

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE**  
**AIUABA**

TOMO IV

Relatório de Estudos Básicos da Adutora  
Volume 4 Estudos Concepção do Sistema

AGUASOLOS

FORTALEZA- CE  
JUNHO DE 1998



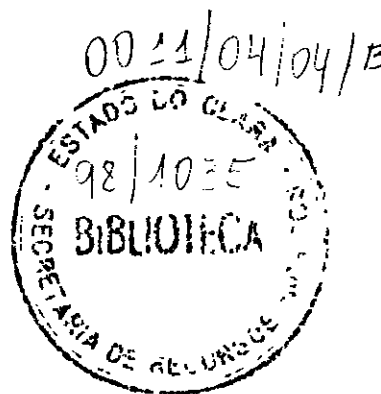
# PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM BENGUÊ

TOMO IV

RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DA ADUTORA

VOLUME 4  
ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

FORTALEZA  
JUNHO/98



000003

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA PROPOSTO .....</b>	<b>9</b>
2 1 - MANANCIAL	10
2 2 - CAPTAÇÃO	10
2 3 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – EE1	11
2 4 - ADUÇÃO	12
<b>2.4.1 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA .....</b>	<b>12</b>
2 4 1 1 - Estudo de Diâmetro Econômico	13
2 4 1 2 - Análise do Golpe de Ariete	15
<b>2.4.2 - ADUTORA DE ÁGUA TRATADA .....</b>	<b>19</b>
2 5 - TRATAMENTO	19
2 6 - RESERVAÇÃO	20

### ANEXO

- Lay-out Geral do Sistema
- Perfil da Adutora de Água Bruta

## APRESENTAÇÃO

## APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Final do Projeto Executivo da Barragem Bengué, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 021/97/PROURB/CE/COGERH, firmado entre a AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a SRH - Secretaria de Recursos Hídricos

O Projeto do Açude BENGUÊ faz parte de um Plano do Governo do Estado do Ceará, em parceria com o Banco Mundial, para implementação estratégica de um conjunto de barragens no próprio Estado, em cumprimento a uma adequada Política de Recursos Hídricos para toda região estadual

O açude BENGUÊ, com uma capacidade armazenável de 19.56 hm<sup>3</sup>, é um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas pelo referido Plano Estadual, devendo ter como função primordial o abastecimento de água da cidade de AIUABA e perenização do riacho Umbuzeiro para fins de irrigação

O projeto do Açude BENGUÊ compreende os seguintes estudos

- Projeto Executivo da Barragem,
- Projeto Executivo da Adutora de AIUABA,
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, com ênfase à irrigação de área propícia e a piscicultura,

Em síntese, o Relatório Final está composto dos seguintes documentos

Em síntese, o Relatório Final está composto dos seguintes documentos

**Tomo I - Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem.**

- Volume 1 - Descrição Geral do Projeto,
- Volume 2 - Quantitativos e Orçamentos,
- Volume 3 - Memória de Cálculo,
- Volume 4 - Especificações Técnicas,
- Volume 5 - Plantas,
- Volume 6 - Relatório Síntese

**Tomo II - Relatório dos Estudos Básicos.**

- Volume 1 - Estudos Topográficos,
- Volume 2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos,
- Volume 3 - Estudos Hidrológicos





## 1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

## 1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

O sistema atualmente em operação utiliza água proveniente do Açude Camarão, construído pela antiga SOEC no ano de 1981. O manancial não tem capacidade para atender a demanda atual.

O sistema compreende uma captação através de bomba centrífuga, na margem do lago, recalçando diretamente para o reservatório elevado de 200m<sup>3</sup> situado no centro da cidade de Açuaba, sendo distribuída à população sem tratamento.

O comprimento da adutora é de 1300m em PVC rígido DEFOFO, com diâmetro de 100mm.

A distribuição é realizada mediante uma rede de tubos de PVC rígido junta elástica, com diâmetros que variam entre 50 e 150mm.

Está em andamento a construção das obras da Estação de Tratamento de água sob a responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará. Esta unidade deverá integrar o sistema proposto uma vez que ela está dimensionada para atender a demanda temporal de 20 anos, tendo sido projetada segundo as normas e padrão da CAGECE.

## **2 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA PROPOSTO**

## 2 - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DO SISTEMA PROPOSTO

Neste capítulo é feita a descrição das unidades do sistema proposto conforme sua concepção. O principal critério utilizado no dimensionamento de suas unidades foi o de torná-lo o mais econômico possível. Para isto foram considerados, em conjunto os aspectos de implantação e operacionais.

A seguir é feita a caracterização das unidades do projeto como um todo inclusive estudos de alternativas de alguns de seus componentes.

A fig. 1, em anexo, apresenta o Lay-out geral do sistema.

### 2.1 - MANANCIAL

Conforme já estava previsto, a alternativa de abastecimento de água será o açude Benguê, a ser construído, cujo projeto executivo está sendo elaborado.

Os dados disponíveis sobre a barragem referem-se ainda ao Projeto Básico. De acordo com o Projeto a barragem poderia acumular até  $15 \text{ hm}^3$  e regularizar um volume anual de  $4,29 \text{ hm}^3$ .

Em virtude de questões ecológicas a barragem está sendo redimensionada no sentido de não provocar a inundação de uma reserva ecológica existente na bacia. Isto, no entanto, não deverá comprometer o abastecimento previsto cujo volume demandado no horizonte de projeto será de  $0,20 \text{ hm}^3/\text{ano}$ .

### 2.2 - CAPTAÇÃO

Devido a necessidade de se escolher, dentre as alternativas disponíveis, o tipo de captação a ser construída na barragem Benguê, a seguir são feitos alguns comentários, de modo a justificar a escolha que será feita.

Em qualquer sistema de abastecimento de água, a captação é a estrutura que retira água do manancial e alimenta as demais unidades desse sistema. Tal retirada deve ser feita em condições que garantam a quantidade e a qualidade da água, necessárias para a finalidade a que se destina.

Para sistemas de pequeno porte, as unidades de captação podem ser relativamente simples, consistindo de tubulações curtas enterradas, flutuantes equipados com conjuntos elevatórios, etc. No caso de sistemas maiores, as unidades de captação devem ser mais elaboradas, geralmente em estruturas fixas, entre outros motivos, para poder assegurar as condições de funcionamento adequadas.

Para este sistema podem ser utilizados, em principio, qualquer uma das duas configurações acima citadas. A estrutura de captação fixa não apresenta as desvantagens que possui a estrutura flutuante, tais como as variações de nível do açude, dificuldade de acesso direto aos conjuntos elevatórios, deslocamentos horizontais etc. No entanto esse tipo de captação, em vista da maior complexidade das obras civis e maiores custos de investimentos, se adequa muito mais aos sistemas de maior porte.

No caso presente, por tratar-se de um sistema de pequeno porte, haja vista a vazão de projeto de 10,36 l/s, indica-se uma estrutura flutuante que oferece algumas vantagens tais como menores custos de investimentos e a garantia de captar sempre água de superfície e, portanto de melhor qualidade.

A estrutura de captação flutuante proposta terá como principais componentes, além do flutuante propriamente dito, tubo PEAD (Polietileno de Alta Densidade), que se estenderá do conjunto eletrobomba sobre o flutuante até o barrilete fixo no início da adutora enterrada, na margem do açude, e flutuadores para o tubo PEAD, fabricados em fibra de vidro, com berço para o tubo e projetados para serem instalados a cada 5m.

### 2.3 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA – EE1

A captação do sistema será constituída de uma estação de bombeamento denominada EE1 composta de 2 (dois) conjuntos eletrobombas, sendo 1 (uma) ativa e 1 (uma) reserva. Ela estará situada um pouco a montante do eixo da barragem.

As eletrobombas serão montadas sobre o flutuante, que deverá oscilar entre as cotas 447,50m e 438,50m, que representam respectivamente o nível máximo de sangria e o nível mínimo operacional do açude, faixa em que será possível a captação.

As principais características da estação de bombeamento – EE1 são as que se seguem:

- |                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| • Vazão                           | 10,36 l/s   |
| • Altura manométrica              | 50,77 m c a |
| • Potência unitária dos motores   | 15 CV       |
| • Subestação elétrica a construir | 15 KVA      |

Os cálculos da altura manométrica e potência das eletrobombas foram efetuados para o trecho situado entre a estação elevatória flutuante e a caixa de chegada da ETA. Os cálculos foram efetuados, a nível de um pre-dimensionamento, considerando-se as cotas piezométricas e do NA do volume médio, tomado em relação

ao NA na soleira do sangradouro e do nível mínimo operacional do açude, conforme e mostrado a seguir

- $Hmt = (Cota\ Piezométrica - cota\ do\ NA\ médio) + perdas\ de\ carga\ (*)$
- $Hmt = (491,77 - 433,00) + 2,00 = 50,77\ m\ c\ a$
- $Potência = Q\ (l/s) * Hmt\ (m.c.a)$
- $75 * n$
- $Pot = \frac{10,36 * 50,77}{75 * 0,70} = 10\ CV$

(\*) Refere-se à perdas de carga nos equipamentos hidromecânicos

Na margem do açude, acima da cota 477,50, será construída uma obra civil onde serão instalados os equipamentos hidromecânicos, quadro de comando e proteção e acessórios de segurança para a ligação da bomba na posição prevista no flutuante. Junto à obra civil será construída uma subestação elétrica rebaixadora 13,8Kv/380-220V

## 2.4 - ADUÇÃO

### 2.4.1 - Adutora de Água Bruta

A adutora de água bruta, conforme o trajeto definido nos Estudos de Alternativas de Traçado, terá uma extensão total de 2 740m, dividida em dois trechos. O primeiro terá uma extensão de 100m, constituído de tubos flexíveis PEAD com DE de 125mm, PN10, montados sobre flutuadores e estendendo-se da eletrobomba, montada em flutuante, até o início da adutora enterrada, na margem do açude, na cota 148,704m, acima da cota de sangria.

O segundo trecho terá uma extensão de 2 640 m, DN 100mm (Ver estudo de diâmetro econômico a seguir), em PVC rígido DEFOFO ou outro material, conforme abertura que será prevista nas especificações técnicas do Projeto Executivo. Este subtrecho será enterrado, estendendo-se da interligação com a tubulação PEAD até a ETA (atualmente em construção pela SDU).

As principais características da Adutora (trecho enterrado) são

- |                           |            |
|---------------------------|------------|
| • Vazão                   | 10,36 l/s  |
| • Diâmetro                | 100 mm     |
| • Velocidade              | 1,12 m/s   |
| • Perda de carga unitária | 0,0116 m/m |

- Comprimento 2 640m
- Perda de carga total 30,62 m c a

#### 2 4 1 1 - Estudo de Diâmetro Econômico

No presente estudo a adutora representa o grande peso do projeto, em termos de custos. Assim o estudo de alternativas nesta fase dos trabalhos envolve apenas a escolha do diâmetro econômico para o trecho considerado.

A análise do perfil da linha adutora de água bruta (Ver fig. 2, em anexo) mostra que a tubulação deverá trabalhar por recalque, o que demonstra a necessidade de se utilizar métodos que considerem os custos operacionais, além dos custos de implantação da adutora. Vale ressaltar que no presente caso, em que todas as alternativas aduz-se a mesma vazão, qualquer processo que se utilizar indicará o mesmo diâmetro como o mais econômico. Portanto não há necessidade em se utilizar métodos sofisticados.

Para efeito comparativo foram cotejados 02 (duas) alternativas, resultantes do emprego dos diferentes diâmetros. Tais diâmetros foram selecionados de tal forma que conduzam velocidades que estejam entre 0,50 m/s e 2,00 m/s.

No quadro 1, a seguir, foram estimados os custos de investimentos e anuais do sistema para os diferentes diâmetros simulados.

Os custos de investimentos foram compostos a partir dos seguintes componentes:

- Custo da adutora (fornecimento e montagem).
- Custo dos conjuntos elevatórios (inclusive a captação flutuante).
- Custo das obras civis (inclusive relativo a adutora).
- Custo dos equipamentos hidro-eletromecânicos (fornecimento e montagem).

Os custos anuais foram estimados, levando-se em conta os gastos com energia, custos de operação e manutenção e recuperação do capital.

Os critérios e parâmetros utilizados na composição destes custos foram:

- Para estimar os custos com energia levou-se em conta a demanda e o consumo. Foram considerados os seguintes valores unitários: R\$ 0,07051/kwh, para o consumo, e R\$ 3,58/kw, para a demanda.

**QUADRO 1 – ESTUDO DO DIÂMETRO ECONÔMICO  
DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA**

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TUBO DE PVC RÍGIDO - JE	
		- DIÂMETROS -	
		100 mm	150 mm
<b>1.0</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA</b>		
1 1	Velocidade Média (m/s)	1.12	0.56
1 2	Perda de Carga Total (m)	30,62	5.70
1 3	Altura Manométrica (m)	50,77	26.92
1 4	Potência Consumida (CV)	10,00	5.30
1 5	Potência Consumida (Kw)	7,36	3.90
1 6	Potência Instalada (CV)	15,0	7.5
1 7	Potência Instalada (Kw)	11,04	5.51
<b>2.0</b>	<b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (R\$)</b>		
2 1	Custo da Adutora	22.284,40	41.264.60
2 2	Custos dos Conjuntos Elevatórios	3.500,00	2.500.00
2 3	Custo das Obras Civas	34.000,00	36.000,00
2 4	Custo dos Equipamentos Hidro-eleto-mecânicos	3.944,23	3.155.10
<b>INVESTIMENTO TOTAL (R\$)</b>		<b>63.728.63</b>	<b>82.919.70</b>
3 0	<b>CUSTOS ANUAIS (R\$)</b>		
3 1	Custo Anual de Energia	3.883.80	1.941.90
3 2	Custo de Operação	5.616.00	5.616.00
3 4	Custo de Manutenção	1.062.96	1.553.45
3 5	Amortização Anual da Adutora e Obras Civas	6.987.35	9.591.91
3 6	Amortização Anual da EB	996.62	757.10
<b>DESPESA TOTAL ANUAL (R\$)</b>		<b>18.546.73</b>	<b>19.460.36</b>



- Nº de horas de bombeamento diário 18 horas.
- Os custos de operação do sistema foram estimados levando-se em conta 02 (dois) funcionários ganhando 03 (três) salários mínimos. cada um, mais 95% de obrigações sociais,
- Os custos de manutenção foram 3% do investimento inicial para a tubulação e 10% dos equipamentos hidro-eletromecânicos,
- A recuperação do capital foi estimada tendo em vista os juros de 12% ao ano e as seguintes vidas úteis trinta anos para as obras civis e adutora. e vinte anos para os equipamentos hidro-eletromecânicos

Os resultados, mostrados no quadro 1 indicam que a alternativa mais atraente do ponto de vista econômico, é a que utiliza o diâmetro  $D = 100\text{mm}$ , para a vazão de projeto de  $10,36 \text{ l/s}$

#### 2.4.1.2 - Análise do Golpe de Ariete

##### a) Dados

- Comprimento da linha do recalque  $L = 2\,640 \text{ m}$
- Diâmetro interno do tubo  $D = 0,10840\text{m}$
- Espessura do tubo  $e = 0,0048\text{m}$
- Vazão  $Q = 0,01036 \text{ m}^3/\text{s}$
- Velocidade de escoamento  $v = 1,12 \text{ m/s}$
- Altura estática de elevação  $h_e = 21,64 \text{ m}$
- Altura manométrica  $H_{mt} = 50,77\text{m c a}$
- Potência do motor  $P = 15 \text{ CV}$
- Rotação  $r = 3\,500 \text{ rpm}$
- Rendimento  $\eta = 0,80$

##### b) Determinação da celeridade (a)

$$a = \frac{\sqrt{\frac{k}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} \times \frac{D \times C}{e}}}, \text{ onde}$$

$$K = 2,10 \times 10^8 \text{ Kgf/m}^2$$

$$P = 102 \text{ Kgf m}^{-4} \text{ s}^2$$

$$C = 0,91$$

$$E = 0,18 \times 10^{10} \text{ Kgf/m}^2$$

então  $a = 778,44 \text{ m/s}$

c) Período do encanamento (T)

$$T = \frac{2L}{a} \quad T = \frac{2 \times 2\,640}{778,44} = 6,78$$

d) Constante da tubulação ( $2\rho$ )

$$2\rho = \frac{a \times v}{g h}, \quad 2\rho = \frac{778,44 \times 1,12}{9,81 \times 50,77} = 1,75$$

e) Módulo Volumétrico do líquido ( $K_1$ )

$$K_1 = \frac{446,625 \times h_e \times Q}{WR^2 \times n \times r^2} \quad \text{onde}$$

$WR^2 =$  Momento das massas girante (bomba + motor)

$$WR^2 = 0,00138 \times p^{1,4} \times f^{0,95}, \quad \text{onde}$$

$$p = 11,04 \text{ Kw}$$

$$f = 2 \text{ polos}$$

$$WR^2 = 0,08 \text{ Kgf m}^2$$

$$\text{Então } K_1 = 0,12$$

$$f) K_1 \times \frac{2L}{a} = 0,12 \times 6,78 = 0,81$$

Com os valores de  $K_1 \frac{2L}{a} = 0,81$  e  $2\rho = 1,75$ , entra-se nos gráficos de Ben

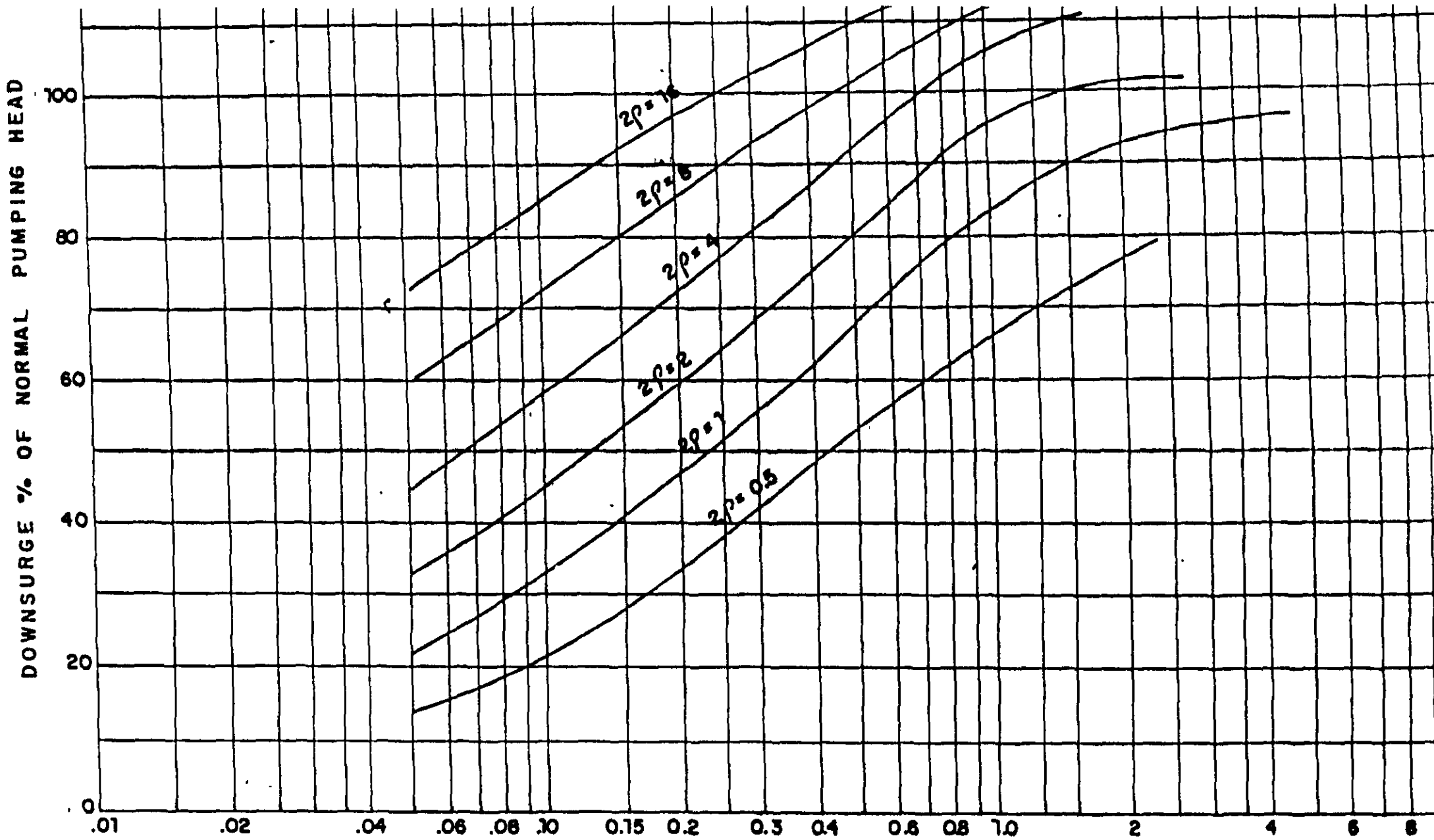
Donsky, a seguir, obtendo-se

- Subpressão na bomba  $0,90 \times 21,64 = 19,48 \text{ m}$
- Pressão resultante  $21,64 - 19,48 = 2,16 \text{ m}$
- Subpressão no ponto médio da linha  $0,70 \times 21,64 = 15,15 \text{ m}$

Como haverá válvula de retenção que deverá fechar no momento da onda de retorno, a sobrepressão na válvula terá o mesmo valor absoluto que a depressão calculada no momento da onda de retorno, isto é, 19,48m, de modo que a válvula será submetida à pressão total de

$$H_f = 21,64 + 19,48 = 41,12 \text{ m}$$

O que demonstra que não haverá nenhum problema provocado pela sobrepressão uma vez que o tubo será da classe de pressão 1MPa



VALUES OF  $K \frac{2L}{a}$   
 MAXIMUM DOWNSURGE AT THE PUMP  
 FOLLOWING POWER FAILURE

Jan. 3, 1961 by Ben Donsky

000019

DOWNSURGE % OF NORMAL PUMPING HEAD

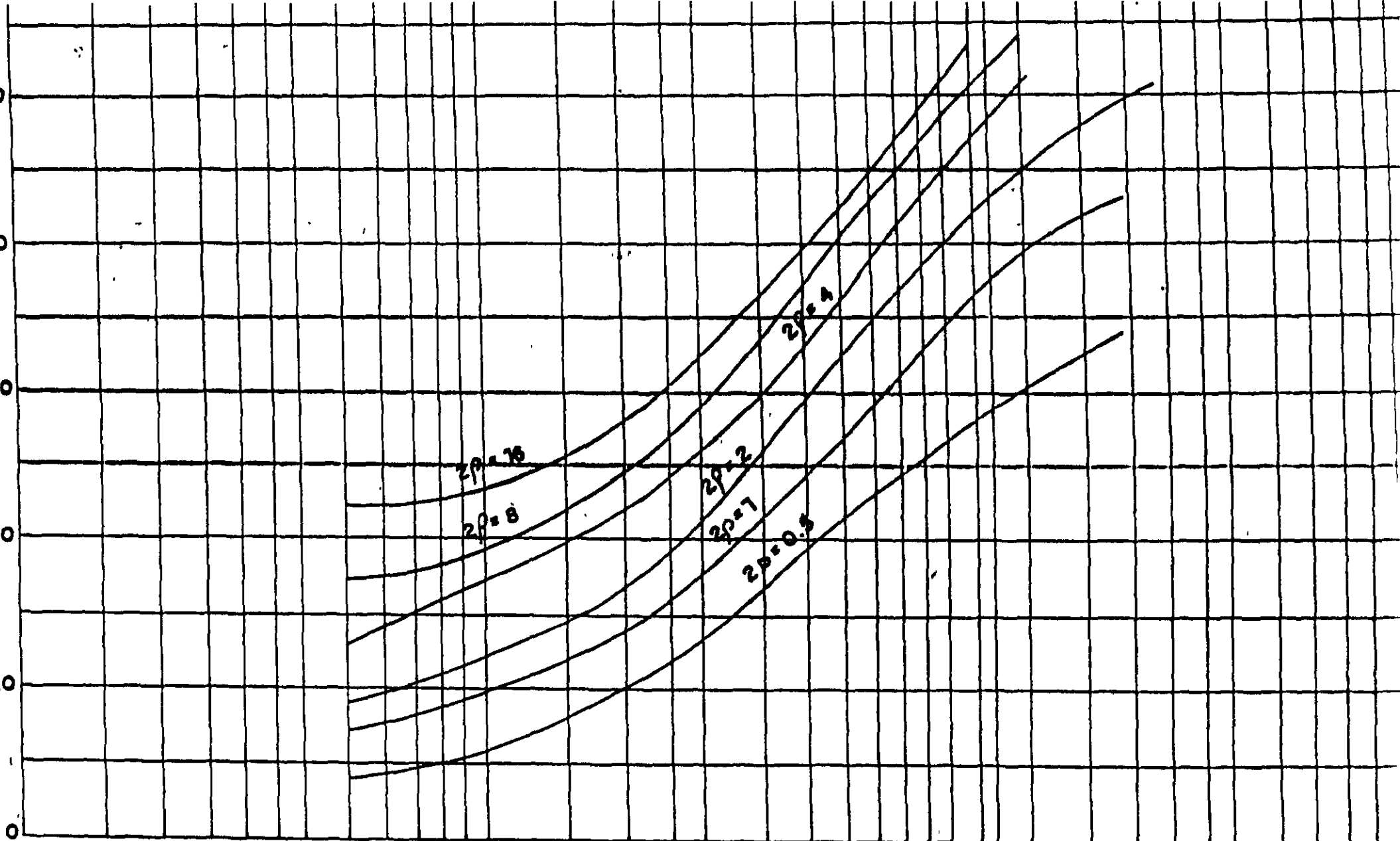
100  
80  
60  
40  
20  
0

.01 .02 .04 .06 .08 .10 .2 .4 .6 .8 1.0 2 4 6 8

VALUES OF  $K \frac{2L}{g}$   
MAXIMUM DOWNSURGE AT MIDLNGTH  
FOLLOWING POWER FAILURE  
Jan. 3, 1961 by Ben Densky

000020

$2P = 16$   
 $2P = 8$   
 $2P = 2$   
 $2P = 1$   
 $2P = 0.5$



Quanto a subpressão, igualmente, não houvera nenhum problema uma vez que as pressões negativas são aceitáveis, em vista dos resultados obtidos

#### 2.4.2 - Adutora de Água Tratada

Conforme descrição feita no relatório dos Estudos Básicos o sistema atualmente existente contempla uma adutora de aproximadamente 1 300 m, em PVC rígido DEFOFO, com diâmetro de 100 mm, cujo traçado, a partir da Estação de Tratamento de água, é o mesmo já definido para a adutora do presente estudo

Dessa forma a adutora já implantada, que deverá conduzir a água tratada a partir da ETA em construção pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SDU), poderá atender perfeitamente aos objetivos do sistema proposto Assim, sugere-se o aproveitamento da adutora em referência visto que a construção de uma outra, com as mesmas características, apenas acrescentaria um ônus inteiramente desnecessário

As principais características da adutora já implantada, que devesse conduzir a água até o reservatório de distribuição, situado no centro da cidade de Aiuaba, são

• Vazão	9,87 l/s
• Diâmetro (DN)	100 mm
• Velocidade	1,07 m/s
• Comprimento	950m
• Perda de carga unitária	0,01113 m/m
• Perda de carga total	10,57 m c a

## 2 5 - TRATAMENTO

Conforme mencionado no item anterior a Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará, projetou e está construindo uma estação de Tratamento de água com vista ao sistema de abastecimento da cidade de Aiuaba

A ETA foi projetada e dimensionada de tal forma a atender a demanda da sede do município no horizonte de projeto, fixado em 2 016 Dessa forma, como já estava previsto no projeto da obra, a unidade deverá integrar o sistema ora proposto, tendo sido inclusive fator decisivo na escolha da alternativa de traçado da adutora, objeto do presente estudo

A unidade de tratamento é composta de filtro de fluxo ascendente fabricado em fibra de vidro mod CLA II 250, da HEMFIBRA, casa de química, reservatório de reunião e estação elevatória de água tratada

Assim, o projeto executivo da adutora de Aiuba devera contemplar o detalhamento das obras de captação, estação elevatória e adução de água bruta ate a entrada da ETA, em construção

## 2.6 - RESERVAÇÃO

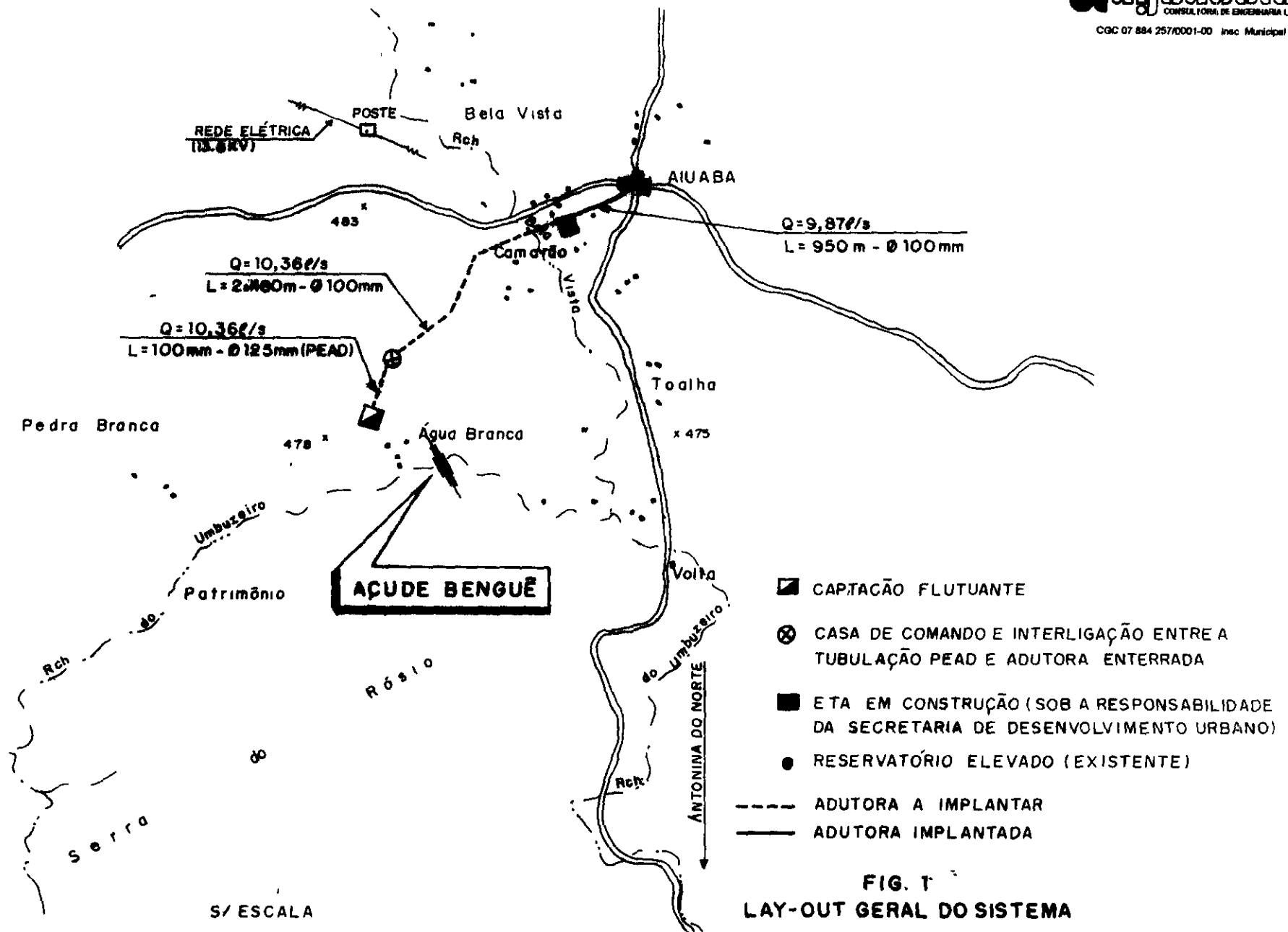
A reservação do sistema se fará através de reservatório apoiado (em construção pela SDU), localizado na área da ETA, complementado pelo reservatorio elevado (existente) situado na cidade de Aiuba. A capacidade deste reservatorio é de 200m<sup>3</sup>

De acordo com a Norma P-NB-594/77 da ABNT, o volume mínimo de reservação do projeto deverá ser

$$V_{\min} = \frac{639 \text{ m}^3 / \text{dia}}{3} = 213,00\text{m}^3$$

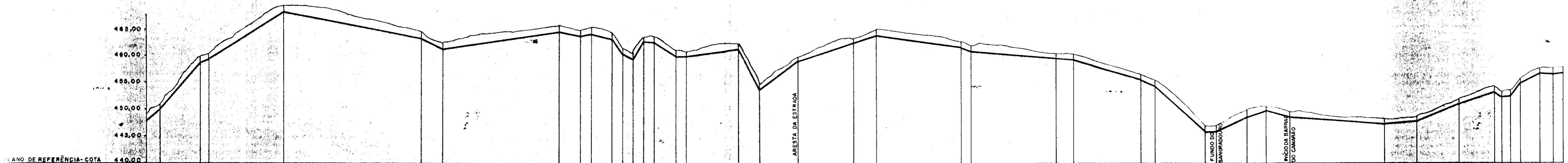
Nesse caso a capacidade de reservação do projeto (existente) atende suficientemente à demanda no ano de estabilização (2 016)

- ANEXO:
- LAY-OUT GERAL DO SISTEMA
- PERFIL DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA



**FIG. 1**  
**LAY-OUT GERAL DO SISTEMA**





PLANO DE REFERÊNCIA - COTA	440,00																			445,00																			450,00																			455,00																			460,00																			465,00
ESTACAMENTO	0+00	0+10	0+20	0+30	0+40	0+50	0+60	0+70	0+80	0+90	0+100	0+110	0+120	0+130	0+140	0+150	0+160	0+170	0+180	0+190	0+200	0+210	0+220	0+230	0+240	0+250	0+260	0+270	0+280	0+290	0+300																																																																	
COTA DO TERRENO NATURAL	448,704	450,80	459,860	469,156	467,697	462,565	465,974	465,000	465,658	464,878	461,80	460,696	464,026	464,129	461,20	461,181	462,520	454,620	461,510	465,109	464,20	465,20	462,330	460,950	460,310	460,40	455,864	455,40	446,707	446,757	449,769	449,40	449,40	448,723	448,872	452,00	453,367	453,367	452,675	452,932	454,36	455,363	456,80	457,80	457,767	458,137																																																		
COTA DO FUNDO DA VALA	447,704	449,80	458,86	469,20	467,70	462,56	464,87	464,00	464,68	463,88	460,80	460,696	463,03	463,13	460,20	460,18	461,52	454,82	460,31	464,11	464,20	465,20	461,33	460,950	459,31	459,31	454,86	454,40	445,71	445,76	448,79	448,40	448,72	447,67	448,872	452,37	453,367	451,67	452,675	452,932	454,36	455,363	456,80	457,80	457,767	458,137																																																		
DISTÂNCIA ACUMULADA	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00	110,00	120,00	130,00	140,00	150,00	160,00	170,00	180,00	190,00	200,00	210,00	220,00	230,00	240,00	250,00	260,00	270,00	280,00	290,00	300,00	310,00	320,00	330,00	340,00	350,00	360,00	370,00	380,00	390,00	400,00	410,00	420,00	430,00	440,00	450,00	460,00	470,00	480,00	490,00	500,00																																													

FIG. 2  
 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (TRECHO ENTERRADO)  
 PERFIL  
 V = 1:400      DIÂMETRO: Ø 100 mm  
 ESC.      H = 1:4.000      COMPRIMENTO: L = 2.640m