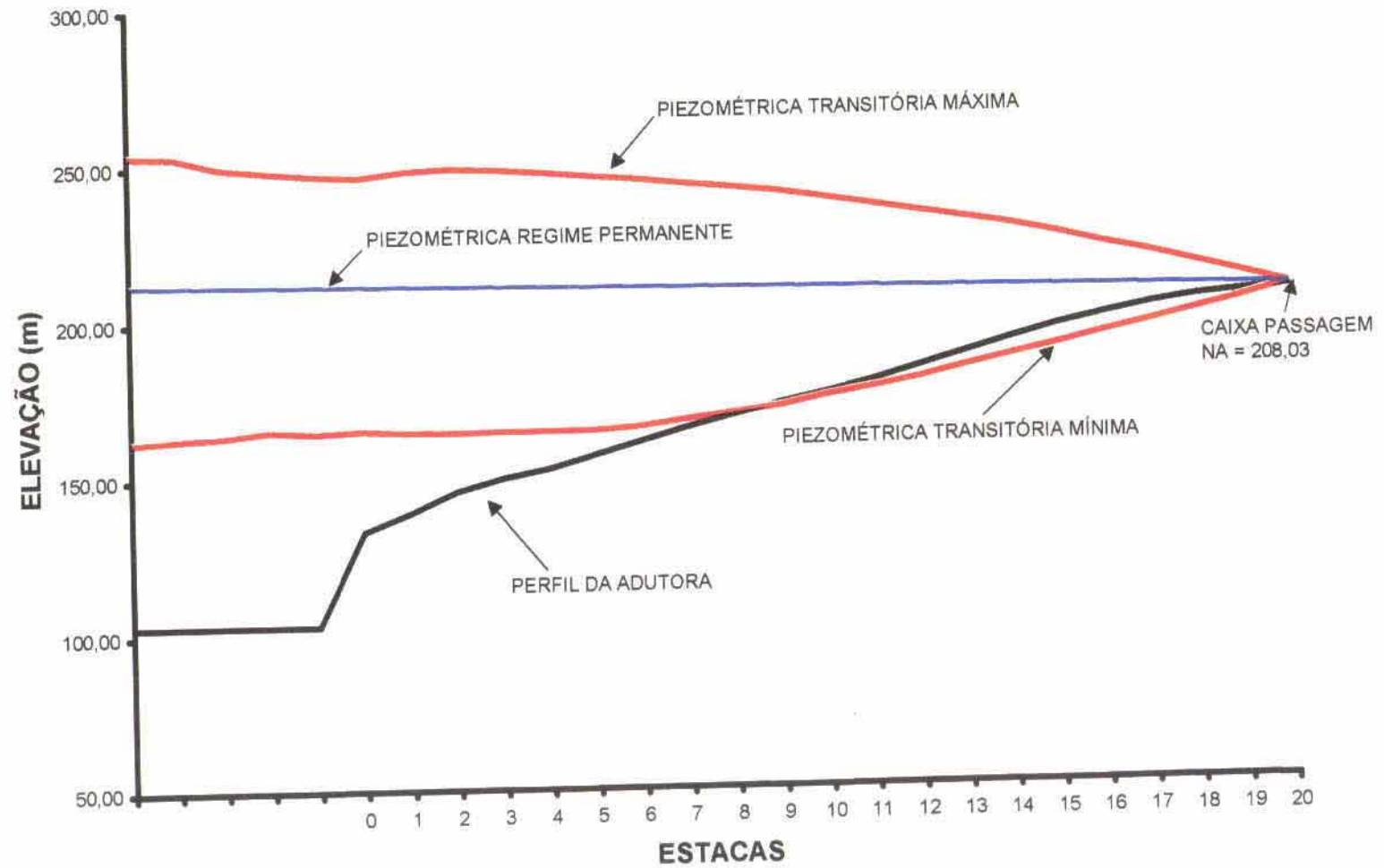
2 - ELEMENTOS INTERNOS

| | | |
|--------------|---------------------------------|------------|
| TRECHO 0 - 1 | BOMBA | |
| | Qte. bomba efetivas em paralelo | 2 |
| | Vazão por bomba | 12,50 l/s |
| | Altura manométrica | 110,00 mca |
| | Tempo fechamento da válvula | 0,39 s |
| | Refluxo máximo | 0,00 l/s |

3 - ELEMENTOS EXTERNOS

| | | |
|----------------|----------------------|------------------|
| POSIÇÃO | RESERVATÓRIOS | COTAS (m) |
| PONTO 0 | Nível de água | 103,50 |
| PONTO 44 | Nível de água | 208,03 |

ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA DE PARAMOTI-CE PERFIL HIDRÁULICO



| | | ESTUDO TRANSIENTES | | | Nº DA FOLHA |
|--------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
| | | ADUTORA PARAMOTI PERFIL HIDRÁULICO | | | 01 DE 01 |
| | | ELEVÇÃO | | | DATA |
| ESTACA | PERFIL DA ADUTORA | PIEZ TRANS MAX | PIEZ TRANS MÍNIMA | PIEZ.REGIME PERMANENTE | |
| | 103,00 | 254,73 | 162,91 | 213,00 | |
| | 103,00 | 254,06 | 163,78 | | |
| | 103,00 | 250,58 | 164,57 | | |
| | 103,00 | 248,95 | 166,20 | | |
| | 103,00 | 247,60 | 165,12 | | |
| 0 | 133,05 | 246,84 | 165,97 | | |
| 1 | 139,15 | 248,89 | 165,11 | | |
| 2 | 145,62 | 249,29 | 165,10 | | |
| 3 | 149,70 | 248,89 | 165,12 | | |
| 4 | 152,55 | 247,71 | 165,14 | | |
| 5 | 156,80 | 246,52 | 165,15 | | |
| 6 | 161,15 | 245,19 | 166,41 | | |
| 7 | 165,15 | 243,81 | 168,33 | | |
| 8 | 168,94 | 242,48 | 170,23 | | |
| 9 | 172,58 | 240,72 | 172,09 | | |
| 10 | 175,63 | 238,44 | 175,16 | | |
| 11 | 179,29 | 236,04 | 177,52 | | |
| 12 | 183,52 | 233,77 | 180,36 | | |
| 13 | 187,68 | 231,35 | 183,81 | | |
| 14 | 191,89 | 229,03 | 187,11 | | |
| 15 | 195,96 | 225,91 | 190,28 | | |
| 16 | 199,14 | 222,48 | 193,65 | | |
| 17 | 202,08 | 219,13 | 197,16 | | |
| 18 | 204,15 | 215,58 | 200,57 | | |
| 19 | 205,50 | 212,01 | 204,00 | | |
| 20 | 207,07 | 208,03 | 208,03 | 208,03 | |

4 - PROJETO ELÉTRICO DA E.B.F.

C:\ANB_trab\PROJETOS\Paramoti_99\Vol. 2 - Memorial de Cálculo(Paramoti).doc

000042

40

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO ADUTORIA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

41

4- PROJETO ELÉTRICO DA E.B.F.

4.1 - INTRODUÇÃO

ESTA MEMÓRIA DE CÁLCULO VISA DIMENSIONAR A SUBESTAÇÃO E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DESTINADOS A ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA BRUTA DO PROJETO DA ADUTORIA DE PARAMOTI

A SUBESTAÇÃO TRANSFORMADORA, CLASSE 15 KV, SERÁ DO 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 DE LINHA DE DISTRIBUIÇÃO RURAL E QUE FORNECERÁ AOS MOTORES DAS BOMBAS TENSÃO 380 V TRIFÁSICA

OS MOTORES ELÉTRICOS SERÃO DO TIPO TOTALMENTE FECHADOS, CONFORME NBR 7094 E 5432, E TERÃO GRAU DE PROTEÇÃO MÍNIMO IP-54 (NBR 6146) SUAS CARCAÇAS SERÃO DEVIDAMENTE ATERRADAS À MALHA DE ATERRAMENTO ATRAVÉS DE CABO DE COBRE NÚ.

OS MOTORES ELÉTRICOS SERÃO INSTALADOS EM FLUTUANTE DE ESTRUTURA METÁLICA, CONFORME PROJETO HIDRAULICO

OS MOTORES ELÉTRICOS SERÃO ACIONADOS POR CHAVES DE COMANDO AUTOMÁTICO COM PARTIDA AUTO COMPENSADA, INSTALADAS NA CASA DE COMANDO, LOCALIZADA NAS MARGENS DO ACUDE

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO

ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

42

AS CHAVES DE COMANDO AUTOMÁTICO TAMBÉM PROTEGERÃO OS MOTORES CONTRA SOBRECARGA, CURTO CIRCUITO E FALTA DE FASE, ALÉM DO CONTROLE DE NÍVEL DE ÁGUA, ATRAVÉS DE CHAVES BOÍA, QUE DESLIGARÃO OU AÇIONARÃO OS MOTORES NO CASO DO NÍVEL MÁXIMO OU MÍNIMO SEREM ATINGIDOS NA CAIXA DE PASSAGEM

AS CHAVES DE COMANDO E PROTEÇÃO DOS MOTORES SERÃO INSTALADAS EM QUADROS DE CHAPA METÁLICA DE AÇO DE ESPESURA MÍNIMA DE 2,6 MM; EM ESTRUTURA AUTO PORTANTE, GARANTINDO SUA ESTABILIDADE E SEGURANÇA DE TERCEIROS, BEM COMO A PERFEITA FIXAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFEÇÃO DESTES QUADROS, RECEPTANDO-SE O QUE PRESCREVEM AS NORMAS ABNT: NBR 5444, NBR 6808 E 6146

OS QUADROS DE COMANDO DEVERÃO TER GRAU DE PROTEÇÃO MÍNIMO IP-44 (NBR 6146)

4.2 - POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO

— CARGA A INSTALAR

A CARGA PREVISTA SERÁ DE (03) TRÊS MOTORES ELÉTRICOS TRIFÁSICOS, SENDO (02) DOIS EFETIVOS E (01) UM RESERVA. O MOTOR RESERVA EM NENHUMA HIPÓTESE DEVERÁ

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

43

OPERAR SIMULTANEAMENTE COM OS (02) DOIS MOTORES EFETIVOS EM OPERAÇÃO SERÁ PERMITIDA A OPERAÇÃO EM PARALELO DE UM MOTOR EFETIVO COM O MOTOR RESERVA

- CARACTERÍSTICAS DO MOTOR : 40 CV

POTÊNCIA NOMINAL _____ 40 CV

TENSÃO NOMINAL _____ 380 V

CORRENTE NOMINAL _____ 57 A

FREQUÊNCIA _____ 60 Hz

FATOR DE POTÊNCIA _____ 0,88

RENDIMENTO _____ 0,90

ROTAÇÃO _____ 3500/3600 RPM

- POTÊNCIA DA SUBESTAÇÃO

$$P_{SE} = \frac{2 \times 40 \times 0,736}{0,88 \times 0,9} = 74,3 \text{ KVA}$$

- DEMANDA DA SUBESTAÇÃO

$$D = 0,87 \times 2 \times 40 \times 0,85 \times 0,8 = 47,33 \text{ KVA}$$

SEGUNDO NT 002/91 A POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR SERÁ DE 30% DA DEMANDA CALCULADA ASSIM :

$$P_{TRAFO} = 1,3 \times 47,33 = 61,5 \text{ KVA}$$

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

44

SERA INSTALADA UMA SUBESTAÇÃO - TIPO POSTE - DE 75 KVA
- 13800/380/220 V, PADRÃO COELCE CONFORME NT 002/91

— CONDUTORES SECUNDARIOS

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

S_{FASE} 3 x 50 MM² (1 CONDUTOR P/ FASE - 750 V - PVC)

S_{NEUTRO} 1 x 25 MM² (1 CONDUTOR NEUTRO - 750 V - PVC)

— PROTEÇÃO PRIMÁRIA

$$I_p = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 \approx 4,5 \text{ A}$$

SERA UTILIZADO CHAVE FUSÍVEL - 15 KV - 5 KA - 100 A COM
ELO FUSÍVEL DE 5 A (5H)

— PROTEÇÃO SECUNDÁRIA

$$I_s = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0,38} = 114 \text{ A}$$

SERÁ UTILIZADO DISJUNTOR GERAL TRIFÁSICO DE 380 V -
10 KA - 150 A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

45

4.3 - MOTOR ELÉTRICO

- DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES, PROTEÇÃO E ACIONAMENTO
- MOTOR - 40 CV - 380 V CORRENTE NOMINAL 57 A
- ACIONAMENTO, ATRAVÉS DE CHAVE AUTOMÁTICA AUTO-COMPEN-
SADA, 380 V, TAPS 65/80%, PARA MOTOR
DE 40 CV
- PROTEÇÃO
 - CURTO CIRCUITO FUSÍVEL TIPO NH - 80 A - 500 V (RETARDADO)
 - SOBRECARGA RELÉ BIMETÁLICO DE SOBRECARGA COM FAIXA DE REGULAGEM 50 A 63 A ; AJUSTE EM 57
- CONDUTORES
 - PELA AMPACIDADE CORRENTE NOMINAL DO MOTOR: 57 A
 $S_{FASE} = 3 \times 16 \text{ MM}^2$ (1 CONDUTOR P/FASE - 1 KV-PVC)
 - PELA QUEDA DE TENSÃO ADMITINDO-SE UMA DISTÂNCIA DE, APROXIMADAMENTE, 320 METROS DO MOTOR DE 40 CV NO FLUTUANTE, ATÉ SEU QUADRO DE COMANDO A SER INSTALADO NA CASA DE COMANDO E UM PERCENTUAL DE 5% DE QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL DO QUADRO AOS TERMINAIS DO MOTOR E FATOR DE POTÊNCIA 0,85 ; DETERMINA-SE A SEGUINTE SEÇÃO DE CONDUTOR.

MEMÓRIA DE CÁLCULO

PROJETO ADUTORIA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

46

$$S_c = \frac{173 \times (1/56) \times 57 \times 320 \times 0,85}{5 \times 380} = 25,2 \text{ MM}^2$$

A BITOLA A PREVALECER SERÁ A DE MAIOR SEÇÃO, ENTÃO O CONDUTOR PARA O MOTOR DE 40 CV SERÁ

$$S_{\text{FASE}} = 3 \times 25 \text{ MM}^2 \text{ (1 CONDUTOR P/FASE - 1KV-PVC)}$$

- CÁLCULO DO ELETRODUTO

ÁREA DOS CONDUTORES $S_{\text{COND}} = 2,356 \times 11^2 = 285,1 \text{ MM}^2$

ÁREA ÚTIL DO ELETRODUTO $S_e = \frac{285,1}{0,33} = 864 \text{ MM}^2$

O ELETRODUTO SERÁ DE 1 1/2" OU 38 MM

- CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA PARA OS MOTORES

SERÁ PREVISTO A INSTALAÇÃO DE BANCO DE CAPACITORES PARA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA DA INSTALAÇÃO A CADA MOTOR SERÁ INSTALADO UM BANCO TRIFÁSICO 380 V DE 9 KVAR, LIGADO CONFORME DIAGRAMA UNIFILAR DO QUADRO DE COMANDO

- PESO TOTAL DOS CABOS ALIMENTADORES DOS MOTORES NO FLUTUANTE

CABO ALIMENTADOR 25 MM² - 1000 V, PESO UNITÁRIO 311 Kg/KM

Nº FASES 3 - PESO TOTAL LINEAR 933 Kg/KM (POR MOTOR)

DISTÂNCIA ESTIMADA QUADRO COMANDO-FLUTUANTE 320 M = 0,32 KM

PESO TOTAL POR MOTOR : 933 x 0,32 ≈ 298 KG

MEMÓRIA DE CALCULO

PROJETO ADUTORA DE PARAMOTI

CÁLCULO

VISTO

DATA

FOLHA

47

PESO TOTAL DO CONJUNTO (3 MOTORES) · 900 KG

PESO DO ELETRODUTO FLEXÍVEL 100 KG

PESO GLOBAL A SER DISTRIBUÍDO NOS MINIS FLUTUADORES DE SUSTENTAÇÃO DOS AUMENTADORES DOS MOTORES : 1000 KG

