

GOVERNO DO ESTADO



**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, CADASTRO E PLANO**  
**DE APROVEITAMENTO DA BARRAGEM**  
**FLOR DO CAMPO E DA ADUTORA**  
**DE NOVO ORIENTE**

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA FLOR DO CAMPO -**  
**NOVO ORIENTE**

**RELATÓRIO DOS ESTUDOS DE CONCEPÇÃO**



**FORTALEZA**

**FEVEREIRO/97**

**0183/05/A**

Lote 01892 - Prep ( ) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 183/05/A  
Volume \_\_\_\_\_  
Qtd A4 \_\_\_\_\_ Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

0183/05/A



**APRESENTAÇÃO**

---

000003

## APRESENTAÇÃO

Este documento, elaborado no âmbito do contrato firmado entre a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará e a VBA CONSULTORES LTDA, conforme Carta Convite nº 11/PROURB-CE/COGERH/96, constitui o terceiro Relatório para Elaboração do Projeto Executivo da Adutora Flor do Campo - Novo Oriente, referente aos Estudos Básicos Complementares compreendendo os Estudos Topográficos, Hidrológicos e Investigações Geológicas - Geotécnicas. A elaboração do Projeto Executivo foi dividida em 4 (quatro) etapas, em função da definição dada nos termos de referência e, assim especificadas:

- 1ª etapa - Relatório dos Estudos de Alternativas de Traçado e Estudos Básicos (entregue),
- 2ª etapa - Relatório dos Estudos Básicos Complementares (entregue), OK!
- 3ª etapa - Relatório dos Estudos de Concepção (o presente relatório),
- 4ª etapa - Relatório Geral .



---

**ÍNDICE**

000005

## ÍNDICE

	PÁGINA
<b>APRESENTAÇÃO</b>	
<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	03
1 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM	04
1 2 - SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO	04
1 3 - SINÓPSE CLIMÁTICA	04
<b>2 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO</b>	07
2 1 - OBJETIVOS DO ESTUDO	08
2 2 - DADOS E PARÂMETROS DE PROJETO	08
2 2 1 - DADOS DEMOGRÁFICOS	09
2 2 2 - PARÂMETROS DE PROJETO	09
2 2 3 - MANANCIAL	11
2 3 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO	13
2 3 1 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO	13
2 3 2 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO	17
2 3 2 1 - Considerações Gerais	17
2 3 2 2 - Descrição Sumária das Alternativas	18
2 3 2 3 - Consolidação e Comparação dos Custos das Alternativas	33
2 4 - TRATAMENTO	40
2 5 - RESERVAÇÃO	42
2 6 - ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	42



## 1 - INTRODUÇÃO

000007

## 1.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO AO LOCAL DA BARRAGEM

O açude Flor do Campo está localizado na bacia do rio Poti, barrando o rio de mesmo nome e distando aproximadamente 16,0 km da sede do município de Novo Oriente

O acesso ao local da obra se faz, a partir de Fortaleza pela rodovia BR-020 até a localidade de Cruzeta no quilômetro 257 da referida BR. Neste povoado, toma-se a direção oeste pela BR-226 e percorre-se 92 km até Crateús, desta, segue-se pela CE-075 e a 43 km chega-se à sede do município de Novo Oriente. O eixo do barramento encontra-se aproximadamente 16,0 km a sudoeste de Novo Oriente.

Outro trajeto pode ser feito, partindo-se de Fortaleza pela rodovia BR-020 até a cidade de Canindé. Neste ponto, no quilômetro 105 da citada rodovia, inflete para a direita pela CE-257 até a cidade de Santa Quitéria, onde toma-se a esquerda pela CE-176 até a cidade de Tamboril. A partir desta cidade, segue-se em frente, pela CE-266 até a cidade de Crateús, de onde o trajeto continua igual ao descrito anteriormente.

A cidade de Novo Oriente localiza-se na região Oeste do Estado do Ceará, distando aproximadamente 393 de Fortaleza.

O acesso ao local do barramento, que será construído no rio Poti, na localidade de Almas, se faz atualmente, através de estrada carroçável com péssimas condições de tráfego na estação chuvosa. O mapa de localização e acesso ao barramento é mostrado na figura 1.

## 1.2 - SITUAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO

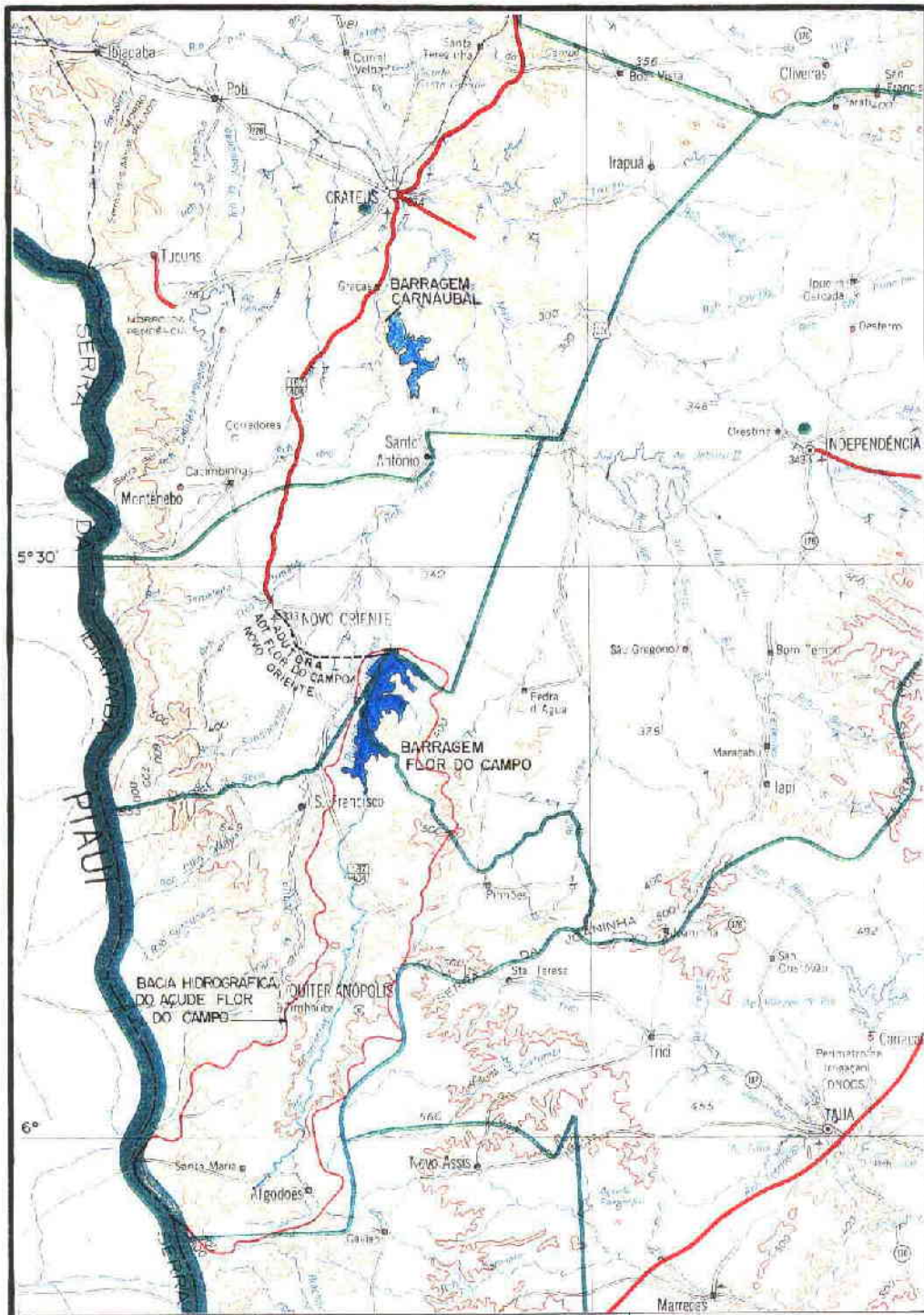
O município de Novo Oriente foi criado em 1957 e encontra-se localizado na Região Oeste do Estado do Ceará com uma área de 1.249 km<sup>2</sup>. Apresenta os seguintes limites:

- Norte: Crateús,
- Sul: Independência e Quitériaopolis,
- Leste: Independência,
- Oeste: Estado do Piauí

## 1.3 - SINÓPSE CLIMÁTICA

O resumo dos parâmetros climáticos que caracterizam a bacia é apresentado, a seguir:

• pluviosidade média anual (1912 - 1988)	612,0 mm
• semestre mais chuvoso (dez/mai)	584,7 mm
• trimestre mais chuvoso (fev/abr)	438,7 mm
• bimestre mais chuvoso (mar/abr)	324,5 mm
• mês mais chuvoso (mar)	192,4 mm
• temperatura anual média	27,0 °C
• média das temperaturas mínimas	22,0 °C
• média das temperaturas máximas	33,2 °C



**FIGURA 1**  
**BARRAGEM FLOR DO CAMPO**  
**MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO**  
 000009 ESCALA: 1/500.000



• umidade relativa média	59,3 %
• mês de maior umidade relativa (abr)	79,4 %
• mês de menor umidade relativa (out)	42,8 %
• insolação anual média	2 498,5 h
• evaporação anual do tanque classe "A"	3 268,1 mm

O regime dos ventos na região é caracterizado por valores não muito elevados, com média anual de 3 m/s. A direção sudeste é dominante durante a maior parte do ano.



## 2 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

000011

## 2.1 - OBJETIVOS DO ESTUDO

A cidade de Novo Oriente, com uma população urbana de 12 357 habitantes, em 1996, apresenta um nível de abastecimento de água bastante precário, que se torna mais crítico nos períodos de estiagem devido a baixa capacidade de armazenamento do atual manancial de abastecimento da cidade

A fonte hídrica utilizada resume-se a um poço amazonas, escavado ao lado da Lagoa do Tigre que se encontra localizada na zona urbana, a uma distância de 785 m do reservatório de distribuição construído na zona central da cidade

A partir da construção do açude Flor do Campo com capacidade de reservação de  $111,3 \times 10^6 \text{ m}^3$ , o problema de abastecimento da cidade terá uma solução definitiva

Buscou-se através do estudo de alternativas a solução mais adequada para resolver definitivamente o problema de abastecimento d'água da cidade de Novo Oriente, considerando-se as seguintes premissas

- a total substituição do atual sistema de captação e adução, utilizando-se exclusivamente o açude Flor do Campo, a ser construído,
- a população a ser beneficiada abrangerá o horizonte de 20 anos, correspondente ao ano 2016,
- o sistema de tratamento utilizado que é bastante precário, sendo feito apenas a desinfecção com hipoclorito de sódio através de um dosador de nível constante e de um filtro ligado ao poço amazonas, será totalmente substituído por um sistema de filtração de fluxo ascendente, tipo filtro russo e uma casa de química, compreendendo o depósito de produtos químicos, tanque de mistura, um pequeno laboratório para controle do tratamento, a estação elevatória de lavagem dos filtros e instalações sanitárias para o pessoal da operação e manutenção do sistema

## 2.2 - DADOS E PARÂMETROS DE PROJETO

No quadro I, a seguir, apresentam-se os dados censitários de 1960 a 1991 com a evolução da população urbana e rural, e também a projeção da população urbana até o ano de 2016, horizonte do projeto, considerando-se a taxa de crescimento de 5,96% a a , do período 1980 a 1991

**QUADRO 1**  
**População do Município e da Cidade de Novo Oriente**

Ano	População Total da Sede Municipal (IBGE)	População Urbana da Sede Municipal (IBGE)	Taxa Média de Crescimento da População Urbana da Sede (%)	Projeção da População Urbana da Sede Municipal Considerando-se uma Taxa de Crescimento de 5,96% a.a.	Demanda de Água Bruta Necessária (ℓ/s)	% em Relação a Demanda Final
1950	-	-	-	-	-	-
1960	14 644	732	7,84	-	-	-
1970	17 361	1 557	12,13	-	-	-
1980	24 692	4 893	5,96	-	-	-
1991	26 318	9 251	-	-	-	-
1996	-	-	-	12 357	27,06	31,45
1997	-	-	-	13 091	28,64	33,29
2006	-	-	-	22 043	48,22	56,05
2011	-	-	-	29 443	64,41	74,87
2016	-	-	-	39 327	86,03	100,00

Observa-se que a taxa de crescimento da população da cidade de Novo Oriente é muito variável ao longo dos anos, porém razoavelmente elevada em relação a quase totalidade das cidades do Ceará, o que vem a indicar uma forte tendência de migração da população rural para a área urbana

## 2 2 2 - PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros adotados para o dimensionamento das unidades do Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Novo Oriente, estão apresentados, a seguir

- consumo “per capita” 150 ℓ/hab x dia
- coeficiente do dia de maior consumo  $K_1 = 1,20$
- coeficiente da hora de maior consumo  $K_2 = 1,50$
- coeficiente de abastecibilidade 90%
- perdas do tratamento 5%
- período de alcance 20 anos (ano 2016)
- período de funcionamento de fim de plano 24 horas/dia

Apresenta-se, a seguir, o quadro 2, contendo as séries evolutivas de população, demanda, vazões de projeto e volumes bombeados para o horizonte de atendimento de 20 anos e vida útil de 30 anos

**QUADRO 2**

**SERIES EVOLUTIVAS DE POPULAÇÃO, DEMANDA, VAZÕES DE PROJETO E VOLUMES BOMBEADOS PARA O HORIZONTE DE ATENDIMENTO DE 20 ANOS E VIDA ÚTIL DE 30 ANOS**

Etapas e Vazões	Ano	Evolução da População ate 2026	População Atendida pelo Projeto	Evolução da Demanda do Dia de Maior Consumo		Coeficiente de Abastecimento (%)	Demanda Humana Faturavel Vazão (AT) (l/s)	Vazão da Adutora a Implantar Vazão (AB) (l/s)	Volume anual Bombeado do Flor do Campo (m³ x 10³)	Volume anual Faturavel de Agua Tratada (m³ x 10³)
				Vazão (AT) (l/s)	Relativo ao ano 2016 (%)					
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1980	4 893	-							
	1991	9 251	-							
	1997	13 091	13 091	27,27	33,29	60,00	16,36	28,64	752,60	716,76
	1998	13 872	13 872	28,90	35,27	90,00	26,01	30,34	797,45	759,48
	1999	14 698	14 698	30,62	37,38	90,00	27,56	32,15	844,98	804,74
	2000	15 575	15 575	32,45	39,60	90,00	29,20	34,07	895,34	852,70
	2001	16 503	16 503	34,38	41,96	90,00	30,94	36,10	948,70	903,53
	2002	17 486	17 486	36,43	44,46	90,00	32,79	38,25	1 005,24	957,38
	2003	18 528	18 528	38,60	47,11	90,00	34,74	40,53	1 065,16	1 014,43
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA = 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2004	19 633	19 633	40,90	49,92	90,00	36,81	42,95	1 128,64	1 074,90
	2005	20 803	20 803	43,34	52,90	90,00	39,01	45,51	1 195,91	1 138,96
	2006	22 043	22 043	45,92	56,05	90,00	41,33	48,22	1 267,18	1 206,84
	2007	23 357	23 357	48,66	59,39	90,00	43,79	51,09	1 342,71	1 278,77
	2008	24 749	24 749	51,56	62,93	90,00	46,40	54,14	1 422,73	1 354,98
	2009	26 224	26 224	54,63	66,68	90,00	49,17	57,36	1 507,53	1 435,74
	2010	27 786	27 786	57,89	70,66	90,00	52,10	60,78	1 597,38	1 521,31
	2011	29 443	29 443	61,34	74,87	90,00	55,20	64,41	1 692,58	1 611,98
	2012	31 197	31 197	64,99	79,33	90,00	58,50	68,24	1 793,46	1 708,05
VAZÃO FORNECIDA POS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2013	33 057	33 057	68,87	84,06	90,00	61,98	72,31	1 900,35	1 809,85
	2014	35 027	35 027	72,97	89,07	90,00	65,68	76,62	2 013,61	1 917,72
	2015	37 114	37 114	77,32	94,38	90,00	69,59	81,19	2 133,62	2 032,02
	2016	39 327	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2017	41 670	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2018	44 154	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2019	46 785	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2020	49 574	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2021	52 529	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2022	55 659	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2023	58 977	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2024	62 492	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2025	66 216	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13
	2026	70 162	39 327	81,93	100,00	90,00	73,74	86,03	2 260,78	2 153,13

Arq\_EST\_POPU.XLS

<b>Dados e Parâmetros Básicos:</b>	
Consumo Percapta (l/hab/dia)	150,00
Dia de Maior Consumo	1,20
Hora de Maior Consumo	1,50
Perdas no Tratamento (%)	5,00
Taxa de Crescimento (%)	5,96

AB - Agua Bruta  
AT - Agua Tratada

1300014



### 2 2 3 - MANANCIAL

De acordo com os Estudos Hidrológicos, descrito detalhadamente no Relatório dos Estudos Hidrológicos da Barragem Flor do Campo, considerou-se como alternativa única de abastecimento da cidade de Novo Oriente, o açude Flor do Campo que será construído atendendo os objetivos do PROURB e que terá capacidade de armazenamento de  $111,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. A figura 2 mostra a curva Cota x Área x Volume do reservatório, cujas principais características são apresentadas, a seguir

- área da bacia hidrográfica 647,8 km<sup>2</sup>,
- área da bacia hidráulica 1 839 ha,
- capacidade de armazenamento  $111,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>,
- precipitação média anual 612 mm,
- vazão regularizável para irrigação 507 l/s com garantia de 90%,
- vazão regularizável para adutora 100 l/s com garantia de 100%,
- altura máxima da barragem 20,9 m,
- cota do coroamento 355,40,
- cota do N A<sub>MAX</sub> 353,70,
- cota do N A<sub>MÍN</sub> 340,50,
- cota da soleira do sangradouro 351,00

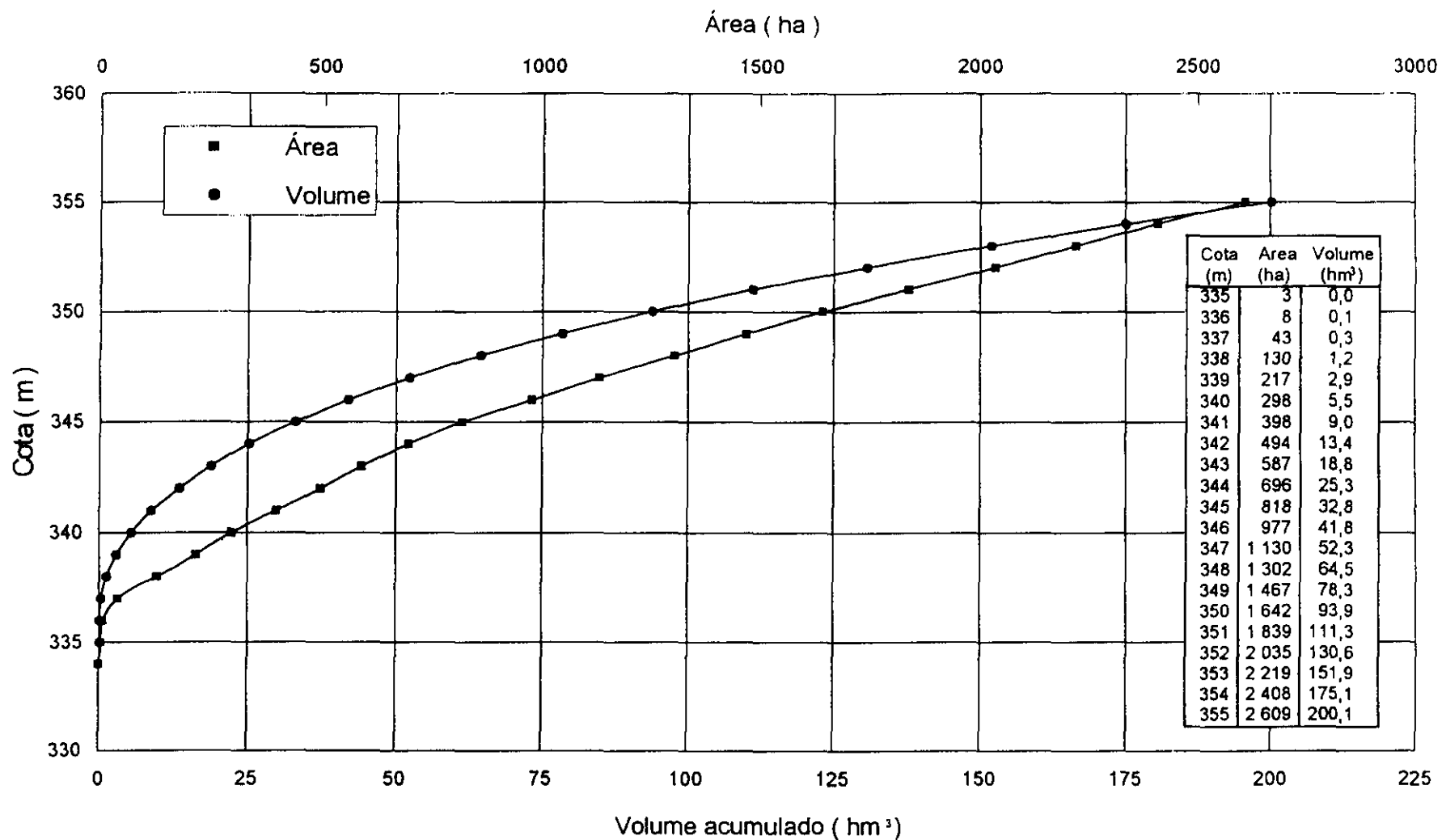


Figura 2 - Curva Cota vs. Área vs. Volume

000016

## 2 3 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO

### 2 3 1 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO

Para escolha do local da captação levou-se em consideração 03 (três) cotas de nível d'água no açude

- a cota de cheia máxima, ou seja, a cota da soleira do sangradouro (351,00) acrescida da altura da lâmina de 2,70 m que corresponde a cota 353,70, cujo volume atinge  $168.14 \times 10^6 \text{ m}^3$  e uma área inundada de 2 352 ha,
- a cota mínima operacional da tomada d'água (340,50) que corresponde a cota do volume morto de  $7,25 \times 10^6 \text{ m}^3$  e uma área inundada de 348 ha,
- a cota mínima minimorum de captação (337,00) que apresenta um volume de  $0.30 \times 10^6 \text{ m}^3$  e uma área inundada de 43 ha

Após a observação do traçado das curvas da “linha d'água” para os três níveis citados, fez-se a escolha do local levando-se em consideração as melhores condições topográficas para implantação do sistema de captação, principalmente em relação a extensão entre o barrilete e uma estação flutuante, de maneira a garantir o abastecimento e reduzir os custos de implantação das obras

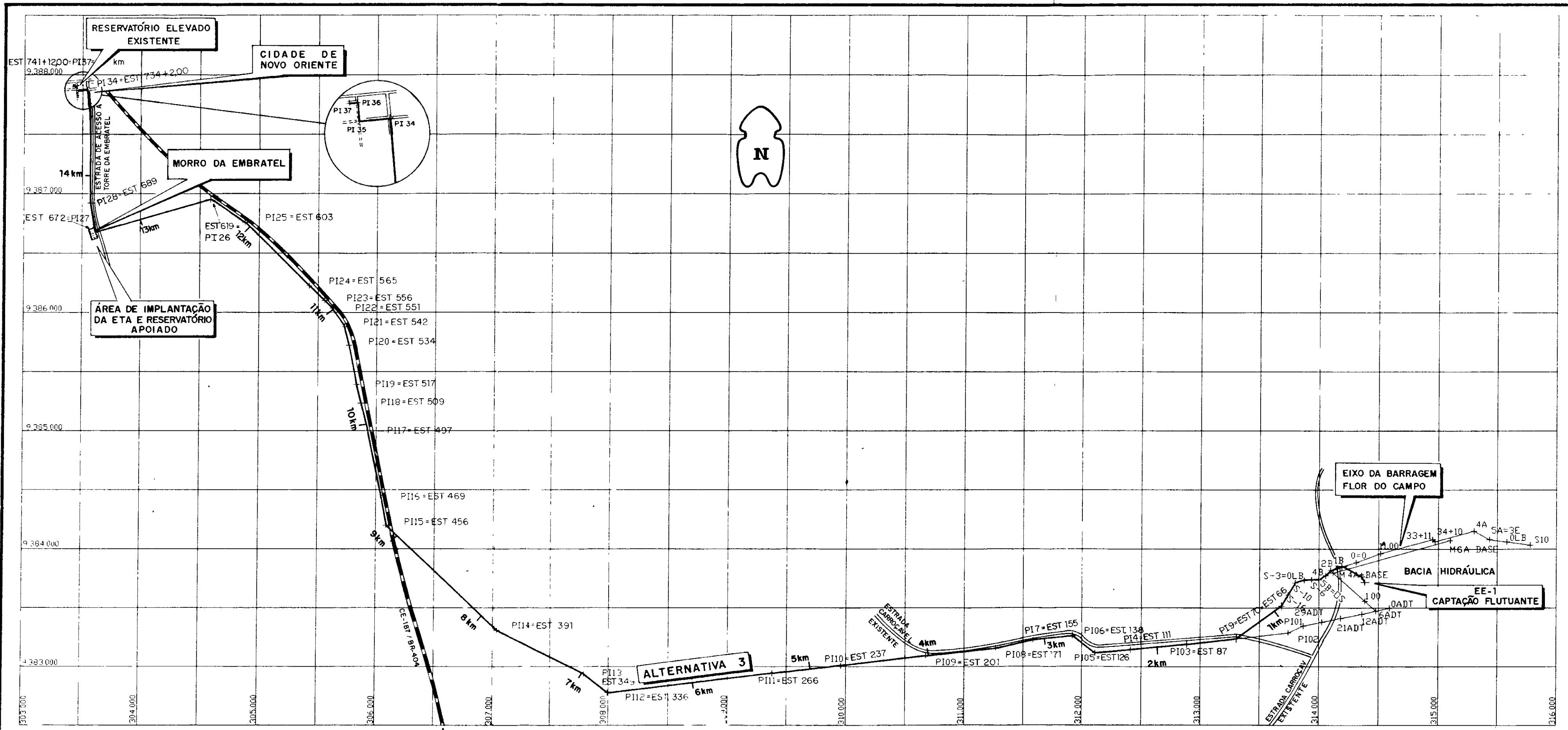
O nível da cheia máxima foi utilizado principalmente para definição do traçado da linha adutora, evitando-se que o caminhamento da mesma atingisse a área a ser inundada

Levando-se em consideração o nível do volume mínimo minimorum do açude e o nível do volume morto, foram traçadas 03 (três) alternativas de captação, denominadas de AC1, AC2 e AC3, conforme podem ser visualizadas na figura 3, na qual encontram-se, também plotadas, as curvas correspondentes aos diferentes níveis considerados. A seguir, descreve-se sucintamente cada uma das três alternativas

**ALTERNATIVA AC1** - a captação encontra-se localizada a uma distância aproximadamente de 4,70 km a montante do eixo da barragem principal. Neste local a topografia mostra-se pouco movimentada com declividade média relativamente pequena, da ordem de 1,75 m/km, acarretando concomitantemente, uma maior extensão para o trecho de tubulação flutuante, podendo atingir um comprimento superior a 400 m, além de ter pequena parte da tubulação de recalque, inclusive o barrilete, em cotas inferiores a curva de nível da cheia máxima, conforme pode ser visto na figura 3

Desse modo, a captação nesse local torna-se inviável do ponto de vista de operação e manutenção do sistema, além de ocasionar a redução da estabilidade do flutuante, bem como, da tubulação, ocasionado pelas ondas provocadas pelos ventos fortes que varrem a superfície da água





**FIGURA 5**  
**ADUTORA FLOR DO CAMPO**  
**TRAÇADO DA ALTERNATIVA 3 IMPLANTADA EM CAMPO MOSTRANDO**  
**O LOCAL DE CAPTAÇÃO E A ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DA ETA**  
 ESCALA - 1 / 25 000

ALTERNATIVA AC2 - esta alternativa é uma variante da alternativa AC1, estando localizada a uma distância aproximada de 4,0 km a montante do eixo da barragem principal. Apresenta problemas semelhantes à alternativa anterior, diferindo desta por apresentar uma menor extensão da tubulação flutuante da ordem de 300 m. As alternativas AC1 e AC2 consistem nos traçados alternativos preliminares, que foram locados em campo, antes de se dispor da planta da bacia hidráulica do açude, na escala 1 5 000, obtida posteriormente a partir de restituição aerofotográfica.

ALTERNATIVA AC3 - o local definitivo da captação, juntamente com o traçado inicial da adutora, foi redefinido após a análise das plantas elaboradas, na escala 1 5 000, plotando-se as curvas de níveis características do açude (N A soleira, N A médio operacional, N A mínimo operacional, N A mínimo mínimo)

Para a escolha do local foi levado em consideração a distância mínima possível entre o local inundado com a cheia máxima e o local do nível d'água quando no volume mínimo operacional, de maneira que se tornasse um sistema de captação simples e conseqüentemente de custos menos elevados, como consequência de redução do comprimento da tubulação flutuante, no caso de uma captação deste tipo. Com relação ao comprimento final da adutora, considerando-se as três alternativas, pode-se concluir que a alternativa AC3 aumenta, em apenas 60 m, o comprimento final da adutora, representando um aumento de custo mínimo para obtenção de um local de captação de solução técnica e economicamente viável. A experiência mostra que a solução do prolongamento da captação flutuante, quando do rebaixamento do nível de água do reservatório fragiliza o sistema, onerando a operação e a manutenção.

A figura 4 apresenta o diagrama da curva Cota x Área x Volume com os níveis, áreas inundadas e volumes característicos do local de captação selecionado.

**OBSERVAÇÃO** *os cálculos referentes às estações de bombeamento serão mostrados com detalhes no volume de memórias de cálculo*

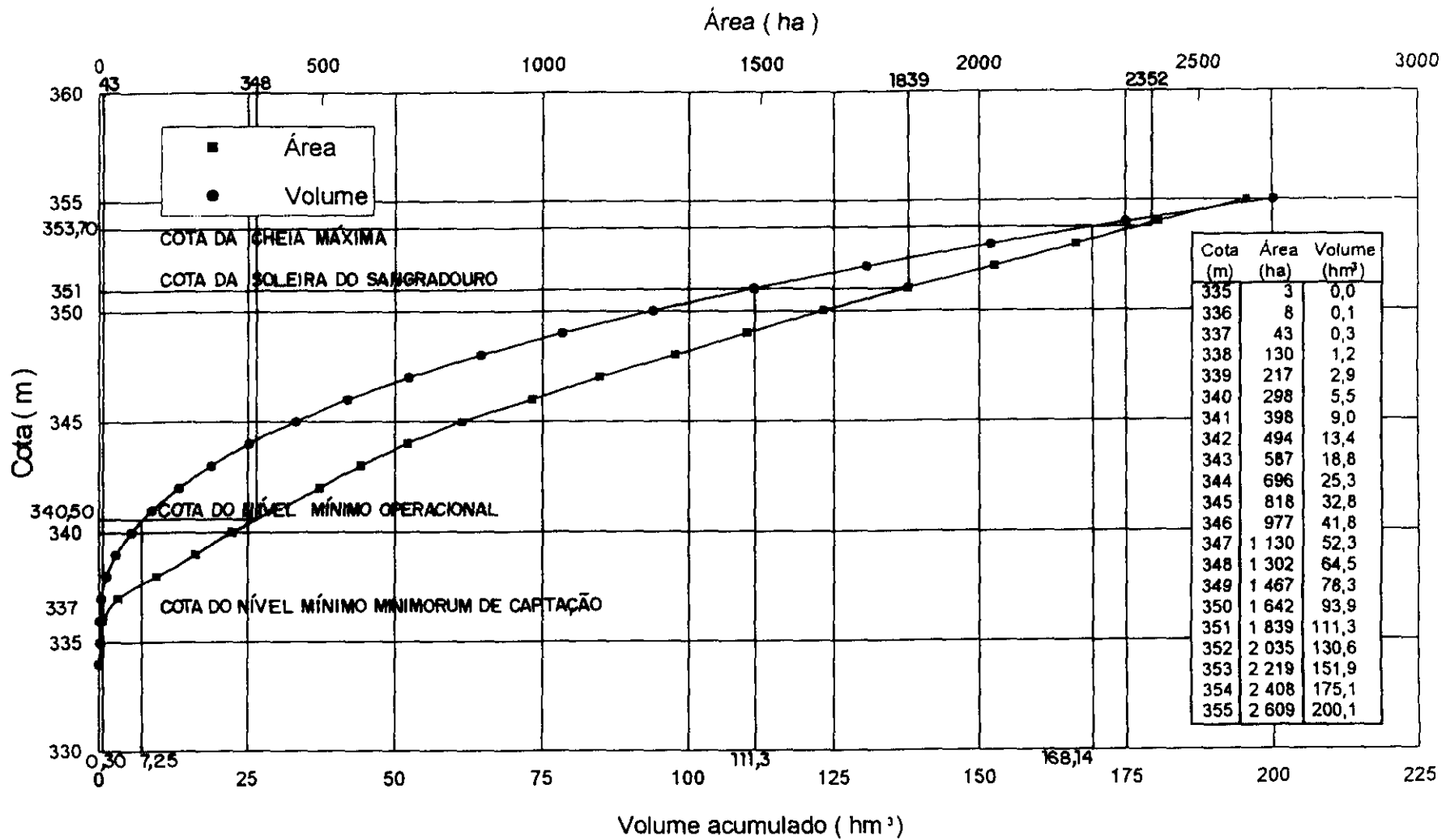


Figura 4 - Curva Cota vs. Área vs. Volume com os Níveis, Áreas inundadas e Volumes Característicos do Local de Captação Selecionado

## 2 3 2 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

### 2 3 2 1 - Considerações Gerais

Para a alternativa definitiva de traçado da adutora, denominada de alternativa 3, conforme pode ser visualizada nas figuras 2, 3 e 4 do relatório anterior - Relatório dos Estudos Básicos Complementares, estudou-se cinco alternativas de adução denominadas de AD1, AD2, AD3, AD4 e AD5, objetivando-se a seleção do diâmetro econômico, dentre as 5 (cinco) estimadas preliminarmente pela fórmula de Bresse. De posse dos dados de planta e perfil da adutora, efetuou-se um estudo comparativo de custos para os diâmetros alternativos 250 mm, 300 mm, 350 mm e 400 mm, que apresentam valores teoricamente mais compatíveis com os diâmetros a serem utilizados. Este estudo otimiza a valores atuais o capital a ser aplicado na aquisição de equipamentos e obras da elevatória e da tubulação da adutora, bem como, os custos de operação e manutenção e as despesas com energia elétrica, para cada alternativa, na vida útil de 30 anos considerada para análise de projeto. Aquela que se apresentar atrativamente como solução mais econômica, será adotada para o projeto. Não se computou, na análise, as obras e equipamentos comuns às cinco alternativas, tendo em vista que os custos atualizados teriam os mesmos valores adicionais.

A estimativa inicial do diâmetro econômico encontra-se calculada com base nas premissas, a seguir descritas:

- fórmula de BRESSE  $\Rightarrow D = K \sqrt{Q}$ , onde considerando-se um valor de  $K = 1,10$  para uma velocidade aproximada de  $1,06 \text{ m/s}$ , onde  $Q = \text{vazão em } \ell/\text{s} = 86,03 \ell/\text{s}$  e  $D$  o diâmetro procurado, encontrou-se o diâmetro médio de 300 mm
- o material a ser utilizado no projeto será o PVC + PRFV (classes variáveis em função da pressão), porém as especificações técnicas serão abertas para qualquer outra tubulação com a classe de pressão compatível com a calculada

As cinco alternativas compõem-se basicamente de:

- ALTERNATIVA AD1 - adutora de água bruta com diâmetro nominal de 300 mm (CL12), implantada em etapa única (uma linha adutora)
- ALTERNATIVA AD2 - adutora de água bruta com diâmetro nominal de 350 mm (CL12), implantada em etapa única (uma linha adutora)
- ALTERNATIVA AD3 - adutora de água bruta com diâmetro nominal de 400 mm (CL12), implantada em etapa única (uma linha adutora)
- ALTERNATIVA AD4 - adutora de água bruta com diâmetro nominal de 250 mm (CL22), implantada em etapa única (uma linha adutora)
- ALTERNATIVA AD5 - adutora de água bruta com diâmetro nominal de 250 mm, implantada em duas etapas (duas linhas adutoras)

Nas cinco alternativas consideradas, a extensão total da adutora de água bruta é de 13 484,0 m que será implantada em etapa única, alternativas AD1, AD2, AD3 e AD4 e em duas etapas, alternativa AD5, considerando o horizonte de 20 anos (2016) A figura 5 apresenta o traçado definitivo da adutora para qualquer das cinco alternativas de adução estudadas

## 2 3 2 2 - Descrição Sumária das Alternativas

### - ALTERNATIVA AD1

Nesta alternativa o sistema de abastecimento d'água a ser construído contará com 2 (duas) elevatórias de água bruta, previstas para serem implantadas em duas etapas e distribuídas da seguinte maneira

- estação de bombeamento EE1 - constitui a captação flutuante no açude Flor do Campo e será implantada na 1ª etapa prevista para 1997 e ampliada em 2006, para atender o aumento da vazão de 48,22  $\ell/s$  para 86,03  $\ell/s$ ,
- estação de bombeamento EE2 - constitui a segunda elevatória, mas que será implantada somente na 2ª etapa prevista para o ano 2006, também para garantir o aumento da vazão de 48,22  $\ell/s$  para 86,03  $\ell/s$

A figura 6 mostra o perfil hidráulico da adutora de água bruta diâmetro 300 mm com os dados e características básicas de dimensionamento O quadro 3 retrata os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 1ª etapa, enquanto que o quadro 4 mostra os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 2ª etapa, em PVC + PRFV (CL12) ou outro material desde que satisfaça as especificações técnicas do projeto

A figura 7 mostra o esquema de funcionamento da elevatória EE-1, prevista para a 1ª etapa e as condições operacionais da mesma Na figura 8 pode-se observar o esquema de funcionamento das elevatórias EE-1 e EE-2 instaladas e em operação na 2ª etapa, bem como, as condições operacionais de ambas estações Na 1ª etapa, até o horizonte do ano 2006, somente a elevatória EE-1 (1 bomba ativa + 1 bomba reserva) será instalada e entrará em plena operação com uma vazão de 48,22  $\ell/s$ , AMT = 62,38 m c a e potência = 60 CV, bombeando água do açude Flor do Campo para o reservatório/one-way, onde será instalada futuramente a EE-2, na 2ª etapa, e que nesta etapa opera unicamente como "one-way", até a caixa de nível (CN) na entrada da ETA Para a 2ª etapa, que se estende do ano 2007 ao ano 2016, em razão do aumento populacional e, conseqüentemente da vazão, está prevista a substituição dos equipamentos da EE-1 por bombas com vazão de 86,03  $\ell/s$ , AMT = 59,86 m c a e potência = 100 CV, acompanhada da implantação da estação elevatória EE-2 com vazão de 86,03  $\ell/s$ . AMT = 42,46 m c a e potência = 75 CV

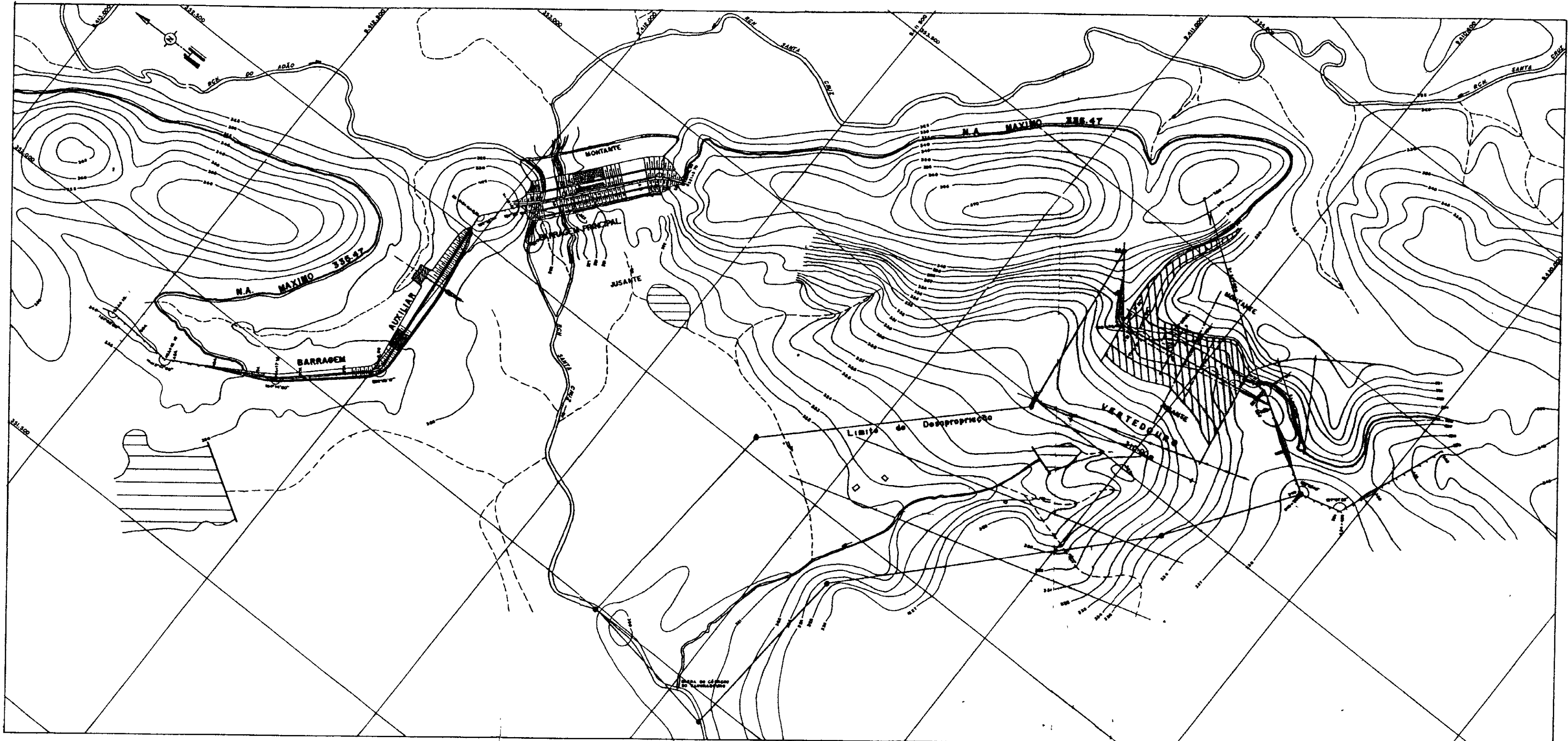


FIG 51

ARRANJO GERAL DAS OBRAS  
 ESC 1/7500

000024

### QUADRO 3

#### ALTERNATIVA AD1 - 1ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 300 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATORIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 48,22	ST1a	110,00	355 F	0,75	2,70	0,30	2,00	40,42	407,81	407,51	EE1 (*)	62,38 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	300	0,68	1,47	19,66			407,51	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

(\*) Reservatório funcionando como "one-way"

### QUADRO 4

#### ALTERNATIVA AD1 - 2ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 300 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATORIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m.c.a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho 1	LT = 6 897,00	Q = 86,03	ST 1a	110,00	355 F	1,25	4,80	0,53	2,00	28,21	405,29	404,76	EE1	59,86 RECALQUE
			ST 1b	6 787,00	300	1,22	4,29	29,12			404,76	375,64		
Trecho 2	LT = 6 587,00	Q = 86,03	-	6 587,00	300	1,22	4,29	28,25	2,00	12,21	416,11	387,85	EE2 (*)	42,46 RECALQUE

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

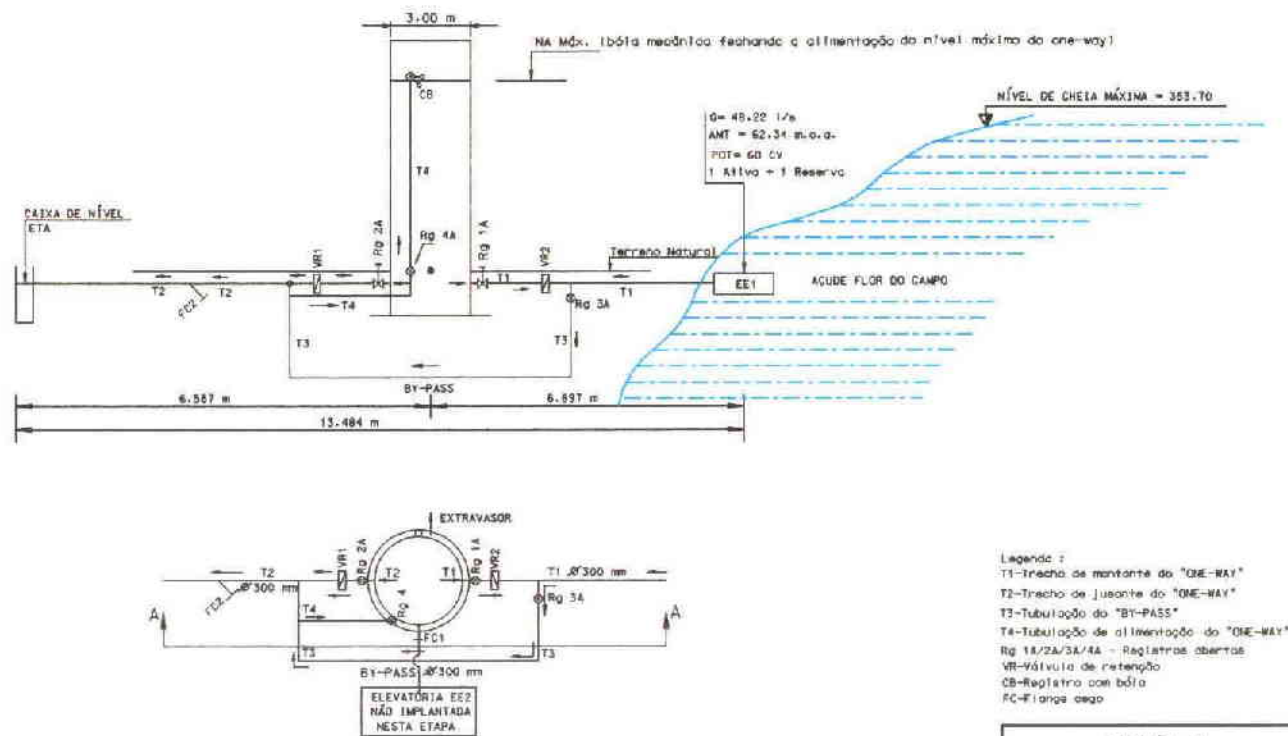
(\*) Reservatório funcionando como chaminé de equilíbrio, poço de sucção da EE2 e controle operacional da EE1

Arq. QDR\_3e12\_JLS(Ord\_0304)

## ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DAS ELEVATÓRIAS E CONDIÇÕES OPERACIONAIS

1ª ETAPA (ATÉ O ANO 2006) – SOMENTE A ELEVATÓRIA EE1 INSTALADA E EM OPERAÇÃO

SITUAÇÃO INICIAL Q=48,22 l/s (ATÉ O ANO 2006) – RESERVATÓRIO DA EE2 OPERANDO UNICAMENTE COMO "ONE-WAY"



ESQUEMA EM PLANTA

000026

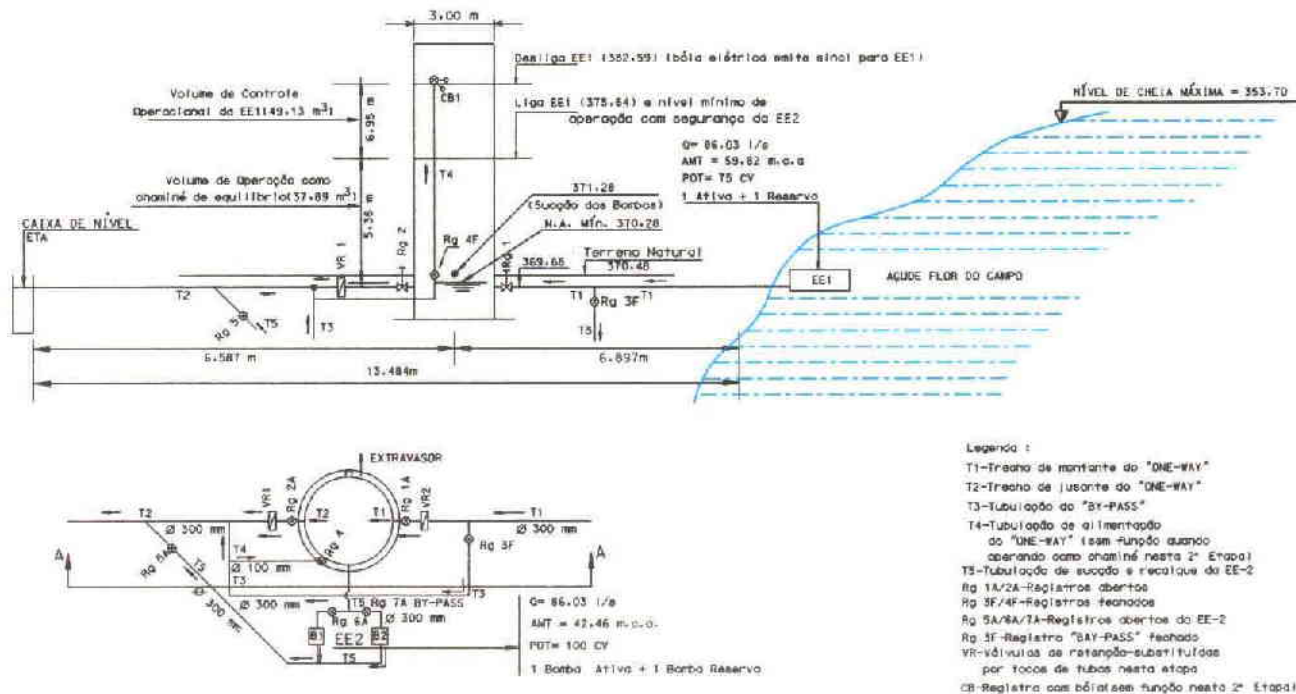
FIGURA 7  
ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO  
DA ELEVATÓRIA EE1 NA 1ª ETAPA



## ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO DAS ELEVATÓRIAS E CONDIÇÕES OPERACIONAIS

2ª ETAPA (DE 2007 A 2016) - ELEVATÓRIAS EE1 e EE2 INSTALADAS E EM OPERAÇÃO

SITUAÇÃO FINAL 1/8 < 0 < 86.03 1/8 : RESERVATÓRIO DA EE2 OPERANDO COMO CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO E CONTROLE OPERACIONAL



000027

Na situação, prevista para a 2ª etapa, o reservatório/one-way, onde será instalada a EE-2 (1 bomba ativa + 1 bomba reserva), operará como poço de sucção das eletrobombas da própria estação chaminé de equilíbrio com volume de 37,89 m<sup>3</sup> para combater os transientes hidráulicos numa eventual parada das bombas, e reservatório de controle operacional da EE-1, representando 49,13 m<sup>3</sup> do volume total de 87,02 m<sup>3</sup> nas operações de liga/desliga. Assim, quando o nível da água no reservatório atingir a cota 375,64, considerada como nível mínimo de operação com segurança da EE-2, quanto a submersão, a elevatória EE-1 liga e entra em funcionamento até o nível da água no reservatório atingir a cota 382,59 quando a bóia elétrica emite o sinal de desliga para a EE-1. A implantação da EE-2 está condicionada ao aumento da vazão prevista para a 2ª etapa e conseqüentemente da necessária elevação da cota piezométrica, ou seja, de maiores pressões ao nível da EE-2, que se encontra posicionada no início do sub-trecho intermediário e que, no princípio, funciona sob o recalque da elevatória EE-1.

O detalhamento desta alternativa com cálculo e dimensionamento, que se mostra como a mais economicamente viável, conforme será visto mais adiante no item 2.3.2.3 - Consolidação e Comparação dos Custos das Cinco Alternativas, será feita no Relatório Geral - Memorial de Cálculo.

#### ALTERNATIVA AD2

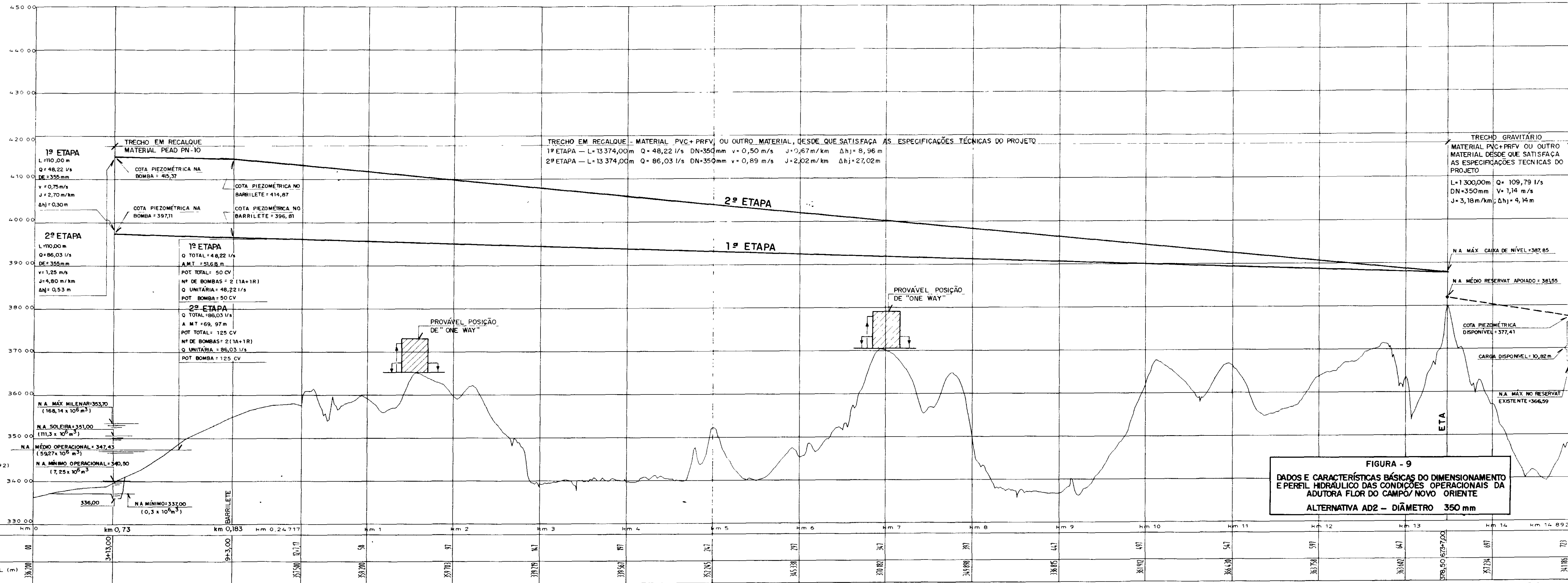
A alternativa AD2, apresenta, também, o seu traçado em planta idêntico ao da alternativa AD1 e com a mesma extensão, diferenciando-se entretanto quanto aos seus componentes. É constituída de um trecho único subdividido em 02 (dois) subtrechos, denominados de ST1a e ST1b, sendo o primeiro formado pela tubulação flutuante com 110,0 m de extensão, diâmetro externo 355 mm, em PEAD PN-10, enquanto o segundo subtrecho é composto pela tubulação enterrada, que se estende do barrilete à ETA numa extensão de 13 374,0 m, diâmetro 350 mm, em PVC + PRFV (CL12) ou outro material desde que satisfaça as especificações técnicas do projeto.

Nesta alternativa, existe apenas a estação de bombeamento EE1, recalçando água diretamente para a caixa de nível posicionada na entrada da ETA. É constituída por 2 bombas (1 ativa + 1 reserva) que na 1ª etapa (ano 1997) tem as seguintes características: vazão de 48,22 l/s, AMT = 51,68 m e potência = 50 CV, sendo substituídas na 2ª etapa (ano 2007) por bombas com vazão de 86,03 l/s, AMT = 69,97 m e potência = 125 CV.

A figura 9 mostra o perfil hidráulico da adutora de água bruta diâmetro 350 mm com os dados e características básicas de dimensionamento. O quadro 5 retrata os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 1ª etapa, enquanto que o quadro 6 mostra os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 2ª etapa.

#### ALTERNATIVA AD3

A alternativa AD3, também, apresenta o traçado em planta igual aos das duas alternativas descritas anteriormente, AD1 e AD2. A figura 10 apresenta os dados e características básicas de dimensionamento e perfil hidráulico das condições operacionais da adutora de água bruta para o horizonte de 20 anos (ano 2016). Tal como a alternativa AD2, acha-se dividida em 02 (dois) subtrechos, denominados de ST1a e ST1b, com comprimentos,



**FIGURA - 9**  
**DADOS E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO DIMENSIONAMENTO E PERIL HIDRÁULICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA ADUTORA FLOR DO CAMPO/NOVO ORIENTE**  
**ALTERNATIVA AD2 - DIÂMETRO 350 mm**

### QUADRO 5

#### ALTERNATIVA AD2 - 1ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 350 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS									DADOS ELEVATORIA		
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	13 484,000	Q = 48,22	ST1a	90,00	355 F	0,75	2,70	0,30	2,00	40,42	397,11	396,81	EE1	51,68 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	350	0,50	0,67	8,96			396,81	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

### QUADRO 6

#### ALTERNATIVA AD2 - 2ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 350 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS									DADOS ELEVATORIA		
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	13 484,000	Q = 86,03	ST1a	90,00	355 F	1,25	4,80	0,53	2,00	40,42	415,37	414,87	EE1	69,97 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	350	0,89	2,02	27,02			414,87	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

Arq QDR\_3a12.XLS(Ord\_0506)

respectivamente, de 110,0 m e 13 374,0 m O subtrecho 1a que vai do flutuante ao barrilete terá 90,0 m de tubos PEAD PN-10 com DE 355 mm O subtrecho 1b estende-se do barrilete à caixa de nível posicionada na entrada da ETA e terá 13 389,0 m de tubos PVC + PRFV ou outro material, desde que satisfaça as especificações técnicas do projeto e DN 400 mm O quadro 7 apresenta os dados e características da adutora de água bruta e elevatória da alternativa AD3 na 1ª etapa O quadro 8 mostra os dados e características da adutora de água bruta e elevatória da alternativa AD3 na 2ª etapa

Nesta alternativa, como na anterior, existe apenas a estação de bombeamento EE1, posicionada sobre flutuante no açude e constituída por 2 bombas (1 ativa + 1 reserva) que na 1ª etapa (ano 1997) apresenta as seguintes características vazão de 48,22  $\ell/s$ , AMT = 46,94 m e potência = 40 CV Estas bombas serão substituídas na 2ª etapa (ano 2007) por bombas com vazão de 86,03  $\ell/s$ , AMT = 57,04 m e potência = 100 CV

#### ALTERNATIVA AD4

A alternativa AD4, tem o seu traçado em planta análogo às alternativas anteriores, com a mesma extensão e que será implantada em etapa única É formada de um trecho único subdividido em 02 (dois) subtrechos, denominados de ST1a e ST1b, sendo o primeiro formado pela tubulação flutuante com 110,0 m de comprimento, diâmetro externo 355 mm, em PEAD PN-10, enquanto o segundo subtrecho é composto pela tubulação enterrada, que se estende do barrilete à ETA numa extensão de 13 374,0 m, diâmetro 250 mm, em PVC + PRFV (CL22) ou outro material desde que satisfaça as especificações técnicas do projeto

Esta alternativa, tem apenas a estação de bombeamento EE1, recalando água diretamente para a caixa de nível posicionada na entrada da ETA Constitui-se de 2 bombas (1 ativa + 1 reserva) na 1ª etapa (ano 1997), tendo as seguintes características vazão 48,22  $\ell/s$ , AMT = 90,85 m e potência = 100 CV e que na 2ª etapa (ano 2007) serão substituídas por 3 bombas (2 ativas + 1 reserva), com vazão unitária de 43,02  $\ell/s$ , AMT = 183,38 m e potência = 150 CV O quadro 9 mostra os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 1ª etapa, enquanto que o quadro 10 retrata os dados e características da adutora de água bruta e elevatória para a 2ª etapa A alternativa AD4 torna-se inviável técnica e economicamente, conforme se verá adiante no item 2.3.2.3 - Consolidação e Comparação dos Custos das Cinco Alternativas, pela velocidade relativamente elevada, da ordem de 1,75 m/s, elevada altura manométrica, em função das perdas de cargas, superiores a 180 m c a e consequentemente custos mais elevados da tubulação, por exigir um tubo com classe de pressão mais alta classe 22, de energia e do próprio equipamento que compõe a elevatória

#### ALTERNATIVA AD5

Como nas quatro alternativas anteriores, o traçado em planta da alternativa AD5 é o mesmo, em extensão igual e implantação em duas etapas (1ª etapa - 1997 e 2ª etapa 2007), já que é constituída por duas linhas adutoras de diâmetro 250 mm Tem o trecho total de 13 484,0 m, dividido em 02 (dois) subtrechos, denominados de ST1a e ST1b O subtrecho ST1a é formado pela tubulação flutuante com 110,0 m de extensão, em PEAD PN-10,

### QUADRO 7

#### ALTERNATIVA AD3 - 1ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 400 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATORIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 48,22	ST1a	90,00	355 F	0,75	2,70	0,30	2,00	40,42	392,43	392,13	EE1	47,00 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	400	0,38	0,32	4,28			392,13	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

### QUADRO 8

#### ALTERNATIVA AD3 - 2ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 400 mm, Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATORIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 86,03	ST1a	90,00	355 F	1,25	4,80	0,53	2,00	40,42	402,56	402,03	EE1	57,13 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	400	0,68	1,06	14,18			402,03	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

Arq. QDR\_3a12.XLS(Gdr\_0709)

### QUADRO 9

#### ALTERNATIVA AD4 - 1ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 250 mm (CL22), Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATÓRIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 48,22	ST1a	110,00	355 F	0,75	2,70	0,30	2,00	40,42	436,30	436,00	EE1	90,85 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	250	0,98	3,60	48,15			436,00	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

### QUADRO 10

#### ALTERNATIVA AD4 - 2ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 250 mm (CL22), Implantada em Etapa Única (uma Linha Adutora)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATÓRIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m.c.a.)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 86,03	ST1a	110,00	355 F	1,25	4,80	0,53	2,00	40,42	528,81	528,28	EE1	183,38 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	250	1,75	10,50	140,43			528,28	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

Arq: ODR\_3a12.XLS(04\_0910)

diâmetro externo 355 mm O subtrecho ST1b é constituído pela tubulação enterrada com 13 374,0 m de comprimento, que se estende do barrilete à ETA, diâmetro 250 mm, material em PVC + PRFV (CL16) ou outro material desde que satisfaça as especificações técnicas do projeto

Nesta alternativa, existe apenas a estação de bombeamento EE1, que recalca água bruta diretamente para a caixa de nível situada na entrada da ETA A estação de bombeamento EE1 é constituída de 2 bombas (1 ativa + 1 reserva) que na 1ª etapa tem as seguintes características vazão unitária 48,22 l/s, AMT = 90,85 m e potência = 100 CV Na 2ª etapa, estas bombas, serão substituídas por eletrobombas com as seguintes características vazão unitária 86,03 l/s, AMT = 81,73 m e potência = 150 CV O quadro 11 e 12, mostram respectivamente, para a 1ª e 2ª etapas, os dados e características da adutora de água bruta A alternativa AD5, torna-se economicamente inviável, conforme se observará adiante, no item 2 3 2 3 - Consolidação e Comparação dos Custos das Cinco Alternativas, pelos custos elevados da rede adutora, em função de ter o seu comprimento total duplicado

000034



### QUADRO 11

#### ALTERNATIVA AD5 - 1ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 250 mm (CL16), Implantada em duas Etapas (duas Linhas Adutoras)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATÓRIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 48,22	ST1a	110,00	355 F	0,75	2,70	0,30	2,00	40,42	436,30	436,00	EE1	90,85 RECALQUE
			ST1b	13 374,00	250	0,98	3,60	48,15			436,00	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

### QUADRO 12

#### ALTERNATIVA AD5 - 2ª ETAPA

Dados e Características da Adutora de Água Bruta e Elevatória - Trecho em Recalque DN 250 mm (CL16), Implantada em duas Etapas (duas Linhas Adutoras)

TRECHO			CARACTERÍSTICAS DOS TRECHOS										DADOS ELEVATÓRIA	
Nome	Comprimento (m)	Vazão Q (l/s)	Sub-trechos	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Perda Linear J (m/km)	Perda Lineares hj (m)	Perdas Localizadas (m)	Desnível no Trecho NA (m)	Piezométrica		Nome da Elevatória	Altura Man da Elevatória (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho Unico	LT = 13 484,00	Q = 86,03	ST1a	110,00	355 F	1,25	4,80	0,53	2,00	40,42	427,16	426,63	EE1	81,73 RECALQUE
		Q = 86,03 Q <sub>1/2</sub> = 43,02	ST1b	13 374,00	250	0,87	2,90	38,78			426,63	387,85		

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

Arq ODR\_3a12.JLS(Qw\_1112)

### 2 3 2 3 - Consolidação e Comparação dos Custos das Cinco Alternativas

Na consolidação e comparação dos custos globais das cinco alternativas estudadas, considerou-se os custos das adutoras somente em material de PVC + PRFV, cujos custos finais encontram-se demonstrados nos quadros 13, 14, 15, 16 e 17. Considerou-se para efeito de análise de custos, o material em PVC + PRFV, por apresentar menores preços de mercado para as diferentes classes de pressões dos tubos considerados, porém as especificações técnicas finais serão abertas para qualquer outro material com a classe de pressão compatível com a calculada no projeto.

Nestes quadros estão retratados, também, a consolidação dos custos e os valores atuais dos investimentos, operação e manutenção e energia a juros de 10% a a. Considerando-se todos os custos a valores atuais, observa-se que a alternativa AD1 alcança a cifra de R\$ 3 710 532,00, a alternativa AD2 atinge o valor de R\$ 4 656 356,22, a alternativa AD3 tem o valor atual de R\$ 5 240 849,53, a alternativa AD4 alcança o valor atual de R\$ 4 187 593,73, e finalmente, a alternativa AD5 atinge o valor atual de R\$ 4 315 681,17. No quadro 18 consolidou-se os custos globais e unitários de todas as alternativas para efeito de comparação. Com base nos dados técnicos descritos anteriormente, e econômicos analisados no referido quadro, conclui-se que a alternativa AD1 é a que se apresenta mais viável, técnica e economicamente, para implantação.

**QUADRO 13  
ALTERNATIVA AD1**

**CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS E VALORES ATUAIS DOS INVESTIMENTOS, MANUTENÇÃO E ENERGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA  
COM O TRECHO EM RECALQUE DN 300 mm (CL 12) IMPLANTADA EM ETAPA ÚNICA (UMA LINHA ADUTORA)**

Etapas e Vazões	Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horário Médio de Funcionamento/dia (horas)	Potência Consumida (kW)	Consumo anual de energia elétrica (MWh)	Custo Anual de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
			Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1997	13 091	1 989 139,00	283 142,00	2 272 281,00	113 614,05	7,99	44,16	128,78	15 672,08	2 401 567,13	716,76
	1998	13 872				113 614,05	8,47	44,16	136,45	16 606,14	130 220,19	759,48
	1999	14 698				113 614,05	8,97	44,16	144,58	17 595,86	131 209,91	804,74
	2000	15 575				113 614,05	9,50	44,16	153,20	18 644,58	132 256,63	852,70
	2001	16 503				113 614,05	10,07	44,16	162,33	19 755,79	133 389,84	903,53
	2002	17 486				113 614,05	10,67	44,16	172,01	20 933,24	134 547,29	957,38
	2003	18 528				113 614,05	11,31	44,16	182,26	22 180,86	135 794,91	1 014,43
	2004	19 633				113 614,05	11,98	44,16	193,12	23 502,84	137 116,89	1 074,90
	2005	20 803				113 614,05	12,70	44,16	204,63	24 903,61	138 517,66	1 138,86
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA = 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2006	22 043				113 614,05	13,45	44,16	216,83	26 387,86	140 001,91	1 206,84
	2007	23 387		183 913,00	183 913,00	121 809,70	14,25	128,80	670,10	81 551,70	367 274,40	1 278,77
	2008	24 749				121 809,70	15,10	128,80	710,04	86 412,18	208 221,88	1 354,98
	2009	26 224				121 809,70	16,00	128,80	752,36	91 562,34	213 372,04	1 435,74
	2010	27 788				121 809,70	16,96	128,80	797,20	97 019,48	218 829,16	1 521,31
	2011	29 443				121 809,70	17,97	128,80	844,72	102 801,82	224 611,52	1 611,98
	2012	31 197				121 809,70	19,04	128,80	895,08	108 928,81	230 738,51	1 708,05
	2013	33 057				121 809,70	20,17	128,80	948,41	115 420,96	237 230,66	1 809,85
	2014	35 027				121 809,70	21,38	128,80	1 004,93	122 300,05	244 108,75	1 917,72
VAZÃO FORNECIDA POS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2015	37 114				121 809,70	22,65	128,80	1 064,82	129 589,14	251 398,84	2 032,02
	2016	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2017	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2018	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2019	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2020	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2021	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2022	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2023	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
	2024	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13
2025	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13	
2026	39 327				121 809,70	24,00	128,80	1 128,29	137 312,65	259 122,35	2 153,13	
<b>Total dos Custos de Implantação</b>			<b>1 989 139,00</b>	<b>447 055,00</b>	<b>2 436 194,00</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Valor Atual dos Custos</b>			<b>1 808 308,18</b>	<b>314 852,32</b>	<b>2 123 160,51</b>	<b>1 097 930,90</b>				<b>489.440,65</b>	<b>3 710 532,06</b>	<b>11 313,95</b>

Observação: O valor atual do custo da água produzida não inclui os custos dos componentes comuns as diversas alternativas ETA e Adutora de Água Tratada

Dados	
Custo do MWh	121,70
Juros (% a a)	10,00
Taxa de Crescimento Populacional (%)	5,96
Custo Total Atualizado (R\$ x 10³)	3 710,53
Volume Faturável Atualizado (m³ x 10³)	11 313,95
Custo da Água Faturável Atualizado (R\$/m³ x 10³)	327,96

Obs: Alternativa de Custo Mínimo

Arq: QDR\_1318\_ALS(Qdr\_13)



000037

**QUADRO 14**  
**ALTERNATIVA AD2**

**CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS E VALORES ATUAIS DOS INVESTIMENTOS, MANUTENÇÃO E ENERGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA ADUTORA DE AGUA BRUTA COM O TRECHO EM RECALQUE DN 350 mm (CL 12) IMPLANTADA EM ETAPA UNICA (UMA LINHA ADUTORA)**

Etapas e Vazões	Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horário Médio de Funcionamento/ dia (horas)	Potência Consumida (kW)	Consumo anual de energia elétrica (MWh)	Custo Anual de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
			Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1997	13 091	2 812 480,00	269 666,70	3 082 146,70	154 107,34	7,99	36,80	107,31	13 060,07	3 249 314,10	716,76
	1998	13 872				154 107,34	8,47	36,80	113,71	13 838,45	167 945,78	759,48
	1999	14 698				154 107,34	8,97	36,80	120,49	14 663,22	168 770,56	804,74
	2000	15 575				154 107,34	9,50	36,80	127,67	15 537,15	169 644,48	852,70
	2001	16 503				154 107,34	10,07	36,80	135,28	16 463,16	170 570,50	903,53
	2002	17 486				154 107,34	10,67	36,80	143,34	17 444,37	171 551,70	957,38
	2003	18 528				154 107,34	11,31	36,80	151,88	18 484,05	172 591,39	1 014,43
	2004	19 633				154 107,34	11,98	36,80	160,93	19 585,70	173 693,04	1 074,90
	2005	20 803				154 107,34	12,70	36,80	170,53	20 753,01	174 860,34	1 138,96
2006	22 043				154 107,34	13,45	36,80	180,69	21 969,89	176 097,22	1 206,84	
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA= 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2007	23 357		73 127,00	73 127,00	157 763,69	14,25	92,00	478,65	58 251,21	289 141,90	1 278,77
	2008	24 749				157 763,69	15,10	92,00	507,17	61 722,98	218 486,67	1 354,98
	2009	26 224				157 763,69	16,00	92,00	537,40	65 401,67	223 165,36	1 435,74
	2010	27 786				157 763,69	16,96	92,00	569,43	69 299,61	227 063,30	1 521,31
	2011	29 443				157 763,69	17,97	92,00	603,37	73 429,87	231 193,56	1 611,98
	2012	31 197				157 763,69	19,04	92,00	639,33	77 806,29	235 569,98	1 708,05
	2013	33 057				157 763,69	20,17	92,00	677,43	82 443,55	240 207,23	1 808,85
	2014	35 027				157 763,69	21,38	92,00	717,81	87 357,18	245 120,87	1 917,72
	2015	37 114				157 763,69	22,65	92,00	760,59	92 563,67	250 327,35	2 032,02
2016	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13	
VAZÃO FORNECIDA PÓS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2017	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2018	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2019	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2020	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2021	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2022	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2023	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2024	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2025	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
	2026	39 327				157 763,69	24,00	92,00	805,92	98 080,46	255 844,15	2 153,13
<b>Total dos Custos de Implantação</b>			<b>2 812 480,00</b>	<b>342 793,70</b>	<b>3 155 273,70</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Valor Atual dos Custos</b>			<b>2 586 800,00</b>	<b>270 782,11</b>	<b>2 827 582,11</b>	<b>1 464 768,08</b>				<b>364 016,03</b>	<b>4 656 356,22</b>	<b>11 313,95</b>

Arq. ODR\_1316.XLS(Odr\_14)

Observação: O valor atual do custo da água produzida não inclui os custos dos componentes comuns as diversas alternativa ETA e Adutora de Água Tratada

Dados	
Custo do MWh	121,70
Juros (% a a)	10,00
Taxa de Crescimento Populacional (%)	5,96
Custo Total Atualizado (R\$ x 10³)	4 656,36
Volume Faturável Atualizado (m³ x 10³)	11 313,95
Custo da Água Faturável Atualizado (R\$/m³ x 10³)	411,56



100038

**QUADRO 15**  
**ALTERNATIVA AD3**  
**CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS E VALORES ATUAIS DOS INVESTIMENTOS, MANUTENÇÃO E ENERGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA**  
**COM O TRECHO EM RECALQUE DN 400 mm (CL 12) IMPLANTADA EM ETAPA ÚNICA (UMA LINHA ADUTORA)**

Etapas e Vazões	Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horário Médio de Funcionamento/dia (horas)	Potência Consumida (kW)	Consumo anual de energia elétrica (MWh)	Custo Anual de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
			Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1997	13 091	3 333 618,00	230 505,05	3 564 123,05	178 206,15	7,99	29,44	85,85	10 448,05	3 752 777,26	716,76
	1998	13 872			178 206,15	8,47	29,44	90,97	11 070,76	189 276,91	759,48	
	1999	14 698			178 206,15	8,97	29,44	96,39	11 730,58	189 936,73	804,74	
	2000	15 575			178 206,15	9,50	29,44	102,13	12 429,72	190 635,87	852,70	
	2001	16 503			178 206,15	10,07	29,44	108,22	13 170,53	191 378,68	903,53	
	2002	17 488			178 206,15	10,67	29,44	114,67	13 955,49	192 161,65	957,38	
	2003	18 528			178 206,15	11,31	29,44	121,51	14 787,24	192 983,39	1 014,43	
	2004	19 633			178 206,15	11,98	29,44	128,75	15 668,56	193 874,71	1 074,90	
	2005	20 803			178 206,15	12,70	29,44	136,42	16 602,41	194 808,56	1 138,96	
2006	22 043			178 206,15	13,45	29,44	144,55	17 591,91	195 798,06	1 206,84		
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA = 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2007	23 357		57 501,03	57 501,03	181 081,20	14,25	73,60	382,92	46 800,97	285 183,20	1 278,77
	2008	24 749			181 081,20	15,10	73,60	405,74	49 378,39	230 459,59	1 354,98	
	2009	26 224			181 081,20	16,00	73,60	429,92	52 321,34	233 402,54	1 436,74	
	2010	27 788			181 081,20	16,96	73,60	455,54	55 439,69	236 520,89	1 521,31	
	2011	29 443			181 081,20	17,97	73,60	482,69	58 743,90	239 825,10	1 611,98	
	2012	31 197			181 081,20	19,04	73,60	511,46	62 245,03	243 328,24	1 708,05	
	2013	33 057			181 081,20	20,17	73,60	541,95	65 954,84	247 036,04	1 808,85	
	2014	35 027			181 081,20	21,38	73,60	574,25	69 885,75	250 966,95	1 917,72	
	2015	37 114			181 081,20	22,65	73,60	608,47	74 050,94	255 132,14	2 032,02	
2016	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13		
VAZÃO FORNECIDA PÓS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2017	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2018	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2019	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2020	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2021	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2022	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2023	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2024	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2025	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
	2026	39 327			181 081,20	24,00	73,60	644,74	78 464,37	259 545,58	2 153,13	
<b>Total dos Custos de Implantação</b>			<b>3 333 618,00</b>	<b>288 006,08</b>	<b>3 621 624,08</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Valor Atual dos Custos</b>			<b>3 030 561,82</b>	<b>229 703,81</b>	<b>3 260 265,62</b>	<b>1 689 371,07</b>				<b>291 212,83</b>	<b>5 240 849,53</b>	<b>11 313,95</b>

Observação O valor atual do custo da água produzida não inclui os custos dos componentes comuns as diversas alternativa ETA e Adutora de Água Tratada

Dados	
Custo do MWh	121,70
Juros (% a a)	10,00
Taxa de Crescimento Populacional (%)	5,96
Custo Total Atualizado (R\$ x 10³)	5 240,85
Volume Faturável Atualizado (m³ x 10³)	11 313,95
Custo da Água Faturável Atualizado (R\$/m³ x 10³)	463,22

Arq\_ODR\_1318.XLS(Oe\_15)



000039

**QUADRO 16  
ALTERNATIVA AD4**

**CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS E VALORES ATUAIS DOS INVESTIMENTOS, MANUTENÇÃO E ENERGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA ADUTORA DE AGUA BRUTA  
COM O TRECHO EM RECALQUE DN 250 mm (CL 22) IMPLANTADA EM ETAPA UNICA (UMA LINHA ADUTORA)**

Etapas e Vazões	Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horário Médio de Funcionamento/dia (horas)	Potência Consumida (kW)	Consumo anual de energia elétrica (MWh)	Custo Anual de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
			Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1997	13 091	2 053 030,00	327 030,00	2 380 060,00	119 003,00	7,99	73,60	214,63	26 120,14	2 525 183,14	716,76
	1998	13 872				119 003,00	8,47	73,60	227,42	27 676,90	146 679,90	759,48
	1999	14 696				119 003,00	8,97	73,60	240,97	29 326,44	148 329,44	804,74
	2000	15 575				119 003,00	9,50	73,60	255,34	31 074,30	150 077,30	852,70
	2001	16 503				119 003,00	10,07	73,60	270,56	32 926,32	151 929,32	903,53
	2002	17 486				119 003,00	10,67	73,60	286,68	34 888,73	153 891,73	957,38
	2003	18 528				119 003,00	11,31	73,60	303,76	36 968,10	155 971,10	1 014,43
	2004	19 633				119 003,00	11,98	73,60	321,87	39 171,40	158 174,40	1 074,90
	2005	20 803				119 003,00	12,70	73,60	341,05	41 506,02	160 509,02	1 136,86
2006	22 043				119 003,00	13,45	73,60	361,38	43 979,77	162 982,77	1 206,84	
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA= 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2007	23 357		133 687,00	133 687,00	125 687,35	14,25	220,80	1 146,75	139 802,91	389 177,26	1 278,77
	2008	24 749				125 687,35	15,10	220,80	1 217,22	148 135,16	273 822,51	1 354,98
	2009	26 224				125 687,35	16,00	220,80	1 289,76	156 964,02	282 651,37	1 435,74
	2010	27 786				125 687,35	16,96	220,80	1 366,63	166 319,07	292 006,42	1 521,31
	2011	29 443				125 687,35	17,97	220,80	1 448,08	176 231,89	301 919,04	1 611,98
	2012	31 197				125 687,35	19,04	220,80	1 534,36	186 735,10	312 422,45	1 708,05
	2013	33 057				125 687,35	20,17	220,80	1 625,84	197 864,51	323 551,86	1 809,85
	2014	35 027				125 687,35	21,38	220,80	1 722,74	209 657,24	335 344,59	1 917,72
	2015	37 114				125 687,35	22,65	220,80	1 825,41	222 152,81	347 840,16	2 032,02
2016	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13	
VAZÃO FORNECIDA POS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2017	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2018	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2019	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2020	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2021	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2022	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2023	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2024	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
	2025	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13
2026	39 327				125 687,35	24,00	220,80	1 934,21	235 393,11	361 080,46	2 153,13	
<b>Total dos Custos de Implantação</b>			<b>2.053 030,00</b>	<b>460 717,00</b>	<b>2 513 747,00</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Valor Atual dos Custos</b>			<b>1 866 390,91</b>	<b>344 156,48</b>	<b>2 210 547,39</b>	<b>1 143 771,46</b>				<b>833 274,89</b>	<b>4 187 593,73</b>	<b>11 313,95</b>

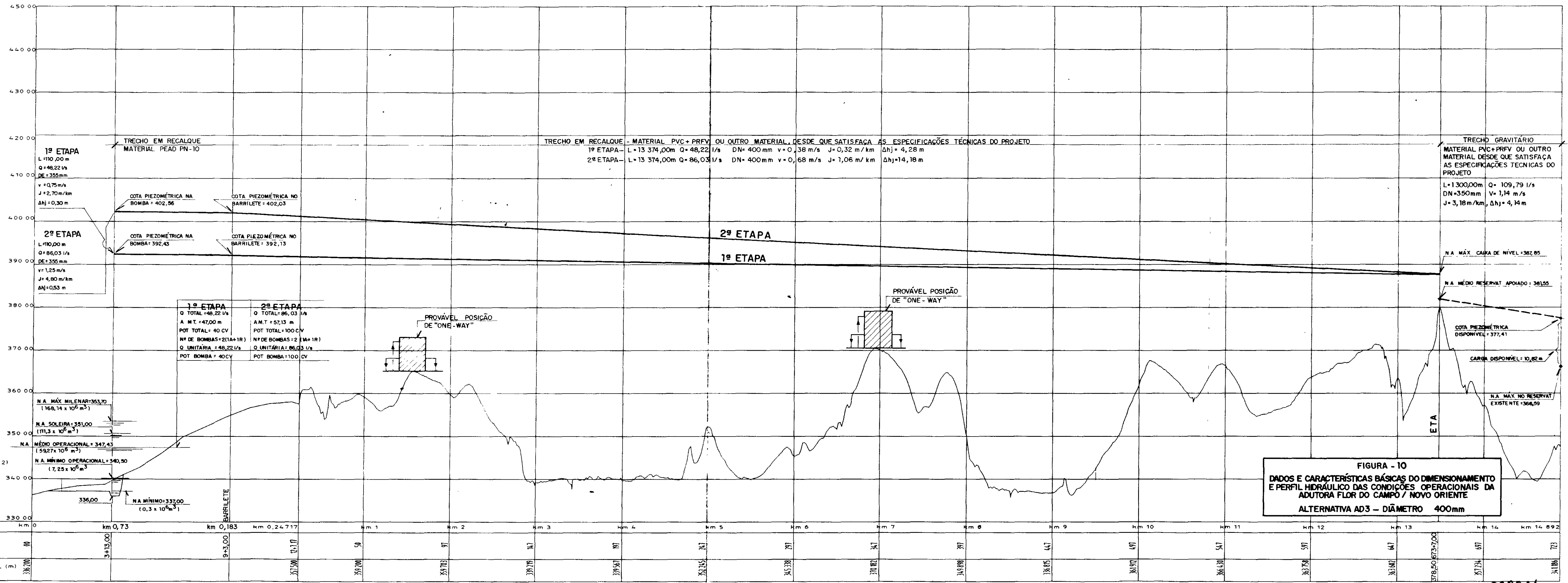
Observação: O valor atual do custo da água produzida não inclui os custos dos componentes comuns as diversas alternativa ETA e Adutora de Água Tratada

Dados	
Custo do MWh	121,70
Juros (% a a)	10,00
Taxa de Crescimento Populacional (%)	5,96
Custo Total Atualizado (R\$ x 10³)	4 187,59
Volume Faturável Atualizado (m³ x 10³)	11 313,95
Custo da Água Faturável Atualizado (R\$/m³ x 10³)	370,13

Arq: QDR\_1318.XLS (de\_17)



000040



**FIGURA - 10**  
 DADOS E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO DIMENSIONAMENTO E PERFIL HIDRÁULICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA ADUTORA FLOR DO CAMPO / NOVO ORIENTE  
 ALTERNATIVA AD3 - DIÂMETRO 400mm

**QUADRO 17  
ALTERNATIVA AD5**

**CONSOLIDAÇÃO DOS CUSTOS E VALORES ATUAIS DOS INVESTIMENTOS, MANUTENÇÃO E ENERGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA ADUTORA DE AGUA BRUTA  
COM O TRECHO EM RECALQUE DN 250 mm (CL 16) IMPLANTADA EM DUAS ETAPAS (DUAS LINHAS ADUTORAS)**

Etapas e Vazões	Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horário Médio de Funcionamento/dia (horas)	Potência Consumida (kW)	Consumo anual de energia elétrica (MWh)	Custo Anual de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
			Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1ª ETAPA - 1997 Q 1ª ETAPA = 48,22 l/s	1997	13 091	1 746 140,00	327 030,00	2 073 170,00	103 658,50	7,99	73,60	214,63	26 120,14	2 202 948,64	716,76
	1998	13 872				103 658,50	8,47	73,60	227,42	27 676,90	131 335,40	759,48
	1999	14 698				103 658,50	8,97	73,60	240,97	29 326,44	132 984,94	804,74
	2000	15 575				103 658,50	9,50	73,60	255,34	31 074,30	134 732,80	852,70
	2001	16 503				103 658,50	10,07	73,60	270,55	32 928,32	136 584,82	903,53
	2002	17 486				103 658,50	10,67	73,60	286,68	34 888,73	138 547,23	957,38
	2003	18 528				103 658,50	11,31	73,60	303,76	36 968,10	140 626,60	1 014,43
	2004	19 633				103 658,50	11,98	73,60	321,87	39 171,40	142 829,90	1 074,90
	2005	20 803				103 658,50	12,70	73,60	341,05	41 506,02	145 184,52	1 138,96
2006	22 043				103 658,50	13,45	73,60	361,38	43 979,77	147 638,27	1 206,84	
2ª ETAPA - 2007 Q 2ª ETAPA = 37,81 l/s Q TOTAL = 86,03 l/s	2007	23 357	1 746 140,00	73 204,00	1 819 344,00	194 625,70	14,25	110,40	574,38	69 901,45	2 083 871,15	1 278,77
	2008	24 749				194 625,70	15,10	110,40	608,81	74 067,58	268 693,28	1 354,88
	2009	26 224				194 625,70	16,00	110,40	644,88	78 482,01	273 107,71	1 435,74
	2010	27 786				194 625,70	16,96	110,40	683,32	83 159,54	277 785,24	1 521,31
	2011	29 443				194 625,70	17,97	110,40	724,04	88 115,84	282 741,54	1 611,96
	2012	31 197				194 625,70	19,04	110,40	767,19	93 367,55	287 993,25	1 708,05
	2013	33 057				194 625,70	20,17	110,40	812,92	98 932,26	293 557,96	1 808,85
	2014	35 027				194 625,70	21,38	110,40	861,37	104 828,62	299 454,32	1 917,72
	2015	37 114				194 625,70	22,65	110,40	912,71	111 076,40	305 702,10	2 032,02
2016	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13	
VAZÃO FORNECIDA POS HORIZONTE DE PROJETO Q TOTAL = 86,03 l/s	2017	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2018	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2019	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2020	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2021	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2022	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2023	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2024	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
	2025	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13
2026	39 327				194 625,70	24,00	110,40	967,10	117 696,56	312 322,26	2 153,13	
<b>Total dos Custos de Implantação</b>			<b>1 746 140,00</b>	<b>400 234,00</b>	<b>3 892 514,00</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>Valor Atual dos Custos</b>			<b>2 199 411,42</b>	<b>322 957,56</b>	<b>2 522 368,97</b>	<b>1 275 766,76</b>				<b>517 546,43</b>	<b>4 315 681,17</b>	<b>11 313,95</b>

Observação O valor atual do custo da água produzida não inclui os custos dos componentes comuns as diversas alternativa ETA e Adutora de Água Tratada

Dados	
Custo do MWh	121,70
Juros (% a a)	10,00
Taxa de Crescimento Populacional (%)	5,96
Custo Total Atualizado (R\$ x 10³)	4 315,68
Volume Faturável Atualizado (m³ x 10³)	11 313,95
Custo da Água Faturável Atualizado (R\$/m³ x 10³)	381,45

Arq: QDR\_1318.XLS(QDR\_15)



000042



**QUADRO 18**  
**CONSOLIDAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS CUSTOS GLOBAIS E UNITÁRIOS DAS ALTERNATIVAS ESTUDADAS**

DISCRIMINAÇÃO DOS INVESTIMENTOS E CUSTOS	ALTERNATIVA AD1			ALTERNATIVA AD2			ALTERNATIVA AD3			ALTERNATIVA AD4			ALTERNATIVA AD5		
	Adutora DN 300 mm implantada na 1ª etapa. Elevatória EE1 na 1ª etapa Elevatória EE2 na 2ª Etapa			Adutora DN 350 mm implantada na 1ª etapa. Elevatória EE1 na 1ª etapa e substituição dos equipamentos na 2ª Etapa			Adutora DN 400 mm implantada na 1ª etapa. Elevatória EE1 na 1ª etapa e substituição dos equipamentos na 2ª Etapa			Adutora DN 250 mm implantada na 1ª etapa. Elevatória EE1 na 1ª etapa e substituição dos equipamentos na 2ª Etapa			Duas linhas adutoras DN 250 mm impl. na 1ª e 2ª etapas. Elevatória EE1 na 1ª etapa e substituição dos equipamentos na 2ª Etapa		
	1ª Etapa (1997) R\$	2ª Etapa (2007) R\$	Total R\$	1ª Etapa (1997) R\$	2ª Etapa (2007) R\$	Total R\$	1ª Etapa (1997) R\$	2ª Etapa (2007) R\$	Total R\$	1ª Etapa (1997) R\$	2ª Etapa (2007) R\$	Total R\$	1ª Etapa (1997) R\$	2ª Etapa (2007) R\$	Total R\$
I - Investimentos															
I.1 - Adutora de Água Bruta	1.989.139,00	-	1.989.139,00	2.812.480,00	-	2.812.480,00	3.333.618,00	-	3.333.618,00	2.053.030,00	-	2.053.030,00	1.746.140,00	1.746.140,00	3.492.280,00
I.2 - Elevatórias	283.142,00	163.913,00	447.055,00	289.866,70	73.127,00	342.783,70	230.505,05	57.501,03	288.006,08	327.030,00	133.687,00	460.717,00	327.030,00	73.204,00	400.234,00
I.3 - Total dos Investimentos	<b>2.272.281,00</b>	<b>163.913,00</b>	<b>2.436.194,00</b>	<b>3.082.146,70</b>	<b>73.127,00</b>	<b>3.155.273,70</b>	<b>3.564.123,05</b>	<b>57.501,03</b>	<b>3.621.624,08</b>	<b>2.380.060,00</b>	<b>133.687,00</b>	<b>2.513.747,00</b>	<b>2.073.170,00</b>	<b>1.819.344,00</b>	<b>3.892.514,00</b>
II - Custos a Valores Atuais															
II.1 - Investimentos	-	-	2.123.190,81	-	-	2.827.582,11	-	-	3.280.265,62	-	-	2.210.547,39	-	-	2.522.368,97
II.2 - Manutenção e Operação	-	-	1.097.930,90	-	-	1.464.758,08	-	-	1.689.371,07	-	-	1.143.771,46	-	-	1.275.765,76
II.3 - Energia	-	-	489.440,65	-	-	364.016,03	-	-	291.212,83	-	-	833.274,89	-	-	517.546,43
II.4 - Total dos Valores Atuais	-	-	<b>3.710.532,06</b>	-	-	<b>4.656.356,22</b>	-	-	<b>5.240.849,53</b>	-	-	<b>4.187.593,73</b>	-	-	<b>4.315.681,17</b>
III - Estimativa do Custo Unitário de Água Produzida															
III.1 - Valor Atual Equivalente dos Volumes Produzidos (m³ x 10³)	-	-	11.313,95	-	-	11.313,95	-	-	11.313,95	-	-	11.313,95	-	-	11.313,95
III.2 - Investimentos (R\$/1.000 m³)	-	-	187,86	-	-	249,92	-	-	288,16	-	-	195,38	-	-	222,94
III.3 - Manutenção e Operação (R\$/1.000 m³)	-	-	97,04	-	-	128,46	-	-	149,32	-	-	101,09	-	-	112,78
III.4 - Energia (R\$/1.000 m³)	-	-	43,28	-	-	32,17	-	-	25,74	-	-	73,65	-	-	45,74
III.5 - Custo Final da Água Produzida (R\$/1.000 m³)	-	-	<b>327,96</b>	-	-	<b>411,58</b>	-	-	<b>463,22</b>	-	-	<b>370,13</b>	-	-	<b>381,45</b>

Ver. 02/10/2008



## 2.4 - TRATAMENTO

O tratamento da água aduzida por este sistema de adutora será feito na ETA a ser construída, na meia encosta do morro onde encontra-se implantada a torre de transmissão da EMBRATEL. Para tanto, esta ETA, a ser construída, deverá constar de uma casa de química, uma caixa de nível situada na entrada da mesma, seis filtros tipo russo e dois reservatórios retangulares apoiados com capacidade para 800 m<sup>3</sup> cada.

A estação de tratamento (ETA) será construída em duas etapas, assim distribuídas:

- na primeira etapa (ano 1997) serão construídos a caixa de nível, três filtros de fluxo ascendente de 3,70 m de diâmetro tipo russo, um reservatório apoiado de 800 m<sup>3</sup> e, a casa de química, onde encontra-se alojada, também, a estação de bombeamento para lavagem dos filtros. Esta primeira etapa atenderá a uma vazão de água tratada de 45,92 l/s (demanda para o dia de maior consumo) a ser atingida no ano 2006, conforme pode ser visualizada no quadro 2 citado anteriormente,
- na segunda etapa (ano 2007) serão implantados mais três filtros tipo russo e um reservatório apoiado de 800 m<sup>3</sup>, atendendo desse modo a uma vazão de água tratada de 81,93 l/s (demanda para o dia de maior consumo) a ser atingida no ano 2016, conforme pode-se observar no quadro 2 citado no item 2.2 - Dados e Parâmetros do Projeto.

O tratamento será feito, inicialmente, através da filtração que será precedida da aplicação de produtos químicos visando à coagulação das impurezas, seguida da aplicação de cloro gasoso para a desinfecção e da aplicação de produtos químicos para correção do pH, quando necessário.

A casa de química consistirá de um prédio de um único pavimento com uma área de 72 m<sup>2</sup>, compreendendo o depósito de produtos químicos, tanques de mistura, um pequeno laboratório para controle do tratamento, a estação elevatória para lavagem dos filtros e instalações sanitárias para o pessoal da operação e manutenção. Como coagulante deverá ser utilizado, preferencialmente, o sulfato de alumínio em solução a uma concentração de 1 a 2%. A cal hidratada, em suspensão a concentração de 1%, deverá ser empregada como auxiliar de coagulação, proporcionando uma adequada alcalinidade a este processo, bem como, para a correção final do pH da água filtrada. Como desinfetante será utilizado o cloro gasoso.

Para o cálculo dos filtros e da estação elevatória de lavagem dos filtros, foi considerada a seguinte metodologia:

- taxa de lavagem = 0,80 m/min  $\cong$  1 200 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>xdia,
- diâmetro do filtro = 3,70 m,
- área do filtro =  $\frac{\pi \times 3,70^2}{4} = 10,52\text{m}^2$ ,

- considerando-se a vazão da 1ª etapa (dia de maior consumo)  $\Rightarrow Q_1 = 45,92 \text{ l/s}$ , conforme visto no quadro 2, tem-se a vazão por filtro =  $\frac{45,92}{3} \text{ l/s} = 15,31 \text{ l/s}$ , adotando-se três filtros por etapa
- vazão da 2ª etapa (dia de maior consumo)  $\Rightarrow Q_2 = 81,93 \text{ l/s}$
- vazão total dos filtros
  - 1ª etapa  $\rightarrow 3 \times 15,31 \text{ l/s} = 45,93 \text{ l/s} = Q_1 = 45,92 \text{ l/s}$
  - 2ª etapa  $\rightarrow 6 \times 15,31 \text{ l/s} = 91,86 \text{ l/s} > Q_2 = 81,93 \text{ l/s}$
- cálculo da taxa de filtração

$$Q = A \times \text{Taxa} \Rightarrow \text{Taxa} = \frac{Q}{A}$$

$$\text{Taxa} = \frac{15,31 \text{ l/s}}{10,75 \text{ m}^2} \times \frac{86\,400}{1\,000} = \frac{15,31 \times 86,40}{10,75} = 123,05 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ dia}$$

O valor da taxa calculada de  $123,05 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$  encontra-se dentro do recomendado pela CETESB, que é de 120 (mínimo) e 360 (máximo)  $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

- tempo de lavagem dos filtros = 10 minutos
- volume de lavagem =  $10,75 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ m/min} \times 10 \text{ min} \times 1,05 = 90 \text{ m}^3$
- vazão de lavagem =  $10,75 \text{ m}^2 \times 0,8 \text{ m/min} \times 1,05 = 9,03 \text{ m}^3/\text{min} = 151 \text{ l/s}$
- perdas de carga localizada no filtro
  - a) fundo do filtro ( $\emptyset$  furo  $\frac{1}{4}$ " )  $\Rightarrow h_{fFF} = 2,60 \text{ m}$ , de acordo com a tabela 22 4, página 203 da publicação Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água - Volume 2 - Tratamento de Água - CETESB,
  - b) camada de pedregulho ( $H = 0,70 \text{ m}$ , velocidade de ascensão =  $0,80 \text{ m/min}$ )  $\Rightarrow h_{fPe}$   
 $= \frac{V_a \times H}{3} = \frac{0,80 \times 0,70}{3} \cong 0,19 \text{ m}$ ,
  - c) camada de areia ( $H = 2,0 \text{ m}$ )  $\Rightarrow h_{fA} = 0,9 \times H = 0,9 \times 2,0 = 1,80 \text{ m}$ ,
  - d) vertedor da calha ( $L = 3,70 \text{ m}$ ,  $Q = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ )  $\Rightarrow h_{fC} = 0,08 \text{ m}$  (calculada pela tabela 22 6, página 204 da publicação Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água - Volume 2 - Tratamento de Água - CETESB),
  - e) total das perdas localizadas no filtro =  $4,67 \text{ m}$

- perdas de carga na sucção e recalque
  - a) perdas de carga ao longo da tubulação de recalque  $\Rightarrow hf_{TR} = 2,04 \text{ m}$ ,
  - b) perdas de carga localizada na sucção e recalque  $\Rightarrow h_{rSR} = 2,06 \text{ m}$
- desnível entre o N A do filtro e N A do reservatório  $\Rightarrow \Delta N A = 384,95 - 379,65 = 5,30 \text{ m}$
- total geral das perdas = 14,03 m
- características das bombas de lavagem = 2 (1 ativa + 1 reserva) vazão = 151  $\ell/s$ ,  
AMT = 14,03 m, potência = 40 CV

## 2.5 - RESERVAÇÃO

O valor normalmente adotado para o cálculo do volume d'água a ser armazenado corresponde a um terço do volume do dia de maior consumo, oferecendo razoável segurança para o atendimento dos consumos normais. Isto resulta no seguinte cálculo:

$$VR = \frac{1}{3} \times \text{volume máximo diário}$$

$$VR = \frac{1}{3} \times 81,93 \ell/s \times \frac{86\,400}{1\,000} = 2\,360 \text{ m}^3$$

- considerando o reservatório elevado existente (RE) = 100  $\text{m}^3$ ,
- considerando 2 reservatórios apoiados de 800  $\text{m}^3$  a construir = 1 600  $\text{m}^3$

Tem-se 1 700  $\text{m}^3$  de capacidade de reservação, faltando 660  $\text{m}^3$  a reservar que seriam armazenados em reservatórios a serem construídos na cidade, no final da 2ª etapa, se necessário, dependendo da evolução da população no horizonte do projeto (20 anos)

## 2.6 - ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

A adutora de água tratada, prevista para ser implantada em etapa única, terá uma extensão total de 1 300 m, interligando os reservatórios apoiados da ETA ao reservatório elevado no centro da cidade, processando-se o fluxo gravitariamente. Nas figuras 6, 9 e 10, citadas anteriormente, encontram-se dados e características básicas do dimensionamento e o perfil hidráulico das condições operacionais da adutora de água tratada para o horizonte de 20 anos (2016)

Para o cálculo das vazões de água tratada levou-se em consideração

- reservação na ETA = 1 600  $\text{m}^3 = 68\%$ ,
- reservação na cidade = 760  $\text{m}^3 = 32\%$ ,
- total a ser reservado = 2 360  $\text{m}^3 = 100\%$ ,

- coeficiente da hora de maior consumo proporcional  $C = 1 + (0,50 \times 0,68) = 1,34$ ,
- $Q_1 = 45,92 \text{ l/s} \times 1,34 = 61,53 \text{ l/s}$  (1ª etapa),
- $Q_2 = 81,93 \text{ l/s} \times 1,34 = 109,79 \text{ l/s}$  (2ª etapa)

As características básicas principais da adutora encontram-se apresentadas, a seguir

- comprimento = 1 300 m,
- diâmetro = 350 mm,
- velocidades = 0,63 m/s (1ª etapa) e 1,14 m/s (2ª etapa),
- vazões = 61,53 l/s (1ª etapa) e 109,79 l/s (2ª etapa),
- perda de carga linear = 1,09 m/km (1ª etapa) e 3,18 m/km (2ª etapa),
- perda de carga total = 1,42 m (1ª etapa) e 4,14 m (2ª etapa)