

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

POJETO EXECUTIVO
DA ADUTORA DE CAPONGA

RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO

KL Serviços e Engenharia Ltda

FORTALEZA
SETEMBRO DE 1997

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Relatório

Identidade GED: 0208104

Lote: 02255

Nº de Registro: 98/0712

Autores: SRH / COGERH / KL

Programa: PROURBICE

Título: Projeto executivo de adutora de Caponga

Sub-Título 1: Relatório de concepção

Sub-Título 2: _____

Nº de Páginas: 47 p.

Volume: _____

Tomo: _____

Editor: KL

Data de Publicação (mês/ano): Setembro / 1997

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

| | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--|---|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Barragem | <input type="checkbox"/> Açude | <input type="checkbox"/> Adutora | <input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp. | <input type="checkbox"/> Outro |
| Rio / Riacho Barrado: _____ | | Fonte Hídrica: <u>Rio Malcozinhado</u> | | |

Bacia: Rio Malcozinhado

Sub-bacia: _____

Municípios: Caracul

Distrito: Caponga

Microregião: Caracul

Estado: Ceará

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 CAPONGA

RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO

Nota: 02255 - Prep Scan Index

Projeto Nº 0208/04

Volume /

Qtd. A4 45 Qtd. A3 1

Qtd. A2 Qtd. A1

Qtd. A0 Outros



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

AV. SENADOR VIRGÍLIO TAIVORA, 1701 SALAS 106 - 108
FONE: 251.8769/251.7782 - FAX: 251.4766
RDC: 06.022.644/0001-67 - CEP: 06.043.000-0
FORTALEZA - CEARÁ
E-MAIL: KLENG@PORTALNET.COM.BR

FORTALEZA
SETEMBRO / 97



ÍNDICE

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1 - APRESENTAÇÃO | 6 |
| 2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE | 8 |
| 2.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE | 8 |
| 2.2 - SISTEMA PROPOSTO | 8 |
| 3 - ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA PROPOSTA..... | 10 |
| 4 - ESTUDOS DO MANANCIAL | 13 |
| 4.1 - MANANCIAL | 13 |
| 4.2 - CARACTERÍSTICA TÉCNICAS DA BARRAGEM MAL COZINHADO | 13 |
| 4.3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS..... | 13 |
| 5 - VAZÕES DE PROJETO..... | 16 |
| 5.1 - ESTUDOS DEMOGRÁFICOS | 16 |
| 5.2 -VAZÕES DE PROJETO | 17 |
| 6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO..... | 19 |
| 6.1 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS..... | 19 |
| 6.2 - ALTERNATIVA ESCOLHIDA..... | 19 |
| 7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA..... | 22 |
| 7.1 - DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO | 22 |
| 7.2 - SELEÇÃO DO GRUPO MOTOBOMBAS..... | 22 |
| 8 - SISTEMA ADUTOR..... | 27 |
| 8.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR..... | 27 |
| 8.2 - CRITÉRIO UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO..... | 27 |
| 8.3 - METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO | 28 |
| 8.4 - PREÇOS UTILIZADOS | 28 |
| 8.5 - PARÂMETROS ECONÔMICOS UTILIZADOS..... | 29 |
| 8.6 - DETERMINAÇÃO DO CUSTO TOTAL ATUALIZADO DE ENERGIA..... | 29 |
| 8.7 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO..... | 30 |
| 8.8 - EQUIPAMENTOS AUXILIARES DO SISTEMA ADUTOR..... | 30 |
| 8.8.1 - Ventosas | 30 |
| 8.8.2 - Descarga de Fundo | 31 |
| 8.9 - OBRAS CIVIS | 31 |
| 8.9.1 - Assentamento de tubulação | 31 |
| 8.9.1.1 - Assentamento enterrado..... | 31 |
| 8.9.1.2 - Assentamento aéreo..... | 32 |
| 8.9.1.3 - Caixas de proteção..... | 32 |
| 8.9.1.4 - Blocos de ancoragem..... | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 8.9.1.5 - Travessia da adutora em pontes rodoviárias..... | 33 |
| 8.9.1.6 - Travessia da adutora em talwegues | 33 |
| 8.9.1.7 - Travessia de rodovias..... | 33 |
| 9 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA..... | 48 |
| 9.1 - SISTEMA DE FILTRAGEM | 48 |
| 9.2 - RESERVATÓRIOS | 48 |



1 - APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

O objetivo do presente relatório são os estudos de concepção do sistema de abastecimento de água da cidade de Caponga partir de captação no Rio Malcozinhado.

No presente estudo serão estudadas alternativa de captação, adução e bombeamento bem como será preconizado um tratamento para a água disponível. Das alternativas estudadas, a que melhor atender os objetivos, será posta a apreciação da SRH para futuro detalhamento executivo.



2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

2 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

2.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

O sistema de abastecimento de Caponga atualmente é feito por um sistema de poços da CAGECE. Dos 11 poços inicialmente construídos, somente 7 operam normalmente, produzindo 17.600 m³ de água por mês, quantidade insuficiente para o abastecimento da cidade. A situação se agrava no período de verão, quando a população triplica.

A água é bombeada dos poços para um reservatório apoiado de 250 m³ localizado em cota elevada. Daí a água recebe cloro e é conduzida por uma tubulação de 150 mm para a cidade.

Devido a quantidade insuficiente de água, o sistema de abastecimento funciona em rodízio, isto é, durante 12 horas metade da cidade recebe água e a outra metade não, nas 12 horas seguintes o quadro se inverte. Na época de verão o colapso do sistema é eminente.

2.2 - SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto para o abastecimento de Caponga, consta de captar água no Rio Mal Cozinhado e aduzi-la até o local do atual reservatório apoiado onde se preconiza a construção de uma estação de tratamento. (ETA).

O atual sistema de poços não será desativado e funcionará independentemente como reserva estratégica para suprir o aumento de demanda nos períodos de verão.

3 - ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA PROPOSTA

3 - ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA PROPOSTA

O melhor traçado da adutora para o abastecimento de Caponga foi estudado no Relatório de Estudo de Alternativas e está apresentado na FIGURA 3.1.

A captação será na ponte que cruza o Rio Malcozinhado e a adutora segue paralela a rodovia CE-253 até a entrada da cidade. Antes de entrar na cidade, a adutora toma o rumo do atual reservatório da cidade por estradas locais.

O levantamento topográfico detalhado do caminhamento da adutora bem como o cadastro completo da faixa de domínio foi feito em campo e apresentado no Relatório de Estudos Básicos.



4 - ESTUDOS DO MANANCIAL

4 - ESTUDOS DO MANANCIAL

4.1 - MANANCIAL

O rio Malcozinhado será regularizado pela barragem de mesmo nome a ser construída a 6 km a montante.

A bacia do riacho Malcozinhado, na qual será implementado o reservatório, drena uma área de 240 Km², estando contida entre as coordenadas 4°00' e 4°15' de latitude sul e 38°05' e 38°30' de longitude oeste. A principal via de acesso à região é a rodovia CE-040 que faz a ligação entre Fortaleza e o litoral leste do estado.

4.2 - CARACTERÍSTICA TÉCNICAS DA BARRAGEM MALCOZINHADO

TIPO BARRAGEM: Terra Homogênea com trecho zoneado a jusante
COTA SOLEIRA: 24,00 m
TIPO VERTEDOIRO: CREAGER
LARGURA VERTEDOIRO: 60,00 m
LÂMINA MÁXIMA: 1,80 m
ACUMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO: ... 34.637.171,6 m³
VAZÃO REGULARIZADA: 0,420 m³/s
COTA DE COROAMENTO: 27,11 m
NÍVEL MÍNIMO OPERACIONAL: 17,30 M
COTA DA TOMADA D'ÁGUA: 16,50 M

4.3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os serviços hidrológicos realizados constam de estudos dos deflúvios do Riacho Catú, definição da cheia de projeto para o dimensionamento do sangradouro e estudo da capacidade de regularização do reservatório.

A estimativa dos deflúvios na bacia do Riacho Catú, foi baseada no modelo de transformação chuva em deflúvio MODHAC.

O estudo da capacidade de regularização do Açude Catú foi realizado por dois métodos.

- Solução direta da equação do balanço hídrico;
- Diagrama triangular de regularização.

Os resultados obtidos pelos dois métodos foram próximos e coerentes.

Os principais resultados destes estudos hidrológicos encontram-se sumariados abaixo:

| QUADRO 4.1 - RESULTADOS DO ESTUDO HIDROLÓGICO | |
|---|--------------------------|
| Climatologia: | |
| Pluviometria Média Anual (sobre a bacia) | 1222 mm |
| Evaporação Média Anual | 1468 mm |
| Evapotranspiração Potencial (Hargreaves) | 1563 mm |
| Insolação Média Anual | 2694,3 h |
| Umidade Relativa Média Anual | 78,3 % |
| Temperatura Média Anual: Média das Máximas | 29,9 °C |
| Temperatura Média Anual: Média das Médias | 26,6 °C |
| Temperatura Média Anual: Média das Mínimas | 23,5 °C |
| Classificação Climática | C1SA'a' |
| Regime hidrológico médio da bacia e capacidade de regularização do reservatório: | |
| Área da Bacia Hidrográfica: | 240,0 km ² |
| Coefficiente de Escoamento: | 17,0% |
| Volume afluente médio anual : | 49,200 hm ³ |
| Lâmina Escoda Média: | 205 mm |
| Coefficiente de Variação dos deflúvios: | 1,0 |
| Capacidade total do reservatório: | 37,367 hm ³ |
| Volume regularizável anual com 90% de garantia: | 0,426 m ³ /s |
| Dimensionamento do sangradouro: | |
| Tipo de sangradouro: | Perfil Creager |
| Largura do sangradouro: | 60,00 m |
| Cota do sangradouro: | 24,00 m |
| Vazão de pico afluente (Tr=1000anos): | 505,0 m ³ /s |
| Vazão de pico amortecida (Tr=1000 anos) : | 314,8 m ³ /s |
| Altura da lâmina vertente (Tr=1000 anos): | 1,8 m |
| Vazão de pico afluente de verificação (Tr=10000 anos) : | 1007,0 m ³ /s |
| Vazão de pico amortecida de verificação (Tr=10000 anos) : | 676,22 m ³ /s |
| Altura da lâmina vertente de verificação (Tr=10000anos): | 2,99 m |



5 - VAZÕES DE PROJETO

5 - VAZÕES DE PROJETO

5.1 - ESTUDOS DEMOGRÁFICOS

Os dados de população do distrito de Caponga foram obtidos do Anuário Estatístico do Ceará elaborado pelo IPLANCE - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará.

Segundo o referido documento, a população do distrito de Caponga em 1991 era de 6.831 habitantes, todos na zona urbana.

A taxa geométrica de crescimento anual do município de Cascavel no período 1980/1991 foi de 2,08% na zona urbana e -1,16% na zona rural.

Como Caponga é composta integralmente por população urbana, utilizaremos a taxa de crescimento urbano.

Comparando este valor com os municípios vizinhos, vemos uma enorme disparidade conforme pode ser constatado na tabela abaixo:

QUADRO 5.1 - DADOS DEMOGRÁFICOS DE CAPONGA

| MUNICÍPIO | TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL (URBANA) |
|------------|---|
| Beberibe | 5,56% |
| Ocara | 19,2% |
| Barreiras | 13,83% |
| Chorozinho | 0,84% |
| Pacajus | 4,75% |
| Horizonte | 4,79% |

Vemos que com exceção de Chorozinho, todos os municípios vizinhos a Cascavel tiveram crescimento superior a 4,5% a.a.

Desta forma, a utilização do valor 2,05%a.a é um tanto quanto arriscada haja visto o potencial que as regiões vizinhas têm de crescimento populacional.

Isto aliado ao fato que o distrito de Caponga contará com um sistema de abastecimento d'água confiável, que indubitavelmente atrairá pessoa e até pequenos empreendimentos à região, faz com que repensemos a taxa de crescimento para os próximos 20 anos.

De posse de todas essas variáveis, optamos por estimar a taxa de crescimento em torno de 3,5% ao ano que implica na duplicação da população em 20 anos.

Desta forma teremos a seguinte evolução populacional:

QUADRO 5.2 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE CAPONGA

| ANO | POPULAÇÃO |
|------|-----------|
| 1991 | 6.831 |
| 1997 | 8.691 |
| 2007 | 12.260 |
| 2017 | 17.294 |

5.2 - VAZÕES DE PROJETO

As vazões de projeto são determinadas com a fórmula:

$$Q(l/s) = \frac{P \times q \times K_1}{86.400}$$

Onde: P- População abastecida

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

K₁ - coeficiente do dia de mais consumo (h=1,2)

Nesta forma teremos:

QUADRO 5.2 - EVOLUÇÃO DA VAZÃO DE CAPONGA

| ANO | VAZÃO DE ADUÇÃO (l/s)* |
|------|------------------------|
| 1997 | 18,10 |
| 2007 | 25,54 |
| 2017 | 36,03 |

* Sem eficiência de condução



6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO

6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO

6.1 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Captação por canal de chamada e flutuante

O ponto de captação para a adutora de Caponga é a montante da ponte que cruza o Rio Malcozinhado. O local é baixo e a área alagadiça o que dificulta sobremaneira a solução por canal de chamada. Para viabilizar a solução, seria necessário elevar-se o nível da água barrando-se o rio nas imediações da ponte e construir um canal de chamada com uma profundidade compatível com a submersão das bombas o que inviabiliza esta solução.

Captação por poços amazonas

Esta solução consta de uma estação elevatória fixa sobre pilares (em uma cota que garantisse segurança contra cheias) e um poço amazona onde seriam colocadas bombas submersas. A viabilidade econômica desta solução advém do fato da estrutura civil montada não necessitar de manutenção constante como ocorre com a solução descrita anteriormente.

6.2 - ALTERNATIVA ESCOLHIDA

A alternativa escolhida para a captação de Caponga foi a estrutura sobre pilares e bombas submersas em poços amazonas.

Os dados básicos da captação se encontram no QUADRO 6.1.

| QUADRO 6.1 - DADOS BÁSICOS DA CAPTAÇÃO | |
|---|--------|
| COTA DO LEITO DO RIO | 3,2 m |
| COTA DO PISO DA ESTAÇÃO | 6,73 m |
| DIÂMETRO DO POÇO AMAZONAS | 3 m |
| PROFUNDIDADE DO POÇO AMAZONAS | 3 m |

FIGURA 6.1



7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

000012

7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

7.1 - DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO

A estação elevatória para Caponga se constituirá de uma bomba submersível funcionando e uma de reserva instalada. Optou-se pela instalação de uma única bomba para o abastecimento de Caponga como forma de tornar a estrutura compacta e econômica. A reserva instalada é fundamental para dar confiabilidade ao sistema.

As bombas captarão água em poço amazonas com diâmetro 3 m e profundidade 3 m. O poço se constituirá de anéis de concreto que se elevarão até a altura máxima de cheia. Os anéis serão dotados de barbacãs por onde a água penetrará e serão envolvidos por material filtrante (na parte enterrada) para evitar a intromissão de areia ou qualquer corpo estranho. O fundo do poço também será dotado de material filtrante recoberto pedra jogada para evitar que o material seja carregado pela força de sucção da bombas. O detalhe do poço de sucção pode ser visto na FIGURA 7.2.

Optou-se por instalar a bomba que atendesse ao final de plano (20 anos). Não se justifica a instalação da adutora para a vazão de 20 anos, que representa seguramente 90% do custo do sistema, e a instalação das bombas para um período menor, pois a prática tem mostrado que a futura aquisição e substituição dos grupos motobomba nunca ocorre a contento.

Não haverá desperdício de energia nos primeiros anos, pois o tempo de bombeamento será mínimo no início de plano, e crescente ano a ano de forma que o volume aduzido será sempre compatível com a demanda da cidade.

A casa de bombas deverá ter espaço suficiente para acomodar as bombas e quadros de comando dos motores.

O acesso à casa de bombas será feito por uma passarela que ligará a obra civil da ao acostamento da BR.

A planta baixa da estação elevatória com o arranjo dos grupos motobombas está apresentada na FIGURA 7.1.

7.2 - SELEÇÃO DO GRUPO MOTOBOMBAS

As bombas selecionadas para o abastecimento de Caponga são submersíveis de eixo vertical e deverão funcionar a baixa rotação evitando assim desgaste excessivo reduzindo os períodos de manutenção.

As bombas poderão ser de qualquer fabricante nacional ou internacional que

satisfaça o ponto de operação de projeto


Para fazermos a análise do comportamento da bomba perante o sistema, selecionamos a bomba SULZER modelo BK 190-1s/036 com 6 estágios.

O QUADRO 7.1 apresenta os dados da bomba selecionada.

O ANEXO 7.1 apresenta a curva da bombas selecionada.

| QUADRO 7.1 - DADOS BÁSICOS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA | |
|---|----------------------|
| VAZÃO TOTAL (l/s) | 37,83 |
| VAZÃO POR BOMBA (l/s) | 37,83 |
| ALTURA MANOMÉTRICA (m) | 86,59 |
| MODELO | SULZER BK 190-1S/036 |
| NÚMERO DE ESTÁGIOS | 6 |
| Nº DE CONJUNTOS MOTOBOMBA | 1 (+1 de reserva) |
| RENDIMENTO (%) | 80 |
| NPSH (m) | 3 |
| POTÊNCIA DOS MOTORES (CV) | 75 |
| ROTAÇÃO (rpm) | 1.775 |

000024

| | | | | |
|---|------------|-----------------|--------------|-----------------------------|
|  SULZER PUMPS | NO 47 | ZEICHNUNGS-NR. | | NO. K 6.9950.151/1 |
| | | LEITSCHAUFELGEH | LE 047.001 | GRANDEUR - BAUGROSSE - SIZE |
| | | LAUFRAD | LA 047.002 | BK 190-1s/036 |
| | FREQ 60 HZ | BPC 047.103 | MODELL NR.1% | MODELL NR.2% |

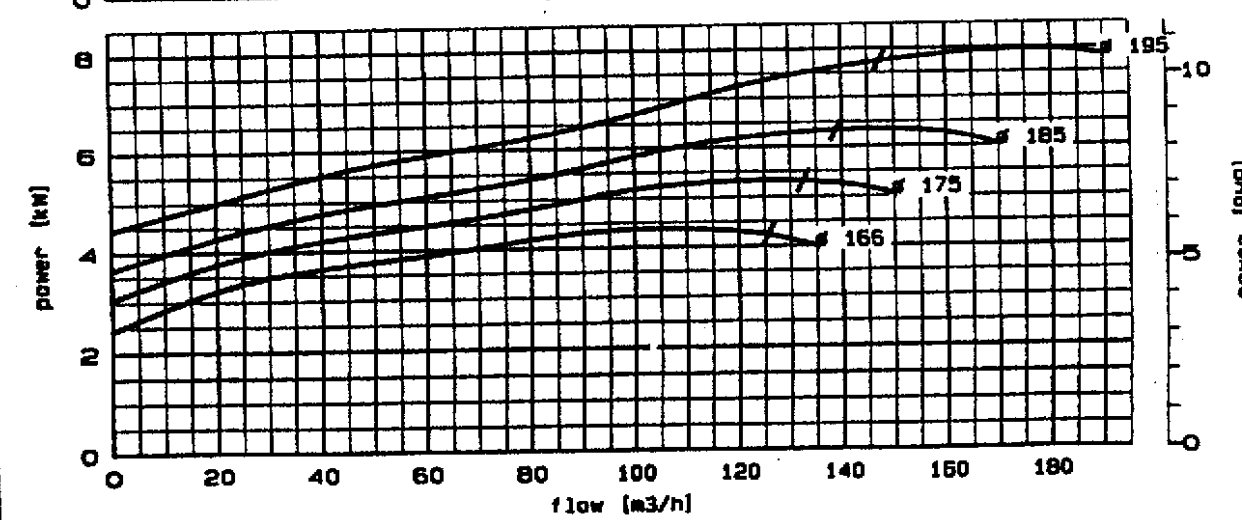
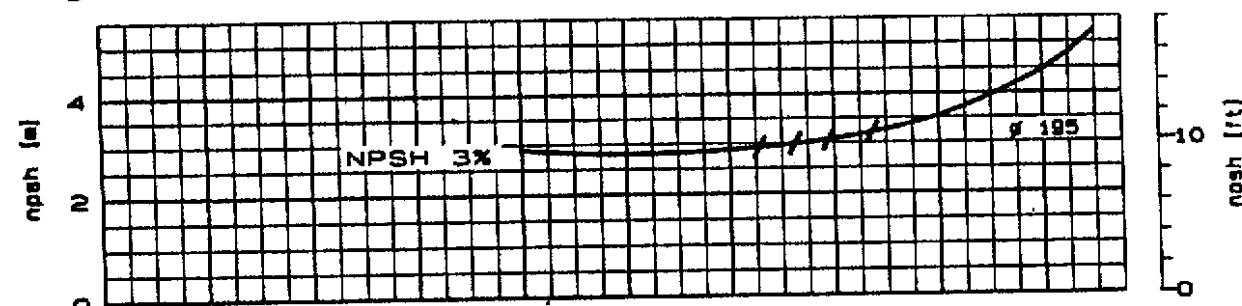
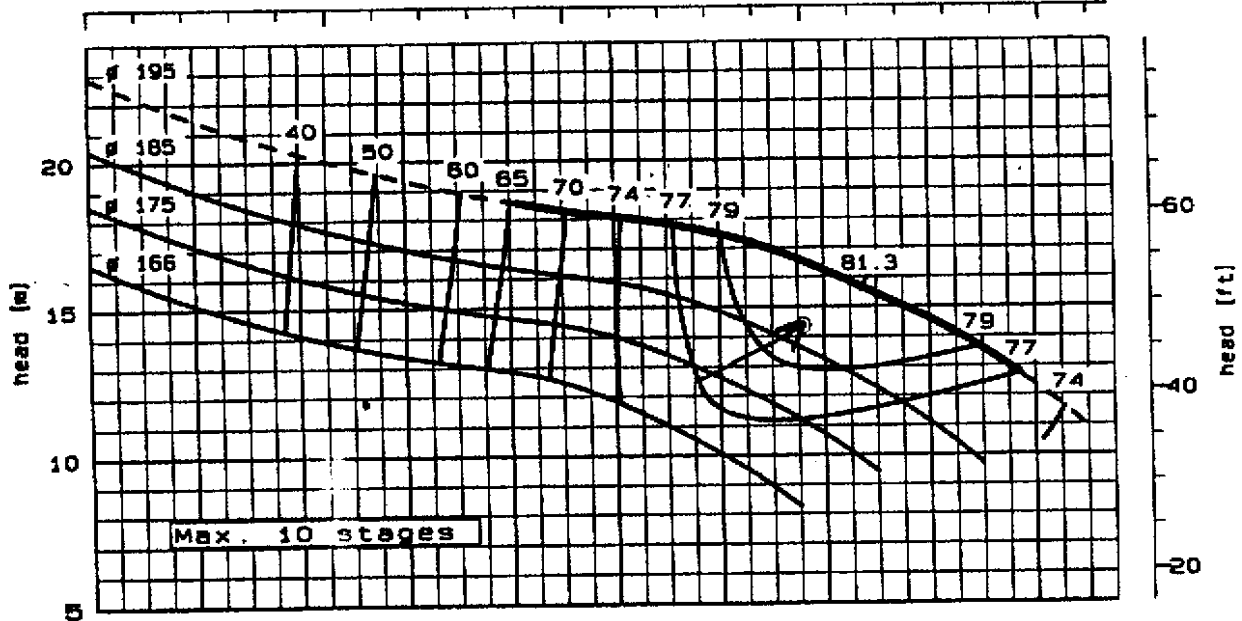
| | | | | |
|---|------|-----------------|--|---|
| DIA. DE GRAIN MAXI. MAX. KORNGROSSE MAX. GRAIN SIZE | 6 MM | LEITSCHAUFELGEH | | BRIDE ASPIRATION SAUGSTUTZEN SUCTION BRANCH |
|---|------|-----------------|--|---|

| | | | | | | |
|------------------------------|------------|--|--|--|---|--------|
| VITESSE DREHZAHL SPEED | 1775 1/MIN | NS DE ROTATION DREHRICHTUNG ROTATION | A DROITE VUE COTE ACCOUP. RECHTS CLOCKWISE | VUE COTE ANTRIEB VOM ANTRIEB FACING COUPLING | BRIDE REFOULEMENT DRUCKSTUTZEN DISCHARGE BRANCH | ON 150 |
|------------------------------|------------|--|--|--|---|--------|

DICHTE = 1000 KG/M3
DENSITY = 1000 KG/M3

flow (USGPM) 200 400 600

KURVE FUER EINE STUFE
BOWL CURVE FOR ONE STAGE
800



(b) 27. MAR. 98 (a)



8 - SISTEMA ADUTOR

000027

8 - SISTEMA ADUTOR

8.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

O sistema adutor para abastecimento de água de Caponga é composto por dois trechos. O primeiro trecho vai da estação de bombeamento até uma caixa de passagem na estaca 430. Dai a adução é feita por gravidade até a futura ETA de Caponga.

A adutora de recalque será em PVC com junta elástica de 200 mm nas classes de pressão PN125, PN80 e PN60. O trecho gravitário terá o mesmo diâmetro na classe PN60.

O QUADRO 8.1 apresenta os principais dados do sistema adutor de Caponga.

QUADRO 8.1 - DADOS PRINCIPAIS DA ADUTORA DE CAPONGA

| TRECHO | COMPRIMENTO (m) | DIÂMETRO (mm) | CLASSE DE PRESSÃO (m) |
|-------------------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| EB - Caixa de Passagem | 500 | 200 | PN125 |
| | 1.600 | 200 | PN80 |
| | 6.600 | 200 | PN60 |
| Caixa de Passagem – ETA | 1.180 | 200 | PN-60 |

A FIGURA 8.1 apresenta o esquema do sistema de adução para Caponga

8.2 - CRITÉRIO UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO

Para a determinação das perdas de carga ao longo da adutora utilizou-se a Fórmula Universal em conjunto com a Fórmula de Colebrook. As rugosidades utilizadas foram 0,06 mm para PVC e 0,1 mm para ferro fundido.

Seguindo orientação da Norma Brasileira, estes coeficientes foram multiplicados por dois, pois as adutoras possuem mais que 1.000m.. Desta forma os valores utilizados nos cálculos foram:

PVC : 0,1 mm
 FERRO FUNDIDO : 0,2 mm

Utilizou-se uma eficiência de condução de água de 95%.

As perdas localizadas ao longo do adutora foram desprezadas. Já nas estações de bombeamento (barrilete), foram calculadas pelos comprimentos equivalentes das conexões.

Para dimensionamento do barrilete, a velocidade máxima admitida no foi 2 m/s e na sucção não admitiu-se velocidade superior a 1 m/s.

8.3 - METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento da adutora, foi utilizado o método econômico. O diâmetro determinado é aquele que, no período estipulado de vida útil dos equipamentos (20 anos), a somatória dos custos de investimento (onde o custo com tubulação é preponderante) e energia seja mínimo.

Para isto foi simulado diferentes diâmetros para os dois trechos da adutora e o custo de tubulação e energia foi computado. Com as possíveis combinações em mãos escolhe-se a de custo mais baixo.

As simulações de diâmetros para a determinação da combinação mais econômica estão apresentadas no ANEXO I no final do capítulo.

8.4 - PREÇOS UTILIZADOS

Os preços de energia utilizados para o estudo econômico foram obtidos por consulta à concessionária local e estão apresentados no QUADRO 8.2.

QUADRO 8.2 - PREÇO DE ENERGIA

| TIPO DE CONSUMO | PERÍODO | TIPO DE TARIFA | |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|---------|
| CUSTO DE CONSUMO (R\$/kWh) | Período seco (maio a novembro) | Normal | 0,03497 |
| | | Ponta | 0,07355 |
| | Período úmido (dezembro a abril) | Normal | 0,03090 |
| | | Ponta | 0,06807 |
| CUSTO ANUAL DE DEMANDA (R\$/kW) | | | 179,40 |

Os preços de tubos de PVC e ferro fundido nas diferentes classes, foram levantados nos respectivos fabricantes. O QUADRO 8.3 apresenta o custo dos tubos assentados, incluindo transporte, armazenamento, mão de obra de instalação, escavação e reaterro de valas e conexões.

QUADRO 8.3 - PREÇO DE TUBULAÇÃO ASSENTADA

| DN | PREÇO (R\$/m) | | | | |
|-----|---------------|-------|-------|-------|--------|
| | FoFo | PVC | | | |
| | K-7 | PN-40 | PN-60 | PN-80 | PN-125 |
| 500 | 285,06 | - | - | - | - |
| 450 | 247,16 | - | - | - | - |
| 400 | 209,8 | - | - | - | - |
| 350 | 174,9 | - | - | - | - |
| 300 | 128,4 | - | 58,52 | 65,33 | 92,64 |
| 250 | 108,0 | - | 40,09 | 45,90 | 65,87 |
| 200 | 79,2 | - | 26,78 | 30,45 | 44,75 |
| 150 | 60,0 | 10,77 | 15,84 | 17,90 | 26,78 |
| 125 | - | 7,33 | - | - | - |
| 100 | 38,4 | 4,74 | - | - | - |

8.5 - PARÂMETROS ECONÔMICOS UTILIZADOS

Os parâmetros utilizados para a análise econômica foram:

- Tempo de capitalização : 20 anos
- Taxa de Juros anual : 8% a.a

8.6 - DETERMINAÇÃO DO CUSTO TOTAL ATUALIZADO DE ENERGIA

Para a determinação do custo total de energia atualizado (consumo + demanda) para o bombeamento de Caponga, foi feita uma simulação do aumento das vazão aduzida com a aumento da população. Este quadro está apresentado no ANEXO I.

O resultado encontrado foi: R\$ 3.697,88

8.7 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO

Os resultados final das simulações para a determinação do diâmetro econômico para Caponga estão apresentados no QUADRO 8.4

A FIGURA 8.2 apresenta o perfil reduzido da adutora com a linha piezométrica para os diâmetros escolhidos.

QUADRO 8.4 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO

| DIAMETRO (mm) | CUSTO DE TUBO (R\$) | CUSTO DE ENERGIA (R\$) | CUSTO TOTAL (R\$) |
|---------------|---------------------|------------------------|-------------------|
| 150 | 522.000,00 | 554.027,29 | 1.076.027,29 |
| <u>200</u> | <u>258.363,45</u> | <u>148.593,06</u> | <u>406.956,51</u> |
| 250 | 348.748,20 | 83.915,79 | 432.663,99 |
| 300 | 509.145,75 | 64.080,18 | 573.225,93 |

8.8 - EQUIPAMENTOS AUXILIARES DO SISTEMA ADUTOR

8.8.1 - Ventosas

Ao longo da rede foram utilizadas ventosas para permitir a admissão e expulsão de ar durante a operação normal e durante os períodos de enchimento e esvaziamento da rede.

Estes equipamentos impedem a formação de bolsões de ar na tubulação que causariam redução de seção de escoamento com conseqüente redução de vazão.

Utilizou-se apenas ventosas de tríplex função pelo fato destes aparelhos minimizarem os efeitos de eventuais transientes ao longo da rede provocados pela abertura e fechamento de válvulas.

O posicionamento das ventosas ao longo da rede, baseou-se nos seguintes critérios:

- Pontos altos da rede.
- Longos trechos horizontais. Neste caso a cada 300 m.

Conhecida a vazão da linha, e adotando-se um valor para o diferencial de pressão entre o interior da ventosa e a atmosfera no momento do enchimento ou esvaziamento da canalização (geralmente adota-se 3,5 m.c.a), obtém-se um ponto que dará o tamanho da ventosa utilizada.

Para simplificar o dimensionamento, foram feitas várias simulações de vazões em diversos diâmetros e chegou-se ao seguinte quadro:

| DIÂMETRO DA LINHA (mm) | DIÂMETRO DA VENTOSA (mm) |
|---------------------------|-----------------------------|
| 75 - 250 | 50 |
| 300 - 450 | 75 |

Os detalhes de instalação das ventosas estão no ANEXO 8.1.

8.8.2 - Descarga de Fundo

Nos locais mais baixos da rede foram previstos pontos de drenagem destinados a esgotar a água dos tubos por ocasião de reparos e limpeza..

O diâmetro das descargas de fundo foi considerado um diâmetro comercial acima da ventosa..

Os detalhes das descargas de fundo estão no ANEXO 8.1.

8.9 - OBRAS CIVIS

8.9.1 - Assentamento de tubulação

8.9.1.1 - Assentamento enterrado

As tubulações serão enterradas a uma profundidade mínima de 0,8 m acima da geratriz superior do tubo. A esta profundidade, pode haver tráfego de veículos sem afetar o tubo.

O material de reaterro da vala deverá estar isento de pedregulhos e deverá ser compactado a 90% do Proctor Normal.

O assentamento da adutora em valas só será realizado em material de 1º. Admite-se 2º categorias a partir de 30 cm acima da geratriz superior do tubo.

O detalhe tipo da vala para assentamento da tubulação está no ANEXO 8.1.

8.9.1.2 - Assentamento aéreo

Nos trechos em rocha, a adutora será assentada em pilaretes de concreto com abraçadeiras na razão de uma por tubo. O pilarete sempre se localizará nas bolsas dos tubos.

Nas travessia de talvegues e na área de perímetro urbano, a adutora deverá ser enterrada, mesmo em trechos onde o assentamento é aéreo.

O detalhe do assentamento aéreo e enterrado, bem como a transição aérea-enterrada se encontra no ANEXO 8.1.

8.9.1.3 - Caixas de proteção

Os dispositivos que serão dotados de caixas de proteção serão:

- Ventosas.
- Descargas de fundo.

As caixas serão em alvenaria de tijolo e terão função apenas de proteger os dispositivos.

Para a drenagem das caixas foi previsto um colchão de brita de 20 cm no fundo da caixa que não será dotada de lage de fundo. A tampa será em malha de aço para garantir a ventilação e a inspeção visual dos equipamentos.

O detalhamento das caixas de proteção de descarga e ventosa poderá ser visto no ANEXO 8.1.

8.9.1.4 - Blocos de ancoragem

São estruturas em concreto ciclópico ou armado com a função de absorver os impactos causados pelas variações de fluxo na rede. Se localizam na seguintes peças:

- Tês de derivação.
- Reduções.
- Curvas.

Os detalhes tipo do bloco de ancoragem se encontram no ANEXO 8.1.

8.9.1.5 - Travessia da adutora em pontes rodoviárias

Nos pontos onde a adutora cruza talvegues importantes, a travessia será feita na ponte rodoviária existente. Para isso, serão fixadas abraçadeiras na lage inferior do passeio com o intuito de sustentar a tubulação.

O detalhe da travessia se encontra no ANEXO 8.1.

8.9.1.6 - Travessia da adutora em talvegues

Na travessia de talvegues, a adutora deverá ser ancorada e envelopada com concreto para evitar o arranque por flutuação causada pela empuxo da água quando a mesma está vazia.

O detalhe da ancoragem e envelopamento se encontra no ANEXO 8.1.

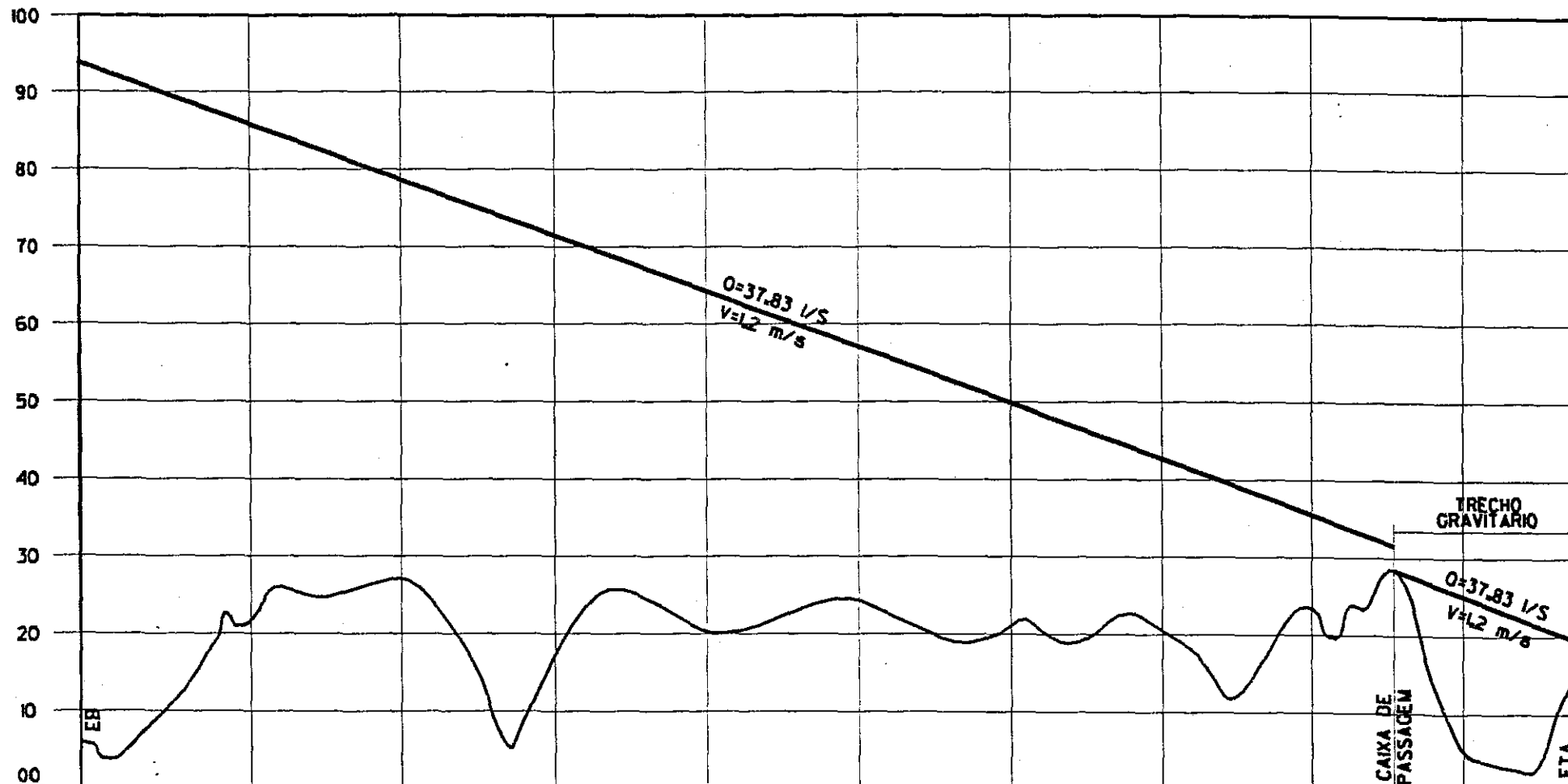
8.9.1.7 - Travessia de rodovias

Nas travessias de rodovias importantes e ferrovias, a adutora deverá ser encamisada com um tubo tipo ARMCO (processo de escavação não destrutivo) com diâmetro superior ao da adutora. O encamisamento deve dar total acesso à adutora sem que haja risco nenhum à rodovia ou ferrovia.

O detalhe tipo das travessias encamisadas sob rodovias está no ANEXO 8.1.

ADUTORA DE CAPONGA

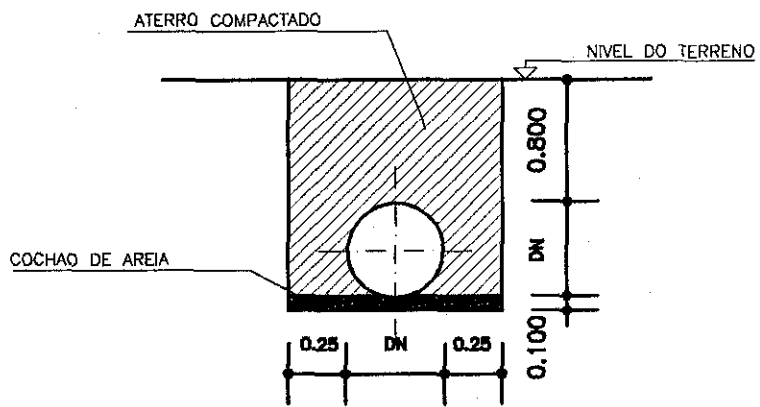
ESCALA - 1:800



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|-----------|------|-----------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|
| DISTANCIA | 1100 | 1400 | 1000 | 2400 | 1000 | 3400 | 1000 | 4400 | 1000 | 5400 | 1000 | 6400 | 1000 | 7400 | 1000 | 8400 | 600 | 8700 | 400 | 9400 | 780 | 9400 |
| COTA | 6.73 | 21.53 | | 27.43 | | 14.41 | | 20.26 | | 23.01 | | 21.56 | | 19.81 | | 24.03 | | 26.80 | | 5.84 | | 13.26 |
| MATERIAL CLASSE | PVC PN-125 | PVC PN-80 | | PVC PN-60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DIAMETRO | DN 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ESCALA - 1:40.000

000036



CORTE TRANSVERSAL

SEÇÃO TIPO DA VALA

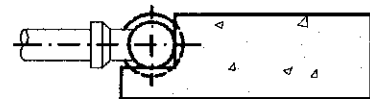
ESCALA

000037

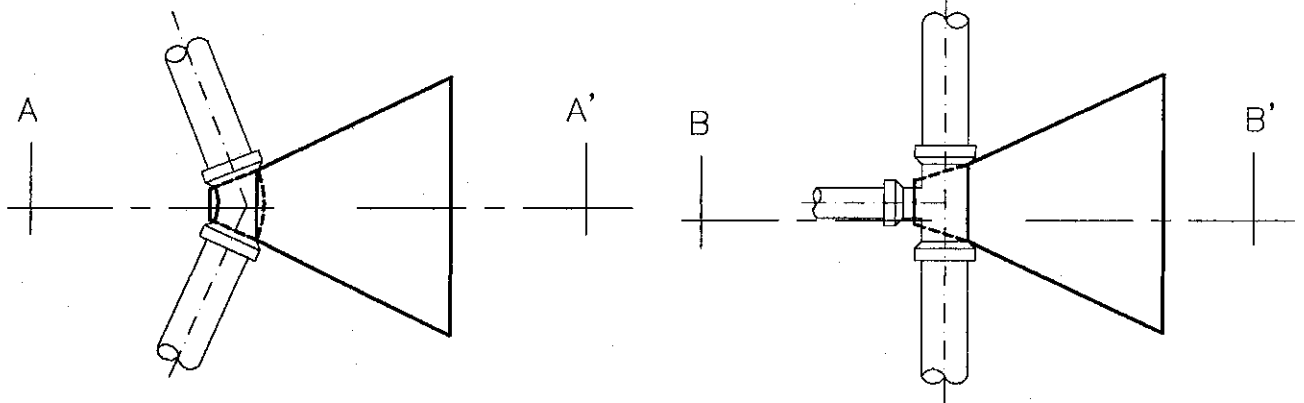
1/50



CORTE - A-A'



CORTE - B-B'



PLANTA BAIXA

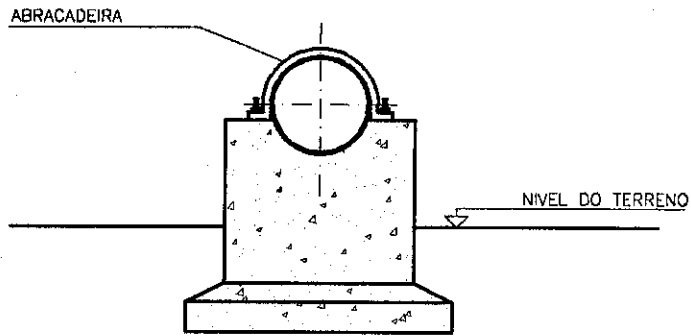
PLANTA BAIXA

BLOCO DE ANCORAGEM

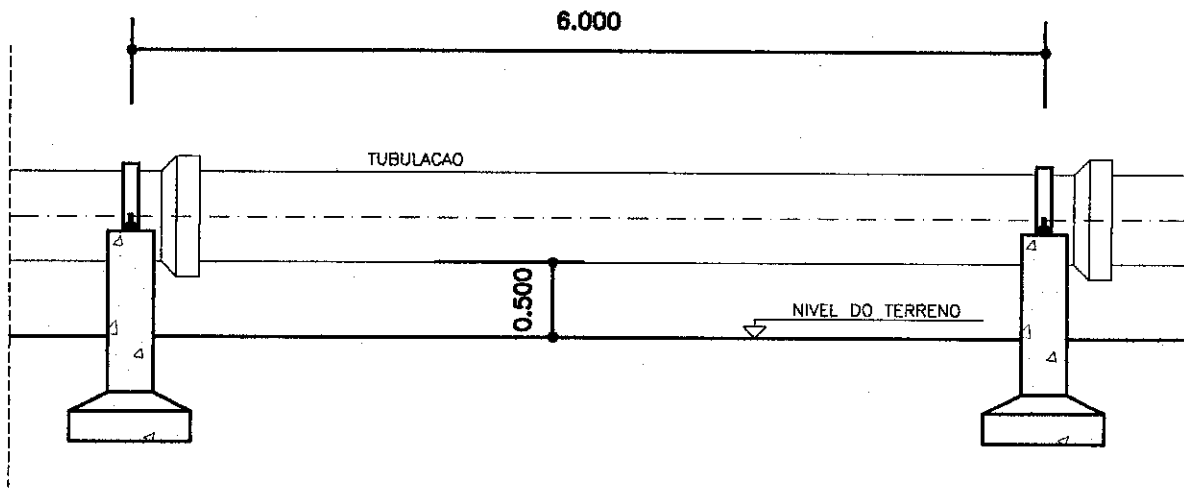
ESCALA

000038

1/50



CORTE TRANSVERSAL



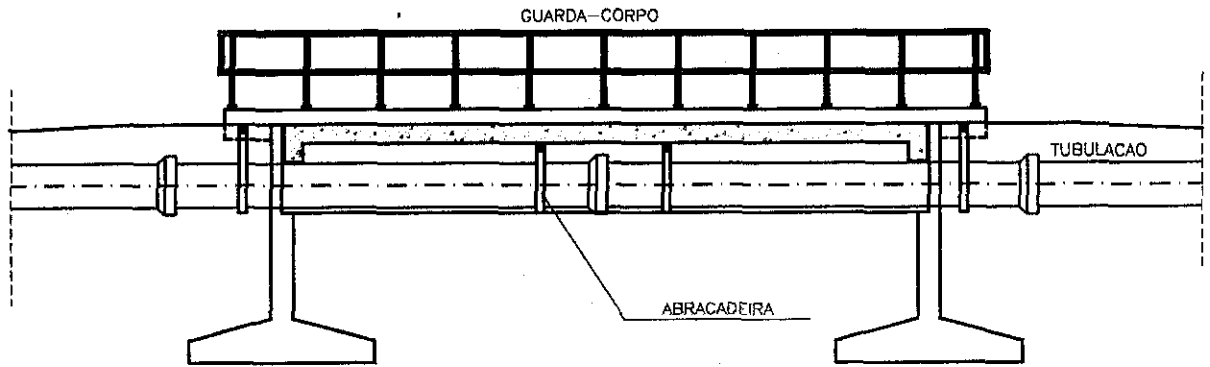
CORTE LONGITUDINAL

DETALHE DOS PILARETES
NA TUBULAÇÃO ÁEREA

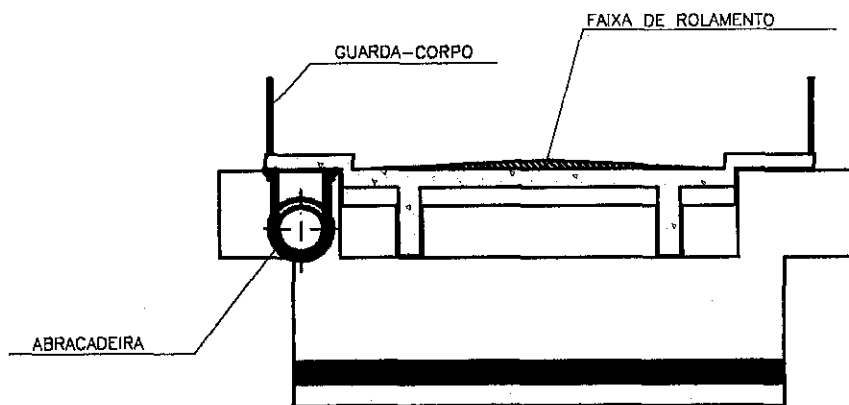
ESCALA

000039

1/50



CORTE LONGITUDINAL



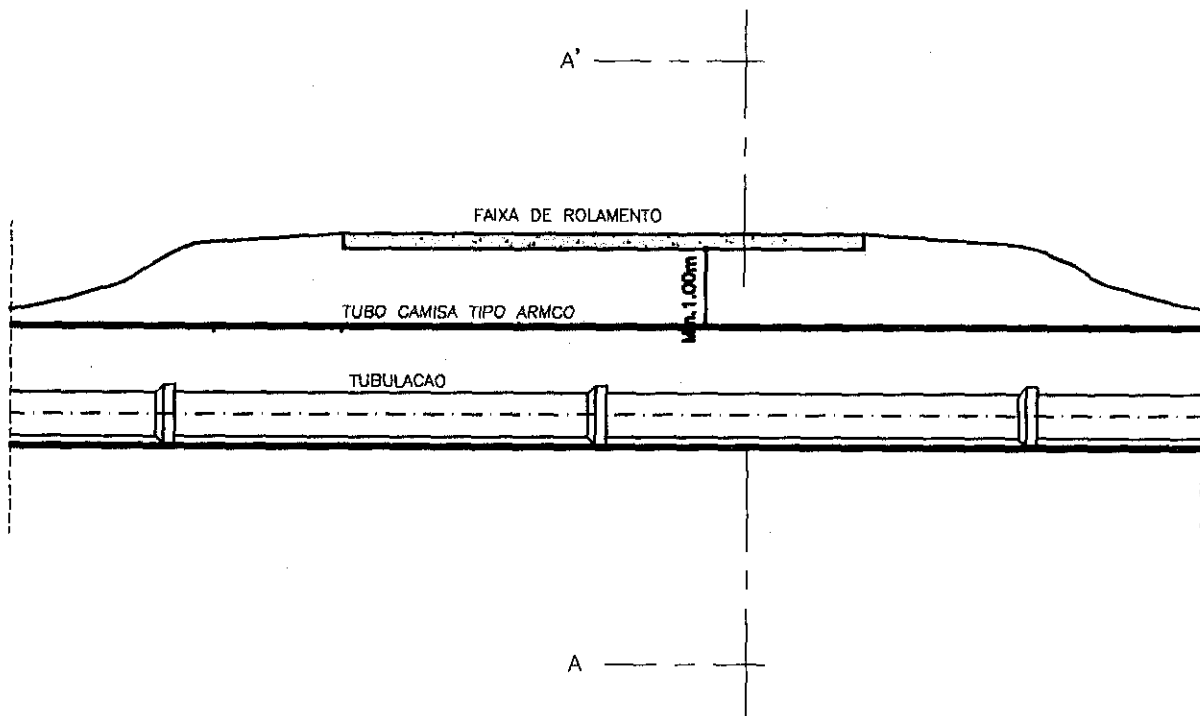
CORTE TRANSVERSAL

DETALHE DA TUBULAÇÃO SOB PONTE

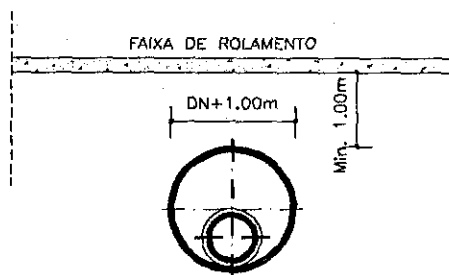
ESCALA

1/100

000040



CORTE LONGITUDINAL



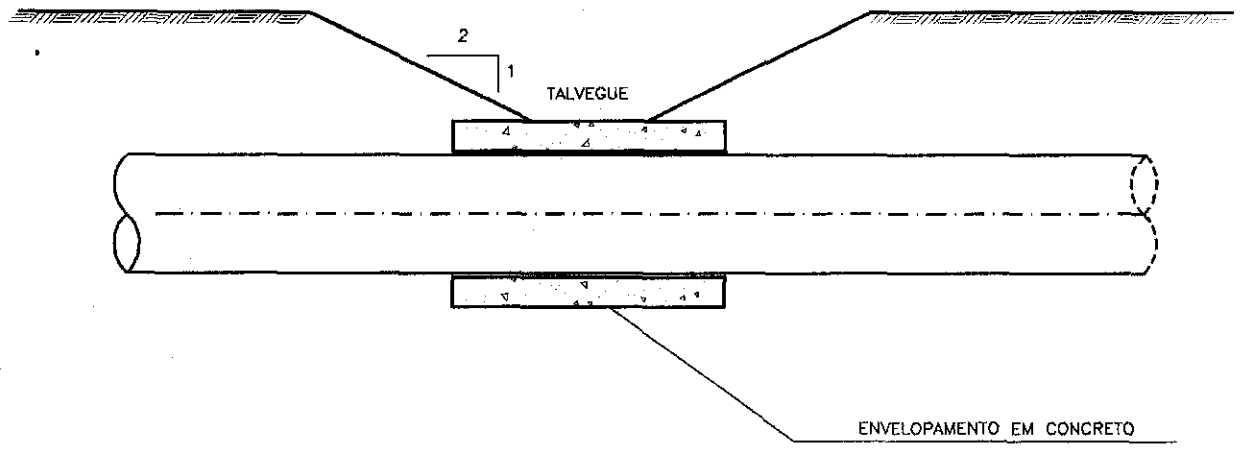
CORTE - A-A'

TRAVESSIA SOB RODOVIAS

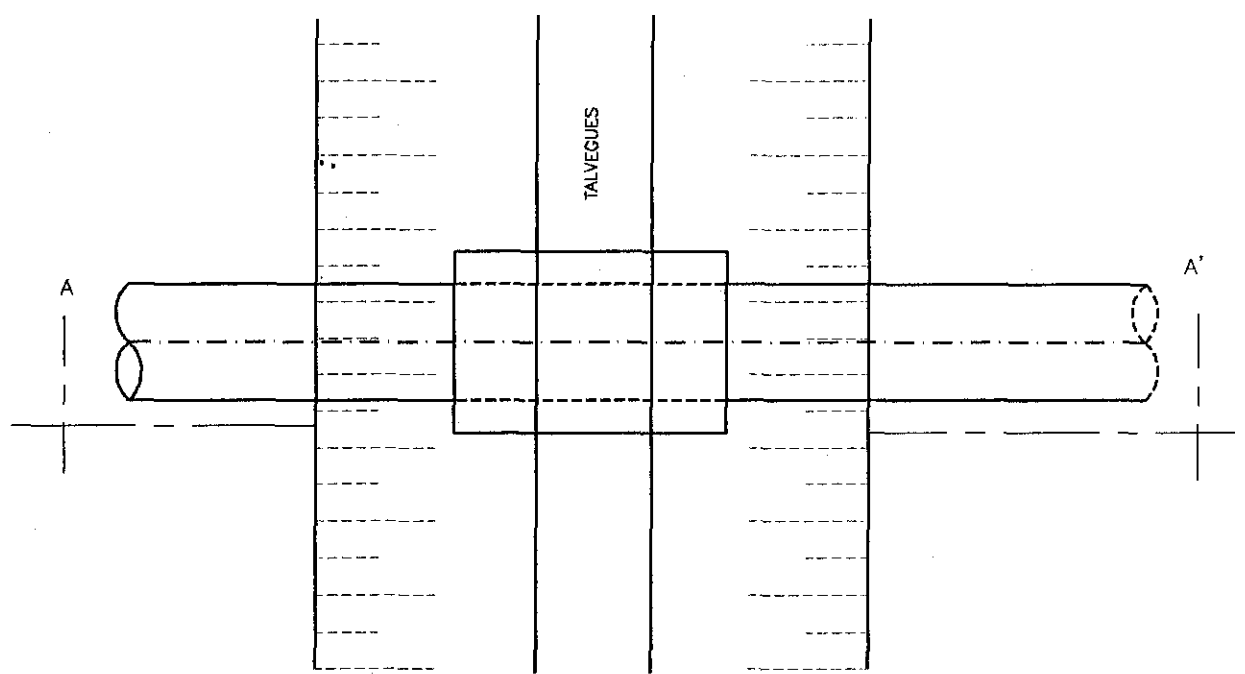
ESCALA

1/100

000041



CORTE - A-A'



PLANTA BAIXA

TRAVESSIA SOB TALVEGUES

ESCALA

000042 1/100

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA CAPONGA

| TRECHO | DN | Q(l/s) | L(m) | V(m/s) | PERDA (mca) | COTA DO TERRENO | COTA PIEZOMÉTRICA | PRESSÃO DISPONÍVEL | POTÊNCIA (kW) | CUSTO | | | | |
|--------------|-----|--------|----------|--------|-------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------|------------|--|------------|--------------|--|
| | | | | | | | | | | TUBO | | ENERGIA | TOTAL | |
| | | | | | | | | | | PREÇO | COMPOSIÇÃO | | | |
| EB | | | | | | 6,74 | 329,60 | 322,86 | | | | | | |
| EB -PASSAGEM | 150 | 37,83 | 8.700,00 | 2,14 | 295,80 | 28,8 | 33,80 | 5,00 | 149,82 | 522.000,00 | 8.700 m FoFo | 554.027,29 | 1.076.027,29 | |
| | | | | | | | | 0,00 | | | | | | |
| EB | | | | | | 6,74 | 93,33 | 86,59 | | | | | | |
| EB -PASSAGEM | 200 | 37,83 | 8.700,00 | 1,20 | 59,53 | 28,8 | 33,80 | 5,00 | 40,18 | 258.363,45 | 500m PN 125 1600m PN 80 6.600m PN 60 | 148.593,06 | 406.956,51 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| EB | | | | | | 6,74 | 53,14 | 48,90 | | | | | | |
| EB -PASSAGEM | 250 | 37,83 | 8.700,00 | 0,77 | 19,34 | 28,8 | 33,80 | 5,00 | 22,69 | 348.748,20 | 8.700 m PN60 | 83.915,79 | 432.663,99 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| EB | | | | | | 6,74 | 41,58 | 37,34 | | | | | | |
| EB -PASSAGEM | 300 | 37,83 | 8.700,00 | 0,54 | 7,78 | 28,8 | 33,80 | 5,00 | 17,33 | 509.145,75 | 8.700 m PN60 | 64.080,18 | 573.225,93 | |

| DN | PREÇO (RS/m) | | | | |
|-----|--------------|-------|-------|-------|---------|
| | FoFo | PVC | | | |
| | K-7 | PN-40 | PN-60 | PN-80 | PN-125 |
| 300 | 128,4 | - | 58,52 | 65,33 | 92,6415 |
| 250 | 108,0 | - | 40,09 | 45,90 | 65,8665 |
| 200 | 79,2 | - | 26,78 | 30,45 | 44,7525 |
| 150 | 60,0 | 10,77 | 15,84 | 17,90 | 26,775 |
| 125 | - | 7,33 | - | - | - |
| 100 | 38,4 | 4,74 | - | - | - |

ENERGIA (RS/kW)
CUSTO ANUAL DE ENERGIA 3.697,88

DADOS ECONÔMICOS
TAXA ANUAL DE JUROS 8%
PERÍODO (ANOS) 20

RENDIMENTO DA BOMBA 80

000043

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA CAPONGA

TRECHO GRAVITÁRIO (CAIXA DE PASSAGEM A CAPONGA)

| TRECHO | DN | Q(l/s) | L(m) | V(m/s) | PERDA (mca) | COTA DO TERRENO | COTA PIEZOMÉ- TRICA | PRESSÃO DISPONÍVEL | POTÊNCIA (kW) | CUSTO | | | |
|-----------------------------------|-----|--------|------------|--------|----------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|-----------|--------------|---------|-----------|
| | | | | | | | | | | TUBO | | ENERGIA | TOTAL |
| | | PREÇO | COMPOSIÇÃO | | | | | | | | | | |
| CAIXA DE PASS. CAIXA - CAPONGA | 200 | 37,83 | 1.180,00 | 1,20 | 8,07 | 28,8 13,0 | 28,80 20,73 | 0,00 7,73 | - | 31.594,50 | 1.180 m PN60 | - | 31.594,50 |

CUSTO DE ENERGIA COM BOMBEAMENTO CAPONGA E PRAINHA

| ANO | VAZÃO (l/s) | BOMBEAMENTO DIÁRIO (h) | HORAS DE BOMBEAMENTO ANUAIS | | | | | CUSTO DE ENERGIA | | | |
|--------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| | | | TOTAL | NA PONTA SECA | NA PONTA ÚMIDA | FORA DA PONTA SECA | FORA DA PONTA ÚMIDA | CONSUMO (R\$/kW) | DEMANDA (R\$/kW) | TOTAL (R\$/kW) | ATUALIZADO (R\$/kW) |
| 1997 | 19,01 | 12,06 | 4.402 | 0 | 0 | 1.116 | 3.286 | 140,56 | 179,40 | 319,96 | 296,26 |
| 1998 | 19,68 | 12,48 | 4.556 | 0 | 0 | 1.270 | 3.286 | 145,95 | 179,40 | 325,35 | 278,93 |
| 1999 | 20,37 | 12,92 | 4.716 | 0 | 0 | 1.430 | 3.286 | 151,54 | 179,40 | 330,94 | 262,71 |
| 2000 | 21,08 | 13,37 | 4.881 | 0 | 0 | 1.595 | 3.286 | 157,31 | 179,40 | 336,71 | 247,50 |
| 2001 | 21,82 | 13,84 | 5.051 | 0 | 0 | 1.765 | 3.286 | 163,26 | 179,40 | 342,66 | 233,21 |
| 2002 | 22,58 | 14,33 | 5.228 | 0 | 0 | 1.942 | 3.286 | 169,45 | 179,40 | 348,85 | 219,83 |
| 2003 | 23,37 | 14,83 | 5.411 | 0 | 0 | 2.125 | 3.286 | 175,85 | 179,40 | 355,25 | 207,28 |
| 2004 | 24,19 | 15,35 | 5.601 | 0 | 0 | 2.315 | 3.286 | 182,49 | 179,40 | 361,89 | 195,52 |
| 2005 | 25,03 | 15,88 | 5.797 | 0 | 0 | 2.511 | 3.286 | 189,35 | 179,40 | 368,75 | 184,47 |
| 2006 | 25,91 | 16,44 | 6.000 | 0 | 0 | 2.714 | 3.286 | 196,45 | 179,40 | 375,85 | 174,09 |
| 2007 | 26,82 | 17,01 | 6.210 | 0 | 0 | 2.924 | 3.286 | 203,79 | 179,40 | 383,19 | 164,34 |
| 2008 | 27,76 | 17,61 | 6.427 | 0 | 0 | 3.141 | 3.286 | 211,38 | 179,40 | 390,78 | 155,18 |
| 2009 | 28,73 | 18,23 | 6.652 | 0 | 0 | 3.366 | 3.286 | 219,25 | 179,40 | 398,65 | 146,58 |
| 2010 | 29,73 | 18,86 | 6.885 | 0 | 0 | 3.599 | 3.286 | 227,39 | 179,40 | 406,79 | 138,50 |
| 2011 | 30,77 | 19,52 | 7.126 | 0 | 0 | 3.840 | 3.286 | 235,82 | 179,40 | 415,22 | 130,90 |
| 2012 | 31,85 | 20,21 | 7.375 | 0 | 0 | 4.089 | 3.286 | 244,53 | 179,40 | 423,93 | 123,74 |
| 2013 | 32,97 | 20,91 | 7.633 | 0 | 0 | 4.347 | 3.286 | 253,55 | 179,40 | 432,95 | 117,01 |
| 2014 | 34,12 | 21,65 | 7.901 | 8 | 6 | 4.601 | 3.286 | 263,43 | 179,40 | 442,83 | 110,82 |
| 2015 | 35,31 | 22,40 | 8.177 | 168 | 122 | 4.601 | 3.286 | 283,17 | 179,40 | 462,57 | 107,18 |
| 2016 | 36,55 | 23,19 | 8.463 | 336 | 240 | 4.601 | 3.286 | 303,64 | 179,40 | 483,04 | 103,63 |
| 2017 | 37,83 | 24 | 8.760 | 509 | 364 | 4.601 | 3.286 | 324,88 | 179,40 | 504,28 | 100,18 |
| TOTAL | | | | | | | | | | 3.697,88 | |

9 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

9 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

9.1 - SISTEMA DE FILTRAGEM

O sistema de filtragem proposto para a ampliação da ETA existente, compõem-se de filtros ascendentes modulares pré-fabricados em fibra de vidro que combina as funções de clarificação e filtração numa única unidade.

Os filtros possuem na parte inferior uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta uma camada de areia com granulometria apropriada.

A água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do filtro, numa câmara central, de onde através de difusores é distribuída uniformemente na camada de pedregulho, onde ocorrem fundamentalmente, as operações floculação por contato e sedimentação.

Os filtros terão capacidades para $140 \text{ m}^3/\text{h}$.

9.2 - RESERVATÓRIOS

O reservatório apoiado não será ampliado. A reserva integral necessária ao sistema será suprida com a construção de outro reservatório apoiado como de 1/4 do consumo diário para final de plano (20 anos) das cidades de Caponga.

O reservatório existente será aproveitado integralmente para servir de reserva estratégica para suprir a demanda da população flutuante da cidade em época de verão.

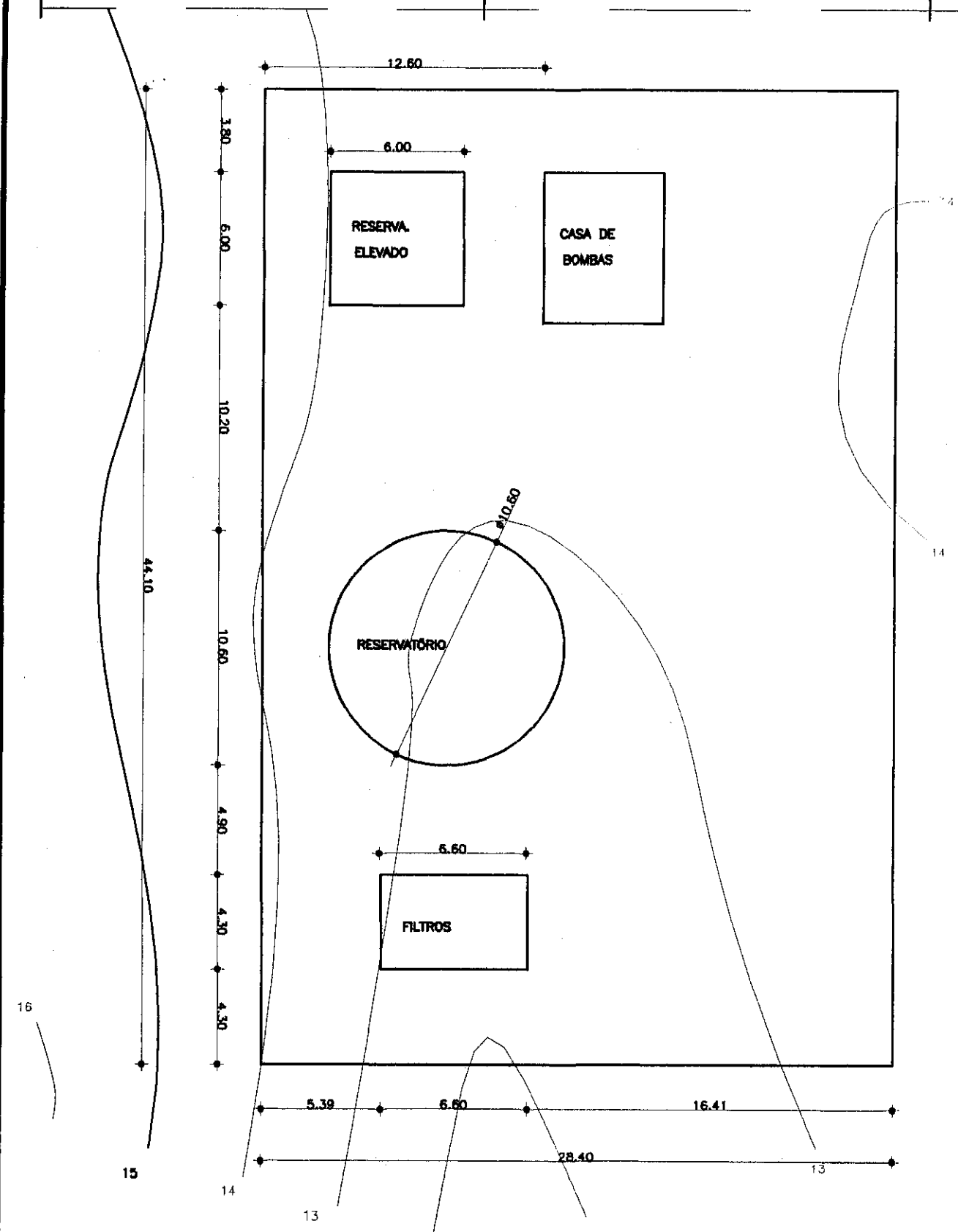
Desta forma teremos:

- Vazão de final de plano (sem eficiência de condução)= $36,03 \text{ l/s}$
- Volume de 1/4 do abastecimento diário: 800 m^3
- Reservatório apoiado a ser construído: 800 m^3

487

488

489



**LOCAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO - ETA**

ESCALA 1/500

000048