

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FORTIM

TOMO III - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DE CONCEPÇÃO

GHG

**FORTALEZA
ABRIL DE 2000**

GOVERNO DO ESTADO



PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FORTIM-CE

TOMO III - RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

Lote: 02561 - Prep () Scan () Index ()

Projeto Nº 0242/03 A

Volume 1

Qtd A4 _____ Qtd A3 _____

Qtd A2 _____ Qtd A1 _____

Qtd A0 _____ Outros _____

0242/03/A

ex.1

GHG

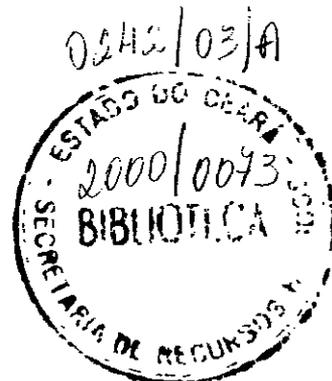
FORTALEZA
ABRIL/2000

GOVERNO DO ESTADO



PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FORTIM-CE

TOMO III - RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO



00 0003

FORTALEZA
ABRIL/2000



APRESENTAÇÃO

000004



APRESENTAÇÃO

A **GHG** - Geologia de Engenharia Ltda. apresenta, a seguir, o **Projeto Executivo da Adutora do Fortim**, no município do **Fortim**, no estado do Ceará, objeto do Contrato nº 041/98 - SRH, firmado com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

O referido projeto está apresentado nos seguintes documentos:

- TOMO I - Relatório dos Estudos Básicos
- TOMO II - Relatório dos Estudos Básicos Complementares
- TOMO III - Relatório dos Estudos de Concepção
- TOMO IV - Relatório Geral
 - Volume 1 - Relatório Geral
 - Volume 2 - Memorial Descritivo e de Cálculo
 - Volume 3 - Quantitativos e Custos
 - Volume 4 - Especificações Técnicas
 - Volume 5 - Plantas

O presente relatório refere-se ao **TOMO III - Estudos de Concepção**.

000005



ÍNDICE

000006



ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	2
ÍNDICE.....	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	8
3. MANANCIAL.....	12
4. CAPTAÇÃO	15
5. ADUTORA.....	17
5.1. DELINEAMENTO.. .. .	18
5.2. TRAÇADO.....	19
5.3. VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO (Q).....	19
5.4. MATERIAL E CLASSE DE PRESSÃO	20
5.5. DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO	21
6. EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO.....	24
6.1. DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO	25
6.1.1. Flutuante.	25
6.1.2. Estação de Bombeamento de Olho d'Água.....	26
7. TRANSIENTES HIDRÁULICOS.....	27
7.1. ESTIMATIVA DO GOLPE DE ARIETE MÁXIMO NO TRECHO: BASE FLUTUANTE → TORRE PIEZOMÉTRICA	28
7.1.1. Método Kinno-Kennedy	28
7.1.2. Estimativa do golpe de ariete máximo sobre válvula de retenção instalada junto à bomba	30
7.2. GOLPE DE ARIETE NO SEGMENTO. OLHO D'ÁGUA (EST 570) A FORTIM (EST 1431+4,5 m)	31
8. TRATAMENTO	32
9. RESERVAÇÃO	36
10. ESTIMATIVA DOS CUSTOS ANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	41
11. OBRAS CIVIS.....	44
12. MOVIMENTO DE TERRA	46
13. OPERAÇÃO DO SISTEMA	48
ANEXOS.....	50

000007



1. INTRODUÇÃO

000008



1. INTRODUÇÃO

Trata este Relatório dos Estudos de Concepção do Projeto Executivo da Adutora do Município de Fortim.

A finalidade da Adutora, em causa, é o abastecimento de água tratada do Distrito Sede e das localidades de Tapuió, Olho d'água, Barro Vermelho, Campestre e Guajiru, numa primeira fase, e Barra, Maceió e Viçosa em fase posterior, todos do Município de Fortim.

O manancial d'água que fará o suprimento do sistema em referência é o Açude Amarelas (localizado no vizinho município de Beberibe) cuja barragem está a 22 km, em linha reta, da cidade de Fortim.

O traçado da adutora acompanha estrada carroçável que interliga as localidades a atender na primeira fase, sendo referida estrada conectada à CE-040 à altura da localidade de Guajiru; acompanhando daí em diante o traçado da referida CE, até o início do ramal de acesso à Fortim, seguindo junto a este até aquela cidade.

O tratamento d'água destinado à cidade de Fortim e localidades de Barra, Maceió e Viçosa será feito na ETA que localizar-se-á junto ao atual reservatório elevado daquela cidade. Quanto às demais localidades o tratamento far-se-á, ponto a ponto, por meio de mini-filtros de pressão.

000009



2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000010



2. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A cidade de Fortim tem altitude de 22m e as seguintes coordenadas geográficas:

4°27'07" Latitude Sul

37°47'50" Longitude Oeste

Quanto a limites, o município apresenta as seguintes confrontações:

Norte: Oceano Atlântico e Beberibe

Sul: Aracati

Leste: Oceano Atlântico e Aracati

Oeste: Beberibe

De Fortaleza à cidade de Fortim o percurso é de 134 km, através das rodovias BR-116 e CE-040; sendo de 104 km a distância em linha reta entre as duas cidades (Ver figuras 01 e 02).



LEGENDA

	Traçado da Adutora		Rio/Riacho/Córrego
	Área Estudada		Estrada
	Mancha Salina		Cidade
	Açude e Lagoa		Povoado



000013

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

ADUTORA DE FORTIM

PROJETO:	MAPA DO TRAÇADO	ARQUIVO:	Traçado.cd
VANTO:		EMPRESA:	Abri/00
VERIFICAÇÃO:		ESCALA:	1:150.000
APROVADO:		PROJETA:	02

GEOLÓGIA DE ENGENHARIA LTDA.



3. MANANCIAL

000014

3. MANANCIAL

O manancial d'água considerado para suprimento do sistema adutor é o Açude Amarelas, cuja barragem se localiza 1,0 km à jusante da confluência dos córregos Camará e Ezequiel, dois dos tributários do Rio Pirangi.

Referida barragem, conforme menção anterior, está localizada no Município de Beberibe e a 22 km da cidade de Fortim, em linha reta.

O regime hidrológico médio da bacia hidrográfica e a capacidade de regularização da bacia hidráulica, caracterizam-se pelos dados apresentados a seguir, conforme estudo hidrológico procedido para dimensionamento do reservatório.

Área da bacia hidrográfica	191,5 km ²
Coefficiente de escoamento superficial	14,2%
Volume afluente médio anual.....	27,595 x 10 ⁶ m ³
Lâmina escoada média	144,1 mm
Coefficiente de variação dos deflúvios	1,17
Área da bacia hidráulica à cota da soleira do sangradouro	11,231 x 10 ⁶ m ²
Cota do sangradouro.....	20,1 m
Altura da lâmina vertente p/ TR=10.000	1,45 m
Capacidade do reservatório.....	48,291 x 10 ⁶ m ³
Vazão regularizada c/ 90% de garantia	0,292 m ³ /s

No quadro 1 encontram-se informações sobre a evolução das vazões médias a captar, ano a ano, no período de 1999 a 2019.

QUADRO 1. Projeção da População e Evolução das Vazões Médias a Captar, Período: 1999 - 2019



Ano	Tapuiu		Olho D'água		Barro Vermelho		Campestre		Guajiru		Fortim		Barra		Maceió		Viçosa		Total
	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	Pn	Q	
1999	218	0,5668	249	0,6474	515	1,3390	416	1,0816	558	1,4508	3,2560	8,4656	901	2,3426	1513	3,9338	1582	3,0732	22,9008
2000	222	0,5781	254	0,6603	525	1,3660	424	1,1032	569	1,4798	3,3700	8,7619	932	2,4246	1566	4,0715	1223	3,1808	23,6262
2001	227	0,5897	259	0,6736	536	1,3930	433	1,1253	580	1,5094	3,4880	9,0686	965	2,5095	1621	4,2140	1266	3,2921	24,3752
2002	231	0,6015	264	0,6870	546	1,4210	441	1,1478	592	1,5396	3,6100	9,3860	999	2,5973	1677	4,3615	1310	3,4073	25,1490
2003	236	0,6135	269	0,7008	557	1,4490	450	1,1708	603	1,5704	3,7360	9,7145	1034	2,6882	1736	4,5141	1356	3,5266	25,9479
2004	240	0,6258	275	0,7148	568	1,4784	459	1,1942	616	1,6018	3,8670	10,0545	1070	2,7823	1797	4,6721	1404	3,6500	26,7739
2005	245	0,6383	280	0,7291	580	1,5079	468	1,2181	628	1,6338	4,0020	10,4064	1107	2,8797	1860	4,8356	1453	3,7777	27,6266
2006	250	0,6511	286	0,7437	591	1,5381	477	1,2424	641	1,6665	4,1420	10,7706	1146	2,9804	1925	5,0049	1504	3,9104	28,5081
2007	255	0,6641	292	0,7585	603	1,5689	487	1,2673	654	1,6998	4,2870	11,1476	1186	3,0848	1992	5,1801	1556	4,0468	29,4179
2008	260	0,6774	297	0,7737	615	1,6002	497	1,2926	667	1,7338	4,4370	11,5377	1228	3,1927	2062	5,3614	1611	4,1885	30,3580
2009	266	0,6909	303	0,7892	628	1,6322	507	1,3185	680	1,7685	4,5930	11,9416	1271	3,3045	2134	5,5490	1667	4,3351	31,3295
2010	271	0,7047	309	0,8050	640	1,6649	517	1,3448	694	1,8039	4,7530	12,3595	1315	3,4207	2209	5,7432	1725	4,4868	32,3335
2011	276	0,7188	316	0,8211	653	1,6982	527	1,3717	707	1,8400	4,9200	12,7921	1361	3,5398	2286	5,9442	1786	4,6438	33,3697
2012	282	0,7332	322	0,8375	666	1,7321	538	1,3992	722	1,8768	5,0920	13,2398	1409	3,6637	2366	6,1523	1848	4,8063	34,4409
2013	287	0,7479	328	0,8542	679	1,7668	549	1,4271	736	1,9143	5,2700	13,7032	1458	3,7920	2449	6,3676	1913	4,9746	35,5477
2014	293	0,7628	335	0,8713	693	1,8021	560	1,4557	751	1,9566	5,4550	14,1828	1509	3,9247	2535	6,5905	1980	5,1487	36,6952
2015	299	0,7781	342	0,8887	706	1,8382	571	1,4848	766	1,9916	5,6460	14,6792	1562	4,0620	2623	6,8212	2049	5,3289	37,8727
2016	305	0,7937	348	0,9065	721	1,8749	582	1,5145	781	2,0315	5,8430	15,1930	1617	4,2042	2715	7,0599	2121	5,5154	39,0936
2017	311	0,8095	355	0,9246	735	1,9124	594	1,5448	797	2,0721	6,0480	15,7248	1673	4,3514	2810	7,3070	2195	5,7084	40,3550
2018	317	0,8257	363	0,9431	750	1,9507	606	1,5757	813	2,1135	6,2590	16,2751	1732	4,5037	2909	7,5627	2272	5,9082	41,6584
2019	323	0,8390	370	0,9620	765	1,9890	618	1,6070	829	2,1550	6,4790	16,8450	1793	4,6620	3011	7,8290	2352	6,1150	43,0030



4. CAPTAÇÃO

17



4. CAPTAÇÃO

Duas eletrobombas (uma de reserva) instaladas sobre base flutuante na bacia hidráulica do Açude Amarelas farão a captação d'água para o sistema.

A adução far-se-á, inicialmente, através de tubulação flutuante, com 60 m de extensão, até o ponto em que se inicia tubulação fixa instalada sobre o coroamento da barragem, estendendo-se, esta última, por 560 m até alcançar reservatório elevado, localizado na ombreira direita (est. 84 do prolongamento do eixo da barragem; cota 26,05 m).

A partir deste reservatório, que manterá o nível da água na cota 39,25 m, tem início a adutora propriamente dita, a qual nos dois trechos, iniciais, conforme será visto adiante, fará a adução por gravidade.

A base flutuante deverá oscilar com o plano do espelho d'água do reservatório entre as cotas 12 e 20,10 m.

O equipamento elétrico de controle e proteção será instalado junto ao ponto do coroamento correspondente à estaca 56 do eixo da barragem, local em que se dará a conexão tubulação flexível flutuante-tubulação fixa.

Não havendo energia elétrica no local da captação, há necessidade de estender uma LT 13,8 KVA a partir do povoado de Barro Vermelho até a est. 56 do eixo da barragem, da maneira seguinte:

- a) Barro Vermelho a Tapuio (5,0 Km): substituição de linha rural bifásica, por LT 13,8 Kva;
- b) Tapuio-Barragem Amarelas, est. 56 eixo (9,96 Km): execução de uma LT 13,8 KVA.



5. ADUTORA

000019



5. ADUTORA

5.1. DELINEAMENTO

A partir do reservatório elevado, citado no item precedente, tem início a adutora propriamente dita, que compor-se-á de dois segmentos:

a) Segmento gravitativo

ponto inicial: est 84 (prolongamento do eixo da barragem) =
= est -18 (caminhamento da adutora)
cota 26,050 m

ponto final: est 570
cota 23,093 m

b) Segmento em recalque

ponto inicial: est 570
cota 23,093 m

ponto final: est 1431 + 15 m
cota 24,16 m

No ponto inicial do primeiro segmento o reservatório elevado manterá o nível d'água na cota 39,25 m, o que garantirá uma carga de 2,207 m acima do terreno natural no seu extremo oposto, est. 570.

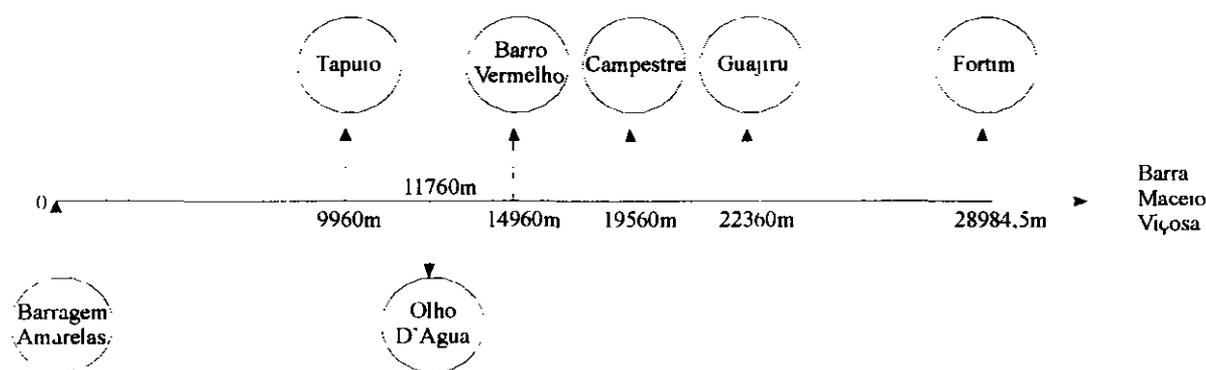
Nas proximidades da est. 570 (localidade de Olho d'Água) localizar-se-á uma estação de bombeamento que fará a adução d'água no trecho em recalque.

O final da tubulação adutora estará conectado à câmara de carga da ETA, à entrada da cidade de Fortim (est. 1431+4,5 m).

000020

5.2. TRAÇADO

Desenvolve-se por estrada carroçável vicinal, que se constitui em via de acesso às localidades de Tapuio, Olho d'Água, Barro Vermelho, Campestre e Guajiru, seguindo a partir deste ponto o traçado da rodovia CE-040, por sua faixa de domínio, à margem esquerda, até o ramal de acesso à cidade de Fortim, continuando então pela margem direita deste até às proximidades do reservatório elevado existente à entrada daquela cidade, conforme esquema visto a seguir, em que se visualizam os pontos de derivação para os povoados:



5.3. VAZÃO DE DIMENSIONAMENTO (Q)

Os dados e critérios considerados na determinação da vazão de projeto foram:

P_n : população no ano 2019 (horizonte do projeto)

C. consumo "per capita": 150l/hab/dia

1,2: coeficiente de majoração: dia de maior demanda

1,04: fator de majoração referente ao incremento de vazão para lavagem de filtros

t: tempo de operação do sistema por dia: 20h (72.000s)

O número de habitantes (P_n) no horizonte do projeto, foi obtido pela expressão $P_n = P_0(1+i)^n$, considerando P_0 a população no ano de 1999, adotando como taxa geométrica de crescimento anual (i) os valores de 2% para as localidades de Tapuio, Olho d'água, Barro Vermelho, Campestre e Guajiru e 3,5% para a cidade de Fortim e localidades de Barra, Maceió e Viçosa.

A vazão foi determinada com o uso da expressão:

$$Q = k.P_n, \quad \text{onde } k = \frac{1,2 \times 1,04 \times 150}{72000} = 0,0026$$

Os valores resultantes estão contidos no quadro 2.

Quadro 2: Evolução da população urbana e projeção da demanda d'água para o ano de 2019.

P_0 (ano 1999)

P_n (ano 2019)

$n = 20$

$i = 2\% \text{ a.a.}$

Nº	Est	Setor	Localidade	P_0	P_n	Q (l/s)
01	480	Barragem Amarelas a Fortim	Tapuio	218	323	0,839
02	570		Olho d'água	249	370	0,962
03	730		Barro Vermelho	515	765	1,989
04	960		Campestre	416	618	1,607
05	1100		Guajiru	558	829	2,155
06	1431+4,5	Fortim e Área de Influência	Fortim (Sede)	3256	6479	16,845
07			Barra	901	1793	4,662
08			Maceió	1513	3011	7,829
09			Viçosa	1182	2352	6,115

5.4. MATERIAL E CLASSE DE PRESSÃO

Para a adutora propriamente dita, o tubo em PVC, por sua durabilidade, facilidade de transporte e instalação e preço, se impõe aos tubos fabricados com outros materiais, tendo em conta as condições de trabalho locais, razão por que estão sendo aqui indicados.

A pressão de serviço considerada é de 1MPa.

Para a tubulação flexível flutuante está indicado o tubo em polietileno de alta densidade, PEAD PN 10.

5.5. DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO

A determinação do diâmetro econômico através da expressão de Bresse $D = 1,2 \sqrt{Q}$, resultou nos valores, trecho a trecho, constantes do quadro 3 abaixo.

Quadro 3 – Diâmetro Econômico

TRECHO	Q (l/s)	D (mm)
I	43,003	248,8
II	42,164	246,4
III	45,202	243,6
IV	39,213	237,6
V	37,606	232,7
VI	35,451	225,9

Os valores obtidos indicariam a utilização de tubo de diâmetro nominal de 250 mm. Considerando porém a conveniência de conduzir por gravidade a vazão necessária até o final do primeiro segmento da adutora (est. 570), resolveu-se utilizar a carga propiciada pelo reservatório elevado, já citado no item precedente, em conjunção com a menor perda de carga resultante do emprego de tubulação de DN 300 mm, razão porque se estabeleceu:

Trechos I e II: L = 11.760 m
DN = 300 mm

Trechos III, IV, V e VI: L = 17.224,50 m
DN = 250 mm

À altura de cota 570 (localidade de Olho d'Água) conforme menção anterior, haverá uma estação de bombeamento que fará o recalque da água até o final da adutora, na cidade de Fortim, através de tubulação DN 250 mm.

000023

As linhas piezométricas foram traçadas com o uso dos dados do Quadro 4.

Quadro 4: Tubo PVC, DN 300 mm (trechos I e II), tubo PVC DN 250 mm (trechos III a IV)

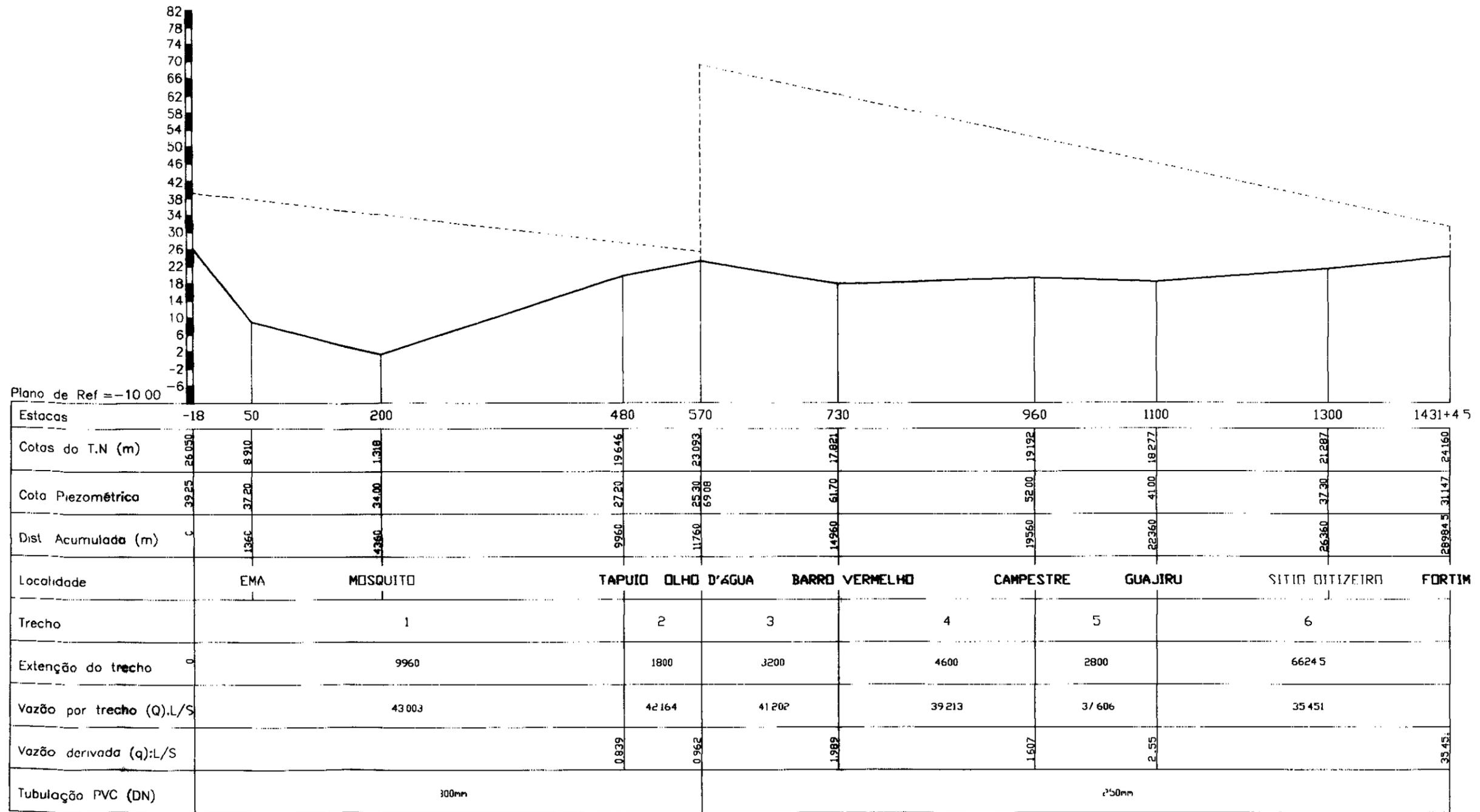
TRECHO	EXTENSÃO (m)	VAZÃO (l/s)	VELOC. (m/s)	Hf(m) ¹	Hf(m) ²
I	9960	43,003	0,61	11,88	
II	1800	42,164	0,60	2,07	13,95
III	3200	41,202	0,83	8,21	
IV	4600	39,213	0,79	10,77	
V	2800	37,606	0,75	6,07	
VI	6624,5	35,451	0,71	12,87	37,92

O segmento inicial que se estende do flutuante à torre piezométrica compor-se-á de dois trechos:

- a) flutuante → est. 56 do eixo da barragem: tubo PEAD DE 250 mm, PN 10;
L=60,0 m
- b) Est. 56 → est.84 do eixo da barragem: tubo PVC, DN 250 mm, 1Mpa; L=560 m

¹ perda de carga por atrito por trecho

² perda de carga por atrito por segmento



ADUTORA DE FORTIM
 PERFIL ESQUEMÁTICO
 ESCALA - H=1/100 000
 V=1/1000

000025

LEGENDA 	NOMES 	DESCRIÇÃO DE REFERÊNCIA 	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
			Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	
PROJETO ADUTORA DE FORTIM						
PERFIL ESQUEMÁTICO					FT-ESQUEMÁTICO.dwg 20/08/2010 10:00:00	



6. EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

000926



6. EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

6.1. DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO DE BOMBEAMENTO

6.1.1. Flutuante

a) Perdas de carga

Hg=14,05 m - desnível geométrico: cota 26,05 est (-18) - cota 12 (NA mínimo)

Hs: 1,25 - sucção (tubo fofo, DN 250/150/100)

Hb: 1,74 - barrilete (tubo fofo, DN 100/150/250)

Hr: 2,31 - linha de recalque (tubo PEAD, DN 250, tubo PVC, DN 250, tubo fofo, DN 250)

Hcc: 13,20 – torre piezométrica

b) Altura manométrica (Hman)

Hman: Hg + Hs + Hb + Hr + Hcc

Hman: 32,45

c) Potência da bomba (Pb)

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

$$P_b = 27,36 \text{ CV}$$

$$Q = 0,043003 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$H_{man} = 32,45 \text{ m}$$
$$\rho = 0,68$$

d) Potência do Motor (Pm)

$$P_m = 1,1 P_b$$

$$P_m = 30 \text{ CV}$$

00027



6.1.2. Estação de Bombeamento de Olho d'Água

a) Perdas de carga

Hg=1,067 m - desnível geométrico: cota 24,16 est 1431+4,5 - cota 23,093 est. 570

Hs: 0,68 - sucção (tubo fofo, DN 200/100/80)

Hb: 2,52 - barrilete (tubo fofo, DN 50/100/150/200/250)

Hfa: 37,92 - adutora (tubo PVC, DN 250)

Hcc: 7,00 - câmara de carga

b) Altura manométrica (Hman)

Hman: Hg + Hs + Hb + Hfa + Hcc

Hman: 49,18

c) Potência da bomba (Pb)

Pb = 20,79 CV

Q = 0,020601 m³/s *
Hman = 49,18 m
ρ = 0,65

d) Potência do Motor (Pm)

Pm = 1,1 Pb

Pm = 22,87 ≅ 25 CV

* Para cada uma das duas unidades em operação simultânea

101028



7. TRANSIENTES HIDRÁULICOS

000029

7. TRANSIENTES HIDRÁULICOS

7.1. ESTIMATIVA DO GOLPE DE ARIETE MÁXIMO NO TRECHO: BASE FLUTUANTE → TORRE PIEZOMÉTRICA

7.1.1. Método Kinno-Kennedy*

a) Celeridade da onda (a)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 1 \left(\frac{0,2474}{0,01214} \right)}} \quad a = 486 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} k &= 18 \\ D &= 0,2474 \text{ m} \\ e &= 0,01214 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Constante da linha

$$\rho = \frac{aV}{2gHman} \quad \rho = \frac{486 \times 0,9}{2,981 \times 32,45} \quad \rho = 0,687$$

c) Momento de início das massas girantes (Wr^2)

$$Wr^2 = 0,00138 (30 \times 0,735)^{1,4} \cdot 2^{0,95}$$

$$Wr^2 = 0,20 \text{ m}$$

d) Constante da bomba (K_1)

$$K_1 = 896.000 \frac{Q Hman}{W^2 \rho \text{ rpm}^2}$$

$$K_1 = 896.000 \frac{0,043003 \times 32,45}{0,20 \cdot 0,68 \cdot (3500)^2}$$

$$K_1 = 0,75$$

e) Determinação de τ

$$\tau = \frac{1}{K_1 \frac{2L}{a}} \quad \tau = \frac{1}{0,75 \frac{2 \times 428}{486}} \quad \tau = 0,75$$

f) Fator de perda de carga (H_f)

$$H_f = \frac{H_f}{H_{man}} \quad H_f = \frac{3,45}{32,45} \quad T = 0,12$$

g) Pressão mínima para $\left\{ \begin{array}{l} \rho = 0,68 \\ \tau = 0,75 \\ H_f = 0,12 \end{array} \right.$

Ao pé da bomba ($h_d=0,23$)

$$P_{minb} = 0,23 \times H_{man}$$

$$P_{minb} = 0,23 \times 32,45$$

$$P_{minb} = 7,46 \text{ m}$$

No meio da adutora ($h_d=0,40$)

$$P_{mina} = 0,40 \times H_{man}$$

$$P_{mina} = 0,40 \times 32,45$$

$$P_{mina} = 12,98$$

h) Pressão máxima para $\left\{ \begin{array}{l} \rho = 0,68 \\ \tau = 0,75 \\ H_f = 0,12 \end{array} \right.$

Ao pé da bomba ($h_r=1,55$)

$$P_{maxb} = 1,55 \times H_{man}$$

$$P_{maxb} = 1,55 \times 32,45$$

$$P_{maxb} = 50,30 \text{ m}$$

No meio da adutora ($h_{mr}=1,25$)

$$P_{maxa} = 1,25 \times H_{man}$$

$$P_{maxa} = 1,25 \times 32,45$$

$$P_{maxa} = 40,56$$

000031

7.1.2. Estimativa do golpe de ariete máximo sobre válvula de retenção instalada junto à bomba

Sobre pressão máxima

$$h_{\max} = \frac{CV}{g}, \quad h_{\max} = \frac{486 \times 0,9}{9,81} \quad h_{\max} = 44,58m$$

Sobre pressão para tempo de fechamento igual a 6,0 s, correspondente ao tempo estimado para paralisação da bomba, quando do corte de energia elétrica.

- Período (T) da tubulação

$$T = \frac{2L}{a} \quad L = 428 \text{ (comp. equivalente)}$$

$$T = \frac{2 \times 428}{486} \quad T = 1,76s$$

Sobre pressão (ha), para t = 6,0s

$$h_a = \frac{CV}{9} \times \frac{T}{t}$$

$$h_a = 44,58 \times \frac{1,76}{6,0}$$

$$h_a = 13,0 \text{ m}$$

Pressão total (Ht)

$$H_t = H_{\max} + h_a$$

$$H_t = 32,45 + 13$$

$$H_t = 45,45$$

Conclusão: Não há necessidade de instalação de dispositivo anti-golpe junto às unidades de bombeamento da base flutuante.



7.2. GOLPE DE ARIETE NO SEGMENTO: OLHO D'ÁGUA (EST. 570) A FORTIM (EST. 1431+4,5 M)

Verificação do golpe de ariete sobre válvula de retenção instalada junto à bomba.

a) Celeridade da onda (C)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \left(\frac{D}{C} \right)}} \quad k = 18$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 18 \left(\frac{0,252}{0,011} \right)}} \quad a = 461 \text{ m/s}$$

b) Sobre pressão máxima (hmax)

$$h_{\max} = \frac{CV}{9}$$

$$h_{\max} = \frac{461 \times 0,83}{9,81} \quad h_{\max} = 39,0 \text{ m}$$

Pressão total (Ht)

$$H_t = H_{\text{man}} + h_{\max}$$

$$H_t = 49,2 + 39,0$$

$$H_t = 88,20 \text{ m}$$

Conclusão: Em virtude de pontos elevados (valores relativos), ao longo do caminhamento da adutora (veja-se por exemplo, o valor da cota correspondente à estaca 1014), torna-se conveniente instalar à saída do barrilete da Estação Elevatória de Olho d'Água, uma válvula antecipadora de golpe de ariete, tendo em vista prevenir a ocorrência de sub-pressão na linha adutora, com valores que afetem a segurança do sistema.



8. TRATAMENTO



8. TRATAMENTO

A água a acumular no Açude Amarelas é proveniente, como visto, da bacia de drenagem dos Córregos Ezequiel e Camará, afluentes do Rio Piranji, o qual tem sua bacia hidrográfica contígua à bacia do Rio Choró.

Dado que os elementos fisiográficos que caracterizam as duas citadas bacias guardam estreita semelhança entre si, estima-se que a qualidade da água em ambas guardem igualmente similitude.

Assim sendo, embora a concentração de elementos, que definem sua qualidade, possa variar ao longo do ano e de ano para ano, em uma dada coleção d'água, mostram-se os dados abaixo, referentes a análise apresentada pela COGERH, em seu informe técnico nº 06/98, relacionada a amostra coletada no Açude Pacajus, em 24.09.98.

Cloreto:	121mg/l
CE:	0,606m ² /cm
Oxig. dissolvido:	9,4mg/l
φH:	8,7
Turbidez:	9,0
Salinidade:	0,02

Os valores vistos acima não indicam inconveniência para o consumo humano

O tratamento d'água proposto fundamenta-se pois nos argumentos aqui expostos.

O tratamento far-se-á, então em ETA, a construir junto ao reservatório elevado do atual sistema de abastecimento d'água da cidade de Fortim.

O reservatório apoiado da ETA compensará a demanda da cidade de Fortim e das localidades de Barra, Maceió e Viçosa.

A Estação de Tratamento d'Água compor-se-á dos elementos seguintes:

- a) Câmara de carga
- b) Filtros de fluxo ascendente
- c) Reservatório Apoiado
- d) Casa de Química

Determinação da Área Filtrante (Δf), necessária:

$$Af = \frac{Qt}{T}$$

$$Af = \frac{127.62m^3 / h \cdot 20h}{130m^3 / m^2}$$

$$Af = 19,63 m^2$$

$$Q = 127,62 m^3/h$$

t = 20 h (tempo de bombeamento de água bruta)

$$T = 130 m^3/m^2 \text{ (taxa média de filtração)}$$

Nº de Filtros

Serão executados 4 filtros padrão CAGECE:

ϕ 2,8 m; vazão total (média): 30 l/s

Área de filtração para cada 2 unidades: 12,31 m²

Dosagem de produtos químicos

Efetuar-se-á por meio de kit dosadores, tipo Hemfibra, mod. KPDS 750, ou similar.

Será utilizado um kit para aplicação de sulfato de alumínio, destinado à floculação, à entrada da água bruta no filtro e um outro, para aplicação do cloro, após filtração à entrada da água no reservatório de acumulação de água tratada (reservatório apoiado).

Vazões médias tratadas, consumo de produtos químicos e de energia elétrica

No quadro 5 apresenta-se estimativa do consumo de produtos químicos e de energia elétrica relacionado a vazões tratadas.

Quadro 5: Consumo de Produtos Químicos e de Energia Elétrica

Ano	População (nº hab.)	Vazão (l/s)	Consumo Diário			
			Água (m³)	Produtos Químicos (kg)		Energia Elétrica (Kwh)
				Sulfato de Alumínio	Hipocloreto de Sódio	
1999	8808	22,901	1649	23,25	10,32	989
2000	9085	23,621	1701	23,98	10,64	1020
2001	9375	24,375	1755	24,74	10,98	1053
2002	9670	25,142	1810	25,52	11,33	1086
2003	9977	25,940	1868	26,29	11,69	1120
2004	10335	26,875	1935	27,28	12,11	1160
2005	10626	27,620	1989	28,04	12,45	1193
2006	10962	28,500	2052	28,93	12,84	1231
2007	11312	29,41	2118	29,86	13,56	1270
2008	11674	30,352	2185	30,81	13,68	1311
2009	12049	31,327	2256	31,81	14,12	1353
2010	12433	32,326	2327	32,81	14,57	1396
2011	12832	33,363	2402	33,86	15,04	1441
2012	13245	34,437	2479	34,95	15,52	1487
2013	13669	35,539	2559	36,08	16,02	1535
2014	14111	36,689	2642	37,25	16,54	1584
2015	14564	37,866	2726	38,44	17,06	1635
2016	15033	39,086	2814	39,67	17,62	1688
2017	15518	40,347	2905	40,96	18,18	1742
2018	16021	41,655	2999	42,28	18,77	1799
2019	16540	43,004	3096	43,66	19,38	1857

000037



9. RESERVAÇÃO

000038

9. RESERVAÇÃO

Para a cidade de Fortim e localidades de Barra, Maceió e Viçosa, o volume de reservação d'água foi estimado, tendo em conta os critérios:

- Total da reservação diária: 1/3 do volume consumido por dia
- Volume do reservatório elevado calculado em função do volume flutuante no período de 24, tendo por base distribuição d'água em 24h e bombeamento para o reservatório elevado durante 20h por dia.
- Estimativa do consumo d'água com utilização dos percentuais de demanda por intervalo horário, conforme indicação a seguir, quadros 6 e 7.

Quadro 6

Intervalo Horário	Consumo Médio (%)
0-2	40
2-4	40
4-6	60
6-8	110
8-10	145
10-12	140
12-14	145
14-16	130
16-18	140
18-20	115
20-22	75
22-24	60

Quadro 7: Variação Percentual da demanda durante 24h, em relação à um bombeamento de 20h por dia

Intervalo Horário	Consumo Médio (%)	Consumo no Intervalo (%)	% Água Aduzida		Balanço	
			24 Horas	20 Horas	Superavit (+)	Deficit (-)
0-2	40	3,33	8,33			3,33
2-4	40	3,33	8,33			3,33
4-6	60	5,00	8,33	10,00	5,0	
6-8	110	9,20	8,33	10,00	0,8	
8-10	145	12,07	8,33	10,00		2,07
10-12	140	11,66	8,33	10,00		1,66
12-14	145	12,07	8,33	10,00		2,07
14-16	130	10,83	8,33	10,00		0,83
16-18	140	11,66	8,33	10,00		1,66
18-20	115	9,60	8,33	10,00	0,40	
20-22	75	6,25	8,33	10,00	3,75	
22-24	60	5,00	8,33	10,00	5,00	
					14,95	-14,95

Para as localidades de Tapuio, Olho d'Água, Barro Vermelho, Campestre e Guajiru, estão previstos reservatórios, que atendem somente ao critério de volume flutuante, isto é, somente pequenos reservatórios elevados para atendimento à população por meio de chafarizes públicos.

A adoção dos critérios atrás mencionados resultou na obtenção dos volumes de acumulação seguintes.

Quadro 8: Demanda d'Água e Volumes Teóricos de Reservação

Localidade	Demanda Diária (m ³)		Reservação (m ²)	
	Total	1/3	Apoiada	Elevada
Cidade de Fortim ¹	2.552,47	850,82	669,50	181,32
Barra				50,18
Maceió				84,27
Viçosa				65,82
Tapuio	60,41		-	9,03
Olho d'Água	69,26		-	10,35
Barro Vermelho	143,21		-	21,41
Campestre	115,70		-	17,29
Guajiru	155,16		-	23,19

A reservação apoiada na cidade de Fortim atenderá a demanda daquela cidade e, futuramente, das localidades de Barra, Maceió e Viçosa, quando, num futuro próximo, segundo se prevê, o sistema de abastecimento d'água se estender àquelas localidades.

Com as informações constantes do quadro acima foram estabelecidos os volumes de acumulação dos reservatórios a executar em cada localidade a atender pelo presente Projeto; ver quadro 9, onde não estão incluídos, naturalmente, os reservatórios elevados de Barra, Maceió e Viçosa.

Para as pequenas localidades, por uma questão de padronização, adotaram-se somente dois tipos de reservatório (capacidade de acumulação).

Quanto ao reservatório apoiado de Fortim, que de futuro atenderá também as localidades de Barra, Maceió e Viçosa, ter capacidade de acumulação inferior à

¹ Para a cidade de Fortim o consumo total diário é de 1 212,84m³

capacidade teórica, a diferença entre o volume teórico requerido e o volume do reservatório proposto, poderá ser distribuída entre os reservatórios elevados a construir, um na cidade de Fortim e um em cada uma daquelas localidades.

Quadro 9: Capacidade dos Reservatórios a Executar

Localidade	Capacidade do Reservatório (m ³)	
	Apoiado	Elevado
Fortim	475,0	75 ²
Tapuio	4,5 ¹	10
Olho d'Água	4,5	10
Barro Vermelho	4,5	22
Campestre	4,5	22
Guajiru	4,5	22

Conforme visto no quadro 8, o volume necessário a acumular em reservatório elevado, na cidade de Fortim, no horizonte do Projeto é de 181 m³. O sistema de abastecimento d'água da cidade já conta com um reservatório elevado de 150m³. Este volume atende ao consumo daquela localidade até o ano 2013. A partir daquele ano torna-se necessária a execução de um reservatório elevado complementar, cuja capacidade julga-se conveniente ser da metade da capacidade do existente, devendo a capacidade excedente ser utilizada em ampliações posteriores ao ano de 2019.

¹ Cisterna que integra a estrutura do reservatório pre-moldado

² A executar no ano de 2013



10. ESTIMATIVA DOS CUSTOS ANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO



10. ESTIMATIVA DOS CUSTOS ANUAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

- Custos de Operação

Custos de energia Elétrica (Ce)

Foram estimadas pelo consumo de energia referente ao ano de 2013, que está em torno da média do consumo estimado para o período 2000 e 2019.

$Ce = \text{Custo do consumo} + \text{custo da Demanda}$

$Ce = 1535 \text{ Kwh (dia)} \times 365 \text{ dias} \times \text{R\$ } 0,08655/\text{Kwh} + \text{R\$ } 5,86 \text{ (mês)} \times 12$
(meses)

$Ce = \text{R\$ } 48.562,48$

Custos da Mão de Obra (Cmo)

Os serviços de operação e manutenção serão exercidos por 5 funcionários, que atuarão, 2 na estação elevatória de Olho d'Água e 3 na ETA, na cidade de Fortim.

Para cada funcionário estimou-se remuneração mensal de 3 salários mínimos, sendo as obrigações sociais estimadas em 95% do valor da remuneração.

$Cmo = 1,95 (5 \times 3 \times 12 \times \text{R\$ } 136,00)$

$Cmo = \text{R\$ } 47.736,00$

- Custo de Manutenção

Estimou-se o custo de manutenção considerando o valor do investimento inicial referente ao equipamento hidromecânico e à tubulação, da seguinte maneira:

000044

Equipamento	% sobre investimento inicial
Hidroeletromecânico	10
Tubulação	3

O valor do equipamento hidroeletromecânico situou-se em R\$ 135.707,62, enquanto que o valor da tubulação é estimado em R\$ 1.733.063,05, tem-se pois:

Equipamento	Custo (R\$)	
	do Investimento	da Manutenção
Hidroeletromecânico	135.707,62	13.570,76
Tubulação	1.733.063,05	51.991,89



11. OBRAS CIVIS

11. OBRAS CIVIS

As obras civis que compõe este projeto são relacionadas abaixo, acompanhadas da respectiva localização.

- a) Caixa em alvenaria para abrigo do equipamento de controle hidromecânico do equipamento da base flutuante (Est. 56 do eixo da barragem de Amarelas)
- b) Torre piezométrica (Est. 84: prolongamento do eixo da barragem)
- c) Estação elevatória de Olho d'Água (Est. 570)
- d) Estação de Tratamento d'água (Est.1431)
- e) Caixas de ventosa e registro: ver relação anexa
- f) Reservatórios: ver quadro abaixo
- g) Blocos de Ancoragem: conforme figura anexa
- h) Reservatórios de acumulação d'água (ver quadro 10, abaixo)

Quadro 10: Reservatórios: Capacidade e Localização

Localidade	Reservatório (m ³)		Estaca
	Apoiado	Elevado	
Fortim (sede)	475,00	75	1431
Tapuio	4,50	10	480
Olho d'Água	4,50	10	570
Barro Vermelho	4,50	22	730
Campestre	4,5	22	960
Guajiru	4,5	22	1100



12. MOVIMENTO DE TERRA

12. MOVIMENTO DE TERRA

Na região onde será instalada a tubulação adutora predomina, largamente, solo classificado como material de 1ª categoria.

A adutora será assentada em vala escavada com as seguintes dimensões médias:

Profundidade: 1,20m

Largura: 0,80m

Os volumes de escavação, por categoria de material, são os indicados a seguir.

Categoria	%	Volume (m³)
1ª	88,8	25.738,24
2ª	10,0	2.898,45
3ª	1,2	347,81
		28.984,50



13. OPERAÇÃO DO SISTEMA

13. OPERAÇÃO DO SISTEMA

A água captada na bacia hidráulica do Açude Amarelas, por meio de equipamento instalado sobre base flutuante, é inicialmente aduzida até o ponto correspondente à est. 84 (prolongamento do eixo da barragem), cota 26,05, local em que se situará uma torre piezométrica, que garantirá o nível d'água à cota 39,25m.

Deste ponto em diante tem início um trecho gravitativo que se estende até a estaca 570 (cota 23,093) localizada no povoado de Olho d'água, onde se instalará uma estação de bombeamento, que recalcará água no trecho final da adutora, estendendo-se até as proximidades da estaca 1431+4,5 (cota 24,16)m, local em que se situa o reservatório elevado do sistema de abastecimento d'água atual da cidade de Fortim.

O fechamento de registro instalado junto à câmara de carga da ETA, em Fortim (sede), ao acarretar a elevação da pressão interna no barrilete da estação de bombeamento em Olho d'Água, acionará pressostato aí instalado, o qual conectado eletricamente ao quadro de comando elétrico provocará o desligamento das bombas que no momento estiverem em operação.

Por outro lado, o desligamento das bombas causará elevação no reservatório de sucção daquela casa de bombas, fazendo com que válvula borboleta, instalada na entrada da tubulação do trecho gravitativo no referido reservatório, se feche.

O cerramento dessa válvula acarretará a paralisação do fluxo d'água no trecho gravitativo, ocasionando então troca de energia cinética por energia de pressão, provocando elevação do nível d'água na torre piezométrica, onde um contato de nível cortará a corrente elétrica para as bombas instaladas sobre a base flutuante, ocasião em que se dará a paralisação de todo o sistema de adução.



ANEXOS



CAPTAÇÃO: QUANTITATIVOS E CUSTOS

000053

**ANEXO 1 - CAPTAÇÃO
AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CUSTOS (R\$)**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT	PREÇOS	
				UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
1	BOMBAS				
1 1	Bomba centrífuga, eixo horizontal, Q=43 l/s, H = 33 m, $\rho = 0,65$, motor elétrico, trifásico, 380/220 V, 60 Hz, 2 polos, 3500 rpm, 30CV	ud	2,00	3 000,00	6 000,00
	Total do Item 1				6.000,00
2	SUCÇÃO E BARRILETE				
2 1	Válvula de pé com crivo, DN 250 mm	ud	2,00	1 275,00	2 550,00
2 2	Tubo fofo, DN 250, PN 10, L = 1,20m	ud	2,00	146,50	293,00
2 3	Curva 90°, fofo, DN 250, PN 10	ud	2,00	152,50	305,00
2 4	Redução normal, fofo, DN 250 x 150, PN 10	ud	2,00	133,00	266,00
2 5	Redução excêntrica, fofo, DN 150 x 100, PN 10	ud	4,00	71,00	284,00
2 6	Curva 90°, fofo, DN 100	ud	2,00	127,00	254,00
2 7	Toco, fofo, DN 150, PN 10, L = 0,10 m	ud	2,00	83,00	166,00
2 8	Toco, fofo, DN 150, PN 10, L = 0,50 m	ud	2,00	175,00	350,00
2 9	Toco, fofo, DN 150, PN 10, L = 0,25 m	ud	2,00	91,00	182,00
2 10	Junta Gibrault DN 150	ud	2,00	67,00	134,00
2 11	Registro gaveta chato, DN 150, PN 10	ud	2,00	511,00	1 022,00
2 12	Curva 90°, fofo, DN 150, PN 10	ud	2,00	127,00	254,00
2 13	Junção 45°, fofo, DN 150, PN 10	ud	2,00	119,35	238,70
2 14	Toco, fofo, DN 150, PN 10, L = 0,30 m	ud	1,00	105,00	105,00
2 15	Redução normal, fofo, DN 50 x 150, PN 10	ud	1,00	150,00	150,00
2 16	Curva 45°, fofo, DN 150, PN 10	ud	1,00	152,50	152,50
	Total do Item 2				6 706,20

100054

**ANEXO 1 - CAPTAÇÃO
AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E CUSTOS (R\$)**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN	QUANT	PREÇOS	
				UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
3	PLANTAFORMA FLUTUANTE				
3 1	Base flutuante, tipo modular, em resina tipo ortofalica, modulos 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m, interligados por encaixes laterais, reforçados nas arestas por perfis metálicos, formato "I", com lâminas de borracha lonada na sua interface, para amortecimento de vibrações, assoalho em chapa expandida 3/16"	ud	1,00	12 980,00	12 980,00
	Total do Item 3				12 980,00
4	TUBULAÇÃO FLEXÍVEL				
4 1	Tubo PEAD, DE 250 mm, L = 12,0m, PN 10	m	60,00	160,50	9 630,00
	Total do Item 4				9.630,00
5	FLUTUADORES				
5 1	Flutuador em fibra de vidro para tubulação PEAD, DE 250 mm	ud	20,00	150,00	3 000,00
	Total do Item 5				3 000,00
6	OBRAS CIVIS				
6 1	Abrigo para Equipamento Elétrico	m²	3,75	375,30	1 407,38
6 2	Caixa em concreto ciclopico para abrigo do equipamento hidromecânico de controle e proteção	m³	1,58	110,55	174,67
	Total do Item 6				1 582,04
7	EQUIPAMENTO ELÉTRICO (*)				
		ud	1,00	16 584,47	16 584,47
	Total do Item 7				16 584,47
	TOTAL GERAL				56 482,71

(*) Inclui custo de sub-estação abaixadora de tensão de 30 KVA

000055



LOCALIZAÇÃO DE REGISTROS E VENTOSA

1100356



LOCALIZAÇÃO DE CAIXAS DE REGISTROS E VENTOSAS
SEGMENTO I

VENTOSA		REGISTRO	
Nº	ESTACA	Nº	ESTACA
1	92	1	38
2	134	2	74
3	302	3	228
4	355	4	462+12
5	397	5	495
6	449	6	
7	482	7	
8	537	8	

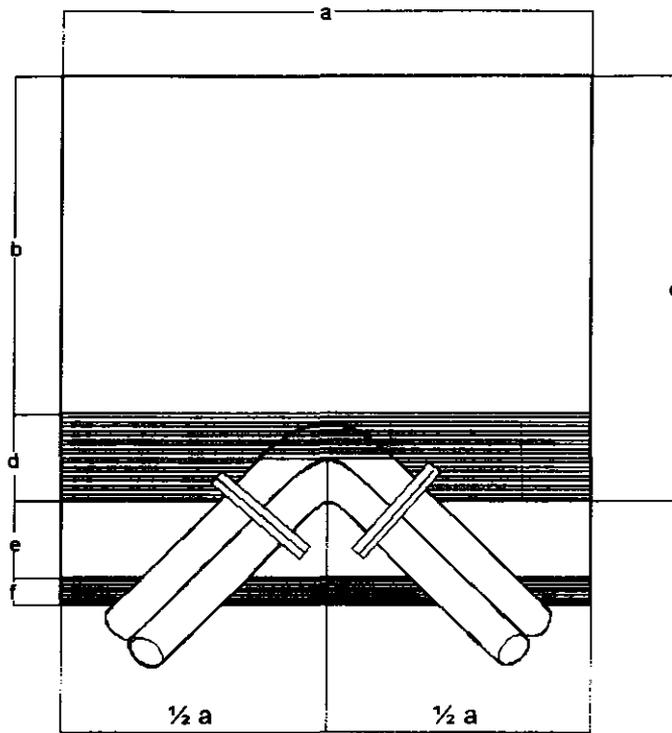


LOCALIZAÇÃO DE CAIXAS DE REGISTROS E VENTOSAS
SEGMENTO II

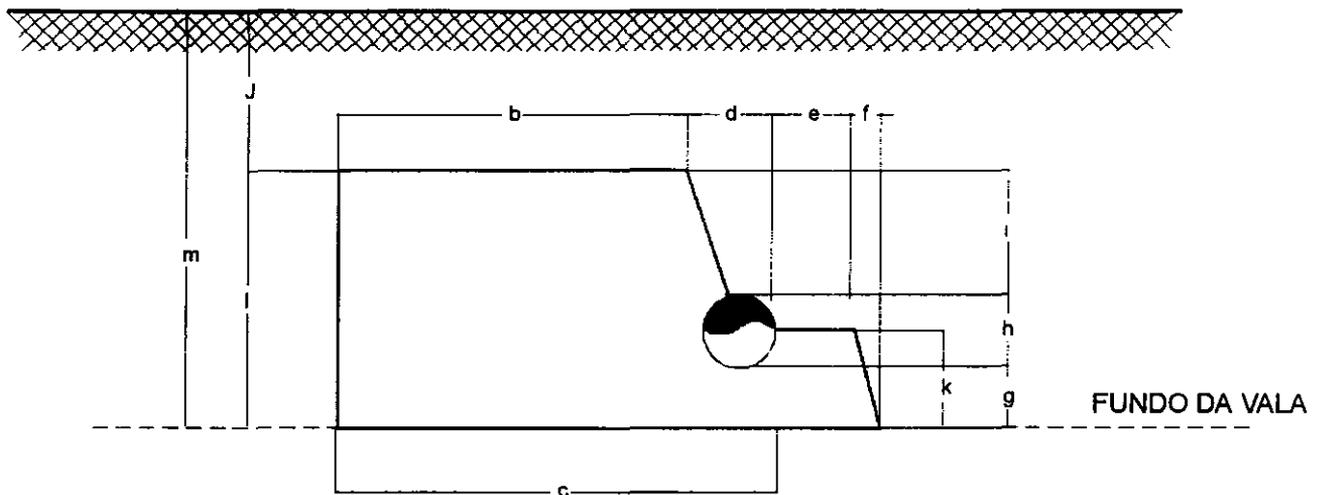
VENTOSA		REGISTRO	
Nº	ESTACA	Nº	ESTACA
1	604	1	657
2	698+10	2	712
3	731	3	793
4	770	4	854
5	838	5	884
6	871	6	1057
7	906	7	1111
8	971	8	1141
9	998	9	1263+6
10	1015	10	
11	1084	11	
12	1137	12	
13	1198	13	
14	1297	14	
15	1316	15	
16	1381	16	



BLOCO DE ANCORAGEM



T.N.



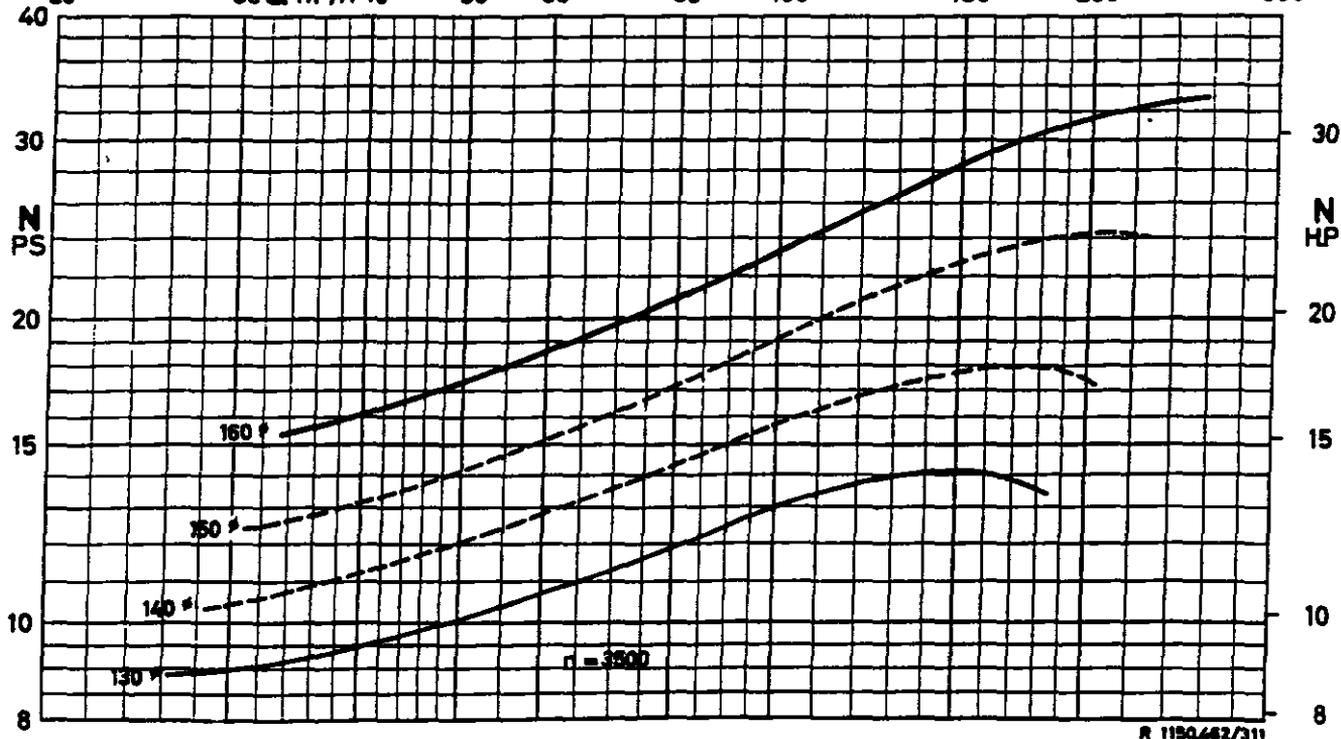
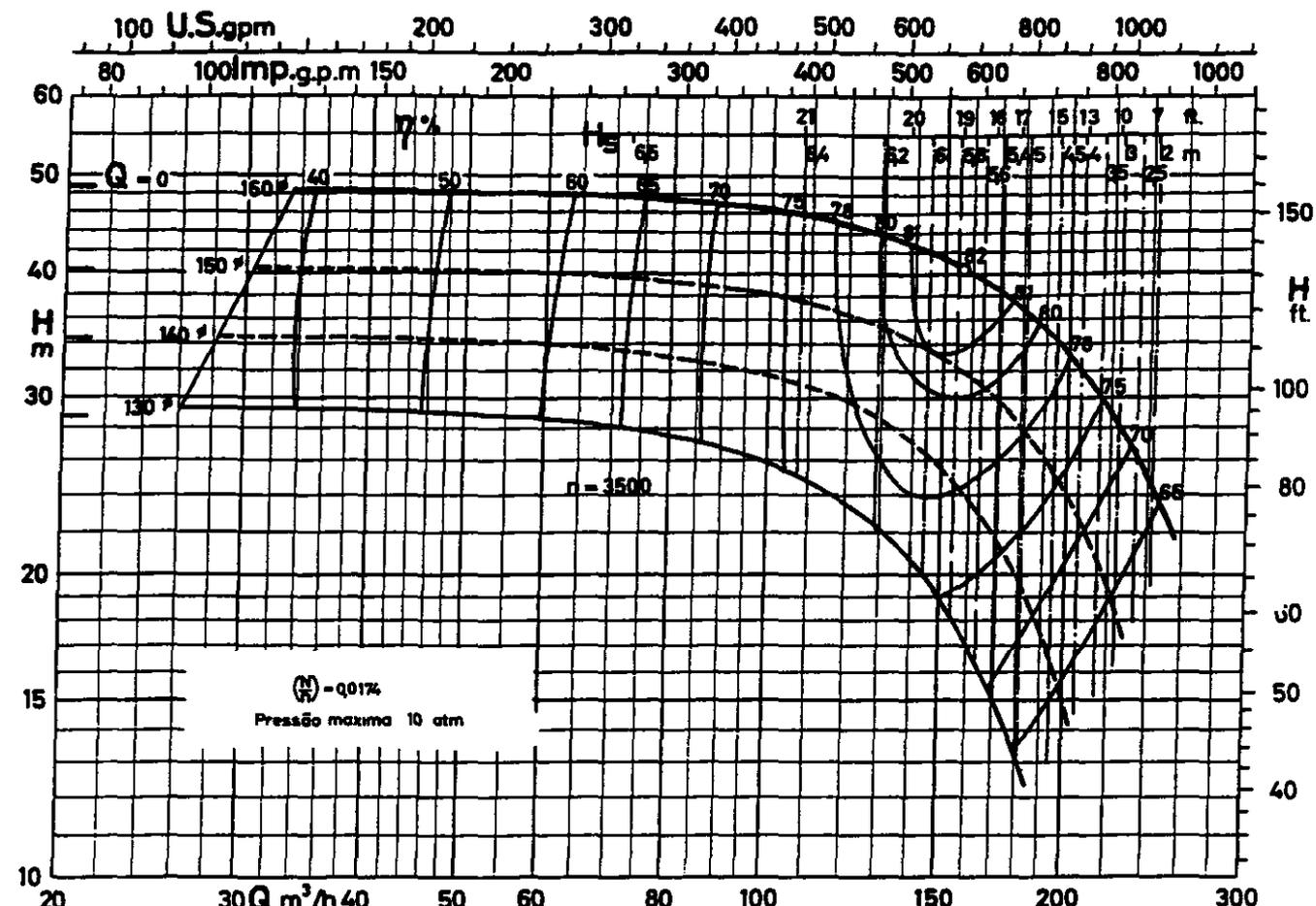
000060

ADUTORA DE FORTIM
BLOCOS DE ANCORAGEM DIMENSÕES
MATERIAL CONCRETO SIMPLES



CURVAS DE BOMBA

000061



R 1150462/311

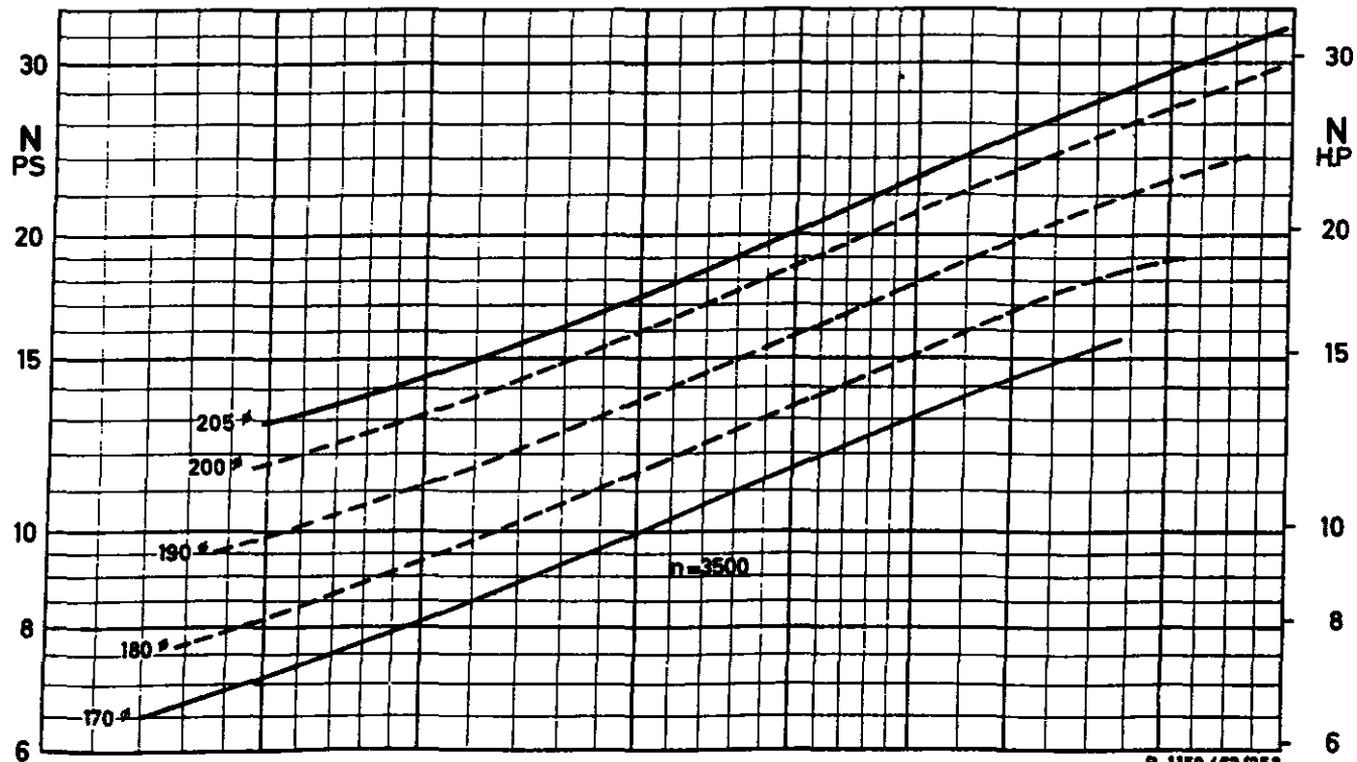
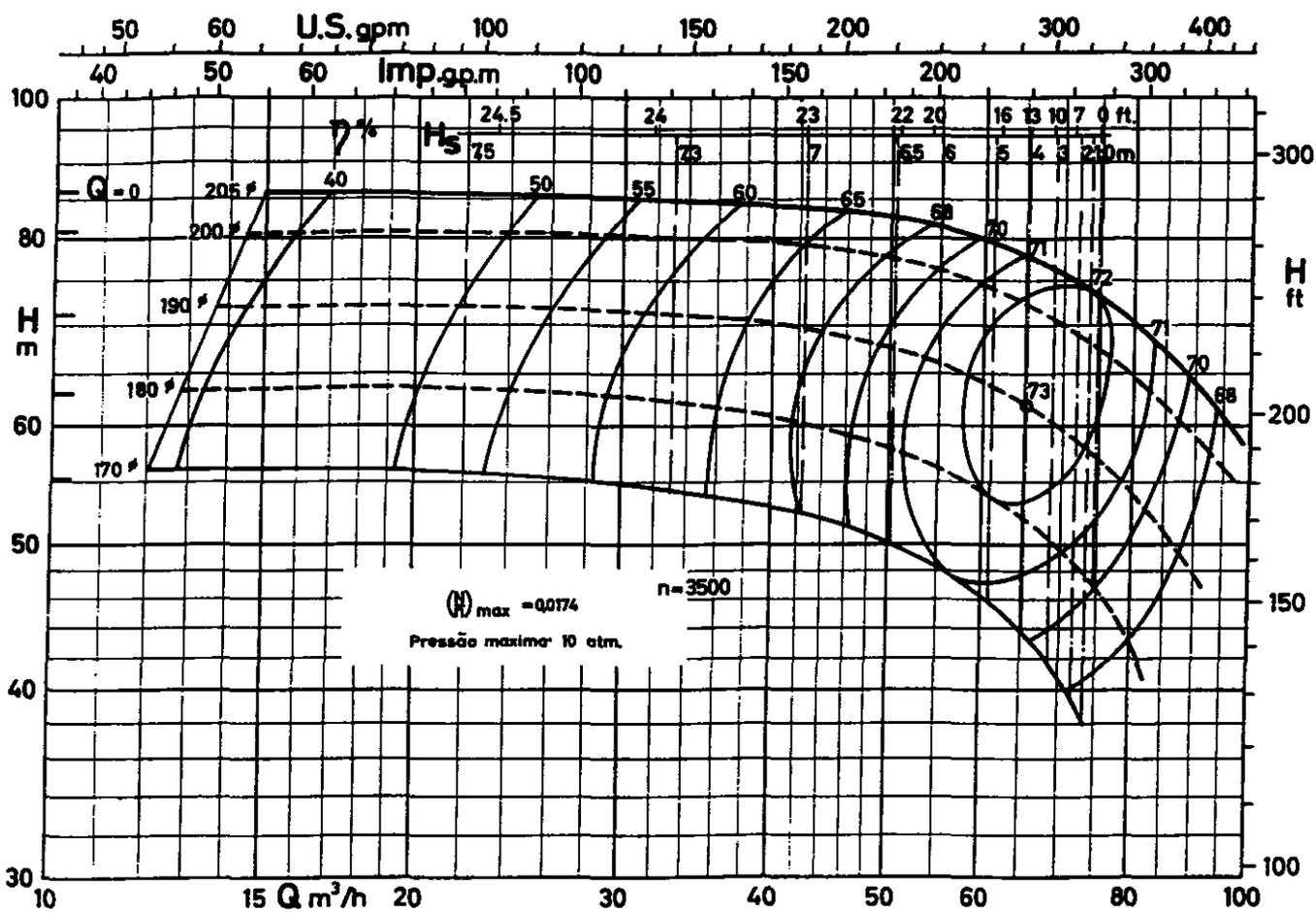
Dados para água $\gamma = 1$

Rotor	Largura	Z	M	D	rpm
max-min	160-130 \varnothing	24 mm ms	P44888C P34568	52385	3500

Recalcular sempre os pontos de operação para a rotação efetiva

000062

BOMBA: FLUTUANTE



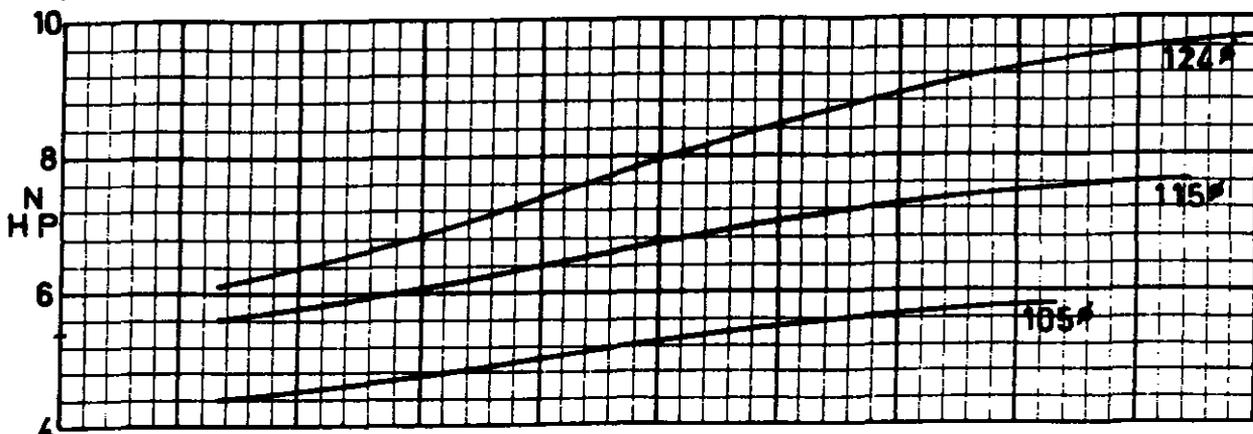
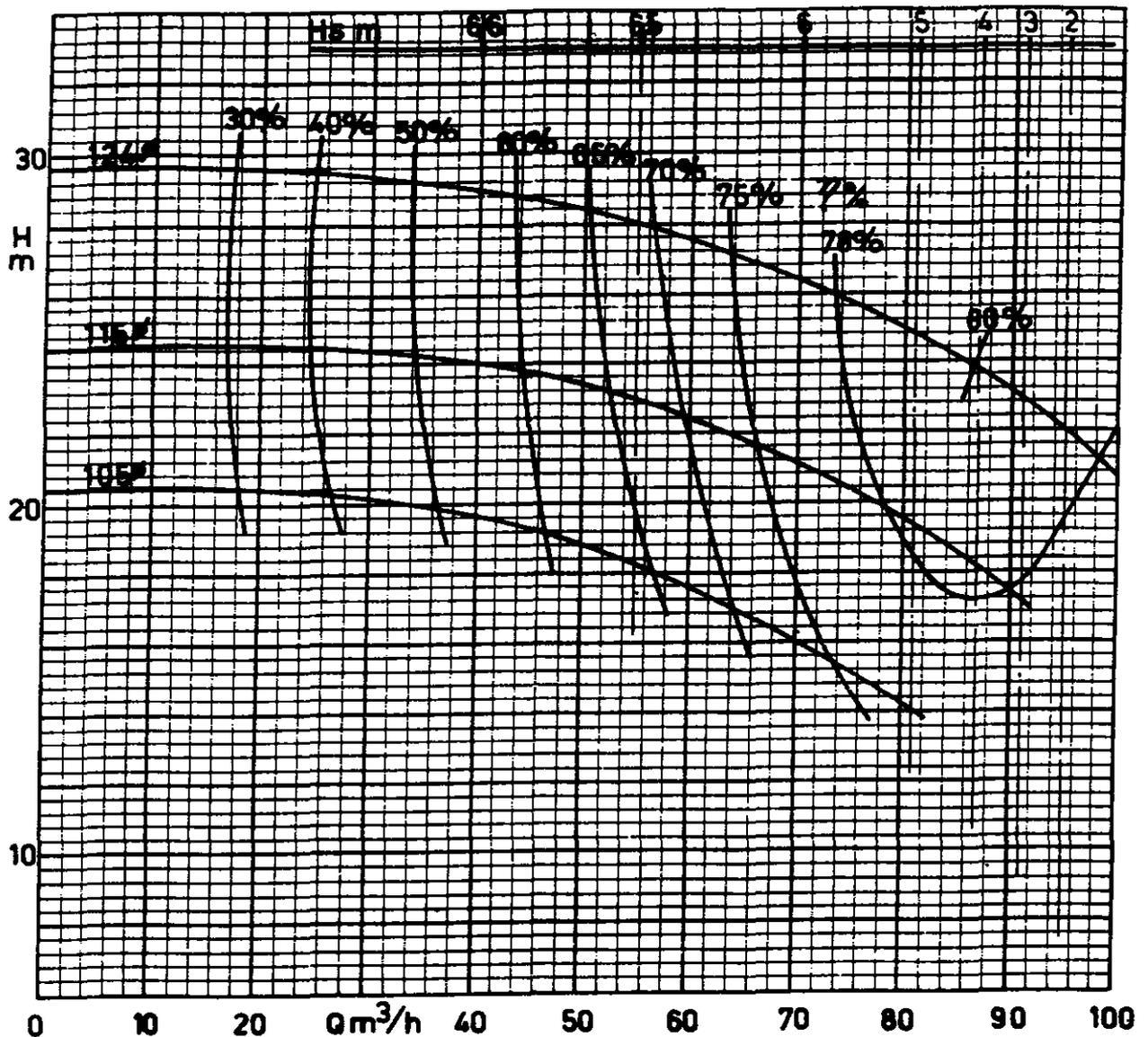
R 1150.482/252

Dados para água $\gamma = 1$

Rotor		Largura	Z	M	Reacicular sempre os pontos de aplicação para a rotação efetiva	D	ρ (dm)
max./min	205/170 μ	8 mm 5/16"	P45 386C	P35 167		92 357	3500

000063

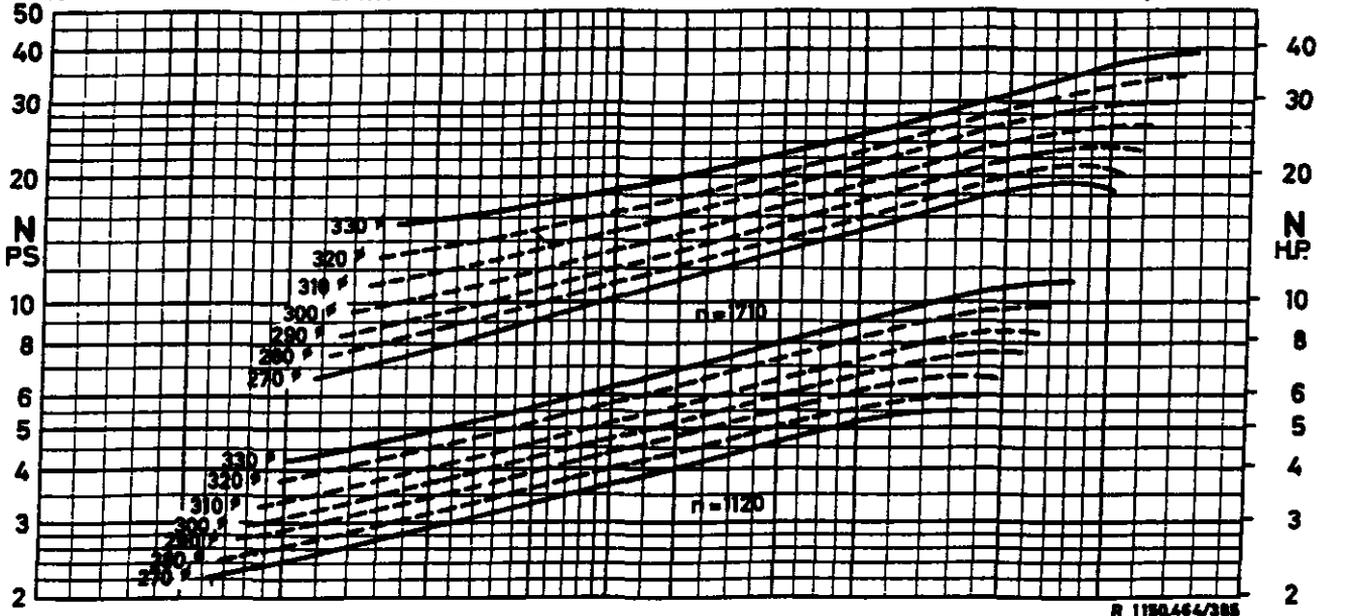
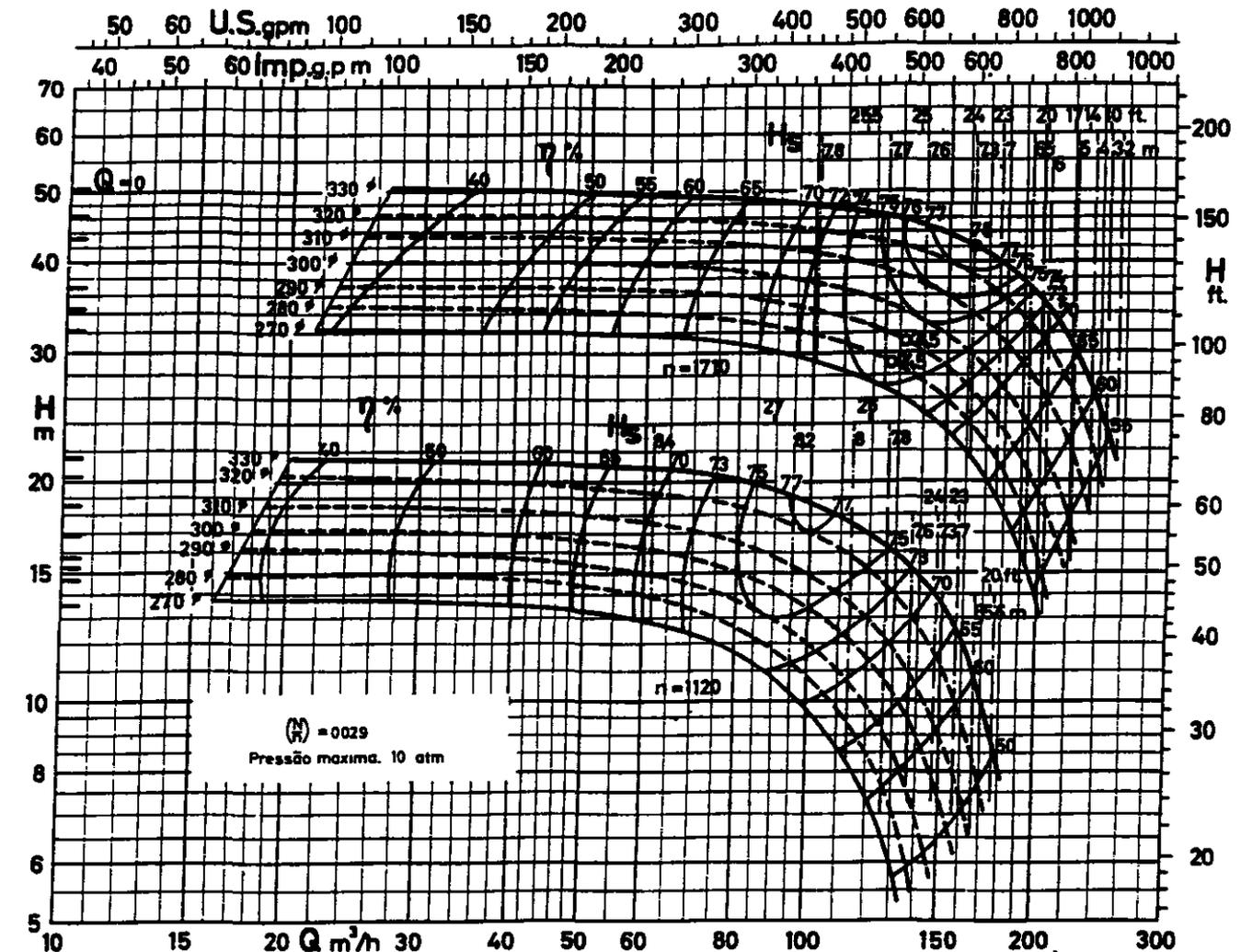
BOMBA: EB DE OLHO D' ÁGUA



Rotor				Corpo sólido Ø max.	Dados para água y = 1 Recalcular sempre os pontos de aplicação para a rotação efetiva	N n max.	Pressão max.	rpm
Ø max.	Ø ma.	largura	n.º modelo					
124	105	18	38 606	27		0,006	10 atm.	3 500

000064

BOMBA: ETA ELEVATÓRIA



Dados para água $\gamma = 1$

Rotor	Largura	Z	M	D	rpm
max.-min. 330-270°	15 mm $\frac{3}{8}$ "	P234208	P34391	92753 92901	1710/1120

Recalcular sempre os pontos de aplicação para a rotação efetiva

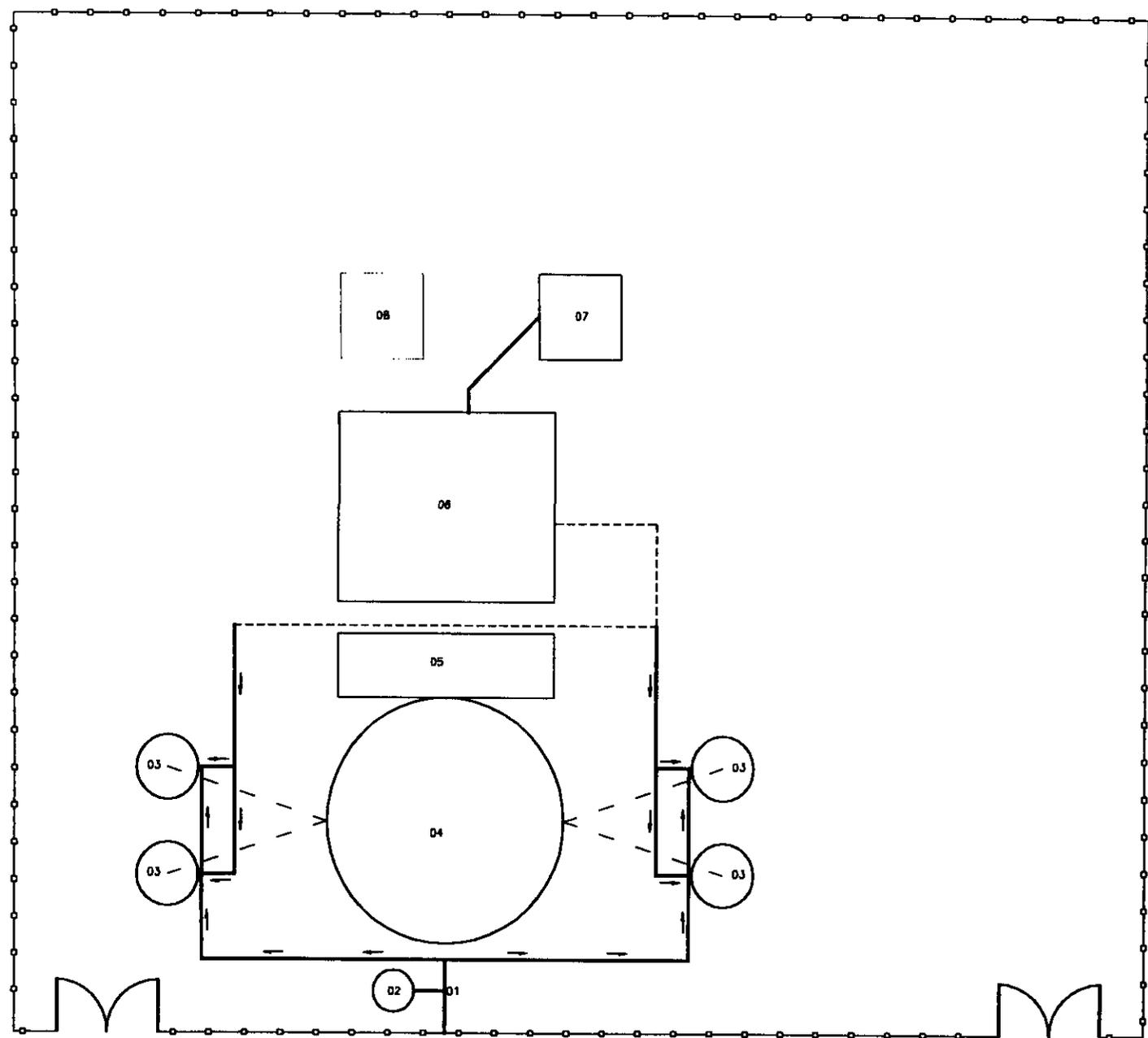
000065

BOMBA: ETA DE LAVAGEM



ETA DE FORTIM

000066



- LEGENDA :**
- 01 - ADUTORA
 - 02 - CÂMARA DE CARGA
 - 03 - FILTRO
 - 04 - RESERVATÓRIO APOIADO
 - 05 - POÇO DE SUÇÃO
 - 06 - CASA DE BOMBAS
 - 07 - RESERVATÓRIO ELEVADO
 - 08 - RESERVATÓRIO A CONSTRUIR
 - 09 - CERCA
 - - - - - TUBULAÇÃO AEREA
 - TUBULAÇÃO ENTERRADA

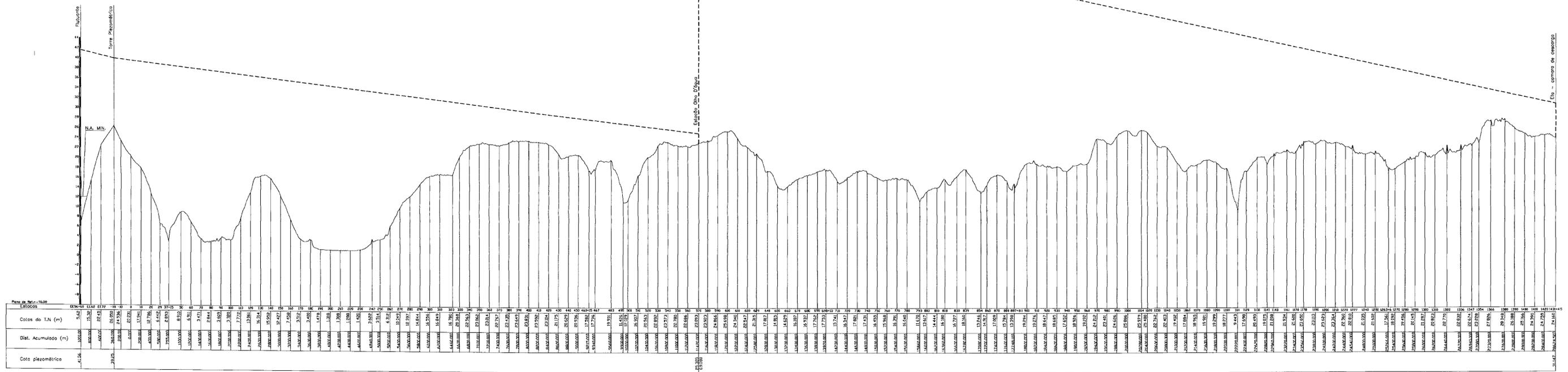
ETA DE FORTIM
 ESCALA - 1/500

600067



- 1. CAPTAÇÃO: LAY OUT**
- 2. PERFIL PIEZOMÉTRICO**

100063



ADUTORA DO FORTIM
PERFIL LONGITUDINAL



000069

LEGENDA:	NOTAS :	DESENHOS DE REFERÊNCIA :	DATA		APROVO		GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH	
			PROJECTO EXECUTIVO DA ADUTORA DO FORTIM		PERFIL PIEZOMÉTRICO		Projeto - Data de Emissão - Verificado - Aprova -	
							0242/021A 2000/0073 BIBLIOTECA ESTADUAL DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS	
							GHG - Geologia de Engenharia Ltda.	