

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 PINDORETAMA**

RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO

KL Serviços e Engenharia Ltda

**FORTALEZA
SETEMBRO DE 1997**

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 PINDORETAMA

RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO

Lote 02259 - ~~Prep~~ Scan () Index ()

Projeto Nº 0209/04/A

Volume 1

Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____

Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____

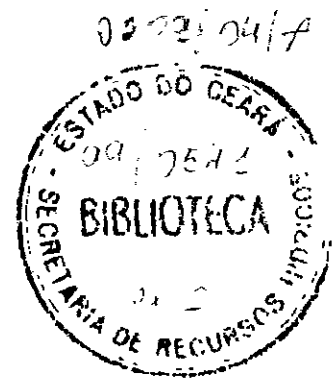
Qtd. A0 _____ Outros _____



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

AV. BEFADOR V. RO. LIC. TAVORA, 1701 SALAS 106 - 108
FONE 26 8766281 7793 FAX 261 4766
CSC. 08 222 844 0001 67 CEP 05 845 004 3
FORTALEZA - CEARÁ
EMAIL: KL@3.FORTALNET.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.....	11
4 - ESTUDOS DO MANANCIAL	14
4 1 - MANANCIAL	14
4 2 - CARACTERÍSTICA TÉCNICAS DA BARRAGEM MAL COZINHADO	14
4 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS	14
5 - VAZÕES DE PROJETO.....	16
5 1 - ESTUDOS DEMOGRÁFICOS	16
5 2 - VAZÕES DE PROJETO	16
6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO.....	19
6 1 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVA	19
6 2 - ALTERNATIVA ESCOLHIDA	20
7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	23
7 1 - DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO	23
8 - SISTEMA ADUTOR.....	28
8 1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR	28
8 2 - CRITÉRIO UTILIZADOS NO DIMENSIONAMENTO	28
8 3 - METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO	28
8 4 - PREÇOS UTILIZADOS	29
8 5 - PARÂMETROS ECONÔMICOS UTILIZADOS	30
8 6 - DETERMINAÇÃO DO CUSTO TOTAL ATUALIZADO DE ENERGIA	30
8 7 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO	30
8 8 - EQUIPAMENTOS AUXILIARES DO SISTEMA ADUTOR	31
8.8.1 - Ventosas	31
8.8.2 - Descarga de Fundo	32
8 9 - OBRAS CIVIS	32
8.9.1 - Assentamento de tubulação	32
8 9 1 1 - Assentamento enterrado	32
8 9 1 2 - Assentamento aéreo	32
8 9 1 3 - Caixas de proteção	33
8 9 1 4 - Blocos de ancoragem	33
8 9 1 5 - Travessia da adutora em pontes rodoviárias	33

8 9 1 6 - Travessia da adutora em talvegues	33
8 9 1 7 - Travessia de rodovias	34
9 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	47
9 1 - SISTEMA DE FILTRAGEM	47
9 2 - RESERVATÓRIOS	47



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

1 - APRESENTAÇÃO

1 - APRESENTAÇÃO

O objetivo do presente relatório são os estudos de concepção do sistema de abastecimento de água da cidade de Pindoretama a partir da futura barragem Malcozinhado

O sistema contempla também o abastecimento da Industria Ypioca distante 2.400 m da cidade de Pindoretama

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 Pindoretama atualmente é feito por intermédio de poços individuais. A água é farta e não recebe nenhuma forma de tratamento.

Devido a qualidade da água não ser satisfatória, a Fundação Nacional de Saúde optou por construir um sistema de abastecimento com água captada da Lagoa Tapuio, de ótima qualidade. O sistema é administrado pelo SAAE - Sistema Autônomo de Água e Esgoto.

O sistema já está implantado e entrará em operação em outubro de 1997 e consta de

- Captação flutuante na Lagoa Tapuio
- Adutora de ferro fundido enterrada com 7 km de extensão diâmetro 150 mm
- Filtros ascendentes construídos em alvenaria e concreto
- Reservatório apoiado com 250 m³
- Estação elevatória de água tratada e sala de química
- Reservatório elevado com 200 m³ e altura 10 m
- 800 ligações domiciliares

A planta baixa esquemática do sistema existente está na FIGURA 2.1

A Indústria Ypioca é atualmente abastecida por uma captação flutuante na Lagoa Encantada.

2.2 - SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto para o abastecimento de Pindoretama, substitui a captação na Lagoa Tapuio pela captação na futura barragem Mal Cozinhado, que será construída no Rio Mal Cozinhado, a aproximadamente 9 km da cidade. Pela mesma adutora que conduzirá água para a cidade, será aduzida a água para o suprimento da Indústria Ypioca.

O objetivo deste novo sistema é eliminar as captação e nas lagoas Tapuio e Encantada que certamente trarão problemas ambientais futuros

Propõem-se ainda o aproveitamento integral dos reservatórios, filtros e estações elevatórias de água tratada existente, sendo bastante a ampliação das unidades para atendimento de um horizonte de 20 anos



3 - ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA PROPOSTA

3 - ALTERNATIVA DE TRAÇADO DA ADUTORA PROPOSTA

A melhor de alternativa de traçado da adutora para o abastecimento de Pindoretama foi estudada no Relatório de Estudo de Alternativas e está apresentada na FIGURA 3.1

A adutora sai da ombreira esquerda da barragem Mal Cozinhado e segue paralela ao rio Mal Cozinhado até a CE 253. Dai segue paralela a rodovia até a cidade de Pindoretama. Da cidade, a adutora segue até a indústria Ypioca 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 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA BARRAGEM MAL COZINHADO

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 m ³
VAZÃO REGULARIZADA.	0,420 m ³ /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
Coeficiente de Escoamento	17,0%
Volume afluyente médio anual	49,200 hm ³
Lâmina Escoda Média:	205 mm
Coeficiente 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 afluyente (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 afluyente 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

5.1 - ESTUDOS DEMOGRÁFICOS

Os dados de população do distrito de Pindoretama foram obtidos em campo em consulta a Fundação Nacional de Saúde. São dados de alta confiabilidade, pois foram obtidos por levantamento casa a casa pelos técnicos da FNS.

Segundo a FNS, a população em 1991 era de 12.440 hab e em 1996, a população era de 13.599 hab. Com estes dados, o crescimento populacional entre 1991 e 1996 foi de 1,8%a.a, dado este que será utilizado para a projeção da população futura de projeto

Os dados demográficos obtidos em campo estão resumidos no QUADRO 5.1

QUADRO 5.1 - DADOS DEMOGRÁFICOS DE PINDORETAMA

ANO	POPULAÇÃO	OBS.
1991	12 440	Dado coletado
1996	13 599	Dado coletado
1997	13 844	Dado projetado
TAXA DE CRESCIMENTO	1,8% aa	Taxa calculada
2017	19 780	Dado projetado

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 (150 l/hab. dia)

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

O QUADRO 5.2 apresenta as vazões da cidade de Pindoretama

QUADRO 5.2 - VAZÃO DE PINDORETAMA

ANO	VAZÃO DE PINDORETAMA (l/s)*
1997	28,83
2017	41,21

* Sem eficiência de condução

Por decisão da SRH, a vazão de dimensionamento deverá ser acrescida da vazão da Indústria Ypioca, localizada em Pindoretama que é de 400 m³/h (111 l/s), dado este fornecido pela indústria.

Desta forma a vazão de dimensionamento da adutora será a soma das vazões de Pindoretama (acrescido da eficiência de condução) e a vazão da Ypioca, a qual não foi acrescida da eficiência de condução, já que este valor é estimativo e não justifica onerar o sistema

A vazão de adução está apresentada no QUADRO 5.3

QUADRO 5.3 - VAZÃO DA ADUTORA DE PINDORETAMA

ANO	VAZÃO DE PINDORETAMA (l/s)*
1997	141,28
2017	154,27

* Considerada eficiência de condução para a vazão da cidade



6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO

6 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO

6.1 - DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Basicamente foram contempladas três alternativas de captação para a adutora de Pindoretama: Captação a fio d'água no Rio Malcozinhado, Captação por flutuante no lago, Captação na Tomada d'água da barragem

Tecnicamente, as três alternativas atendem ao objetivo que se propõem, desde que devidamente projetadas. A diferenciação entre elas é de ordem econômica e prática.

Captação a fio d'água no Rio Malcozinhado

Devido a variação no nível de água, a captação a fio d'água no Rio Malcozinhado só é possível com a construção de obras especiais como canais de chamada ou poços amazonas, que além de custo elevado, necessitam de constante manutenção. A adoção desta solução só se justificaria se outras soluções não pudessem ser usadas.

Captação flutuante

A captação flutuante, é uma solução relativamente barata, pois elimina a necessidade de obras civis. A grande desvantagem desta solução é a susceptibilidade às intempéries e ao vandalismo que ficam sujeitadas as bombas. A necessidade de constante manutenção da estrutura é outra desvantagem do sistema.

Não é boa prática de engenharia a utilização de flutuantes para obras definitivas como captações para abastecimento de água que têm expectativa de vida de 20 anos pelo menos.

Captação na tomada d'água da barragem

A captação na tomada d'água não necessita de obra civil alguma e consiste em uma solução sem riscos, pois as bombas serão instaladas em estruturas de alvenaria perfeitamente protegidas. Esta solução consiste em uma derivação em TE na tomada em direção a casa de bombas. Este tubo será conectado diretamente na sucção das bombas o que permite uma vantagem adicional de garantir uma pressão sempre positiva na sucção evitando a escorva das bombas.

6.2 - ALTERNATIVA ESCOLHIDA

A alternativa escolhida para a captação de Pindoretama foi a tomada d'água da barragem por motivos justificados anteriormente

As bombas foram colocadas numa cota inferior a cota do eixo da tomada d'água. Esta cota é função da perda de carga na tubulação que liga a tomada d'água à estação de bombeamento, calculada no QUADRO 6.1

QUADRO 6.1 - DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE LIGAÇÃO ENTRE A TOMADA D'ÁGUA E AS BOMBAS

DIÂMETRO INTERNO	VAZÃO (l/s)	L (m)	RUGOSIDADE DO TUBO (m)	VELOCIDADE (m/s)	PERDA NO TRECHO (m.c.a)
500	154,27	80,00	0,0002	0,79	1,17

A locação da alternativa escolhida para a captação está na FIGURA 6.1

Os dados básicos da captação se encontram no QUADRO 6.2

QUADRO 6.2 - DADOS BÁSICOS DA CAPTAÇÃO	
DISTÂNCIA DA TOMADA D'ÁGUA A ELEVATORIA	80
COTA DO EIXO DA TOMADA D'ÁGUA	16,70
COTA DO EIXO DAS BOMBAS	15,33
COTA DO PISO DA ESTAÇÃO	14,73
NÍVEL MÍNIMO D'ÁGUA NA BARRAGEM (GARANTIA DE 90%)	17,30
CARGA HIDRÁULICA MÍNIMA NA SUCÇÃO	1,30
DIÂMETRO DO TUBO DE LIGAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA ÀS BOMBAS	500
PERDA DE CARGA NO TUBO DE LIGAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA ÀS BOMBAS	1,17

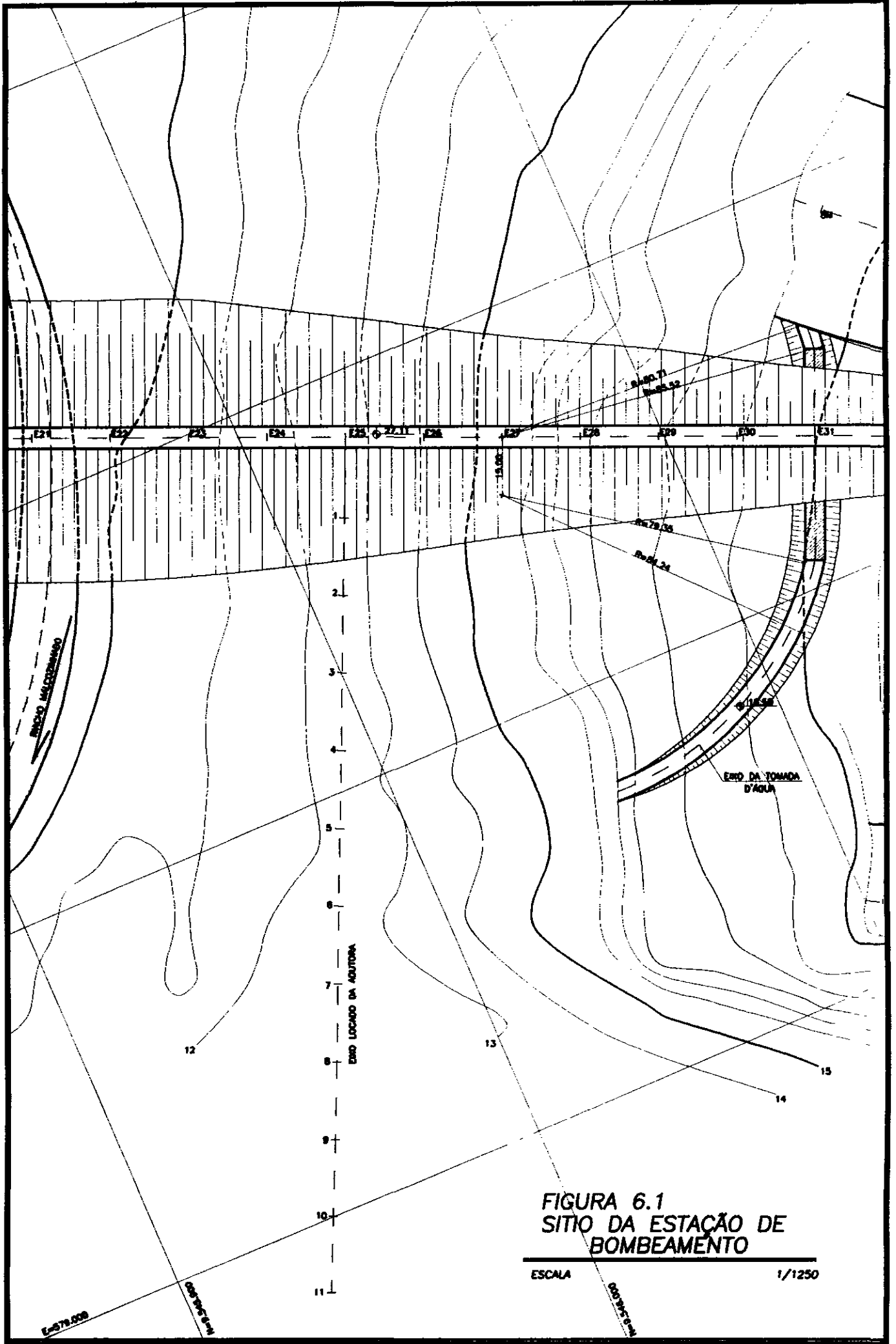


FIGURA 6.1
SITO DA ESTAÇÃO DE
BOMBEAMENTO

ESCALA

1/1250

000022



7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

7 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

7.1 - DESCRIÇÃO DA ESTAÇÃO

A estação elevatória para Pindoretama se constituirá de três bombas funcionando em paralelo com uma de reserva. A modulação (3+1 de reserva) foi escolhida devido ao fato do sistema atender a Indústria da Ypioca em Pindoretama. Duas das bombas atenderão a Ypioca que consumirá 400 m³/h (111 l/s) a terceira bomba será para o abastecimento da cidade.

Optou-se por instalar todas as bombas imediatamente, bombeando a vazão total desde o início até o 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.

O QUADRO 7.1 mostra os dados básicos da estação elevatória.

O ANEXO 7.1 apresenta a curva das bombas selecionadas.

QUADRO 7.1 - DADOS BÁSICOS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
VAZÃO TOTAL (l/s)	154,27
VAZÃO POR BOMBA (l/s)	51,42
ALTURA MANOMÉTRICA (m)	110,70
MODELO	WORTHINGTON 125 NM 1c
NUMERO DE ESTÁGIOS	4
Nº DE CONJUNTOS MOTOBOMBA	3 (+1 de reserva)
RENDIMENTO (%)	70
NPSH (m)	2,5
POTÊNCIA DOS MOTORES (CV)	125
ROTAÇÃO (rpm)	1 775

A casa de bombas deverá ter espaço suficiente para acomodar as bombas e quadros de comando dos motores e será dotada de um ambiente para escritório

O acesso à casa de bombas será feito por caminhos de serviço que serão abertos na ocasião das construção da barragem Mal Cozinhado

A planta baixa da estação elevatória com o arranjo dos grupo motobombas está apresentada na FIGURA 7 1

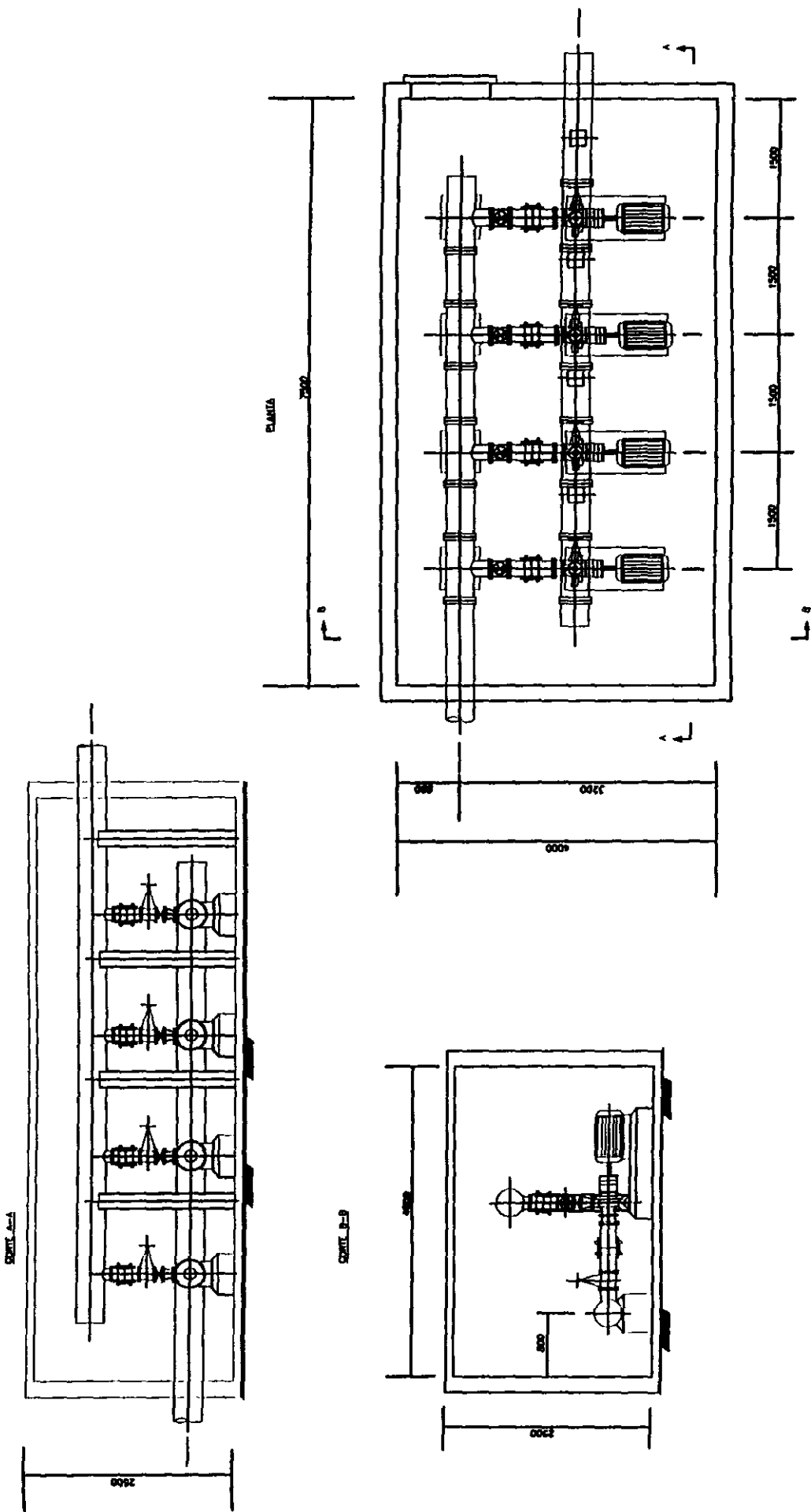
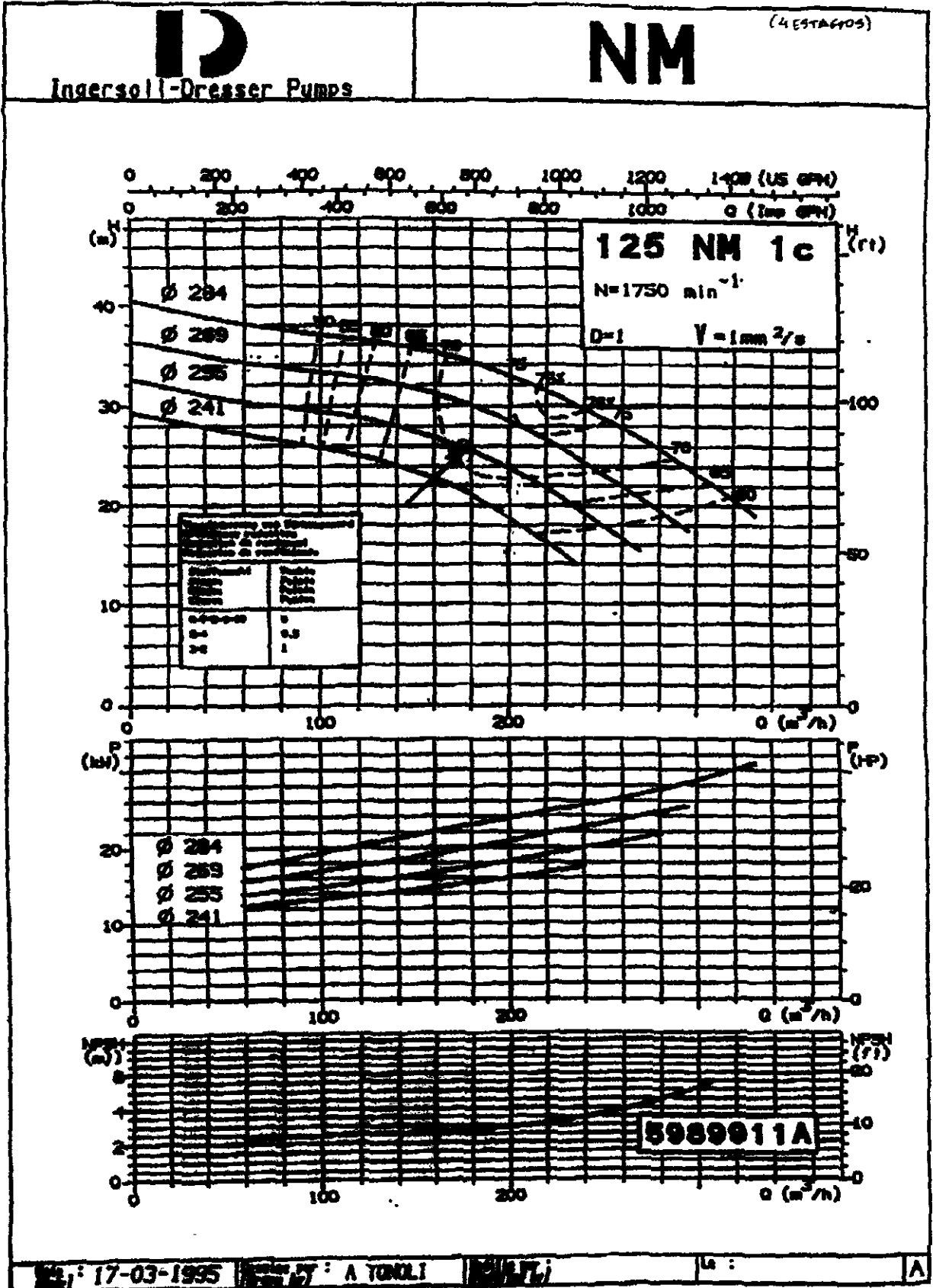


FIGURA 7.1
 ESTAÇÃO DE BOMBAMENTO
 ESCALA 1/75

--- DIMENSÕES EM MILÍMETRO, EXCETO ONDE INDICADO

920026





8 - SISTEMA ADUTOR

8 - SISTEMA ADUTOR

8.1 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA ADUTOR

O sistema adutor para abastecimento de água de Pindoretama é composto de dois trechos. O primeiro trecho vai da estação elevatória até a ETA de Pindoretama. Neste trecho a vazão aduzida é a da cidade e a da Indústria Ypioca. Neste ponto haverá uma derivação para a ETA e a adutora segue até a indústria com a vazão reduzida.

A FIGURA 8.1 apresenta o esquema do sistema de adução para Pindoretama.

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 Pindoretama, 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\$ 4.561,57

8.7 - RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO

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

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

DIÂMETROS (mm)	CUSTO DE TUBO	CUSTO DE ENERGIA	CUSTO TOTAL	DIÂMETROS (mm)	CUSTO DE TUBO	CUSTO DE ENERGIA	CUSTO TOTAL
300/300	1 209 351,20	1 923 506,58	3 132 857,78	450/300	2 787 464,00	610 486,25	3 397 950,25
<u>350/300</u>	<u>1.892.959,20</u>	<u>1.092.098,39</u>	<u>2.985.157,59</u>	450/350	2 901 854,00	519 582,98	3 421 436,98
400/300	2 242 159,20	762 012,78	3 004 171,98	450/400	2 987 757,20	472 827,88	3 460 585,08
350/350	2 179 254,00	991 595,13	3 170 849,13	450/450	3 079 613,60	451 285,96	3 530 899,56
400/350	2 528 454,00	671 199,95	3 199 653,95	500/450	3 458 613,60	375 130,48	3 833 744,08
400/400	2 614 357,20	624 393,62	3 238 750,82	500/500	3 551 847,60	364 280,95	3 916 128,55

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 tríplice 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 travessias 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 nas 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.

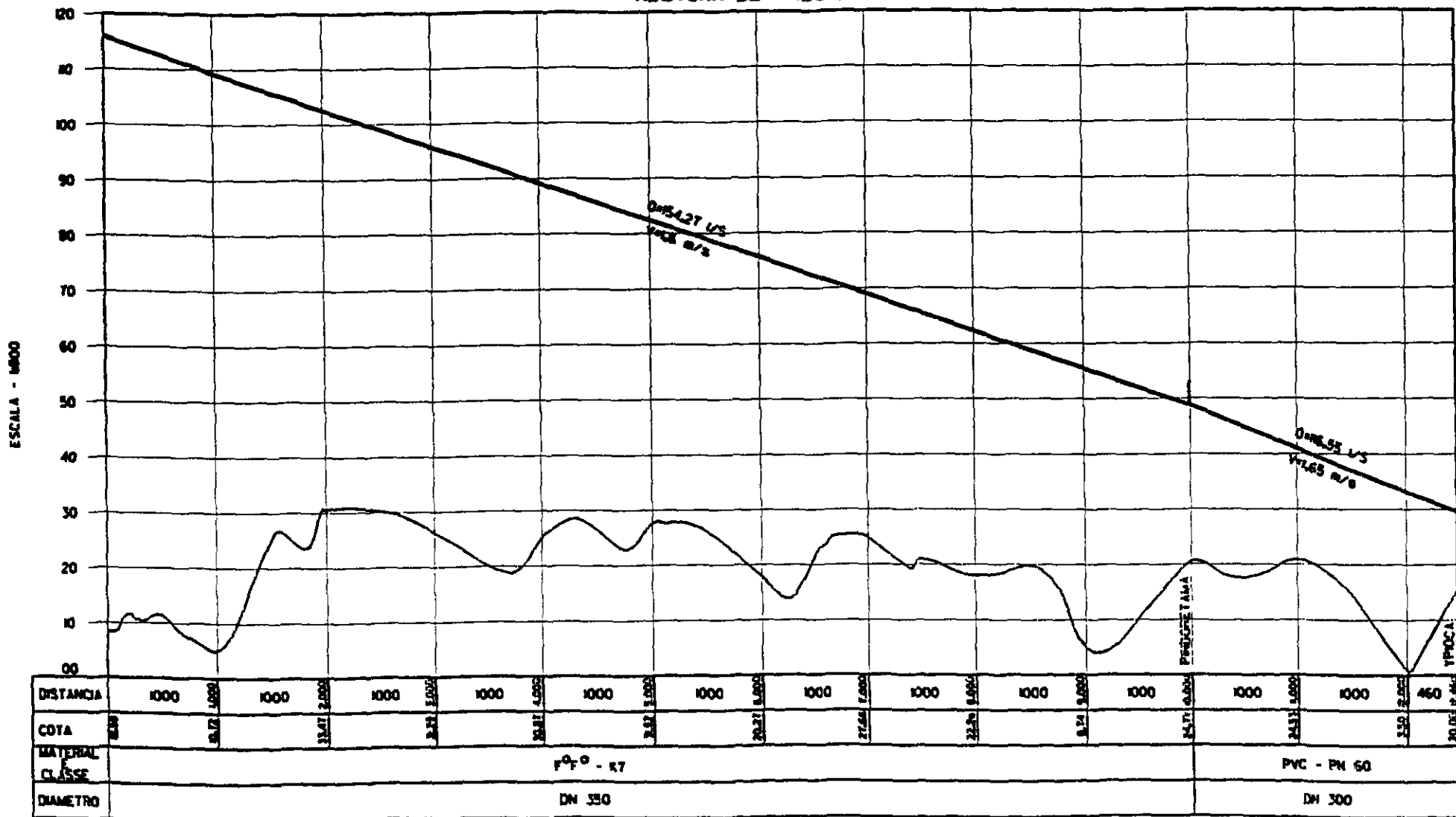
O detalhe da ancoragem e envelopamento se encontra no ANEXO 8 1

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.

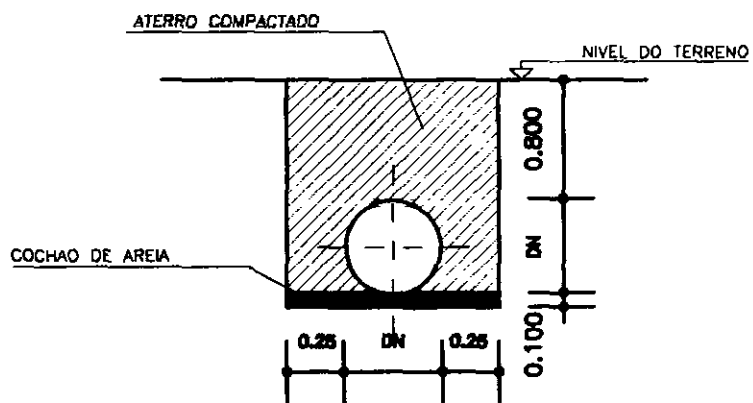
O detalhe tipo das travessias encamisadas sob rodovias está no ANEXO 8 1

ADUTORA DE PINDORETAMA



ESCALA - 1:40.000

000037



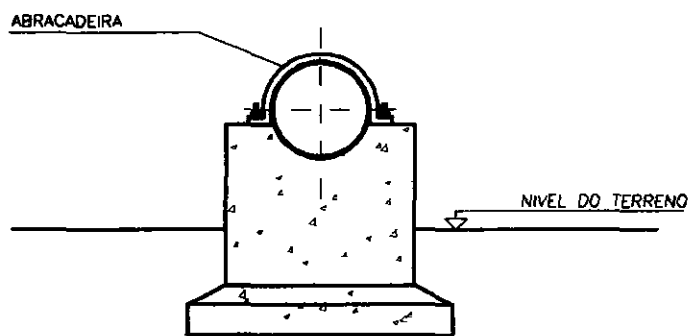
CORTE TRANSVERSAL

SEÇÃO TIPO DA VALA

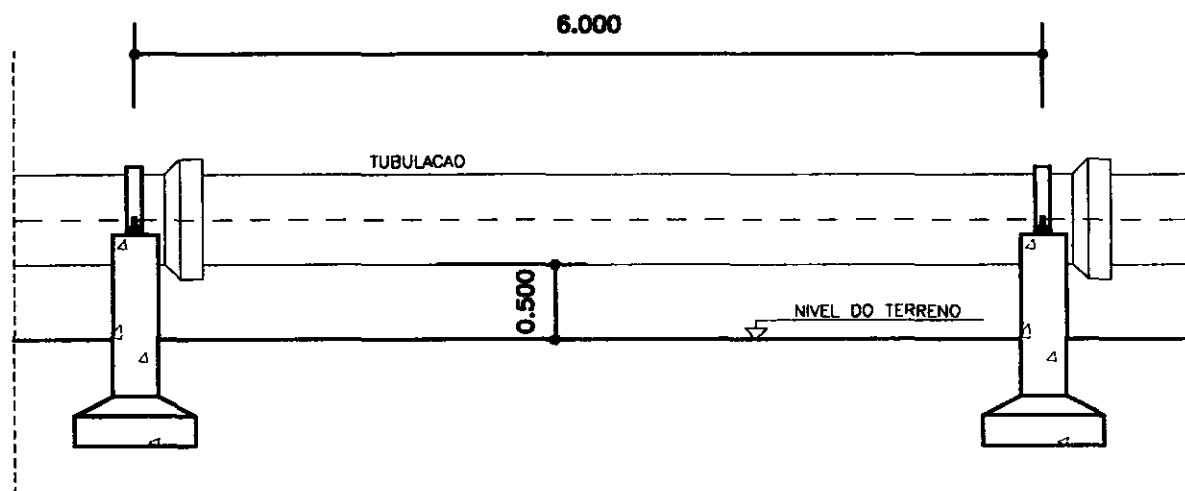
ESCALA

1/50

000038



CORTE TRANSVERSAL



CORTE LONGITUDINAL

**DETALHE DOS PILARETES
NA TUBULAÇÃO ÁEREA**

ESCALA

1/50

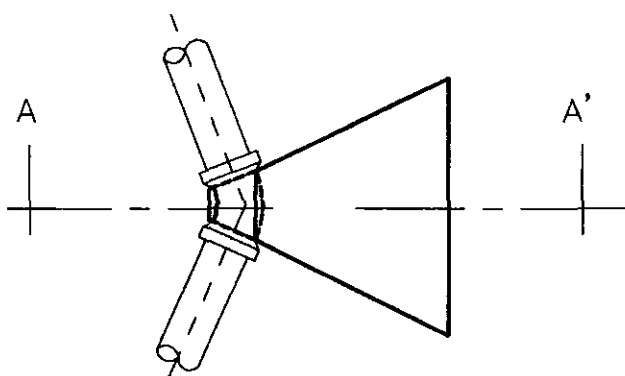
600059



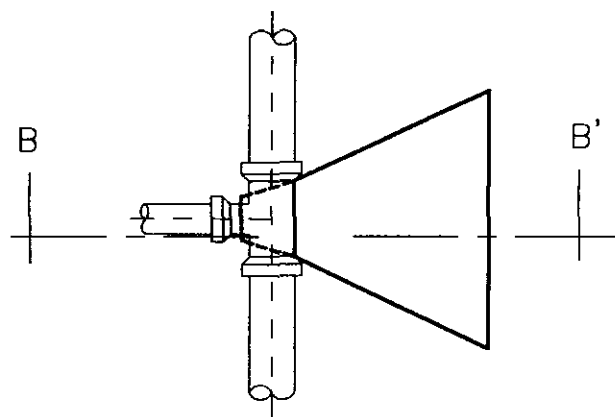
CORTE - A-A'



CORTE - B-B'



PLANTA BAIXA



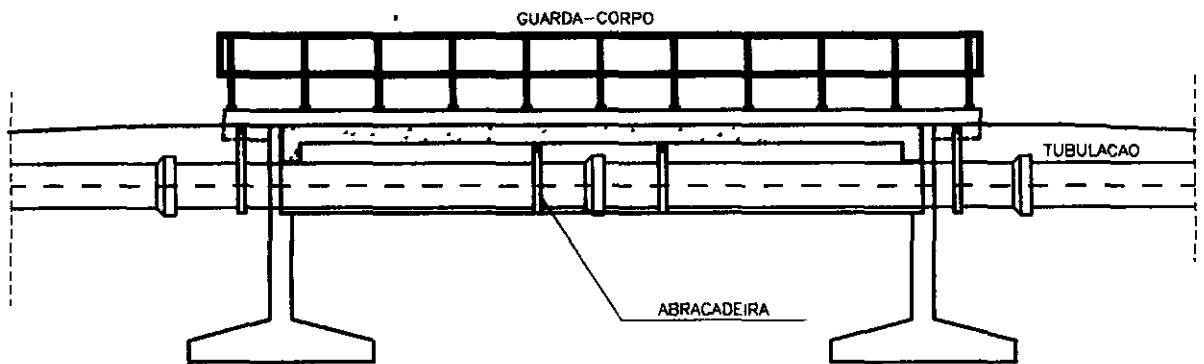
PLANTA BAIXA

BLOCO DE ANCORAGEM

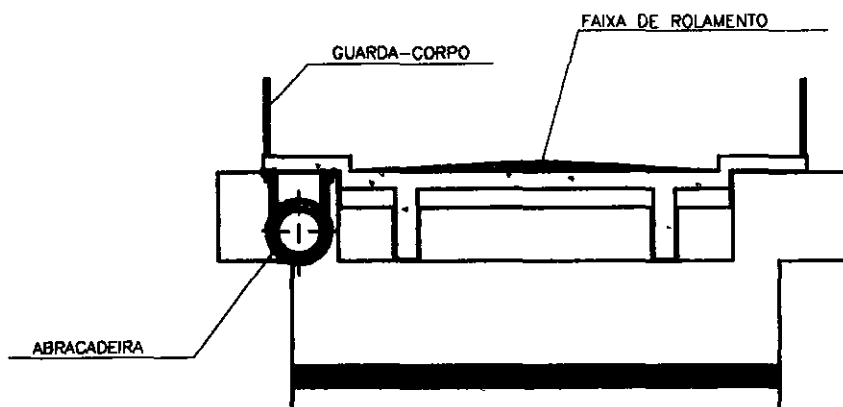
ESCALA

1/50

600040



CORTE LONGITUDINAL



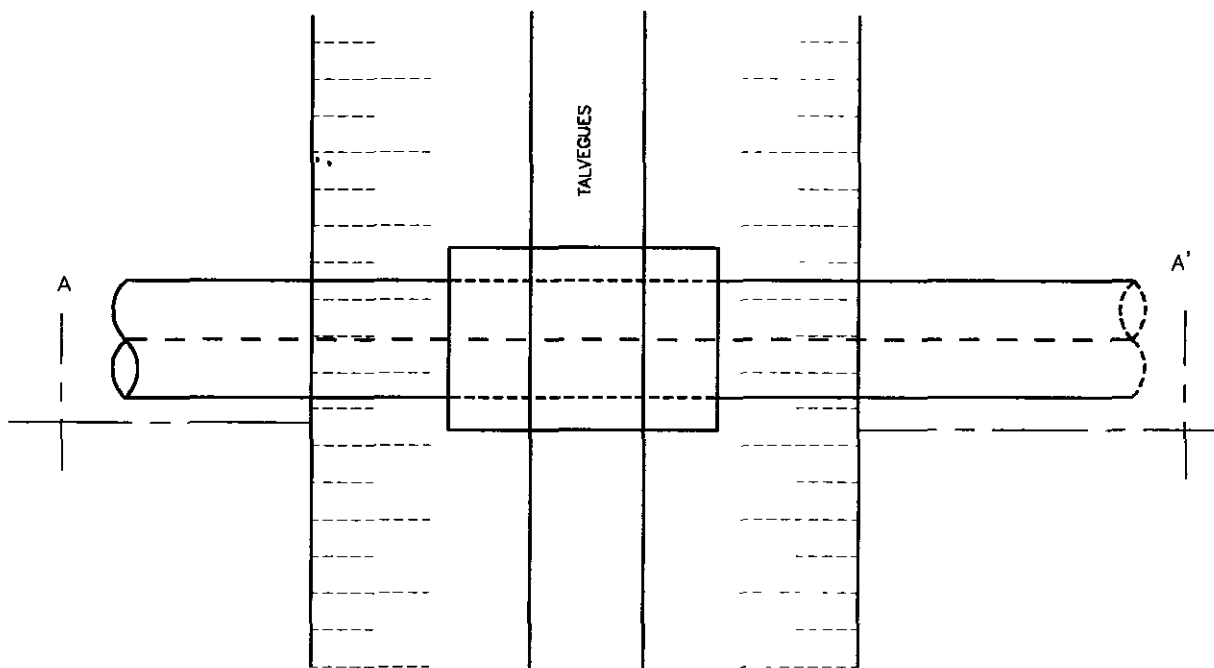
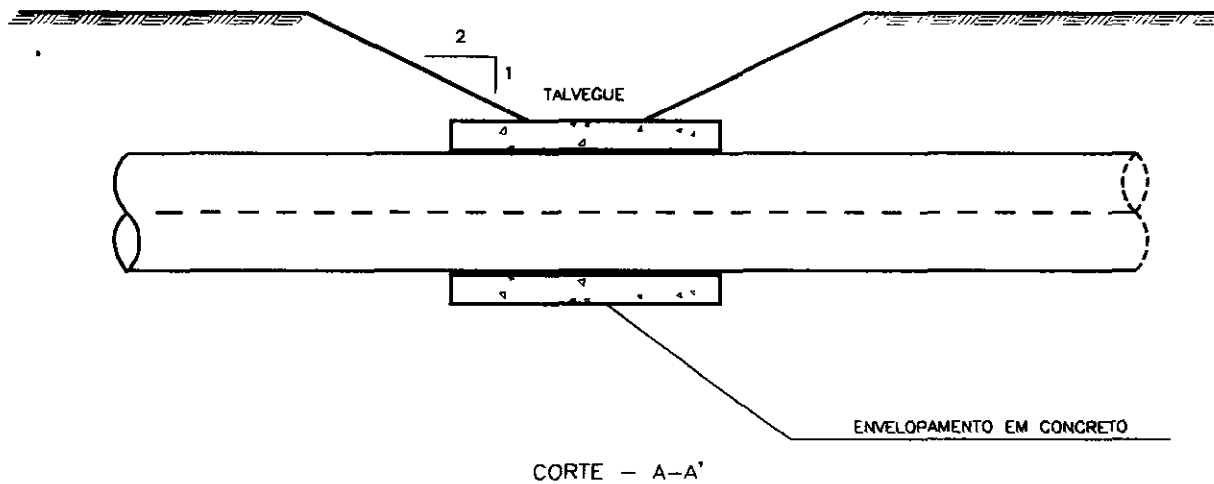
CORTE TRANSVERSAL

DETALHE DA TUBULAÇÃO SOB PONTE

ESCALA

1/100

000041



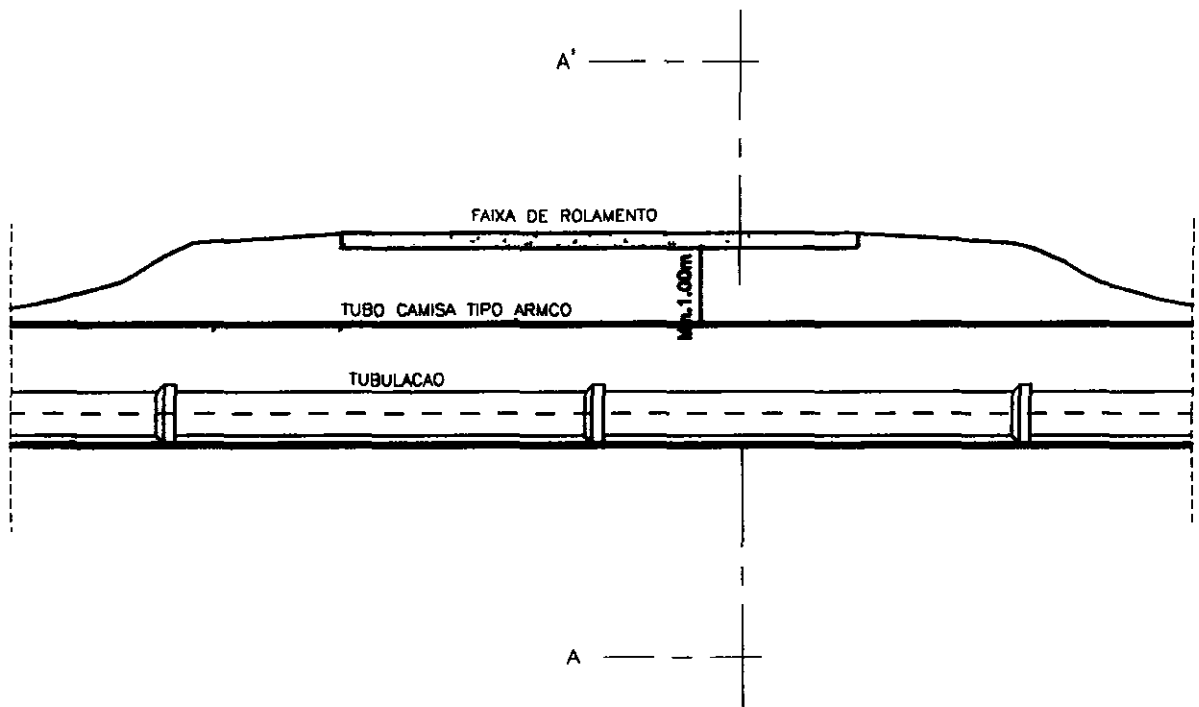
PLANTA BAIXA

TRAVESSIA SOB TALVEGUES

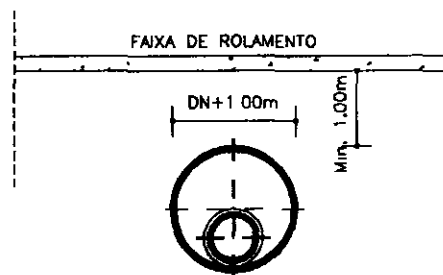
ESCALA

1/100

600042



CORTE LONGITUDINAL



CORTE - A-A'

TRAVESSIA SOB RODOVIAS

ESCALA

1/100

690043

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA PINDORETAMA

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						8	200,48	194,98					
EB - PINDORET.	300	154,27	10.000,00	2,18	149,30	25	51,17	26,17					
PINDORET.-YPIOCA	300	116,55	2.460,00	1,65	21,17	20	30,00	10,00	421,68	1.209.351,20	6.000 m FoFo 3.800 m PN80 600 m PN60 2.460 m PN60	1.923.506,58	3.132.857,78
EB						8	116,20	110,70					
EB - PINDORET.	350	154,27	10.000,00	1,60	67,41	25	48,79	23,79			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	300	116,55	2.460,00	1,65	18,79	20	30,00	10,00	239,41	1.892.959,20	2.460m PN 60	1.092.098,39	2.985.057,59
EB						8	82,74	77,24					
EB - PINDORET.	400	154,27	10.000,00	1,23	33,95	25	48,79	23,79			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	300	116,55	2.460,00	1,65	18,79	20	30,00	10,00	167,05	2.242.159,20	2.460 m PN50	762.012,78	3.004.171,98
EB						8	106,01	100,51					
EB - PINDORET.	350	154,27	10.000,00	1,60	67,41	25	38,60	13,60			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	350	116,55	2.460,00	1,21	8,60	20	30,00	10,00	217,38	2.179.254,00	2.460m PN50	991.595,13	3.170.849,13

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA PINDORETAMA

TRECHO	DN	Q(l/s)	L(m)	V(m/s)	PERDA (mca)	COTA DO TERRENO	COTA PIEZOMÉTRICA	PRESSÃO DISPONÍVEL	POTÊNCIA (kW)	CUSTO			
										PREÇO	COMPOSIÇÃO	ENERGIA	TOTAL
EB						8	73,54	68,04					
EB - PINDORET.	400	154,27	10.000,00	1,23	33,95	25	39,59	14,59					
PINDORET.-YPIOCA	350	116,55	2.460,00	1,21	9,59	20	30,00	10,00	147,14	2.528.454,00	2.460 m FePo	671.199,95	3.199.653,95
EB						8	68,79	63,29					
EB - PINDORET.	400	154,27	10.000,00	1,23	33,95	25	34,84	9,84			10.000 m FePo		
PINDORET.-YPIOCA	400	116,55	2.460,00	0,93	4,84	20	30,00	10,00	136,88	2.614.357,20	2.460 m FePo	624.393,62	3.238.750,82
EB						8	67,38	61,88					
EB - PINDORET.	450	154,27	10.000,00	0,97	18,59	25	48,80	23,80			10.000 m FePo		
PINDORET.-YPIOCA	300	116,55	2.460,00	1,65	18,80	20	30,00	10,00	133,83	2.787.464,00	2.460 m FePo	610.486,25	3.397.950,25
EB						8	58,17	52,67					
EB - PINDORET	450	154,27	10.000,00	0,97	18,58	25	39,58	14,58			10.000 m FePo		
PINDORET.-YPIOCA	350	116,55	2.460,00	1,21	9,58	20	30,00	10,00	113,90	2.901.854,00	2.460 m FePo	519.582,98	3.421.436,98

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA PINDORETAMA

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						8	53,43	47,93					
EB-PINDORET.	450	154,27	10.000,00	0,97	18,59	25	34,84	9,84					
PINDORET.-YPIOCA	400	116,55	2.460,00	0,93	4,84	20	30,00	10,00	103,65	2.987.757,20	10.000 m FoFo	472.827,88	3.460.585,08
											2.460 m FoFo		
EB						8	51,24	45,74					
EB-PINDORET.	450	154,27	10.000,00	0,97	18,59	25	32,66	7,66			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	450	116,55	2.460,00	0,73	2,66	20	30,00	10,00	98,93	3.079.613,60	2.460 m FoFo	451.285,96	3.530.899,56
EB						8	43,52	38,02					
EB-PINDORET.	500	154,27	10.000,00	0,79	10,87	25	32,66	7,66			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	450	116,55	2.460,00	0,73	2,66	20	30,00	10,00	82,24	3.458.613,60	2.460 m FoFo	375.130,48	3.833.744,08
EB						8	42,43	36,93					
EB-PINDORET.	500	154,27	10.000,00	0,79	10,87	25	31,56	6,56			10.000 m FoFo		
PINDORET.-YPIOCA	500	116,55	2.460,00	0,59	1,56	20	30,00	10,00	79,86	3.551.847,60	2.460 m FoFo	364.280,95	3.916.128,55

ESTUDO ECONÔMICO DA ADUTORA PINDORETAMA

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	65,3	92,61

ENERGIA (R\$/kW)

CUSTO ANUAL DE ENERGIA 4 561,57

DADOS ECONÔMICOS

TAXA ANUAL DE JUROS 8%

PERIODO (ANOS) 20

RENDIMENTO DA BOMBA 70

CUSTO DE ENERGIA COM BOMBEAMENTO - PINDORETAMA

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 (RS/kW)	DEMANDA (RS/kW)	TOTAL (RS/kW)	ATUALIZADO (RS/kW)
1997	141,28	21,98	8 022	0	0	4 736	3.286	267,16	179,40	446,56	413,48
1998	141,83	22,06	8 053	0	0	4 767	3 286	268,24	179,40	447,64	383,78
1999	142,38	22,15	8 085	0	0	4 799	3 286	269,36	179,40	448,76	356,24
2000	142,95	22,24	8 117	0	0	4 831	3.286	270,48	179,40	449,88	330,67
2001	143,52	22,33	8.149	0	0	4 863	3 286	271,60	179,40	451,00	306,94
2002	144,11	22,42	8 183	0	0	4 897	3.286	272,79	179,40	452,19	284,95
2003	144,71	22,51	8.216	0	0	4 930	3.286	273,94	179,40	453,34	264,52
2004	145,31	22,61	8.251	0	0	4.965	3.286	275,16	179,40	454,56	245,59
2005	145,93	22,70	8.286	0	0	5 000	3.286	276,39	179,40	455,79	228,01
2006	146,56	22,80	8.322	0	0	5 036	3 286	277,65	179,40	457,05	211,70
2007	147,20	22,90	8 358	0	0	5 072	3 286	278,91	179,40	458,31	196,56
2008	147,85	23,00	8 395	0	0	5 109	3 286	280,20	179,40	459,60	182,51
2009	148,51	23,10	8 433	0	0	5 147	3 286	281,53	179,40	460,93	169,48
2010	149,19	23,21	8 471	0	0	5 185	3 286	282,86	179,40	462,26	157,38
2011	149,88	23,32	8 510	0	0	5 224	3 286	284,22	179,40	463,62	146,15
2012	150,58	23,43	8 550	0	0	5 264	3 286	285,62	179,40	465,02	135,73
2013	151,29	23,54	8 590	0	0	5 304	3 286	287,02	179,40	466,42	126,06
2014	152,01	23,65	8 631	8	6	4 601	3 286	263,43	179,40	442,83	110,82
2015	152,75	23,76	8 673	168	122	4 601	3 286	283,17	179,40	462,57	107,18
2016	153,50	23,88	8 716	336	240	4 601	3 286	303,64	179,40	483,04	103,63
2017	154,27	24	8 760	509	364	4 601	3 286	324,88	179,40	504,28	100,18
TOTAL										4.561,57	



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

Para a ampliação do sistema é necessário um filtro com vazão $110 \text{ m}^3/\text{h}$ que será interligado ao filtro existente cuja capacidade é de $40 \text{ m}^3/\text{h}$. A retrolavagem dos filtros será feita pelo reservatório elevado

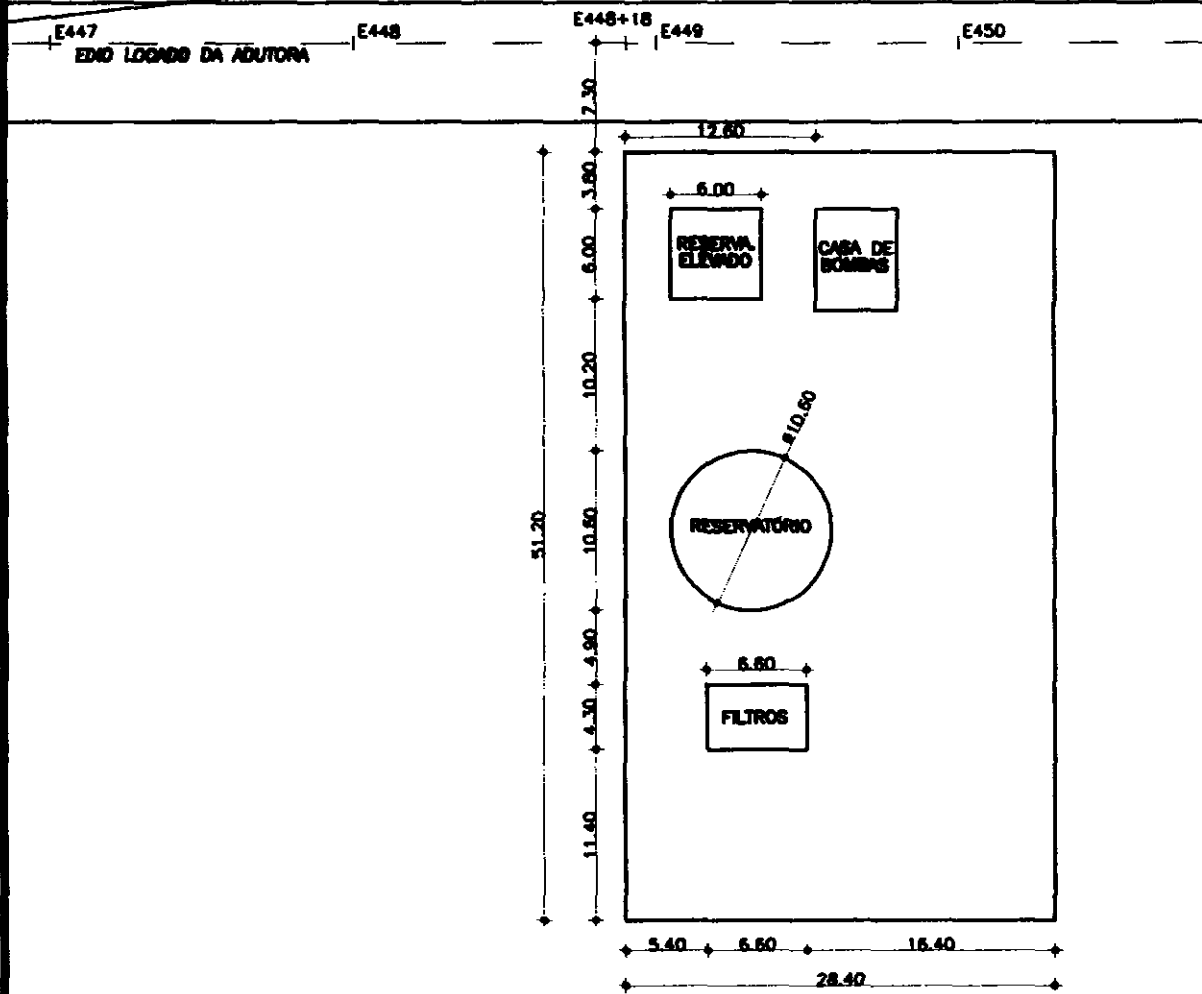
9.2 - RESERVATÓRIOS

O reservatório elevado não será ampliado. A reserva necessária ao sistema será complementada com a construção de outro reservatório apoiado de forma que o volume total armazenado seja de $1/5$ do consumo diário para final de plano (20 anos)

Desta forma temos

- Vazão de final de plano = $41,21 \text{ l/s}$
- Volume de armazenamento necessário ($1/5$ do abastecimento diário). 750 m^3
- Reservatório elevado existente 200 m^3
- Reservatório apoiado existente 250 m^3
- Volume necessário do reservatório apoiado a ser construído. 300 m^3

23



LOCAÇÃO DA ESTAÇÃO DE
TRATAMENTO - ETA

ESCALA

1/500

000051