

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 E ESTUDOS
COMPLEMENTARES PARA A IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM
BARRA VELHA

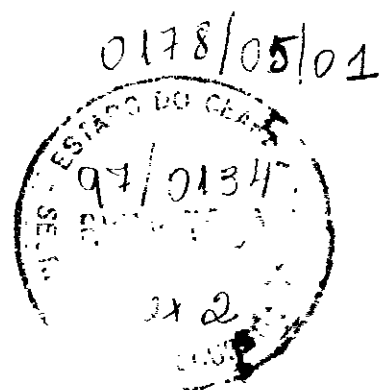
TOMO 5

RELATÓRIO GERAL DO PROJETO
EXECUTIVO DA ADUTORA

VOLUME 1
RELATÓRIO GERAL



Lote 01808 - Prep Scan Index FORTALEZA
Projeto Nº 0178/05/01
Volume 1 JANEIRO/97
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

Este conjunto de documentos se constitui no Relatório Final do Projeto Executivo e Estudos Complementares para Implantação e Aproveitamento da Barragem Barra Velha, desenvolvido no âmbito dos contratos firmados entre a VBA CONSULTORES, COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS e a SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

O Projeto do Açude Barra Velha se insere no contexto do PROURB/CE - PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, que se encontra em fase de implementação pelo Governo do Estado do Ceará, em parceria com o Banco Mundial

O PROURB é constituído por dois segmentos básicos

- o de ações no setor de urbanismo, com a implantação do Projeto Habitar, em municípios selecionados, para população de baixa renda,
- o de ações no setor hídrico, com a implantação de açudes e adutoras associadas para abastecimento d'água de populações urbanas, dentro de uma adequada Política de Recursos Hídricos para o Ceará

O Açude Barra Velha, com 99,5 hm³, é um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas no PROURB, devendo ter como função primordial o abastecimento da cidade de Independência e a perenização do riacho Independência

O Projeto do Açude Barra Velha compreende, de fato, os seguintes estudos

- Projeto Executivo da barragem,
- Projeto Executivo da Adutora de Independência,
- Cadastro das propriedades e benfeitorias a serem submersas pela bacia hidráulica,
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, em especial a irrigação de áreas propícias e a piscicultura, incluindo a avaliação econômica dos empreendimentos

No global, este Relatório Final está composto dos seguintes documentos

Tomo 1 Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem

- Volume 1 Descrição Geral do Projeto
- Volume 2 Memorial de Cálculo
- Volume 3 Quantitativos e Especificações Técnicas
- Volume 4 Orçamento
- Volume 5 Plantas

000004

Tomo 2 Relatório dos Estudos Básicos

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

Tomo 3 Relatório Síntese da Barragem

Tomo 4 Relatório do Plano de Aproveitamento do Reservatório

Tomo 5 Relatório do Projeto Executivo da Adutora

- Volume 1 Relatório Geral
- Volume 2 Memorial de Cálculo
- Volume 3 Quantitativos e Especificações Técnicas
- Volume 4 Orçamento
- Volume 5 Plantas

Tomo 6 Relatório da Análise Econômica

Tomo 7 Relatório do Levantamento Cadastral

- Volume 1 Relatório Geral
- Volume 2· Laudos

O presente documento constitui-se do Tomo 5 - Relatório do Projeto Executivo da Adutora Barra Velha - Independência, Volume 1 - Relatório Geral

Contém cinco capítulos, o primeiro dos quais tece considerações descritivas gerais e faz uma análise sucinta dos estudos realizados e do sistema existente em operação

O segundo capítulo aborda com detalhes os objetivos, os dados e parâmetros de projeto e o estudo de alternativas de captação e adução

O capítulo 3 mostra a concepção do projeto com a descrição detalhada dos principais componentes do sistema de abastecimento d'água proposto.

O capítulo 4 descreve a metodologia de cálculo dos transientes hidráulicos visando a definição das obras e/ou equipamentos destinados a proteção das instalações contra oscilações de pressão

Finalmente, no capítulo 5, é apresentado o orçamento consolidado do projeto Executivo da Adutora Barra Velha - Independência



ÍNDICE

ÍNDICE

	página
APRESENTAÇÃO	
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	04
1 1 - LOCALIZAÇÃO, ACESSO E CONHECIMENTO DA ÁREA	05
1 2 - ANÁLISE DOS ESTUDOS REALIZADOS	08
1 3 - SISTEMA EXISTENTE EM OPERAÇÃO	08
CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS	11
2 1 - OBJETIVOS DO ESTUDO	12
2 2 - DADOS E PARÂMETROS DE PROJETO	12
2 2 1 - POPULAÇÃO	12
2 2 2 - PARÂMETROS DE PROJETO	13
2 2 3 - MANANCIAL	15
2 3 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO	15
2 3 1 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO	15
2 3 2 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO	22
CAPÍTULO 3 - PROJETO PROPOSTO	29
3 1 - GENERALIDADES	30
3 2 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJETO	30
3 2 1 - CAPTAÇÃO	30
3 2 2 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	33
3 2 3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA	39
3 2 4 - TRATAMENTO	39
3 2 5 - RESERVAÇÃO	42
3 2 6 - ADUÇÃO DA ÁGUA TRATADA	42
3 2 7 - SISTEMA ELÉTRICO	44

CAPÍTULO 4 - TRANSIENTES HIDRÁULICOS	49
4 1 - INTRODUÇÃO	50
4 2 - O MÉTODO	50
4 3 - O SISTEMA COMPUTACIONAL	51
4 4 - ANÁLISE DOS TRANSITÓRIOS	51
4 5 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	52
4 5 1 - ANÁLISE SEM SISTEMA DE PROTEÇÃO	52
4 5 2 - ANÁLISE COM SISTEMA DE PROTEÇÃO	52
CAPÍTULO 5 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO	66
5 1 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO DA 1ª ETAPA	67
5 2 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO DA 2ª ETAPA	72



CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - LOCALIZAÇÃO, ACESSO E CONHECIMENTO DA ÁREA

A cidade de Independência localiza-se na região oeste do estado do Ceará, tendo Crateús como cidade de maior porte localizada nas proximidades, ou seja, a cerca de 48 km de distância. A ligação entre as mesmas é feita através da BR-226. O acesso à Fortaleza, cuja distância é de 305 km, também é feito através da BR-226 até a localidade de Cruzeta, a partir de onde utiliza-se a BR-020. O mapa de localização que enfoca a situação descrita é mostrado, a seguir, na figura 1.1

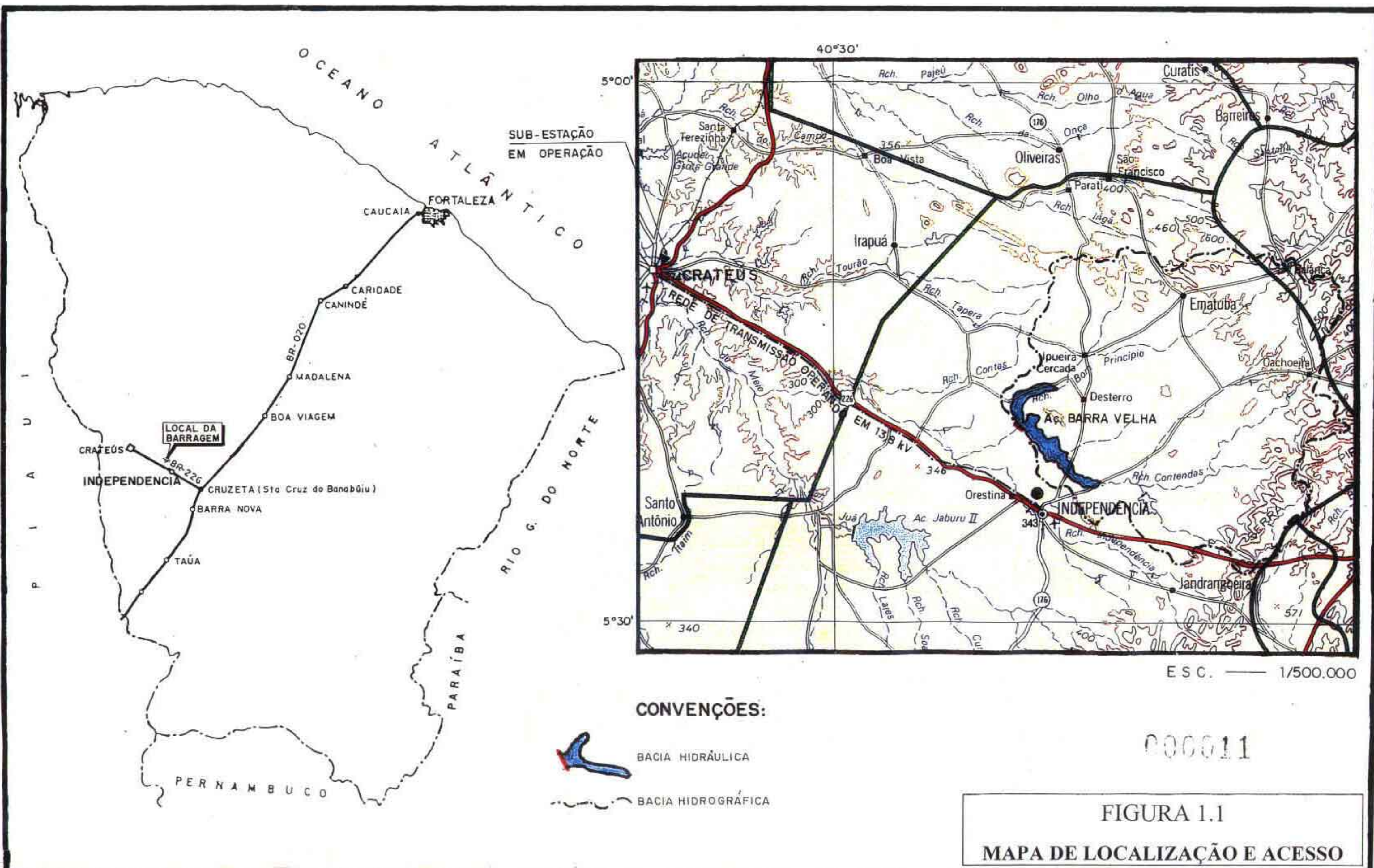
O açude Barra Velha, está localizado no riacho Santa Cruz, nas proximidades da confluência deste com o riacho São José, a uma distância de 11,00 km da cidade de Independência. A ligação entre a cidade e o açude é feita através de estrada carroçável que tem seu início no bairro COHAB, a cerca de 2,00 km de distância da BR-226.

Na Figura 1.2, Lay-Out Geral (na escala 1:50.000), apresenta-se uma localização mais detalhada do barramento, a delimitação da bacia hidráulica com níveis característicos de inundação e o traçado da adutora para Independência.

Deve-se observar, que este mapa (na escala 1:50.000), com a delimitação da bacia hidráulica, foi composto a partir da ampliação das cartas da SUDENE (na escala 1:100.000) e da redução das cartas da bacia hidráulica (na escala 1:5.000), complementadas com informações colhidas no campo para os locais e traçados apresentados.

Todas as informações, como as relativas a traçados e populações, que serão apresentadas nos itens a seguir, foram, portanto, comprovadas em campo, através de visitas aos locais pré-identificados pelas cartas 1:5.000 da bacia hidráulica e/ou 1:100.000 da SUDENE. Para facilitar o trabalho de campo, utilizou-se também, um aparelho GPS, de erro médio 30 m, o suficiente para qualquer estudo preliminar de projeto.

Ressalta-se, ainda, o fato da VBA CONSULTORES ter bastante conhecimento anterior da região, adquirido quando, executou vários trabalhos para a SRH em Crateús. Entre eles, pode-se citar o Projeto Executivo e Cadastro do açude Carnaubal e os Projetos de Irrigação Realejo, Poty e Graça. A VBA CONSULTORES manteve até março de 1996 um escritório em Crateús, onde desenvolveu para a CAGECE atividades de elaboração de projetos e assessoria na implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário da cidade, pelo Programa PROSANEAR.



SUB-ESTAÇÃO
EM OPERAÇÃO

5°00'

40°30'

5°30'

E S C. — 1/500.000

CONVENÇÕES:

-  BACIA HIDRÁULICA
-  BACIA HIDROGRÁFICA

000011

FIGURA 1.1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

1 2 - ANÁLISE DOS ESTUDOS REALIZADOS

Os estudos foram iniciados baseando-se na fotointerpretação e inspeção local visando o reconhecimento do relevo, da rede de drenagem e da formação geológica. As cartas da SUDENE, na escala 1 100 000, e do projeto RADAM Brasil, na escala 1 500 000, e as da bacia hidráulica da barragem, na escala 1 5 000, serviram de base para a determinação de 2 (duas) alternativas preliminares de traçado da adutora e possíveis locais de captação.

Após a análise do regime de operação do reservatório e de sua capacidade de reservação foi excluída uma das alternativas de traçado de adução, visto que naquela alternativa a captação foi locada num ponto cuja cota correspondia ao volume morto do açude (ver Item 2 3 1). A alternativa selecionada garante um atendimento mais eficaz ao ser locada sua captação num ponto próximo do sangradouro do açude, cuja cota corresponde ao nível mínimo operacional do lago.

O capítulo 2 descreverá em detalhes o estudo de alternativas, entretanto é importante ressaltar que as duas alternativas não apresentam grande diferença econômica de implantação, tendo em vista a pequena distância que separa as duas captações estudadas. Além do que, ao se considerar o nível mínimo do lago para a implantação da captação, garante-se um melhor atendimento, e a análise de diâmetros alternativos nos garantiu a otimização quanto aos aspectos econômicos.

Os serviços topográficos necessários à elaboração do Projeto Executivo da adutora Barra Velha - Independência compreendem a locação e nivelamento do caminhamento projetado de 20 em 20 m, totalizando um percurso de 7 422,20 m para adutora de água bruta.

Ao longo desse percurso foram realizadas 44 sondagens a pá e picareta para se obter a espessura da camada de solo visando, o dimensionamento das escavações em 1ª, 2ª e 3ª categorias.

O relevo da área do caminhamento da adutora apresenta-se, plano e suave ondulado, resultado de um sistema erosivo intenso, através do intemperismo químico, que atua como fator importante no processo de decomposição.

O suporte rochoso da referida área é constituído por rochas do embasamento cristalino, possuindo solos pouco desenvolvidos, normalmente com pequena cobertura de solo residual, com média aproximada de 1,0 m de profundidade.

1 3 - SISTEMA EXISTENTE EM OPERAÇÃO

1 3 1 - INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE

O município de Independência apresenta, atualmente (1996), uma população de 22 875 habitantes, sendo 8 532 habitantes residentes na zona urbana da cidade de Independência.

A cidade conta com rede de distribuição de água fornecida pela CAGECE, rede de energia elétrica, em linha 13,8 kVA, escolas de 1º e 2º graus, 2 hospitais, rede telefônica e agências bancárias do Banco do Brasil e Banco do Estado do Ceará

A zona central da cidade tem ruas pavimentadas e todos os distritos são ligados à sede do município através de estradas carroçáveis. As principais atividades econômicas da região estão ligadas à agricultura, pecuária e comércio

1 3 2 - O ABASTECIMENTO DA CIDADE DE INDEPENDÊNCIA

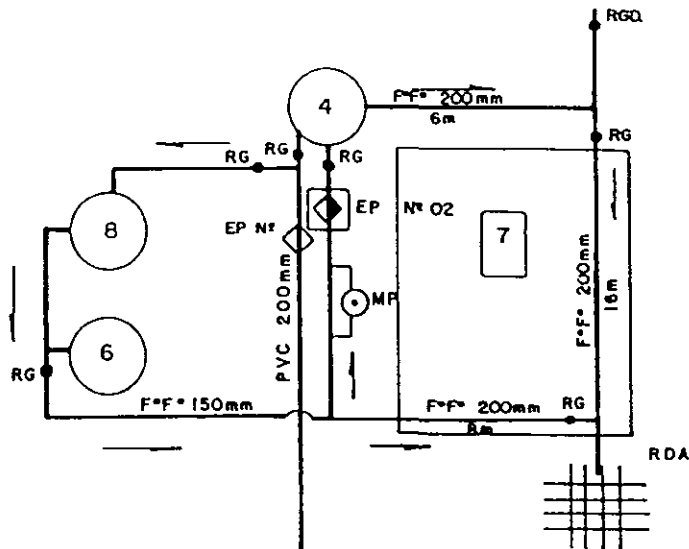
O sistema público de abastecimento de água existente na cidade de Independência restringe-se à sede municipal, sendo a CAGECE o órgão responsável pelo mesmo

O manancial utilizado é o açude Cupins, cuja capacidade é de $4,5 \times 10^6 \text{ m}^3$, e está localizado nas proximidades da zona urbana, a uma distância de 1 097 m do reservatório de distribuição construído na zona central da cidade. A figura 13 mostra o sistema de abastecimento existente e operado pela CAGECE. A captação é feita através de um sifão, sendo a elevatória EE-1 utilizada somente quando o nível d'água do açude Cupins encontra-se muito baixo

A elevatória existente EE-1 está equipada com dois conjuntos eletrobombas do tipo centrífuga horizontal, sendo um deles de reserva, com vazão unitária de $105 \text{ m}^3/\text{h}$, A M T de 45 m c a e potência unitária de 30 CV

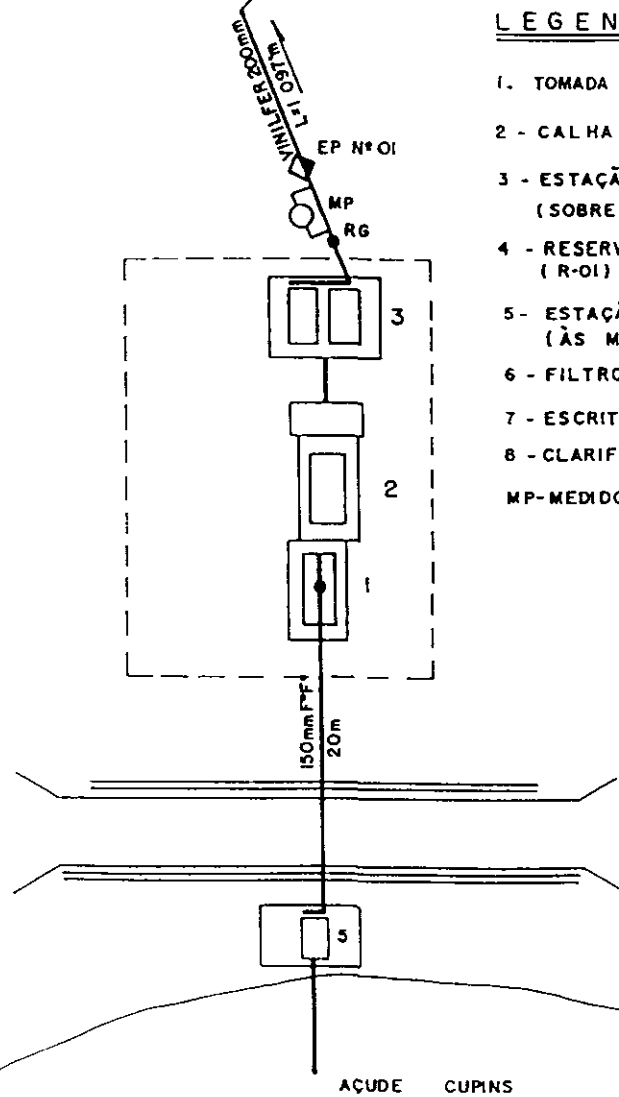
A adutora de água bruta (sifão) tem 20,00 m de comprimento em F°F° com Ø de 150 mm. A linha de adução entre a Estação Elevatória (EE-1) e o Reservatório Elevado de Distribuição existente, cuja capacidade é de 300 m^3 , tem extensão de 1 097 m e Ø de 200 mm em VINILFER. A adutora de água tratada que liga a ETA à rede de distribuição tem apenas 10,00 m de comprimento com Ø de 200 mm em VINILFER.

O sistema de tratamento é feito através de estação compacta sob pressão, em aço carbono, com capacidade para uma vazão de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, apresentando as etapas de floculação, decantação, filtração e desinfecção com hypocal. O sistema atual é composto de 1 760 ligações domiciliares que atende 98% da cidade através de 9 100 m de rede de distribuição composta de tubulação de PVC e CA com diâmetro variando de 50 mm a 100 mm



LEGENDA

- 1 - TOMADA D'ÁGUA
 - 2 - CALHA
 - 3 - ESTAÇÃO ELEVATORIA DE ÁGUA BRUTA (SOBRE O POÇO DE REUNIÃO)
 - 4 - RESERVATÓRIO ELEVADO DE DISTRIBUIÇÃO (R-01) 300m³
 - 5 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA / SIFÃO (ÀS MARGENS DO AÇUDE CUPINS)
 - 6 - FILTRO DE PRESSÃO
 - 7 - ESCRITÓRIO E CASA DE QUÍMICA
 - 8 - CLARIFICADOR
- MP - MEDIDOR PROPORCIONAL



000015

FIGURA 1.3
CROQUIS DO SISTEMA ATUAL DE ABASTECIMENTO
D'ÁGUA DA CIDADE DE INDEPENDÊNCIA



CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS

2 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS

2.1 - OBJETIVOS DO ESTUDO

A cidade de Independência, com uma população urbana de 8 532 habitantes, em 1996, apresenta um nível de abastecimento de água precário, que se torna ainda mais crítico nos períodos de estiagem devido a baixa capacidade de armazenamento do açude Cupins. atual manancial de abastecimento da cidade

A partir da construção do açude Barra Velha com capacidade de reservação de $99.5 \times 10^6 \text{ m}^3$, ou seja, 22 vezes maior que o açude Cupins. 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 Independência, considerando-se as seguintes premissas

- a total substituição do atual sistema de captação e de adução, utilizando-se exclusivamente o açude Barra Velha a ser construído,
- a população a ser beneficiada abrangerá o horizonte de 20 anos, correspondente ao ano 2016,
- o sistema de tratamento compacto existente será totalmente substituído por um sistema de filtração de fluxo ascendente tipo filtro russo

2.2 - DADOS E PARÂMETROS DE PROJETO

2.2.1 - POPULAÇÃO

O quadro 2.1 apresenta os dados censitários do IBGE dos anos de 1950 a 1991 e a evolução da população segundo dois critérios, quais sejam um, adotando-se a taxa de crescimento entre os dois últimos censos (1980 e 1991), e o outro, adotando-se a taxa de crescimento de 2,5% a a , estabelecida como a mínima nos termos de referência

Observa-se que a população total do município decresceu a partir de 1980 Tal fato deveu-se a redução de 3 (três) distritos (Algodões, Coutinho e São Francisco) daquele município, que no censo de 1980 contava com 7 distritos e no de 1991 contava com apenas quatro (Independência, Ematuba, Iapi e Jandrangoeira)

QUADRO 2.1

População do Município e da Cidade de Independência Dados Básicos Censitários de 1950 a 1991

Ano	População Total do Município (IBGE)	População Total da Sede Municipal (IBGE)	População Urbana da Sede Municipal (IBGE)	Taxa Média de Cresc da População Urbana da Sede (%)	Projeção da População da Sede Municipal Considerando-se uma Taxa de Crescimento de	
					1,81% a a	2,50% a a
1950	24 554	5 045	1 933	-	-	-
1960	28 932	7 858	3 011	4,53	-	-
1970	39 075	10 863	5 040	5,29	-	-
1980	43 845	10 644	6 190	2,08	-	-
1991	24 031	12 036	7 541	1,81	-	-
1996	-	-	-	-	8 249	8 532
1997	-	-	-	-	8 398	8 745
2016	-	-	-	-	11 808	13 981

Observa-se que a taxa de crescimento da população da cidade de Independência vem reduzindo-se ao longo dos anos. Conseqüentemente, ao se considerar a taxa mínima indicada nos termos de referência, para a projeção da população, estabelece-se a probabilidade de superestimar-se a população. De qualquer forma, adotou-se a taxa estabelecida nos termos de referência, perfazendo uma população para o fim de plano do projeto (ano 2016) de 13 981 habitantes.

2.2.2 - PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros adotados para o dimensionamento das unidades do sistema de abastecimento de Água de Independência 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 abastecimento 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 2.2, 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 2

Séries Evolutivas de População, Demandas, Vazões de Projeto e Volumes Bombeados para o Horizonte de Atendimento de 20 anos e Vida Útil de 30 anos

Ano	Evolução da População até 2026	População Atendida pelo Projeto	Evolução Demanda do Dia Maior Consumo		Coeficiente de Abastecibilidade (%)	Demanda Humana Faturável (l/s)	Vazão da Adutora a Implantar (l/s)	Volume Anual Bombeado do Barra Velha (m³ x 10³)	Volume Anual Faturável Água Tratada (m³ x 10³)
			Vazão (AT) (l/s)	Relativo ao ano 2016 (%)					
1980	8 491	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	7 541	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	8 532	8 532	-	-	-	-	-	-	-
1997	8 745	8 745	18,22	62,55	0,90	13,86	19,13	502,74	430,92
1998	8 964	8 964	18,67	64,12	0,90	14,01	19,61	515,31	441,70
1999	9 188	9 188	19,14	65,72	0,90	14,36	20,10	528,19	452,74
2000	9 418	9 418	19,62	67,36	0,90	14,72	20,60	541,40	464,06
2001	9 653	9 653	20,11	69,05	0,90	15,08	21,12	554,93	475,66
2002	9 894	9 894	20,61	70,77	0,90	15,46	21,64	568,81	487,55
2003	10 142	10 142	21,13	72,54	0,90	15,85	22,19	583,03	499,74
2004	10 395	10 395	21,66	74,36	0,90	16,24	22,74	597,60	512,23
2005	10 655	10 655	22,20	76,21	0,90	16,65	23,31	612,54	525,04
2006	10 922	10 922	22,75	78,12	0,90	17,07	23,89	627,86	538,16
2007	11 195	11 195	23,32	80,07	0,90	17,49	24,49	643,55	551,62
2008	11 475	11 475	23,91	82,07	0,90	17,93	25,10	659,64	565,41
2009	11 761	11 761	24,50	84,13	0,90	18,38	25,73	676,13	579,54
2010	12 055	12 055	25,12	86,23	0,90	18,84	26,37	693,04	594,03
2011	12 357	12 357	25,74	88,39	0,90	19,31	27,03	710,36	608,88
2012	12 666	12 666	26,39	90,60	0,90	19,79	27,71	728,12	624,10
2013	12 982	12 982	27,05	92,86	0,90	20,28	28,40	746,32	639,71
2014	13 307	13 307	27,72	95,18	0,90	20,79	29,11	764,98	655,70
2015	13 640	13 640	28,42	97,56	0,90	21,31	29,84	784,11	672,09
2016	13 981	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2017	14 330	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2018	14 688	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2019	15 056	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2020	15 432	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2021	15 818	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2022	16 213	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2023	16 619	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2024	17 034	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2025	17 460	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89
2026	17 896	13 981	29,13	100,00	0,90	21,84	30,58	803,71	688,89

Arq: QUADR_22.XLS(Quad22A)

Dados e Parâmetros Básicos

Consumo Percapta	150 l/hab/dia
Dia maior Consumo	1 20
Hora maior Consumo	1 50
Perdas no Tratamento (%)	5 00
Taxa de Crescimento	2,50 a a

AB Água Bruta
AT Água Tratada

000019



2 2 3 - MANANCIAL

Como fonte única do abastecimento de água considerou-se o açude Barra Velha que será construído, também, no âmbito do PROURB e que terá capacidade de armazenamento de $99.5 \times 10^6 \text{ m}^3$, mostrando-se, portanto, bem superior ao açude Cupins, cuja capacidade de reservação é de $4.5 \times 10^6 \text{ m}^3$

Além da sua reduzida capacidade, é importante ressaltar que a qualidade da água do atual manancial não se compatibiliza com a estrutura de tratamento existente, ocasionando um precário abastecimento público

A figura 2 1 mostra a curva Cota x Área x Volume do reservatório, cujas principais características estão apresentadas a seguir

- rio barrado riacho Santa Cruz
- área máxima da bacia hidráulica 2 410 ha
- área da bacia hidrográfica 847,42 km²
- capacidade $99.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
- precipitação média anual 591,1 mm
- barragem tipo terra zoneada
- altura máxima 17,51 m
- largura máxima da base. 147,30 m
- extensão do coroamento da barragem principal 387,00 m
- cota do coroamento 336,90 m
- cota do N A_{MAX} 335,47 m
- cota do N.A_{MÍN}. 323,50 m
- cota da soleira do sangradouro. 333,60 m
- largura do sangradouro 310,00 m

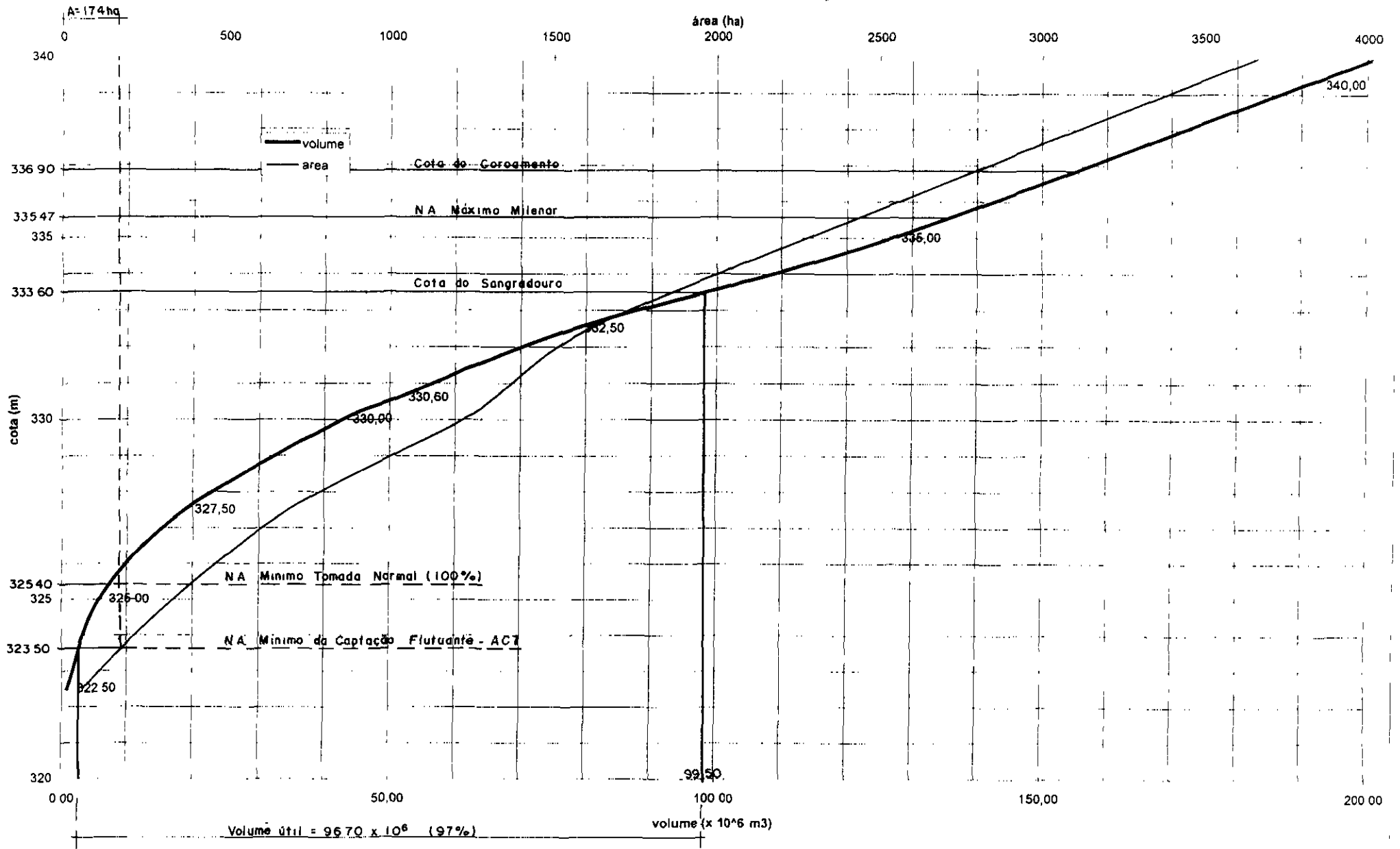
2 3 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO

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

- 1 - a cota da cheia máxima, ou seja, a cota da soleira do sangradouro (333.60). acrescida da altura da lâmina de 1,87 m, que corresponde a cota 335,47 cujo volume atinge o valor de $133,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ e uma área inundada de 2.410 ha,
- 2 - a cota mínima operacional da tomada d'água (325,40) que corresponde a cota do volume morto que é de $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$,
- 3 - a cota do volume mínimo minimorum de captação que é 323,50 com volume de $2,8 \times 10^6 \text{ m}^3$ e área inundada de 174 ha

FIGURA 2 1- DIAGRAMA COTA x AREA x VOLUME DO AÇUDE BARRA VELHA



Após o traçado das curvas para os três níveis citados, fez-se a escolha do local levando-se em consideração as melhores condições para implantação do sistema de captação, de maneira a garantir o abastecimento e reduzir os custos de implantação das obras

Nas figuras 2 2 e 2 3 constam, em planta, as delimitações dos espelhos d'água para os referidos níveis e na figura 2 4 demonstra-se pela curva Cota x Volume do reservatório, os níveis e volumes característicos de dois possíveis locais de captação direta na bacia hidráulica através de elevatória flutuante

O nível da cheia máxima foi utilizado principalmente para definição do traçado da linha adutora, fazendo-se com que o caminhamento da mesma ficasse totalmente fora da área a ser inundada

Levando-se em consideração o nível do volume mínimo minimorum do açude e o nível do volume morto, foram traçadas 02 (duas) alternativas de captação, denominadas de AC1 e AC2, conforme podem ser visualizadas nas figuras 2 2, 2 3 e 2 4 A seguir, descreve-se sucintamente cada uma das duas alternativas

Alternativa-AC1 a captação está localizada a uma distância aproximada de 2,00 km do eixo da barragem principal, ou seja, a 500 m do local escolhido para o sangradouro do açude Na citada alternativa levou-se em consideração o nível mínimo do lago que corresponde a cota 323,50 e a um volume de $2,8 \times 10^6 \text{ m}^3$

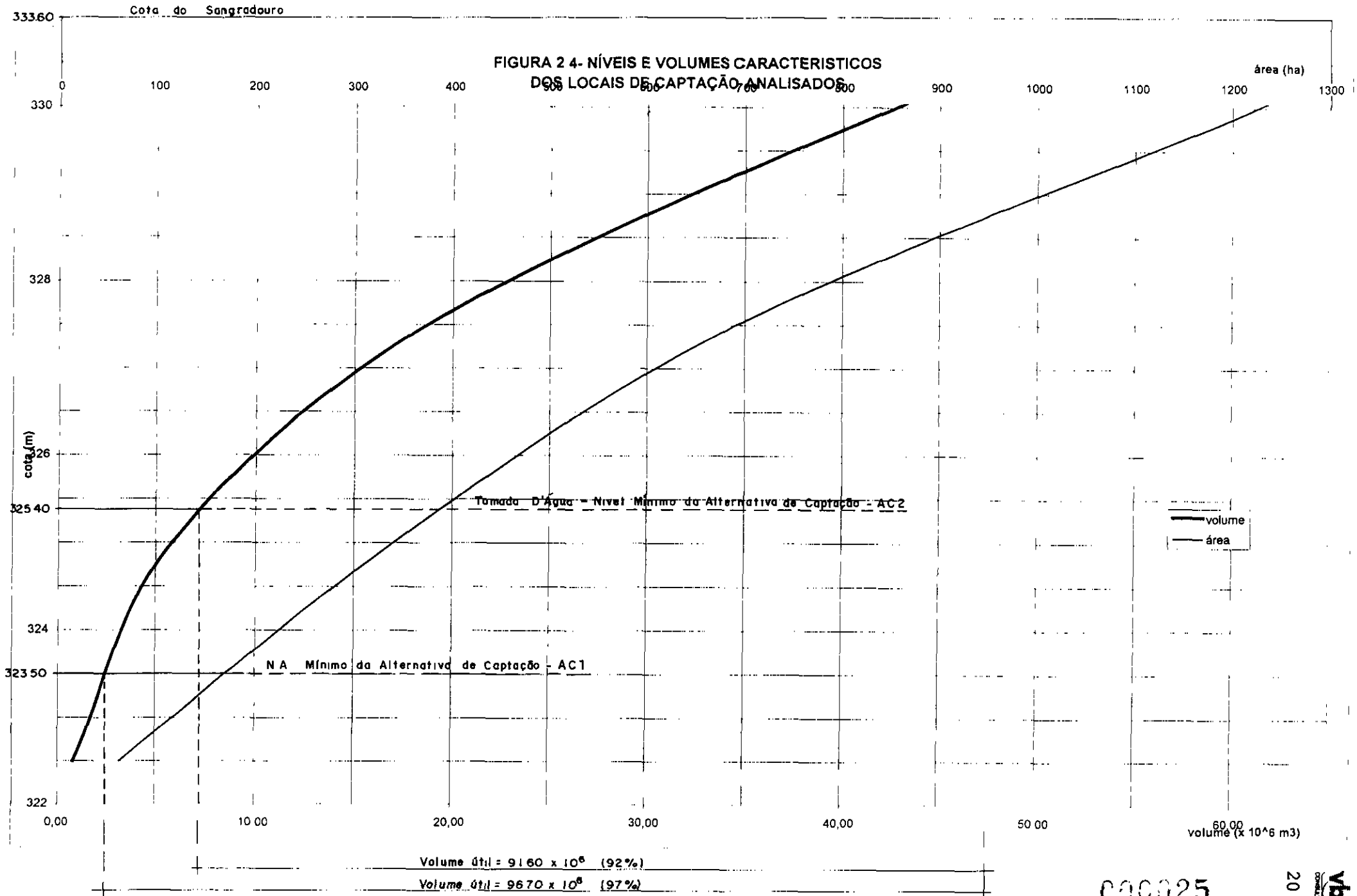
O comprimento total da adutora para esta alternativa é de aproximadamente 7,5 km, levando-se em consideração a distância do local da captação até a área da ETA a ser implantada, que é o melhor traçado possível de maneira a evitar-se a necessidade de desapropriações onerosas

Alternativa-AC2. leva em consideração a cota da tomada d'água que corresponde ao volume morto do açude da ordem de $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ Com isso foi possível a escolha de um local distante 4,50 km da Barragem Principal

Para escolha do local, também, foi levado em consideração a distância mínima possível entre o local inundado com a cheia máxima e local do nível das águas quando no volume morto, de maneira que se tornasse um sistema de captação mais simples e conseqüentemente de custos menos elevados, como por exemplo, a redução do comprimento da tubulação flutuante no caso de uma captação deste tipo. Para esta segunda alternativa. o comprimento total da adutora até a ETA é de aproximadamente 5,7 km

Deve-se considerar, que o comprimento da adutora previsto no termo de referência é de 12,00 km, e que na realidade haverá economia bastante significativa, mesmo escolhendo a alternativa com extensão mais longa ($\ell = 7,5 \text{ km}$) Para escolha do caminhamento das alternativas estudadas, levou-se em consideração o nível da cheia máxima, bem como, um traçado que reduzisse ao máximo possível a distância até a cidade

FIGURA 2 4- NÍVEIS E VOLUMES CARACTERÍSTICOS
DOS LOCAIS DE CAPTAÇÃO ANALISADOS



000025

A Alternativa-AC1 estudada requer a construção de 3,60 km de estrada de manutenção até o ponto de encontro com a Alternativa-AC2. Isto se faz necessário porque as estradas existentes na região serão cobertas pelo lago, quando na enchente máxima. A partir do ponto de encontro com o traçado da Alternativa-AC2, o traçado escolhido será, também, por estrada a ser construída, numa extensão aproximada de 2,00 km. de onde a mesma seguirá através de estrada existente até a ETA a ser construída numa distância de 1,90 km, totalizando 7.50 km.

Na Alternativa-AC2 estudada, a distância da captação até o ponto de encontro com o traçado da alternativa é de 1 800 m, onde também será necessária a construção de estrada de manutenção, uma vez que a estrada existente, além de está localizada dentro da área a ser inundada, demandará um maior comprimento para a adutora e conseqüentemente aumento dos custos.

A partir do ponto de encontro com o traçado da Alternativa-AC1, o caminhamento se dará de maneira semelhante ao que foi descrito para aquela alternativa.

A população a ser beneficiada em final de plano (ano 2016), levando-se em consideração a taxa mínima de crescimento ao ano que é 2.50% será de 13 981 habitantes, o que corresponde a uma vazão de 30,58 ℓ/s adotando-se os parâmetros especificados nos termos de referência.

Quando se analisa as duas alternativas (AC1 e AC2) sob uma ótica que vise garantir um abastecimento sem colapso nos períodos secos e tendo-se em vista que não existe uma significativa diferença de custos que pudesse compensar eventuais interrupções no abastecimento, conclui-se que a adoção da Alternativa-AC1 é a mais viável tecnicamente.

A Alternativa-AC1 garante o fornecimento de água para o abastecimento da cidade de Independência até o nível mínimo mínimo de operação do reservatório (cota 323,50). ou seja, com um volume de apenas 3% do total, ainda seria possível abastecer a cidade. Por outro lado, com a adoção da Alternativa-AC2, o percentual do volume correspondente à interrupção do fornecimento de água, seria de 8% do total (cota 325,40 e $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$) o que certamente seria inaceitável para a população, que atualmente se abastece de um reservatório de apenas $4,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

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 manutenção. Portanto dar-se-á ênfase, no capítulo 3 - O Projeto Proposto, para o estudo da Alternativa-AC1.

2 3 2 - ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

2 3 2 1 - Considerações Gerais

Estudou-se duas alternativas de adução denominadas de A1 e A2, em função do diâmetro econômico, calculado pela fórmula de BRESSE. De posse desses dados efetuou-se um estudo comparativo de custos para os diâmetros 200 mm e 250 mm, que apresentam valores teoricamente mais compatíveis com os diâmetros a serem utilizados. Este estudo considera os gastos anuais de amortização e juros do 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. Aquela que se apresentou atrativamente como solução mais econômica, foi adotada para o projeto. Não computou-se, na análise, as obras e equipamentos comuns às duas alternativas, tendo em vista que os custos atualizados teriam os mesmos valores para ambas as alternativas.

A estimativa inicial do diâmetro econômico encontra-se calculada, a seguir:

- Fórmula de BRESSE

$$D = K\sqrt{Q} \quad \text{Onde, } K = 1,2$$

$$Q = 30,58 \text{ l/s}$$

$$D = \text{diâmetro procurado}$$

- O material a ser utilizado no projeto será o PVC + PRFV (classes variáveis em função da pressão), porém as especificações serão abertas para qualquer outra tubulação com classe de pressão compatível com a calculada.

A Alternativa A1 apresenta a adutora de água bruta com os trechos em recalque e gravitatório com diâmetro nominal 200 mm. Na Alternativa A2 o trecho em recalque da adutora de água bruta será em diâmetro nominal 250 mm e o trecho gravitatório em diâmetro nominal 200 mm, visto que a declividade natural disponível é compatível com o diâmetro de 200 mm.

2 3 2 2 - Descrição Sumária das Alternativas

Em ambas as alternativas de diâmetros 200 e 250 mm, a extensão total da adutora de água bruta é de 7 422,20 m que será implantada em etapa única, considerando o horizonte de 20 anos (ano 2016).

O quadro 2 3 contém os dados e características da adutora da alternativa A1. A figura 2 5 mostra, também, os dados e características básicas do dimensionamento e o perfil hidráulico das condições operacionais da adutora para o horizonte de 2016. O comprimento total será de 7 422,20 m e vazão de 30,58 l/s. Acha-se dividida em dois trechos com comprimentos, respectivamente, de 5 395,20 m e 2 027,00 m. O trecho 1 que vai do flutuante até o barrilete tem 130,0 m de tubos PEAD PN-10 com DE 200 mm e constitui-se no subtrecho 1a. O subtrecho 1b tem 5 265,20 m de tubos 200 mm e estende-se do barrilete à chaminé de equilíbrio. Todo trecho 1 será em recalque. O trecho 2 inicia-se na chaminé de equilíbrio e

atinge à caixa de nível no interior da ETA a ser implantada, com uma extensão de 2 027,00 m e diâmetro nominal 200 mm Este trecho final da adutora será gravitário

As demais características, tais como velocidades, perdas de carga, desníveis, cotas piezométricas, alturas manométricas, potências e número de bombas, poderão ser observadas no quadro 2 3, bem como, no perfil da Alternativa A1, que consta da figura 2 5

A Alternativa A2, apresenta, também, o seu traçado análogo ao da Alternativa A1 e com a mesma extensão

O quadro 2 4 mostra os dados e características da alternativa A2, que terá uma extensão de 7 422,20 m e vazão total de 30,58 ℓ/s A figura 2 6 apresenta, também, os dados e características básicas do dimensionamento e o perfil hidráulico das condições operacionais da adutora para o horizonte de 20 anos (ano 2016) Tal como a Alternativa A1, acha-se dividida em dois trechos com comprimentos, respectivamente, de 5 395,20 m e 2 027,00 m O trecho 1, que é um recalque, acha-se dividido em dois subtrechos O subtrecho 1a que vai do flutuante ao barrilete terá 130,0 m de tubos PEAD PN-10 com DE 200 mm O subtrecho 1b estende-se do barrilete à chaminé de equilíbrio com uma extensão total de 5 265,20 m e diâmetro nominal 250 mm O trecho 2, que constitui o trecho final, é gravitário com tubulação em diâmetro nominal 200 mm Outras características inerentes a esta alternativa, poderão ser visualizadas no quadro 2 4 e, na figura 2 6, tais como velocidades, perdas de cargas, desníveis, cotas piezométricas, alturas manométricas, potência e número de bombas

2 3 2 3 - Consolidação e Comparação dos Custos das duas Alternativas

Na consolidação e comparação dos custos globais das duas alternativas estudadas, considerou-se os custos das adutoras somente em material de PVC + PRFV, cujos custos finais encontram-se demonstrados nos quadros 2 5 e 2 6 Nestes quadros são retratados, também, a consolidação dos custos e os valores atuais dos investimentos, manutenção e energia a juros de 10% a a Considerando-se todos os custos a valores atuais observa-se que para a Alternativa A1 o valor atual alcança (R\$ 1 038 235,51), enquanto que para a Alternativa A2 o valor atual atinge (R\$ 1 291 291,84), de onde se conclui que a Alternativa A1 é a mais economicamente viável

QUADRO 2.3

ALTERNATIVA A1

Dados e Características da Adutora de Água bruta e Elevatória
Adutora de Água Bruta com Trechos em Recalque e Gravitário DN 200 mm.

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 Elevatoria (m c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho 1	LT = 5 395,20	Q = 30,58	ST 1a	130,00	163,60 F	1,47	10,00	1,30	2,00	26,78	382,61	381,31	EE-1	54,09 RECALQUE
			ST 1b	5 265,20	200	0,97	4,56	24,01			381,31	357,30		
Trecho 2	LT = 2 027,00	Q = 30,58	-	2 027,00	200	0,97	4,56	9,24	-	9,74	357,30	348,06	-	GRAVITÁRIO

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

QUADRO 2.4

ALTERNATIVA A2

Dados e Características da Adutora de Água bruta e Elevatória
Adutora de Água Bruta com o Trecho em Recalque DN 250 mm e o Trecho Gravitário DN 200 mm.

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 Elevatoria (m.c a)
											Montante (m)	Jusante (m)		
Trecho 1	LT = 5 395,20	Q = 30,58	ST 1a	130,00	163,60 F	1,47	10,00	1,30	2,00	26,78	366,71	365,41	EE-1	38,19 RECALQUE
			ST 1b	5 265,20	250	0,62	1,54	8,11			365,41	357,30		
Trecho 2	LT = 2 027,00	Q = 30,58	-	2 027,00	200	0,97	4,56	9,24	-	9,74	357,30	348,06	-	GRAVITÁRIO

(F) - Trecho em Tubulação PEAD flutuante

Arq. QDRa_2024.xls

000029



$L=39,47m$, $L=130,00m$, $Q=30,58 l/s$, $DE=200mm$, $J=10,00 m/km$, $v=1,47 m/s$, $\Delta h_j=1,30m$ |
 $L=5.265,20m$, $Q=30,58 l/s$, $DN=200mm$, $J=4,56 m/km$, $v=0,97 m/s$, $\Delta h_j=24,01m$ |
 $L=2.027,00m$, $Q=30,58 l/s$, $DN=200mm$, $J=4,56 m/km$, $v=0,97 m/s$, $\Delta h_j=9,24m$

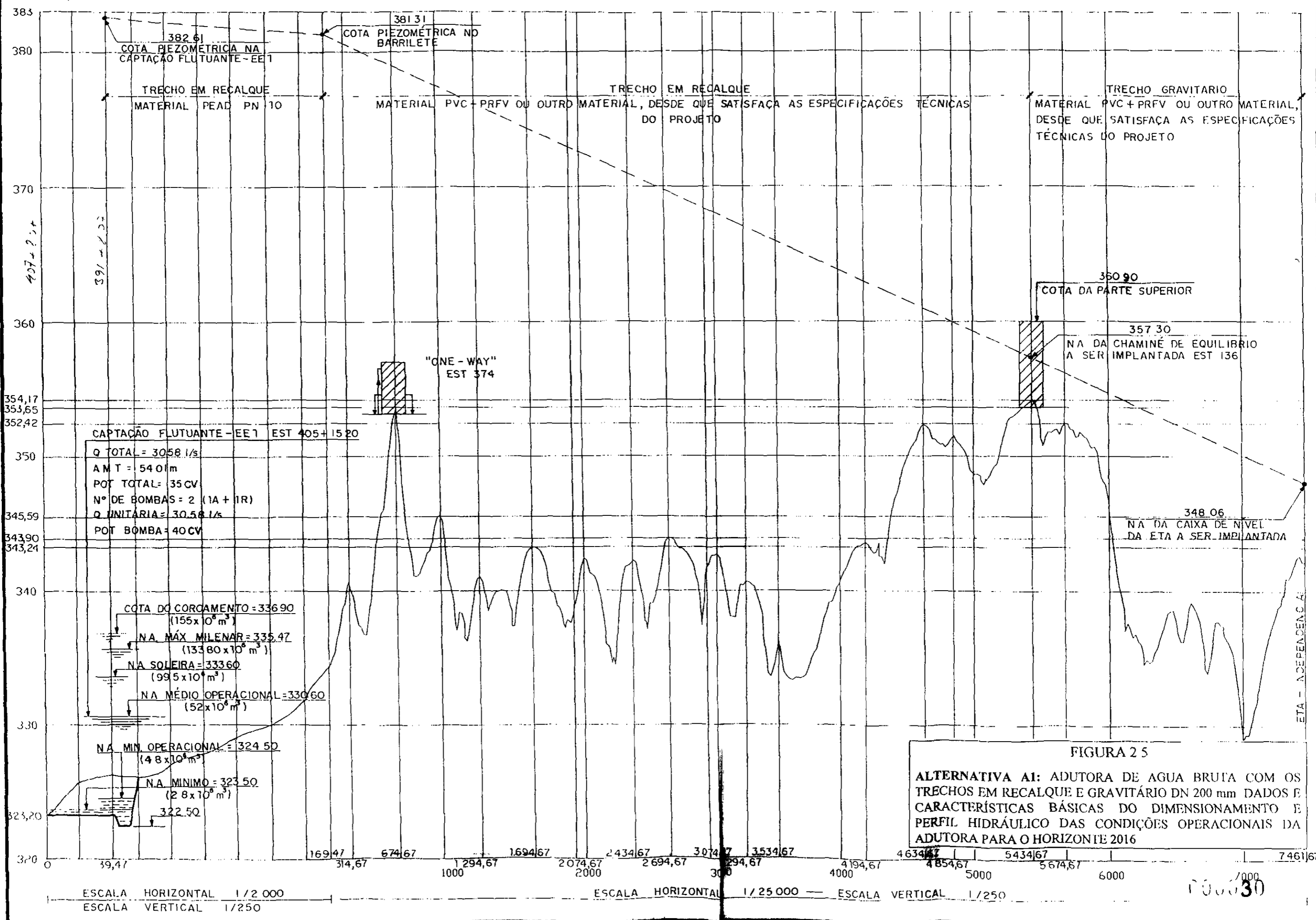


FIGURA 2.5
ALTERNATIVA A1: ADUTORA DE AGUA BRUTA COM OS TRECHOS EM RECALQUE E GRAVITARIO DN 200 mm DADOS E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO DIMENSIONAMENTO E PERFIL HIDRÁULICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA ADUTORA PARA O HORIZONTE 2016

L=39,47m, L=130,00m, Q=30,58 l/s, DE=200mm, J=10 m/km, v=1,47m/s, Δh_j=1,30m
 L=5.265,20m, Q=30,58 l/s, DN=250mm, J=1,54 m/km, v=0,62 m/s, Δh_j=8,11m

L=2.027,00m, Q=30,58 l/s, DN=200mm
 J=4,56m/km, v=0,97 m/s, Δh_j=9,24m

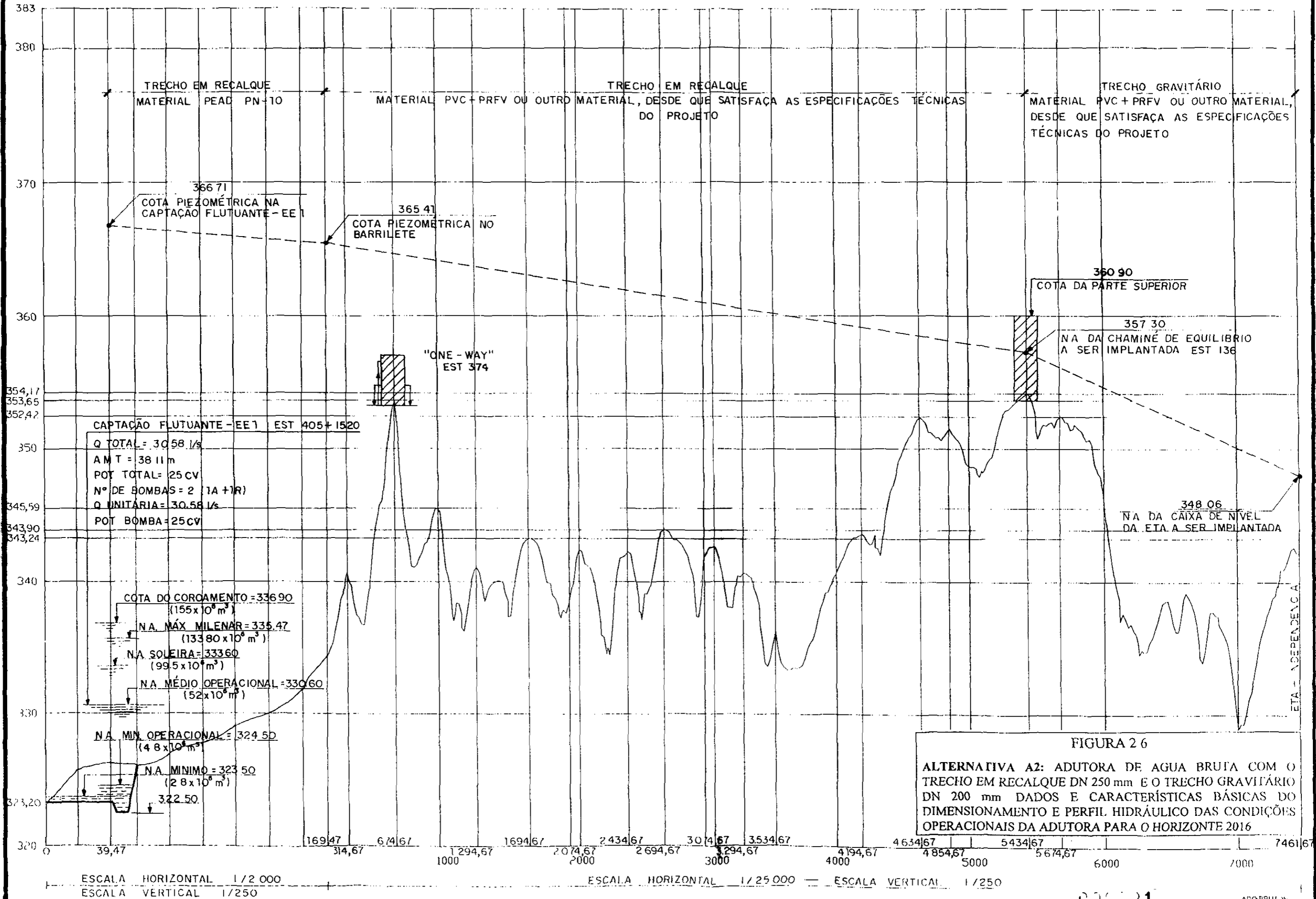


FIGURA 2.6
 ALTERNATIVA A2: ADUTORA DE AGUA BRUTA COM O TRECHO EM RECALQUE DN 250 mm E O TRECHO GRAVITÁRIO DN 200 mm DADOS E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO DIMENSIONAMENTO E PERFIL HIDRÁULICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA ADUTORA PARA O HORIZONTE 2016

000031

QUADRO 2.5

ALTERNATIVA A1

**Consolidação dos Custos e Valores Atuais dos Investimentos, Manutenção e Energia
Implantação da Adutora de Água Bruta com o Trecho em Recalque DN 200 mm**

Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horas Médias Funcionamento (horas/dia)	Potência Consumida (KW)	Consumo anual de Energia Elétrica (M w h)	Custo de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
		Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1997	8 745	424 876,56	185 000,00	609 876,56	30 493,83	15,01	25,50	139,73	17 005,19	657 375,58	430,92
1998	8 964				30 493,83	15,39	25,50	143,22	17 430,32	47 924,15	441,70
1999	9 188				30 493,83	15,77	25,50	146,80	17 866,08	48 359,90	452,74
2000	9 418				30 493,83	16,17	25,50	150,47	18 312,73	48 808,55	464,06
2001	9 653				30 493,83	16,57	25,50	154,24	18 770,55	49 284,37	475,86
2002	9 894				30 493,83	16,99	25,50	158,09	19 239,81	49 733,64	487,55
2003	10 142				30 493,83	17,41	25,50	162,04	19 720,80	50 214,63	499,74
2004	10 396				30 493,83	17,85	25,50	166,10	20 213,82	50 707,65	512,23
2005	10 655				30 493,83	18,29	25,50	170,25	20 719,17	51 213,00	525,04
2006	10 922				30 493,83	18,75	25,50	174,50	21 237,15	51 730,98	538,16
2007	11 195				30 493,83	19,22	25,50	178,87	21 768,08	52 261,91	551,82
2008	11 475				30 493,83	19,70	25,50	183,34	22 312,28	52 806,11	565,41
2009	11 761				30 493,83	20,19	25,50	187,92	22 870,09	53 363,91	579,54
2010	12 055				30 493,83	20,70	25,50	192,62	23 441,84	53 935,67	594,03
2011	12 357				30 493,83	21,21	25,50	197,44	24 027,88	54 521,71	608,86
2012	12 666				30 493,83	21,74	25,50	202,37	24 628,58	55 122,41	624,10
2013	12 982				30 493,83	22,29	25,50	207,43	25 244,30	55 738,12	639,71
2014	13 307				30 493,83	22,84	25,50	212,62	25 875,40	56 369,23	655,70
2015	13 640				30 493,83	23,41	25,50	217,93	26 522,29	57 016,12	672,09
2016	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2017	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2018	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2019	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2020	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2021	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2022	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2023	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2024	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2025	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
2026	13 981				30 493,83	24,00	25,50	223,38	27 185,35	57 679,17	688,89
Total dos Custos de Implantação		424.876,56	185 000,00	609 876,56	914.814,84	-	-	-	706 245,15	2.230 936,55	17 896,89
Valor Atual dos Custos		386 251,42	188 181,82	554 433,24	287 462,71	-	-	-	196 339,57	1 038 235,51	4.975,37

Arq. Quad_22.xls(Alternativa_A1)

Dados

Custo do M w h (R\$) 121,70

Juros (% a a) 10,00

Taxa de Crescimento Populacional (%) 2,50

Custos de Operação e Manutenção (%) 5,00 do Total dos Custos de Implantação

Valor atual do custo da água produzida não incluindo os custos dos componentes comuns a ambas adutoras ETA, adutora de água tratada e trecho gravitário da adutora de água bruta

Custo Total (R\$)

1 038 235,51

Volume Anual Faturável (m³ x 10³)

17 896,69

Custo da Água Faturável (R\$/m³ x 10³)

58,01

000032



QUADRO 2.6

ALTERNATIVA A2

Consolidação dos Custos e Valores Atuais dos Investimentos, Manutenção e Energia
Implantação da Adutora de Água Bruta com o Trecho em Recalque DN 250 mm

Ano	População Atendida pelo Projeto	Custo de Implantação (R\$)			Custos de Operação e Manutenção (R\$)	Horas Médias Funcionamento (horas/dia)	Potência Consumida (KW)	Consumo anual de Energia Elétrica (M w h)	Custo de Energia (R\$)	Total (R\$)	Volume Anual Faturável de Água Tratada (m³ x 10³)
		Adutora de Água Bruta	Elevatória	Total							
1997	8 745	594 441,08	240 584,00	835 025,08	41 751,25	15,01	18,00	98,63	12 003,66	888 780,00	430,92
1998	8 964				41 751,25	15,39	18,00	101,10	12 303,75	54 055,01	441,70
1999	9 188				41 751,25	15,77	18,00	103,63	12 611,35	54 362,80	452,74
2000	9 418				41 751,25	16,17	18,00	106,22	12 926,83	54 677,88	464,06
2001	9 653				41 751,25	16,57	18,00	108,87	13 249,80	55 001,05	475,66
2002	9 894				41 751,25	16,98	18,00	111,59	13 581,04	55 332,30	487,55
2003	10 142				41 751,25	17,41	18,00	114,38	13 920,57	55 671,82	499,74
2004	10 395				41 751,25	17,85	18,00	117,24	14 268,58	56 019,84	512,23
2005	10 655				41 751,25	18,29	18,00	120,17	14 625,30	56 376,55	525,04
2006	10 922				41 751,25	18,75	18,00	123,18	14 990,93	56 742,18	538,16
2007	11 195				41 751,25	19,22	18,00	126,26	15 365,70	57 116,96	551,62
2008	11 475				41 751,25	19,70	18,00	129,42	15 749,84	57 501,10	565,41
2009	11 761				41 751,25	20,19	18,00	132,65	16 143,59	57 894,84	579,54
2010	12 053				41 751,25	20,70	18,00	135,97	16 547,18	58 298,43	594,03
2011	12 357				41 751,25	21,21	18,00	139,37	16 960,88	58 712,11	608,88
2012	12 665				41 751,25	21,74	18,00	142,85	17 384,88	59 136,14	624,10
2013	12 982				41 751,25	22,28	18,00	146,42	17 819,50	59 570,76	639,71
2014	13 307				41 751,25	22,84	18,00	150,08	18 264,99	60 018,24	655,70
2015	13 640				41 751,25	23,41	18,00	153,83	18 721,82	60 472,87	672,09
2016	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2017	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2018	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2019	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2020	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2021	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2022	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2023	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2024	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2025	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
2026	13 981				41 751,25	24,00	18,00	157,68	19 189,66	60 940,91	688,89
Total dos Custos de Implantação		594.441,08	240 584,00	835 025,08	1.252.537,62	-	-	-	498 525,99	2 588 688,69	17 896,69
Valor Atual dos Custos		540 400,98	218 712,73	759 113,71	393 585,50	-	-	-	138 592,63	1 291 291,84	4 975,37

Arq. Quad_22.xls(Alternativa_A2)

Dados

Custo do M w h (R\$) 121,70
 Juros (% a a) 10,00
 Taxa de Crescimento Populacional (%) 2,50

Custos de Operação e Manutenção (%) 5,00 do Total dos Custos de Implantação

Valor atual do custo da água produzida, não incluindo os custos dos componentes comuns a ambas adutoras ETA, adutora de água tratada e trecho gravitatório da adutora de água bruta

Custo Total (R\$) 1 291 291,84

Volume Anual Faturável (m³ x 10³) 17 896,69

Custo da Água Faturável (R\$/m³ x 10³) 72,15



000033



CAPÍTULO 3 - PROJETO PROPOSTO

3 - PROJETO PROPOSTO

3.1 - GENERALIDADES

Conforme exposto no capítulo 2, o diâmetro mais econômico para a adução é o de 200mm

A distribuição do projeto em etapas restringir-se-á aos equipamentos de bombeamento que serão implantados, inicialmente, para o horizonte de 2006. Esta proposta baseia-se no fato de que a vida útil daqueles equipamentos não ultrapassa a 10 anos, sendo desnecessário implantar unidades elevatórias superdimensionadas. Após 10 anos, quando da natural substituição dos equipamentos, devido ao seu desgaste, implantar-se-á novos conjuntos com características para o alcance de mais 10 anos (fim de plano - 2016)

Com relação à captação, optou-se pela alternativa que garantirá, com maior segurança, a continuidade do bombeamento nos períodos de seca mais críticos, tendo em vista que aquela alternativa estabelece o ponto de captação num ponto mais próximo à barragem

Devido à falta de área onde a CAGECE faz atualmente o tratamento e a reservação da água, projetou-se a nova estação de tratamento e reservação complementar numa área mais apropriada, prevendo-se ampliações futuras. Aproveitar-se-á o reservatório elevado existente

Na figura 3.1 é mostrado o "lay-out" geral do sistema

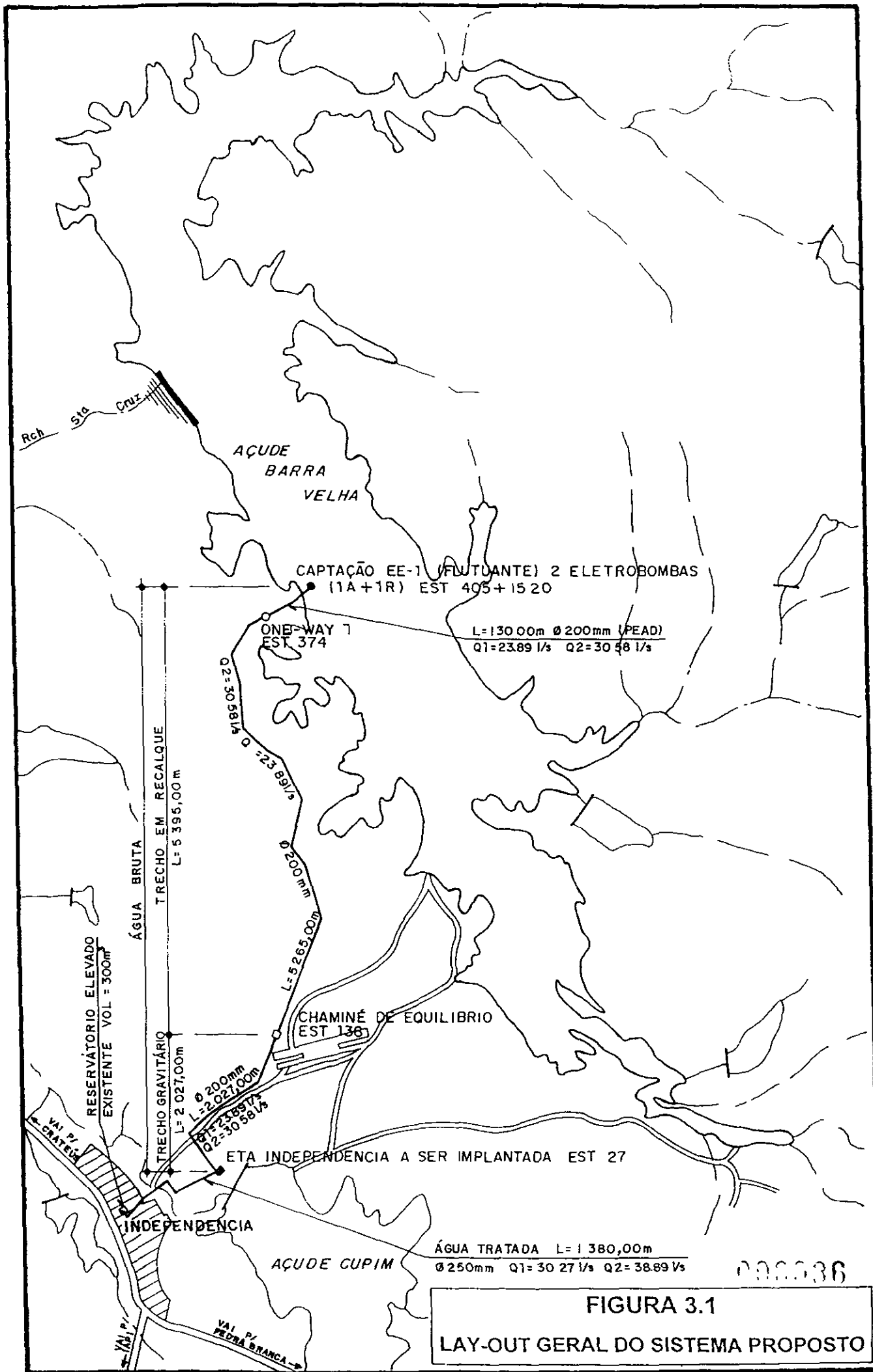
3.2 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS COMPONENTES DO PROJETO

3.2.1 - CAPTAÇÃO

A captação do sistema, tendo o seu "lay-out" geral mostrado na figura 3.2, é constituída de uma estação de bombeamento (EE-01) composta de 2 conjuntos eletrobombas, sendo 1 de reserva. Os conjuntos serão montados sobre um flutuante, que oscilará entre as cotas 335,48 e 324,50 m, que representam, respectivamente, o nível máximo maximorum e o nível mínimo. As principais características da EE-01 são apresentadas no quadro 3.1, a seguir

QUADRO 3.1 - Características Gerais da EE-01

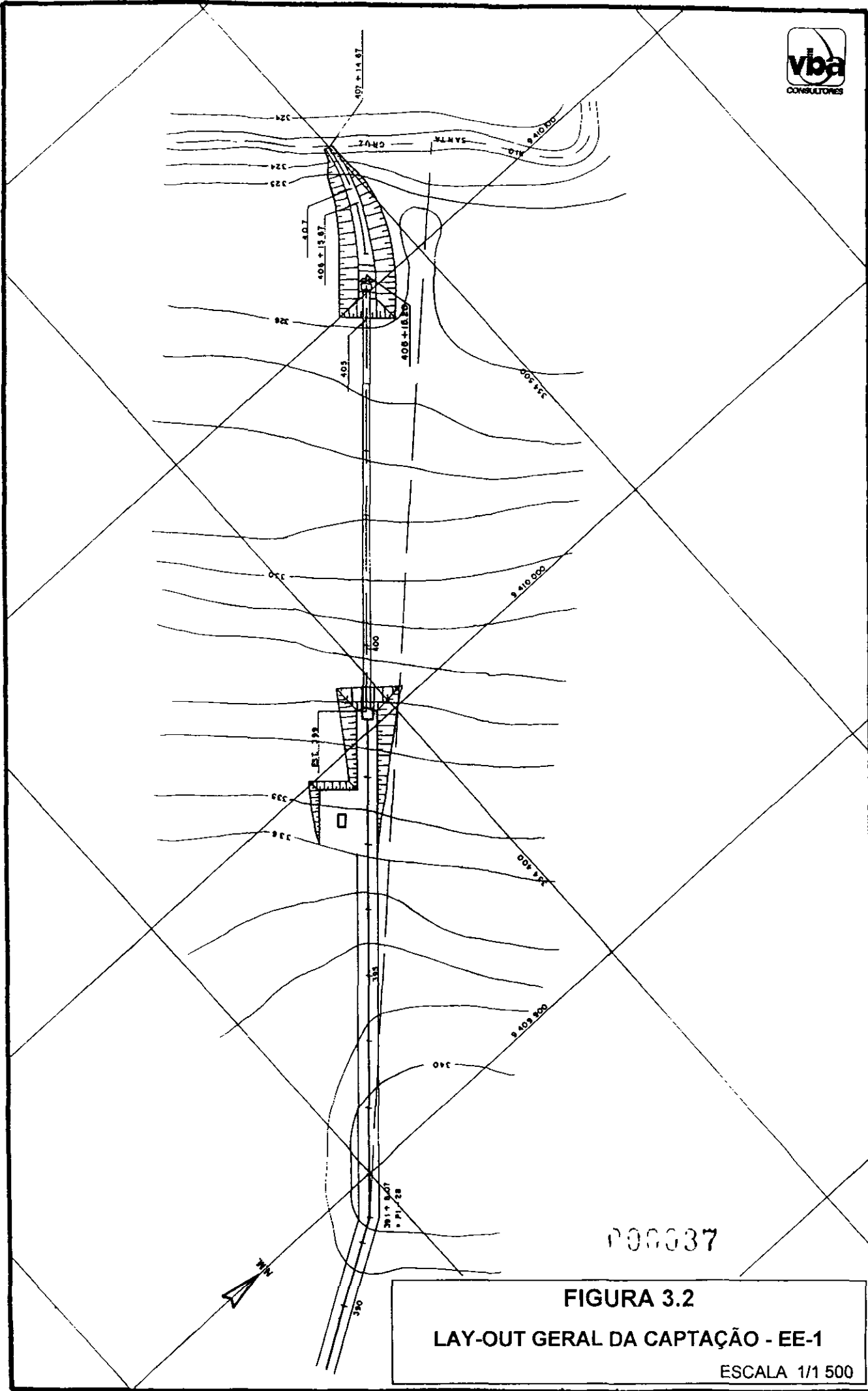
Características	1ª Etapa (até 2006)	2ª Etapa (até 2016)
• Vazão	23,89 l/s	30,58 l/s
• Número de Bombas	2 (1A + 1R)	2 (1A + 1R)
• Altura Manométrica	44,59 m	54,01 m
• Potência	25 CV	40 CV
• Subestação	30 kVA	45 Kva



ÁGUA TRATADA L= 1 380,00m
 Ø 250mm Q1= 30 27 l/s Q2= 38.89 l/s

000036

FIGURA 3.1
LAY-OUT GERAL DO SISTEMA PROPOSTO



000037

FIGURA 3.2
LAY-OUT GERAL DA CAPTAÇÃO - EE-1
ESCALA 1/1 500

A seguir, descreve-se sucintamente alguns componentes da captação

- Flutuante será composto de duas câmaras cilíndricas em aço carbono, de chapa com espessura mínima de 3/16", protegidas com revestimento coaltar-epoxy. assim como, toda a super-estrutura complementar, como plataforma, reforços, etc .
- Tubo PEAD (Polietileno de alta densidade) terá o comprimento de 130 m. DE 200 mm. PN-10, estendendo-se do conjunto eletrobomba sobre o flutuante até o barrilete fixo na adutora de recalque DN 200 mm,
- Flutuadores das Tubulações os flutuadores para o tubo PEAD serão fabricados em fibra de vidro com 40% em peso, com berço para o tubo e projetados para serem instalados a cada 5 m.
- Sistema Elétrico composto de subestação elétrica padrão, quadros de comando e proteção com chave de partida compensada e conjunto de cabeamento, tomadas de força de engate rápido e acessórios de segurança para a ligação das bombas

O comando da bomba será automatizado através dos níveis máximo e mínimo da chaminé de equilíbrio/reservatório de controle a ser implantada ao longo da adutora de água bruta. Ali dar-se-á a transição entre os trechos em recalque e gravitário. A seguir, é apresentada a figura 3.3, mostrando o esquema de funcionamento da EE-01

3.2.2 - ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

A adutora de água bruta, prevista para ser implantada em etapa única, terá uma extensão total de 7.422,20 m, dividida em dois trechos com características bem distintas: o primeiro, composto de 2 subtrechos, partindo da captação flutuante até a chaminé de equilíbrio, perfazendo um total de 5.395,20 m, em recalque, e o segundo, partindo daquela chaminé de equilíbrio até a caixa de nível, na área da ETA, numa distância de 2.027,00 m, desta vez com escoamento gravitário.

As figuras 3.4 e 3.5 mostram os dados e as características básicas do dimensionamento, bem como, o perfil hidráulico das condições operacionais da Adutora Barra Velha - Independência para a 1ª e 2ª etapas respectivamente. O quadro 3.2 apresenta os dados da adutora e elevatória da 1ª etapa, enquanto que no quadro 3.3 constam os dados para a 2ª etapa.

Os cálculos dos transientes hidráulicos encontram-se descritos detalhadamente no capítulo 4.

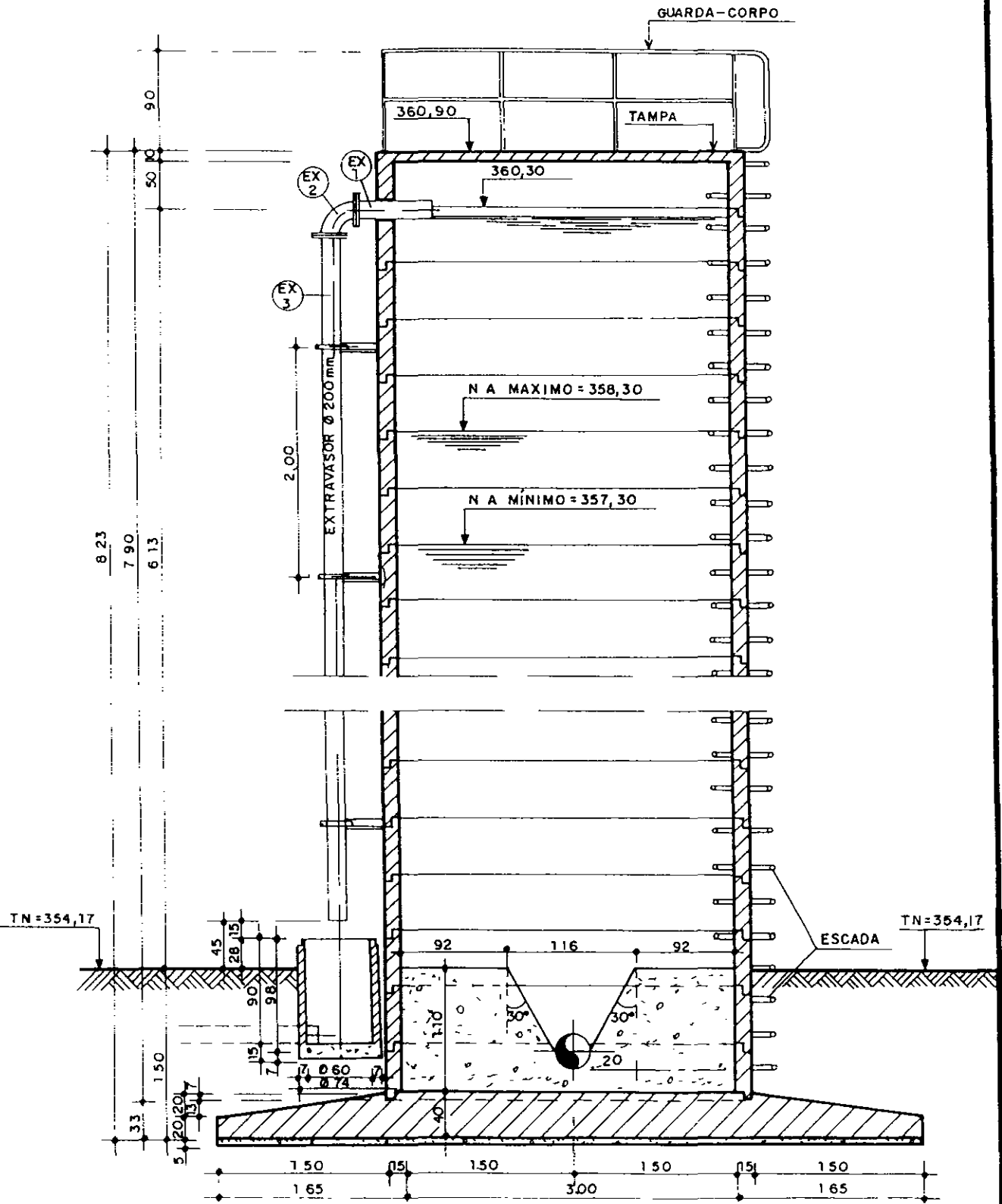


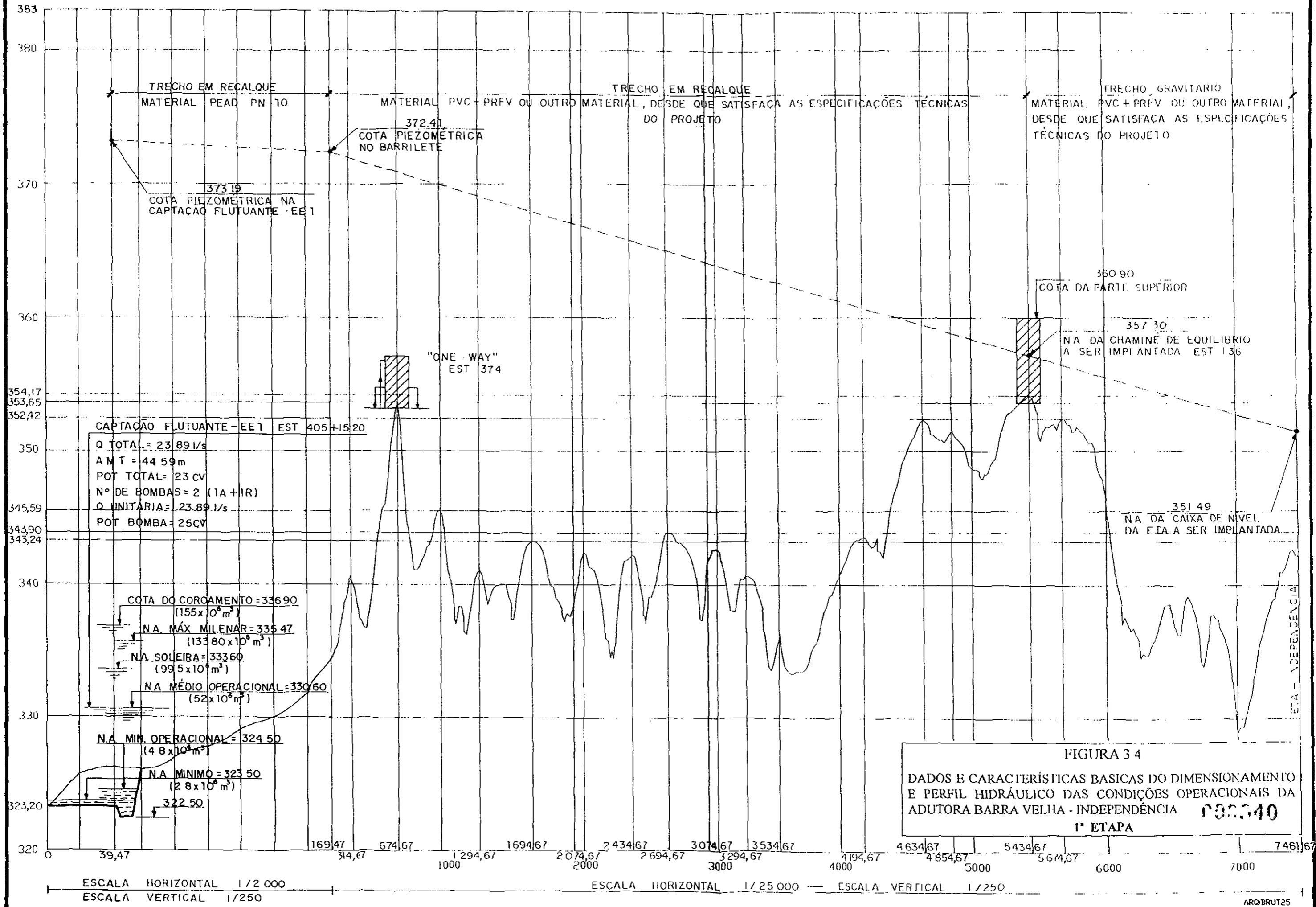
FIGURA 3.3

RESERVATÓRIO CHAMINÉ DE EQUILIBRIO
E DE FUTURO CONTROLE OPERACIONAL
LIGA/DESLIGA DA ELEVATÓRIA EE-1

L=39,47m
CANAL DE SUCCÃO
L=130,00m, Q=23,89 l/s, DE=200mm
J=6,00 m/km, v=1,00 m/s, Δh_j=0,78m

L=5.265,20m, Q=23,89 l/s, DN=200mm, J=2,87 m/km, v=0,75 m/s, Δh_j=15,11m

L=2.027,00m, Q=23,89 l/s, DN=200mm
J=2,87 m/km, v=0,75 m/s, Δh_j=5,81m



L=39,47m L=130,00m, Q=30,58 l/s, DE=200mm, CANAL DE SUCCÃO J=10,00 m/km, v=1,47 m/s, Δh=1,30m

L=5 265,20m, Q=30,58 l/s, DN=200mm, J=4,56 m/km, v=0,97 m/s, Δh=24,01m

L=2 027,00m, Q=30,58 l/s, DN=200mm J=4,56 m/km, v=0,97 m/s, Δh=9,24m

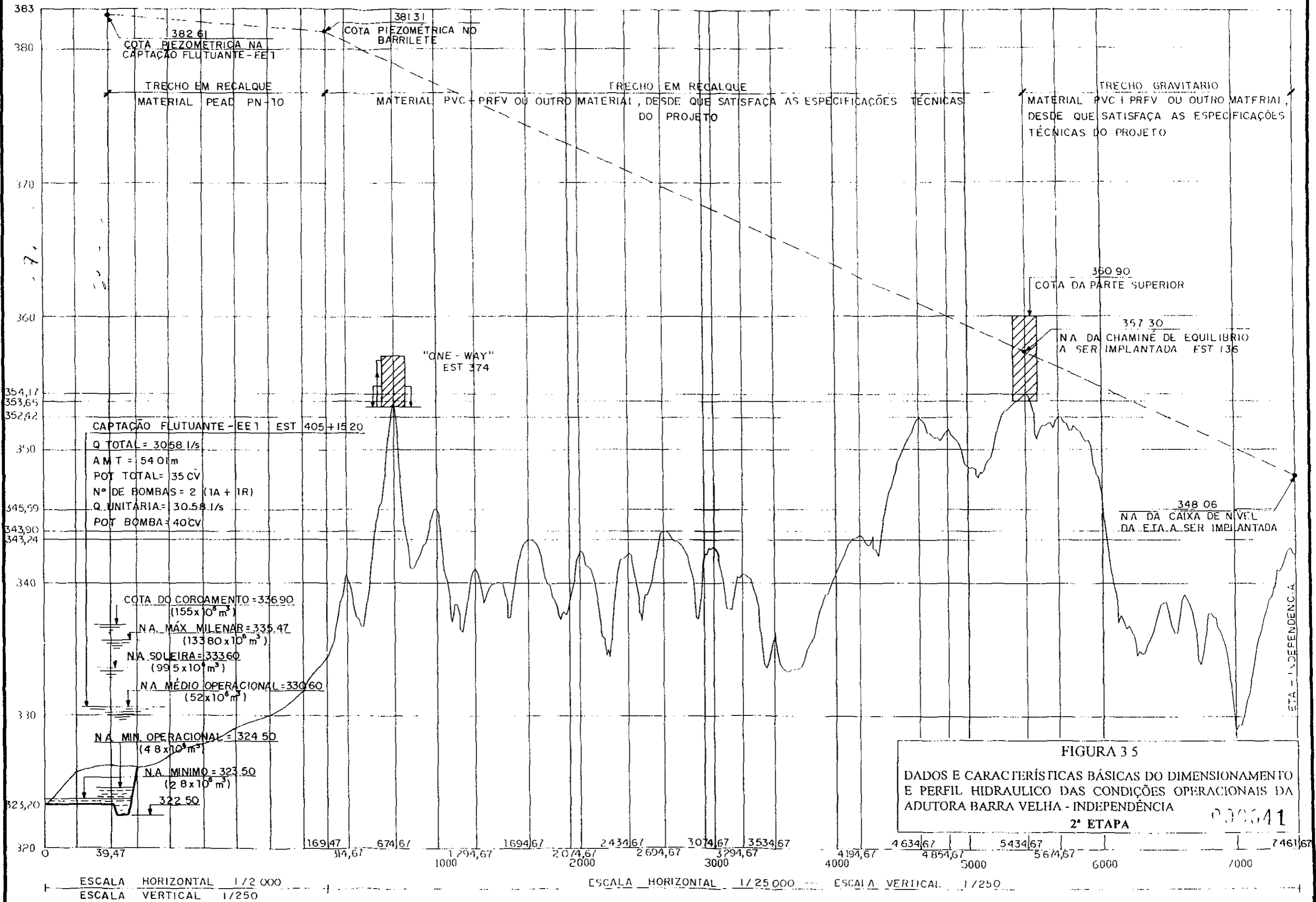


FIGURA 3.5
DADOS E CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO DIMENSIONAMENTO E PERFIL HIDRAULICO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DA ADUTORA BARRA VELHA - INDEPENDÊNCIA
2ª ETAPA

000041

ESCALA HORIZONTAL 1/2 000
ESCALA VERTICAL 1/250

ESCALA HORIZONTAL 1/25 000
ESCALA VERTICAL 1/250

QUADRO 3.2

Dados e Características da Adutora de Água bruta e Elevatória (1ª Etapa)

1ª Etapa Implantação em 1997 da adutora (DN 200 mm) e primeira etapa da elevatória

2ª Etapa Implantação em 2006 da segunda etapa da elevatória

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 Linear Total (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	5 395,20	23,89	1	130,00	DE 200	1,00	6,00	0,78	2,00	26,87	373,19	372,41	EE-01	44,59
			2	5 265,20	DN 200	0,75	2,87	15,11			372,41	357,30	-	Recalque
Trecho 2	2 027,00	23,89	-	2 027,00	DN 200	0,75	2,87	5,81	-	9,74	357,30	351,49	-	Gravitário

QUADRO 3.3

Dados e Características da Adutora de Água bruta e Elevatória (2ª Etapa)

1ª Etapa Implantação em 1997 da adutora (DN 200 mm) e primeira etapa da elevatória

2ª Etapa Implantação em 2006 da segunda etapa da elevatória

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 Linear Total (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	5 395,20	30,58	1	130,00	DE 200	1,47	10,00	1,30	2,00	26,78	382,61	381,31	EE-01	54,01
			2	5 265,20	DN 200	0,97	4,56	24,01			381,31	357,30	-	Recalque
Trecho 2	2 027,00	30,58	-	2 027,00	DN 200	0,97	4,56	9,24	-	9,74	357,30	348,06	-	Gravitário

37

Atq. ODR4_3213.xls

000042



3 2 2 1 - Trecho em Recalque

3 2 2 1 1 - Subtrecho 1

O Subtrecho 1 terá uma extensão de 130,00 m, constituído de tubos flexíveis de PEAD com DE 200 mm, PN-10, montados sobre flutuantes e estendendo-se das eletrobombas flutuantes até o barrilete fixo na adutora enterrada

As principais características são

- Vazão 23,89 ℓ/s (1ª Etapa), 30,58 ℓ/s (2ª Etapa).
- Comprimento 130,00 m,
- Diâmetro DE 200 mm,
- Velocidade 1,00 m/s (1ª Etapa), 1,47 m/s (2ª Etapa).
- Perda de Carga (J) 6,00 m/km (1ª Etapa), 10 m/km (2ª Etapa).
- Perda de Carga no Subtrecho (hf) 0,78 m (1ª Etapa), 1,30 m (2ª Etapa)

3 2 2 1 2 - Subtrecho 2

O subtrecho 2 terá uma extensão de 5 265,20 m, estendendo-se do barrilete fixo de conexão com a tubulação de PEAD, até a chaminé de equilíbrio, em tubo PVC + PRFV e diâmetro de 200 mm Neste subtrecho existem 2 "one-way", um a 505,20 m do barrilete fixo de conexão com a tubulação de PEAD, e o outro, a 2 905,20 m do mesmo ponto

As principais características são

- Vazão 23,89 ℓ/s (1ª Etapa). 30,58 ℓ/s (2ª Etapa),
- Comprimento 5 265,20 m,
- Diâmetro DN 200 mm,
- Velocidade 0,75 m/s (1ª Etapa), 0,97 m/s (2ª Etapa),
- Perda de Carga (J) 2,87 m/km (1ª Etapa), 4,56 m/km (2ª Etapa).
- Perda de Carga no Subtrecho (hf) 15,11 m (1ª Etapa), 24,01 m (2ª Etapa)

3 2 2 1 3 - Trecho gravitário

O trecho gravitário inicia-se na chaminé de equilíbrio, situada a 5 265,20 m do barrilete fixo da captação, até a caixa de nível situada na entrada dos filtros da ETA, estendendo-se numa distância de 2 027,00 m. em tubo PVC + PRFV e DN 200 mm As principais características são

- Vazão 23,89 ℓ/s (1ª Etapa), 30,58 ℓ/s (2ª Etapa).
- Comprimento 2 027,00 m,
- Diâmetro DN 200 mm,
- Velocidade 0,75 m/s (1ª Etapa), 0,97 m/s (2ª Etapa).

- Perda de Carga (J) 2,87 m/km (1ª Etapa), 4,56 m/km (2ª Etapa).
- Perda de Carga no Subtrecho (hf) 5,81 m (1ª Etapa), 9,24 m (2ª Etapa)

3 2 3 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA

Os equipamentos de proteção da adutora e estações de bombeamento são constituídos pelas ventosas, válvulas de alívio, válvulas de retenção, registros de gaveta e tanque unidirecional (One Way) e chaminé de equilíbrio/reservatório de controle. Para permitir a limpeza da adutora serão utilizados os registros de descarga de linha.

Para proteção da adutora e conseqüentemente da estação elevatória EE-01 contra eventuais golpes de aríete deverão ser implantados um reservatório cilíndrico tipo "one-way", além de uma chaminé de equilíbrio, que consistirá na transição dos trechos em recalque e gravitário. Os cálculos dos transientes hidráulicos são apresentados no capítulo 4.

Ao longo da adutora serão instalados 21 registros de descarga, 21 ventosas e 2 registros de linha ou parada.

3 2 4 - TRATAMENTO

O tratamento será feito através de dois filtros de fluxo ascendente de 3,70 m tipo russo, de diâmetro cada, com uma taxa de filtração de 122,86 m³/m²xdia, no fim de plano, quando a vazão tratada atingirá a 30,58 l/s.

A filtração será precedida da aplicação de produtos químicos visando à coagulação das impurezas.

A lavagem dos filtros far-se-á através de uma estação de bombeamento (EE-02A), instalada, dentro da casa de química, com as seguintes características:

- taxa de lavagem 0,80 m/min,
- vazão 150 l/s,
- altura manométrica total 13,03 m,
- potência 40 CV,
- tempo de lavagem 10 minutos,
- volume requerido para lavagem 90 m³ (para 1 filtro) ou 180 m³ (para 2 filtros)

Observa-se que a vazão de lavagem já foi incluída na quantidade captada e tratada (acréscimo de 5% sobre a vazão máxima diária). Além disto é importante destacar que o reservatório a ser implantado, juntamente com o existente, atendem não só ao armazenamento calculado para um terço do consumo máximo diário, mas também ao consumo destinado à lavagem dos filtros.

A casa de química consiste de um prédio de um único pavimento, com uma área de 112 m², compreendendo o depósito de produtos químicos, tanques de mistura, um pequeno

laboratório para controle do tratamento, as estações elevatórias de lavagem dos filtros e de água tratada para a distribuição e instalação sanitária para o pessoal

Como coagulante será utilizado o sulfato de alumínio em solução a uma concentração de 1 a 2%. A cal hidratada, em suspensão a concentração de 1%, será empregada como auxiliar de coagulação, proporcionando uma adequada alcalinidade a este processo, e também para a correção final do pH da água filtrada. Como desinfetante será utilizado o cloro gasoso

Elevatória de lavagem dos filtros (EE-02A)

- taxa de lavagem = 0,80 m/min \cong 1 200 m³/m²xdia
- área do filtro = $\frac{\pi \times 3,70^2}{4} = 10,75 \text{ m}^2$
- vazão = 1 200m³/m²xdia x 10,75 m² = 0,15 m³/s
- desnível geom = 345,89 (calha do filtro) - 343,25 (NA médio do reserv) = 2,64 m

Perdas de carga

- contínua (L = 50 m, Ø 250 mm, C = 120)
hf = 1,94 m
- localizadas
 - junto à bomba
 - $\Sigma K = 4$ (sucção Ø 300 mm \rightarrow V = 2,12 m/s) \rightarrow hfs = 0,92 m
 - $\Sigma K = 6$ (recalque Ø 250 mm \rightarrow V = 3,06 m/s) \rightarrow hfr = 2,86 m
 - Fundo do filtro (Ø furo ¼") - h_{FF} = 2,60 m (tabela 22 4 - CETESB)
 - camada de pedregulho (H = 0,70 m, Vasc = 0,80 m/min) \rightarrow h_{fP} = 0,19 m (segundo DIXON, G G - The Hydraulics of Rapid Sand Filters)
 - camada de areia (H = 2,00) \rightarrow h_{fA} = 1,80 m
 - vertedor da calha (L = 3,70 m, Q = 0,15 m³/s) \rightarrow h_{fV} = 0,08 m
- total das perdas localizadas = 8,45 m
- total geral das perdas = 10,39 m
- altura manométrica = 2,64 (desnível) + 10,39 (perdas) = 13,03 m
- potência = 40 CV

Elevatória de água tratada (EE-02B)

Os conjuntos eletrobombas desta elevatória também serão implantados em 2 etapas, atendendo aos horizontes de 10 e 20 anos. A justificativa desta distribuição em etapas é a mesma daquela aplicada para a EE-01, ou seja, economizar o investimento inicial e energia nos 10 primeiros anos, tendo em vista a vida útil dos equipamentos

• Vazão

A vazão bombeada relaciona-se com o volume de reservação calculado. Considerando-se o aproveitamento do reservatório existente da CAGECE ($V = 300 \text{ m}^3$), implantar-se-á um reservatório complementar, junto a ETA, com capacidade para 600 m^3 , perfazendo-se assim um volume de reservação correspondente a um terço do consumo máximo diário da cidade adicionado a um volume referente à lavagem dos filtros

Assim, 33% da reservação se concentrarão no centro da cidade, no reservatório elevado existente, e os 67% restantes, estarão armazenados junto a ETA, no reservatório apoiado. Consequentemente a vazão bombeada do reservatório apoiado para o elevado não incluirá todo o acréscimo da “hora de maior consumo” (50%), mas apenas 67% deste incremento. Portanto, a vazão bombeada será.

$$Q_1 = 22,75 \text{ l/s} \times [1 + (0,50 \times 0,67)] = 30,37 \text{ l/s (para a 1ª Etapa)}$$

$$Q_2 = 29,13 \text{ l/s} \times [1 + (0,50 \times 0,67)] = 38,89 \text{ l/s (para a 2ª Etapa)}$$

- $[1 + (0,50 \times 0,67)] \Rightarrow$ coeficiente da hora de maior consumo proporcional
- Desnível Geométrico = 359,76 (NA máximo do reservatório elevado) - 343,25 (NA médio do reservatório apoiado) = 16,51 m

• Perdas de carga

- contínua ($L = 1\,380 \text{ m}$, $\varnothing 250 \text{ mm}$, $C = 140$)

$$hf = 2,09 \text{ m (1ª Etapa)}$$

$$hf = 3,31 \text{ m (2ª Etapa)}$$

- localizadas

- $\Sigma K = 4$ (sucção $\varnothing 200 \text{ mm}$) $\rightarrow hf = 0,19 \text{ m (1ª Etapa)}$, $hf = 0,31 \text{ m (2ª Etapa)}$
- $\Sigma K = 6$ (recalque $\varnothing 150 \text{ mm}$) $\rightarrow hf = 0,90 \text{ m (1ª Etapa)}$, $hf = 1,48 \text{ m (2ª Etapa)}$
- $\Sigma K = 15$ (linha adutora $\varnothing 250 \text{ mm}$) $\rightarrow hf = 0,29 \text{ m (1ª Etapa)}$, $hf = 0,48 \text{ m (2ª Etapa)}$

- total das perdas localizadas = 1,38 m (1ª Etapa), 2,27 m (2ª Etapa)
- total geral das perdas = 3,47 m (1ª Etapa), 5,58 m (2ª Etapa)
- altura manométrica = 19,98 m (1ª Etapa), 22,09 m (2ª Etapa)
- potência = 15 CV (1ª Etapa), 20 CV (2ª Etapa)

3 2 5 - RESERVAÇÃO

O valor adotado pela grande maioria dos projetistas do setor de saneamento correspondente a um terço do volume do dia de maior consumo oferece razoável segurança para o atendimento dos consumos normais. Isto resulta no seguinte cálculo

Volume de reservação = $\frac{1}{3}$ do volume máximo diário

$$VR = \frac{1}{3} \times 29,13 \text{ l/s} \times 86\,400 \text{ s} \times \frac{1}{1000} \text{ m}^3/\ell$$

$$VR = 839 \text{ m}^3$$

Considerando-se que já existe um reservatório elevado de 300 m³ na zona urbana da cidade, projetou-se um reservatório de 600 m³ apoiado, que além de complementar o volume requerido pela distribuição, atende à lavagem dos filtros

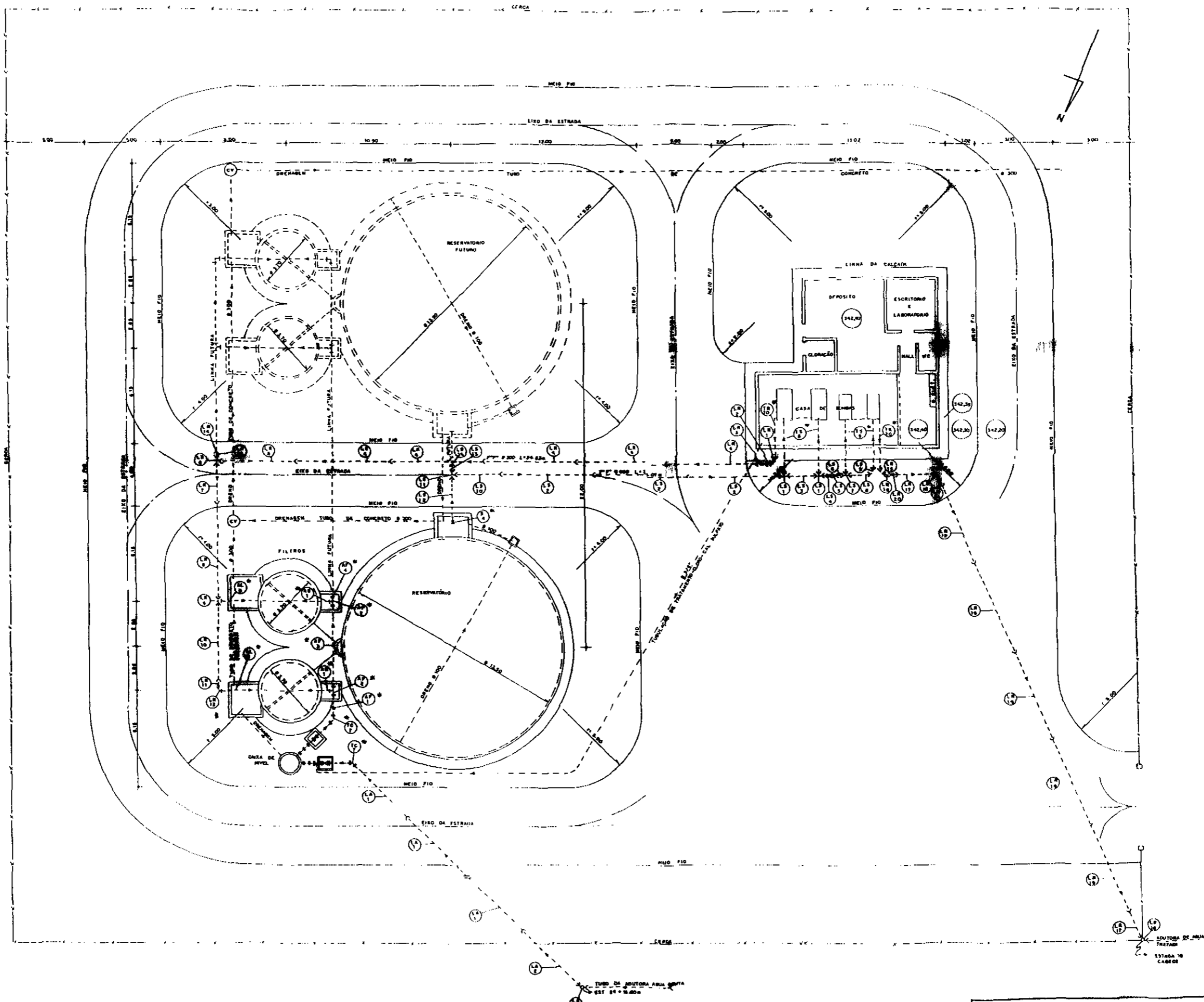
A figura 3 6, apresentada a seguir, mostra o “lay-out” geral da área de tratamento, reservação e elevação da água tratada

3 2 6 - ADUÇÃO DA ÁGUA TRATADA

A adutora de água tratada, prevista para ser implantada em etapa única, terá uma extensão total de 1 380,00 m, interligado a estação elevatória EE-02B, situada junto a ETA, e o reservatório elevado existente na atual área de tratamento da CAGECE, no centro da cidade. Ao longo de sua extensão serão instalados 2 registros de descarga e 3 ventosas. As características básicas desta linha adutora estão apresentadas a seguir

- comprimento = 1 380,00 m
- diâmetro = DN 250 mm
- velocidade = 0,62 m/s (1ª Etapa), 0,79 m/s (2ª Etapa)
- vazão = 30,37 l/s (1ª Etapa), 38,89 l/s (2ª Etapa)
- AMT = 19,98 m (1ª Etapa), 22,09 m (2ª Etapa)

A sobrepessão e a subpressão máximas calculadas para o Golpe de Ariete resultaram em valores que não resultarão problemas para a tubulação especificada, que suporta tais variações de pressão



000048

FIGURA 3.6
LAY-OUT GERAL DA ETA
 ESCALA 1/250

A figura 3 7 mostra o “lay-out” geral da adutora de água tratada. Ressalta-se que a figura destaca uma derivação na linha, cuja finalidade é redirecionar a adução para o local provável do futuro reservatório a ser implantado quando da definição da rede de distribuição que não consiste do objeto deste projeto.

3 2 7 - SISTEMA ELÉTRICO

3 2 7 1 - Captação EE-1 (Na margem do reservatório)

a) Alimentação

A alimentação será feita em 13,8 kV, através de uma Rede de Distribuição Rural (RDR) a ser construída em cabo 4 ACSR (CAA) SWAN. O projeto e construção desta rede aérea, deverá ser contratado diretamente com a COELCE, conforme normas da mesma.

b) Carga Prevista

Na 1ª Etapa será instalada uma subestação com transformador trifásico de distribuição aérea, com potência inicial de 30 kVA. A tensão primária é em 13,8 kV e em B T 380/220V. Este trafo alimentará a bomba de 25 CV, sinaleiros aéreos e iluminação interna e externa da casa de bomba.

Na 2ª Etapa esta subestação será substituída por uma de 45 kVA, aproveitando as estruturas existentes para alimentar a bomba de 40 CV, sendo duas bombas (1 ativa + 1 reserva).

c) Comando e Controle

O comando e controle da bomba será realizado através de chave compensadora automática. Os quadros de comando são providos de proteção de falta de fase, sobrecorrente, sobrecarga, amperímetro, voltímetro e horímetro, individuais para cada motor, inclusive o reserva.

d) Proteção

Primária

O circuito será protegido através de pára-raios e chaves fusíveis tipo “MATHEUS”.

Secundária

O circuito será protegido por meio de disjuntores, fusíveis e relês.

e) Medição

A medição será realizada em B T, em quadro metálico, uso ao tempo, padrão COELCE, instalado no poste da SE.

f) Aterramento

Todas as partes metálicas, não eletrificadas, serão aterradas, inclusive o transformador e pára-raios

Será usado cabo de cobre nu, bitola mínima de 25 mm², hastes de aterramento de 5/8" x 2.40 m. na formação em linha

3 2 7 2 - Estações de Bombeamento EE-2A e EE-2B (Localizadas na área da ETA)

A estação de bombeamento EE-2A é responsável pela lavagem dos filtros e a estação de bombeamento EE-2B corresponde a estação de alimentação do reservatório elevado de 300 m³ que alimenta a rede de distribuição. As duas elevatórias e demais equipamentos da ETA são alimentados por uma SE aérea de 75 kVA

3 2 7 2 1 - Subestação aérea de 75 kVA

a) Alimentação em A T

A alimentação em alta tensão será feita em 13,8 kV, através da Rede de Distribuição Urbana (RDU) existente local, em cabo 4 ACSR (CAA)

b) Carga Prevista

Será instalada uma subestação com transformador trifásico de distribuição aérea, na potência de 75 kVA. A tensão primária é em B T 380/220 V. Este trafo alimentará as EE's 2A e 2B, cujos painéis de comando estão montados na casa de bombas. A potência total a ser instalada é de 60 CV. A alimentação em B T da SE até o CCM, será embutida em eletroduto no piso com cabos isolados de 50 mm² (fase) e 25 mm² (neutro)

c) Proteção

Primária

O circuito será protegido através de pára-raios e chaves fusíveis tipo "MATHEUS"

Secundária

O circuito será protegido por meio de disjuntores, fusíveis e relês

d) Medição

A medição será realizada em B T, em quadro metálico, uso ao tempo, padrão COELCE, instalada no poste da SE

e) Aterramento

Todas as partes metálicas, não eletrificadas, serão aterradas, inclusive o transformador e o pára-raios. Será usado cabo de cobre nu, bitola mínima de 35 mm², hastes de aterramento de 5/8" x 2,40 m, na formação em linha.

3 2 7 2 2 - Estação de Bombeamento EE-2A

Será implantada na primeira etapa, para lavagem dos filtros, com vazão de 150 ℓ/s e 40 CV (1 ativa + 1 reserva) e são destinadas para as operações de lavagem dos filtros.

a) Alimentação

A alimentação dos painéis e motores será feita em 380 V, por meio de cabos isolados, classe 1 kV, instalados em eletrodutos de PVC embutidos no piso.

b) Carga prevista

As bombas terão potência de 40 CV, num total de duas, sendo uma ativa e outra de reserva.

c) Comando e Controle

O comando e controle das bombas será realizado através de chaves compensadoras automáticas. Os quadros de comando dos motores possuem proteção de falta de fase, sobrecorrente, sobrecarga, amperímetro, voltímetro e horímetro individuais para cada motor, inclusive o reserva.

d) Proteção

O circuito será protegido por meio de disjuntores, fusíveis e relês.

e) Aterramento

Serão aterradas todas as partes metálicas, não eletrificadas, inclusive carcaças dos motores, com cabo igual ao da fase do circuito.

3 2 7 2 3 - Estação de Bombeamento EE-2B

Corresponde a estação que abastece o reservatório elevado de 300 m³. Para a 1ª Etapa, horizonte de 10 anos (ano 2006) está prevista uma estação com 2 conjuntos eletrobombas (1A + 1R) com vazão unitária de 30,37 ℓ/s e potência de 15 CV, que serão substituídas na 2ª Etapa, a partir do ano 2006, por 2 conjuntos eletrobombas (1A + 1R) com vazão unitária de 38,89 ℓ/s e potência de 20 CV.

a) Alimentação

A alimentação dos painéis e motores será feita em 380 V, por meio de cabos isolados, classe 1 kV

b) Carga prevista

As bombas terão potência de 15 CV (1ª Etapa) e 20 CV (2ª Etapa), num total de duas, sendo uma ativa e outra de reserva

c) Comando e Controle

O comando e controle das bombas será realizado através de chaves compensadoras automáticas. Os quadros de comando possuem proteção de falta de fase, sobrecorrente, sobrecarga, amperímetro, voltímetro e horímetro individuais por motor, inclusive o reserva

d) Proteção

O circuito será protegido por meio de disjuntores, fusíveis e relês

e) Aterramento

Serão aterradas todas as partes metálicas, não eletrificadas, inclusive carcaças dos motores, com cabo igual ao da fase do circuito



CAPÍTULO 4 - TRANSIENTES HIDRÁULICOS

000054

4.1 - INTRODUÇÃO

A análise de transientes hidráulicos em adutoras pressurizadas constitui-se em uma etapa indispensável à elaboração de projetos de sistemas de adução, dado serem os resultados daquela análise determinantes na definição das obras e/ou equipamentos destinados à proteção das instalações contra oscilações de pressão cujas amplitudes sejam indesejáveis para um adequado funcionamento e/ou prolongamento de sua vida útil.

Considerando sua relação direta com as condições de segurança sob as quais o sistema irá operar a análise de transientes hidráulicos adquire uma importância superior à própria metodologia de dimensionamento da adutora em si e das instalações de bombeamento, fazendo-se portanto necessário que a referida análise seja conduzida sob metodologia adequada que venha a permitir a determinação do sistema de proteção mais adequado sob o ponto de vista hidráulico e econômico.

4.2 - O MÉTODO

Segundo as abordagens mais modernas o equacionamento do fenômeno dos transientes hidráulicos é realizado a partir dos conceitos de volume de controle e das equações de conservação de massa e conservação de quantidade de movimento em suas formas integrais. Através dessa modelagem do fenômeno chega-se às equações diferenciais parciais que descrevem as variações de pressão e vazão no tempo e no espaço. Pontos singulares do sistema como bombas, válvulas, etc. são tratados como condição de contorno que devem ser modeladas matematicamente de forma que seu comportamento tanto no caso de operação normal do sistema (movimento permanente) como também durante um transiente hidráulico (movimento não-permanente) possa ser realisticamente descrito.

As equações diferenciais que envolvem as grandezas a serem determinadas (vazão e pressão, no tempo e espaço) constituem um sistema de equações diferenciais parciais, que podem ser resolvidas pelo Método das Características.

O primeiro passo de aplicação desse modo transforma o sistema original de 2 equações diferenciais parciais em um sistema de 4 equações diferenciais ordinárias que podem ser discretizadas e resolvidas para pequenos intervalos de tempo e espaço.

A discretização de equações diferenciais constitui um procedimento numérico para qual torna-se indispensável o uso do computador, dado serem gigantesco o número de cálculos a serem realizados, mesmo para a modelagem, digamos, de 5 segundos, de um transiente hidráulico, isso sem considerar a condição de contorno.

Para o sistema de adução objeto desse estudo deve-se considerar a necessidade imperiosa de simulação sob condições de movimento não permanente, circunstância essa que poderá ocorrer durante sua operação futura, por exemplo, em consequência de uma eventual queda no fornecimento de energia elétrica na instalação de bombeamento e/ou operação inadequada ou defeito em válvulas de controle.

A determinação do sistema de proteção ótimo segundo critérios hidráulico e econômico exige a simulação do sistema com diferentes configurações, ou seja, diferentes condições de contorno (dispositivos de proteção), o que enfatiza ainda mais a necessidade de aplicação de um sistema computacional que proporcione não só a solução do sistema de equações diferenciais ordinárias como também permita a introdução de quaisquer dispositivos de proteção recomendável, inclusive a combinação de vários tipos. A desconsideração da necessidade de aplicação de um sistema computacional com essas características e versatilidade pode levar, por um lado a violação do critério econômico, implicando na escolha de dispositivos de proteção onerosos e inadequados, por outro lado a violação do critério hidráulico, resultando na adoção de dispositivos hidraulicamente ineficientes para o sistema em foco, o que pode vir a segurança da operação (colapso total da adutora, destruição de válvulas, danos às bombas, etc)

4.3 - O SISTEMA COMPUTACIONAL

O sistema computacional ANSTOß - Druckanstoßanalyse (Alemanha) será empregado na análise de transientes hidráulicos do sistema de adução objeto deste estudo

O sistema utiliza o método das características na solução do sistema de equações diferenciais que descreve o fenômeno e o uso combinado dos seguintes dispositivos de proteção: chaminé de equilíbrio, reservatório "One-Way", a válvula de alívio, ventosa, volante de inércia e reservatório hidropneumático. É possível ainda, além das referidas condições de contorno, a introdução adicional de barragens, pontos de derivação, bombas booster, reduções, etc

O sistema computacional de análise de Transientes ANSTOß permite de uma maneira rápida e segura a configuração física do sistema de adução (introdução dos diâmetros, comprimentos, topografia, etc) e definição do sistema de proteção a ser utilizado

O sistema permite ainda através de relatórios texto e gráficos a obtenção das linhas piezométricas máxima e mínima, evolução das pressões ao longo do tempo em qualquer ponto da adutora

4.4 - ANÁLISE DOS TRANSIENTES

Conforme já descrito anteriormente o sistema de adução está composto basicamente de 01 estação de bombeamento montada sobre flutuante e contando com 01 bomba ativa e outra de reserva. Considerando o porte (diâmetros, alturas manométricas) alguns sistemas de proteção foram inicialmente descartados, como por exemplo reservatórios hidro-pneumáticos que neste caso se mostram inadequados principalmente devido as suas sérias desvantagens no que concerne a operação e manutenção. Também neste caso o uso de volantes de inércia torna-se desvantajoso em função do porte das estações analisadas

A experiência prática tem mostrado que em muitos casos como o aqui tratado o uso de reservatórios unidirecionais ou "One-Way" apresentam grande vantagem em relação aos sistemas acima citados e outros, como por exemplo chaminé de equilíbrio (aqui viável a partir do trecho gravitário). A viabilidade do uso deste dispositivo de proteção justifica-se aqui em função de sua eficiência hidráulica tanto na atenuação de subpressões como sobrepressões,

baixo custo de manutenção dado que o sistema apresenta poucos componentes hidromecânicos e ainda baixo custo de construção (podendo inclusive ser construídos em anéis pré-moldados de concreto armado)

4 5 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

4 5 1 - ANÁLISE SEM SISTEMA DE PROTEÇÃO

O Primeiro procedimento para dimensionamento do sistema de proteção a ser utilizado consiste no cálculo das pressões e vazões no tempo e espaço para cada uma das adutoras consideradas Para isso são necessários os seguintes dados

- perfil topográfico da adutora,
número de bombas em paralelo,
- curva vazão - altura manométrica - potência de cada bomba,
- momento de inércia dos conjuntos girantes (motor-bomba),
- coeficientes de atrito e celeridade da onda de choque,
cotas características (eixo das bombas, poço de sucção, reservatório de jusante, etc)

Esta primeira análise dos transientes fornece as piezométricas para o sistema submetido a súbita suspensão no fornecimento da energia elétrica As pressões máxima e mínimas assim obtidas no tempo e espaço correspondem ao comportamento do sistema sem proteção, indicando desta forma a necessidade de uso de algum dispositivo A realização desta análise para a adutora em foco indicou a necessidade de proteção em decorrência da separação da coluna líquida (vácuo) nos pontos de extrema elevação O ponto mais crítico para a condição de vácuo corresponde a estaca 374 do respectivo perfil topográfico Naquele ponto será averiguada nos itens seguintes o efeito e eficiência de um reservatório unidirecional no combate principalmente de subpressões indesejáveis

4 5 2 - ANÁLISE COM SISTEMA DE PROTEÇÃO

A análise dos sistemas de adução com dispositivos de combate ao golpe de arrete incorporados requer além dos dados referenciados no item anterior as seguintes características referentes aos reservatórios unidirecionais

- número de reservatórios (O sistema foi testado com 01 e 02 reservatórios),
localização (estaca 3 74),
- altura do reservatório (foram testadas várias alturas entre 6 e 12 m),
- diâmetro do tanque (2000 mm),
- diâmetros das conexões e adutora (200 mm),
- eficiência do sistema (tomado igual a 90%)

Conforme já referenciado os pontos críticos (pontos de pressão abaixo de zero) identificados quando da análise sem a consideração de sistema de proteção serviram como referencial para a definição do número e posição dos reservatórios unidirecionais. Para esse sistema de adução duas alternativas são propostas: na Primeira o sistema de proteção principal (formado por 01 reservatório unidirecional) teria 6 m de altura e demais características acima mencionadas.

Na figura 1 são apresentadas as linhas piezométricas máxima e mínima, na qual constata-se a ocorrência de valores de pressão próximos de zero em um pequeno trecho próximo a chaminé de equilíbrio. Os valores numéricos máximos são mostrados na tabela 1. Considerando a presença da chaminé de equilíbrio e demais dispositivos (como por exemplo ventosas) que auxiliam no combate aos efeitos danosos do fenômeno poderia se tolerar tais pressões.

Conforme era de se esperar os reservatórios unidirecionais atuam suspendendo as linhas piezométricas mínimas nos demais trechos evitando que estas venham a cortar a adutora.

Na segunda alternativa ter-se-ia também apenas um reservatório unidirecional localizado no mesmo ponto, porém com uma altura de 8 m. Na figura 2 são mostradas as linhas piezométricas máxima e mínima correspondentes a essa configuração, onde observa-se que a linha piezométrica mínima ainda chega a cortar a adutora próximo a chaminé de equilíbrio, muito embora os níveis de pressão sejam mais favoráveis do que na alternativa anterior, conforme pode ser observado na tabela 2.

A evolução do fenômeno na seção imediatamente posterior a estação de bombeamento para ambas as alturas de reservatório é praticamente a mesma, conforme atestam as figuras 3 e 4.

Como última hipótese de simulação será considerado de forma aproximada o efeito da chaminé de equilíbrio no final no trecho pressurizado. Conforme observa-se na figura 5 a consideração do referido efeito eleva a envoltória da linha piezométrica mínima evitando que esta venha a tocar a adutora. Na tabela 3 são apresentados os valores numéricos de ambas as envoltórias. Nessa última simulação foi utilizado um reservatório unidirecional com uma altura de 6,00 m. A elevação deste para 8,00 m não representa nenhuma alteração considerável na configuração das piezométricas nos trechos próximo à chaminé de equilíbrio em decorrência da distância entre eles.

Considerando o acima mencionado concluiu-se pela utilização da alternativa 2 (Reservatório Unidirecional ou One-Way com 8 m de altura) que permitirá uma maior amplitude de segurança contra os efeitos do golpe.

FIGURA 1

CURVA COTA PIEZOMÉTRICA x COMPRIMENTO DA ADUTORA
PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO PRINCIPAL (RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL)
COM 6m DE ALTURA

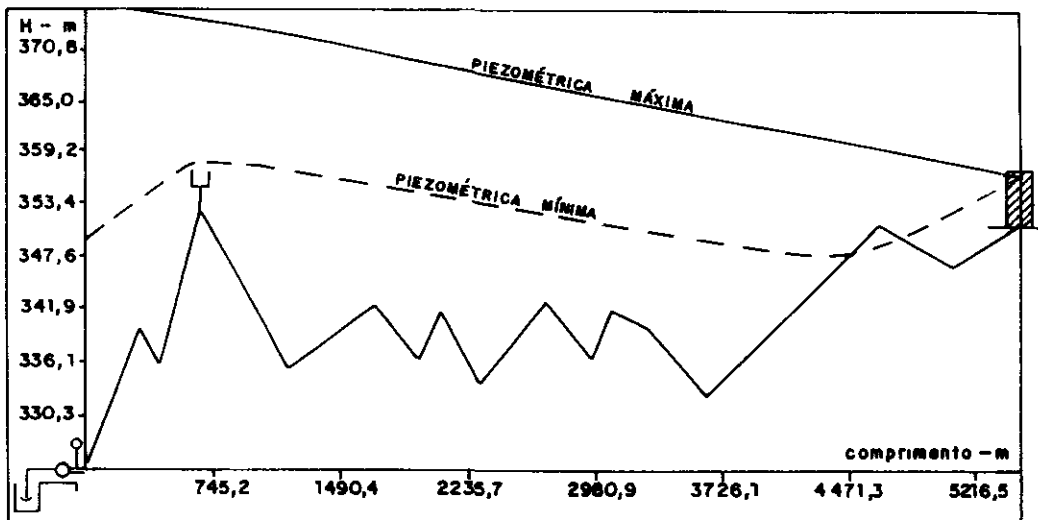


FIGURA 2

CURVA COTA PIEZOMÉTRICA x COMPRIMENTO DA ADUTORA
PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO PRINCIPAL (RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL)
COM 8m DE ALTURA

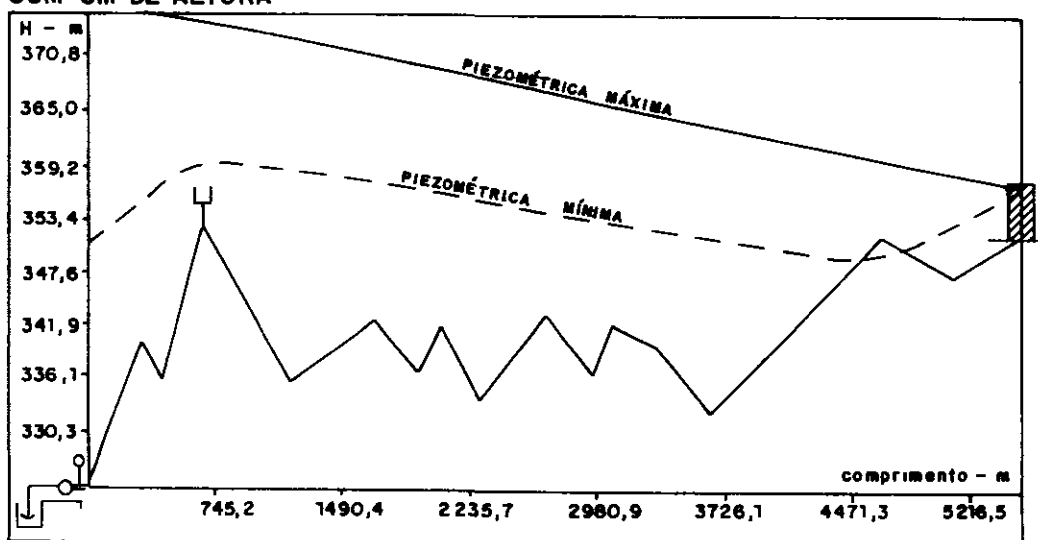
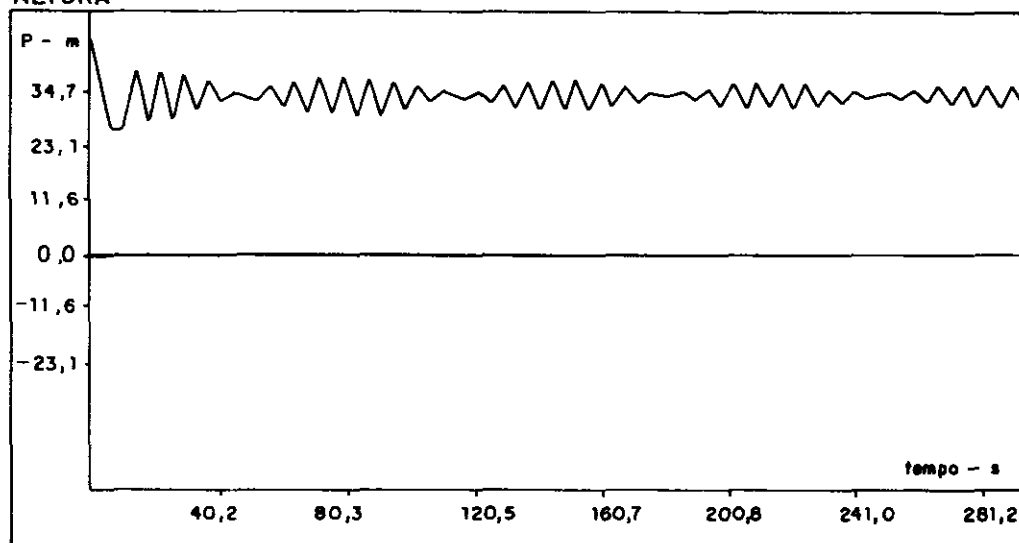


FIGURA 3

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PRESSÃO
SISTEMA COM PROTEÇÃO E RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL COM 6m DE
ALTURA

**FIGURA 4**

EVOLUÇÃO TEMPORAL DA PRESSÃO
SISTEMA COM PROTEÇÃO E RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL COM 8m DE
ALTURA

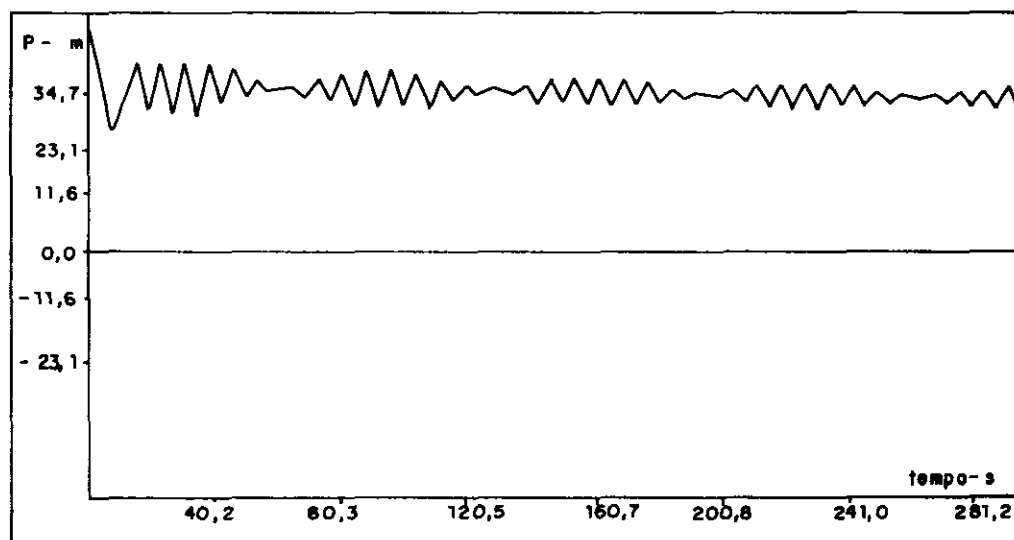
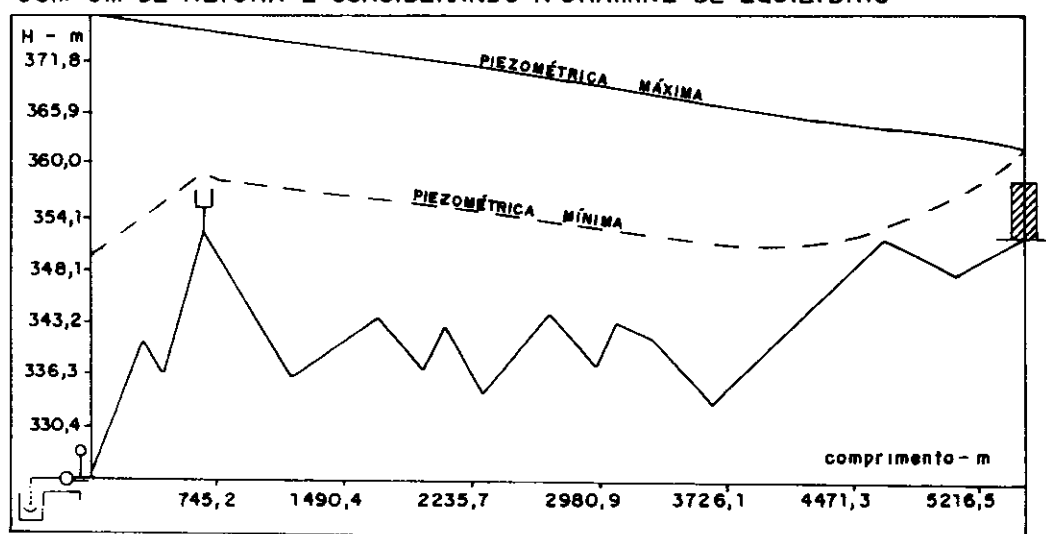


FIGURA 5
 CURVA COTA PIEZOMÉTRICA x COMPRIMENTO DA ADUTORA
 PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO PRINCIPAL (RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL)
 COM 6m DE ALTURA E CONSIDERANDO A CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO



LINHAS PIEZOMÉTRICAS EXTREMAS

SISTEMA DE PROTEÇÃO COM RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL COM 6 00m DE ALTURA

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
0,00	10,00	0,00	10,00	0,00
1,00	10,00	0,00	10,00	0,00
2,00	10,00	0,00	10,00	0,00
3,00	10,00	0,00	10,00	0,00
4,00	10,00	0,00	10,00	0,00
5,00	10,00	0,00	10,00	0,00
6,00	10,00	0,00	10,00	0,00
7,00	10,00	0,00	10,00	0,00
8,00	10,00	0,00	10,00	0,00
9,00	10,00	0,00	10,00	0,00
10,00	10,00	0,00	10,00	0,00
11,00	10,00	0,00	10,00	0,00
12,00	10,00	0,00	10,00	0,00
13,00	10,00	0,00	10,00	0,00
14,00	10,00	0,00	10,00	0,00
15,00	10,00	0,00	10,00	0,00
16,00	10,00	0,00	10,00	0,00
17,00	10,00	0,00	10,00	0,00
18,00	10,00	0,00	10,00	0,00
19,00	10,00	0,00	10,00	0,00
20,00	10,00	0,00	10,00	0,00
21,00	10,00	0,00	10,00	0,00
22,00	10,00	0,00	10,00	0,00
23,00	10,00	0,00	10,00	0,00
24,00	10,00	0,00	10,00	0,00
25,00	10,00	0,00	10,00	0,00
26,00	10,00	0,00	10,00	0,00
27,00	10,00	0,00	10,00	0,00
28,00	10,00	0,00	10,00	0,00
29,00	10,00	0,00	10,00	0,00
30,00	10,00	0,00	10,00	0,00
31,00	10,00	0,00	10,00	0,00
32,00	10,00	0,00	10,00	0,00
33,00	10,00	0,00	10,00	0,00
34,00	10,00	0,00	10,00	0,00
35,00	10,00	0,00	10,00	0,00
36,00	10,00	0,00	10,00	0,00
37,00	10,00	0,00	10,00	0,00
38,00	10,00	0,00	10,00	0,00
39,00	10,00	0,00	10,00	0,00
40,00	10,00	0,00	10,00	0,00
41,00	10,00	0,00	10,00	0,00
42,00	10,00	0,00	10,00	0,00
43,00	10,00	0,00	10,00	0,00
44,00	10,00	0,00	10,00	0,00
45,00	10,00	0,00	10,00	0,00
46,00	10,00	0,00	10,00	0,00
47,00	10,00	0,00	10,00	0,00
48,00	10,00	0,00	10,00	0,00
49,00	10,00	0,00	10,00	0,00
50,00	10,00	0,00	10,00	0,00
51,00	10,00	0,00	10,00	0,00
52,00	10,00	0,00	10,00	0,00
53,00	10,00	0,00	10,00	0,00
54,00	10,00	0,00	10,00	0,00
55,00	10,00	0,00	10,00	0,00
56,00	10,00	0,00	10,00	0,00
57,00	10,00	0,00	10,00	0,00
58,00	10,00	0,00	10,00	0,00
59,00	10,00	0,00	10,00	0,00
60,00	10,00	0,00	10,00	0,00
61,00	10,00	0,00	10,00	0,00
62,00	10,00	0,00	10,00	0,00
63,00	10,00	0,00	10,00	0,00
64,00	10,00	0,00	10,00	0,00
65,00	10,00	0,00	10,00	0,00
66,00	10,00	0,00	10,00	0,00
67,00	10,00	0,00	10,00	0,00
68,00	10,00	0,00	10,00	0,00
69,00	10,00	0,00	10,00	0,00
70,00	10,00	0,00	10,00	0,00
71,00	10,00	0,00	10,00	0,00
72,00	10,00	0,00	10,00	0,00
73,00	10,00	0,00	10,00	0,00
74,00	10,00	0,00	10,00	0,00
75,00	10,00	0,00	10,00	0,00
76,00	10,00	0,00	10,00	0,00
77,00	10,00	0,00	10,00	0,00
78,00	10,00	0,00	10,00	0,00
79,00	10,00	0,00	10,00	0,00
80,00	10,00	0,00	10,00	0,00
81,00	10,00	0,00	10,00	0,00
82,00	10,00	0,00	10,00	0,00
83,00	10,00	0,00	10,00	0,00
84,00	10,00	0,00	10,00	0,00
85,00	10,00	0,00	10,00	0,00
86,00	10,00	0,00	10,00	0,00
87,00	10,00	0,00	10,00	0,00
88,00	10,00	0,00	10,00	0,00
89,00	10,00	0,00	10,00	0,00
90,00	10,00	0,00	10,00	0,00
91,00	10,00	0,00	10,00	0,00
92,00	10,00	0,00	10,00	0,00
93,00	10,00	0,00	10,00	0,00
94,00	10,00	0,00	10,00	0,00
95,00	10,00	0,00	10,00	0,00
96,00	10,00	0,00	10,00	0,00
97,00	10,00	0,00	10,00	0,00
98,00	10,00	0,00	10,00	0,00
99,00	10,00	0,00	10,00	0,00
100,00	10,00	0,00	10,00	0,00

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO. MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
5423 14	6 55	3 57	357 55	356 68
5423 15	5 69	3 68	357 50	357 29

TABELA 02 (cont)

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
3033 00	34 68	24 81	303 31	355 24
3034 00	34 68	25 82	303 30	355 07
3035 00	34 68	25 82	303 30	355 00
3036 00	35 23	25 82	303 30	355 73
3037 00	35 23	25 82	303 47	355 53
3038 00	35 23	25 82	303 54	355 57
3039 00	35 23	25 82	303 50	355 12
3040 00	35 23	25 82	303 77	355 74
3041 00	35 23	25 82	303 84	355 81
3042 00	35 23	25 82	303 87	355 84
3043 00	35 23	25 82	303 83	355 14
3044 00	35 23	25 82	303 89	355 94
3045 00	35 23	25 82	303 88	355 71
3046 00	35 23	25 82	303 11	355 81
3047 00	35 23	25 82	303 10	355 84
3048 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3049 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3050 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3051 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3052 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3053 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3054 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3055 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3056 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3057 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3058 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3059 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3060 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3061 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3062 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3063 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3064 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3065 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3066 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3067 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3068 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3069 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3070 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3071 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3072 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3073 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3074 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3075 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3076 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3077 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3078 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3079 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3080 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3081 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3082 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3083 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3084 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3085 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3086 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3087 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3088 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3089 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3090 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3091 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3092 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3093 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3094 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3095 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3096 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3097 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3098 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3099 00	35 23	25 82	303 14	355 84
3100 00	35 23	25 82	303 14	355 84

TABELA 02 (cont)

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
0000 00	11 72	0 73	050 00	050
0050 05	20 83	0 84	052 00	050
0100 10	30 00	0 79	056 00	050
0150 15	4 14	0 74	058 00	050
0200 20	8 26	0 70	057 00	050
0250 25	7 42	0 70	057 00	050
0300 30	6 57	0 69	057 00	050
0350 35	5 89	0 68	057 00	050

LINHAS PIEZOMÉTRICAS EXTREMAS

SISTEMA DE PROTEÇÃO COM RESERVATÓRIO UNIDIRECIONAL COM 600m DE ALTURA E CONSIDERANDO A CHAMINÉ DE EQUILÍBRIO

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
0,00	55,00	55,00	55,00	55,00
0,50	55,00	55,00	55,00	55,00
1,00	55,00	55,00	55,00	55,00
1,50	55,00	55,00	55,00	55,00
2,00	55,00	55,00	55,00	55,00
2,50	55,00	55,00	55,00	55,00
3,00	55,00	55,00	55,00	55,00
3,50	55,00	55,00	55,00	55,00
4,00	55,00	55,00	55,00	55,00
4,50	55,00	55,00	55,00	55,00
5,00	55,00	55,00	55,00	55,00
5,50	55,00	55,00	55,00	55,00
6,00	55,00	55,00	55,00	55,00
6,50	55,00	55,00	55,00	55,00
7,00	55,00	55,00	55,00	55,00
7,50	55,00	55,00	55,00	55,00
8,00	55,00	55,00	55,00	55,00
8,50	55,00	55,00	55,00	55,00
9,00	55,00	55,00	55,00	55,00
9,50	55,00	55,00	55,00	55,00
10,00	55,00	55,00	55,00	55,00
10,50	55,00	55,00	55,00	55,00
11,00	55,00	55,00	55,00	55,00
11,50	55,00	55,00	55,00	55,00
12,00	55,00	55,00	55,00	55,00
12,50	55,00	55,00	55,00	55,00
13,00	55,00	55,00	55,00	55,00
13,50	55,00	55,00	55,00	55,00
14,00	55,00	55,00	55,00	55,00
14,50	55,00	55,00	55,00	55,00
15,00	55,00	55,00	55,00	55,00
15,50	55,00	55,00	55,00	55,00
16,00	55,00	55,00	55,00	55,00
16,50	55,00	55,00	55,00	55,00
17,00	55,00	55,00	55,00	55,00
17,50	55,00	55,00	55,00	55,00
18,00	55,00	55,00	55,00	55,00
18,50	55,00	55,00	55,00	55,00
19,00	55,00	55,00	55,00	55,00
19,50	55,00	55,00	55,00	55,00
20,00	55,00	55,00	55,00	55,00
20,50	55,00	55,00	55,00	55,00
21,00	55,00	55,00	55,00	55,00
21,50	55,00	55,00	55,00	55,00
22,00	55,00	55,00	55,00	55,00
22,50	55,00	55,00	55,00	55,00
23,00	55,00	55,00	55,00	55,00
23,50	55,00	55,00	55,00	55,00
24,00	55,00	55,00	55,00	55,00
24,50	55,00	55,00	55,00	55,00
25,00	55,00	55,00	55,00	55,00
25,50	55,00	55,00	55,00	55,00
26,00	55,00	55,00	55,00	55,00
26,50	55,00	55,00	55,00	55,00
27,00	55,00	55,00	55,00	55,00
27,50	55,00	55,00	55,00	55,00
28,00	55,00	55,00	55,00	55,00
28,50	55,00	55,00	55,00	55,00
29,00	55,00	55,00	55,00	55,00
29,50	55,00	55,00	55,00	55,00
30,00	55,00	55,00	55,00	55,00
30,50	55,00	55,00	55,00	55,00
31,00	55,00	55,00	55,00	55,00
31,50	55,00	55,00	55,00	55,00
32,00	55,00	55,00	55,00	55,00
32,50	55,00	55,00	55,00	55,00
33,00	55,00	55,00	55,00	55,00
33,50	55,00	55,00	55,00	55,00
34,00	55,00	55,00	55,00	55,00
34,50	55,00	55,00	55,00	55,00
35,00	55,00	55,00	55,00	55,00
35,50	55,00	55,00	55,00	55,00
36,00	55,00	55,00	55,00	55,00
36,50	55,00	55,00	55,00	55,00
37,00	55,00	55,00	55,00	55,00
37,50	55,00	55,00	55,00	55,00
38,00	55,00	55,00	55,00	55,00
38,50	55,00	55,00	55,00	55,00
39,00	55,00	55,00	55,00	55,00
39,50	55,00	55,00	55,00	55,00
40,00	55,00	55,00	55,00	55,00
40,50	55,00	55,00	55,00	55,00
41,00	55,00	55,00	55,00	55,00
41,50	55,00	55,00	55,00	55,00
42,00	55,00	55,00	55,00	55,00
42,50	55,00	55,00	55,00	55,00
43,00	55,00	55,00	55,00	55,00
43,50	55,00	55,00	55,00	55,00
44,00	55,00	55,00	55,00	55,00
44,50	55,00	55,00	55,00	55,00
45,00	55,00	55,00	55,00	55,00
45,50	55,00	55,00	55,00	55,00
46,00	55,00	55,00	55,00	55,00
46,50	55,00	55,00	55,00	55,00
47,00	55,00	55,00	55,00	55,00
47,50	55,00	55,00	55,00	55,00
48,00	55,00	55,00	55,00	55,00
48,50	55,00	55,00	55,00	55,00
49,00	55,00	55,00	55,00	55,00
49,50	55,00	55,00	55,00	55,00
50,00	55,00	55,00	55,00	55,00

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
2072 00	37 17	20 21	375 62	354 73
2073 00	35 10	19 21	370 65	371 46
2074 00	32 14	19 27	371 61	371 28
2075 00	31 16	18 22	371 61	373 12
2076 00	30 08	18 00	370 72	377 13
2077 00	29 23	18 06	370 64	378 09
2078 00	28 12	17 10	370 71	379 53
2079 00	27 11	17 00	369 62	379 46
2080 00	26 12	16 42	368 63	381 12
2081 00	25 24	16 25	367 61	381 08
2082 00	24 00	15 30	366 60	382 09
2083 00	23 00	15 15	365 58	383 10
2084 00	22 00	15 09	364 47	383 07
2085 00	21 00	14 15	363 47	384 08
2086 00	20 16	14 00	362 47	385 08
2087 00	19 16	13 15	361 47	386 08
2088 00	18 16	13 00	360 47	387 08
2089 00	17 16	12 15	359 47	388 08
2090 00	16 16	11 15	358 47	389 08
2091 00	15 16	11 00	357 47	390 08
2092 00	14 16	10 15	356 47	391 08
2093 00	13 16	10 00	355 47	392 08
2094 00	12 16	9 15	354 47	393 08
2095 00	11 16	8 15	353 47	394 08
2096 00	10 16	8 00	352 47	395 08
2097 00	9 16	7 15	351 47	396 08
2098 00	8 16	7 00	350 47	397 08
2099 00	7 16	6 15	349 47	398 08
2100 00	6 16	6 00	348 47	399 08
2101 00	5 16	5 15	347 47	400 08
2102 00	4 16	5 00	346 47	401 08
2103 00	3 16	4 15	345 47	402 08
2104 00	2 16	4 00	344 47	403 08
2105 00	1 16	3 15	343 47	404 08
2106 00	0 16	3 00	342 47	405 08
2107 00	0 16	2 15	341 47	406 08
2108 00	0 16	2 00	340 47	407 08
2109 00	0 16	1 15	339 47	408 08
2110 00	0 16	1 00	338 47	409 08
2111 00	0 16	0 15	337 47	410 08
2112 00	0 16	0 00	336 47	411 08
2113 00	0 16	0 00	335 47	412 08
2114 00	0 16	0 00	334 47	413 08
2115 00	0 16	0 00	333 47	414 08
2116 00	0 16	0 00	332 47	415 08
2117 00	0 16	0 00	331 47	416 08
2118 00	0 16	0 00	330 47	417 08
2119 00	0 16	0 00	329 47	418 08
2120 00	0 16	0 00	328 47	419 08
2121 00	0 16	0 00	327 47	420 08
2122 00	0 16	0 00	326 47	421 08
2123 00	0 16	0 00	325 47	422 08
2124 00	0 16	0 00	324 47	423 08
2125 00	0 16	0 00	323 47	424 08
2126 00	0 16	0 00	322 47	425 08
2127 00	0 16	0 00	321 47	426 08
2128 00	0 16	0 00	320 47	427 08
2129 00	0 16	0 00	319 47	428 08
2130 00	0 16	0 00	318 47	429 08
2131 00	0 16	0 00	317 47	430 08
2132 00	0 16	0 00	316 47	431 08
2133 00	0 16	0 00	315 47	432 08
2134 00	0 16	0 00	314 47	433 08
2135 00	0 16	0 00	313 47	434 08
2136 00	0 16	0 00	312 47	435 08
2137 00	0 16	0 00	311 47	436 08
2138 00	0 16	0 00	310 47	437 08
2139 00	0 16	0 00	309 47	438 08
2140 00	0 16	0 00	308 47	439 08
2141 00	0 16	0 00	307 47	440 08
2142 00	0 16	0 00	306 47	441 08
2143 00	0 16	0 00	305 47	442 08
2144 00	0 16	0 00	304 47	443 08
2145 00	0 16	0 00	303 47	444 08
2146 00	0 16	0 00	302 47	445 08
2147 00	0 16	0 00	301 47	446 08
2148 00	0 16	0 00	300 47	447 08
2149 00	0 16	0 00	299 47	448 08
2150 00	0 16	0 00	298 47	449 08
2151 00	0 16	0 00	297 47	450 08
2152 00	0 16	0 00	296 47	451 08
2153 00	0 16	0 00	295 47	452 08
2154 00	0 16	0 00	294 47	453 08
2155 00	0 16	0 00	293 47	454 08
2156 00	0 16	0 00	292 47	455 08
2157 00	0 16	0 00	291 47	456 08
2158 00	0 16	0 00	290 47	457 08
2159 00	0 16	0 00	289 47	458 08
2160 00	0 16	0 00	288 47	459 08
2161 00	0 16	0 00	287 47	460 08
2162 00	0 16	0 00	286 47	461 08
2163 00	0 16	0 00	285 47	462 08
2164 00	0 16	0 00	284 47	463 08
2165 00	0 16	0 00	283 47	464 08
2166 00	0 16	0 00	282 47	465 08
2167 00	0 16	0 00	281 47	466 08
2168 00	0 16	0 00	280 47	467 08
2169 00	0 16	0 00	279 47	468 08
2170 00	0 16	0 00	278 47	469 08
2171 00	0 16	0 00	277 47	470 08
2172 00	0 16	0 00	276 47	471 08
2173 00	0 16	0 00	275 47	472 08
2174 00	0 16	0 00	274 47	473 08
2175 00	0 16	0 00	273 47	474 08
2176 00	0 16	0 00	272 47	475 08
2177 00	0 16	0 00	271 47	476 08
2178 00	0 16	0 00	270 47	477 08
2179 00	0 16	0 00	269 47	478 08
2180 00	0 16	0 00	268 47	479 08
2181 00	0 16	0 00	267 47	480 08
2182 00	0 16	0 00	266 47	481 08
2183 00	0 16	0 00	265 47	482 08
2184 00	0 16	0 00	264 47	483 08
2185 00	0 16	0 00	263 47	484 08
2186 00	0 16	0 00	262 47	485 08
2187 00	0 16	0 00	261 47	486 08
2188 00	0 16	0 00	260 47	487 08
2189 00	0 16	0 00	259 47	488 08
2190 00	0 16	0 00	258 47	489 08
2191 00	0 16	0 00	257 47	490 08
2192 00	0 16	0 00	256 47	491 08
2193 00	0 16	0 00	255 47	492 08
2194 00	0 16	0 00	254 47	493 08
2195 00	0 16	0 00	253 47	494 08
2196 00	0 16	0 00	252 47	495 08
2197 00	0 16	0 00	251 47	496 08
2198 00	0 16	0 00	250 47	497 08
2199 00	0 16	0 00	249 47	498 08
2200 00	0 16	0 00	248 47	499 08

COMPRIMENTO (m)	PRESS MAX (mca)	PRESS MIN (mca)	PIEZO MAX (mca)	PIEZO MIN (mca)
1000	10 57	7 25	10 57	7 25
1250	9 20	7 24	10 57	7 25



CAPÍTULO 5 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO

000071



**5.1 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO 1ª ETAPA (PARA LICITAÇÃO
IMEDIATA)**

000072



QUADRO RESUMO SIMPLIFICADO

000073

ITEM	DESCRIÇÃO DA OBRA	Obras Civis (R\$)	Equipamentos		Conjunto Eletrobombas (R\$)	Total (R\$)
			Hidromecânicos (R\$)	Elétricos (R\$)		
I	INSTALAÇÃO DA OBRA	25 037,24	-	-	-	25 037,24
II	CAPTAÇÃO (ELEVATÓRIA EE-1)	30 111,75	94 725,46	24 121,83	16 416,00	165.375,04
III	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	118 157,26	434 004,83	-	-	552 162,09
IV	OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	42 246,02	91 475,94	-	-	133 721,96
V	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)	169 029,57	173 762,08	22 186,78	31 920,00	396 898,42
VI	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	35 961,80	117 850,17	-	-	153 811,97
VII	OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	2 008,53	15 213,50	-	-	17 222,03
TOTAL GERAL		422.552,17	927.031,98	46 308,61	48 336,00	1 444.228,76

Arq: QUAD_RFS.XLS(Simplificado)

000074



QUADRO RESUMO DETALHADO

000.075

ITEM	DESCRIÇÃO DA OBRA	Obras Civis (R\$)	Equipamentos		Conjunto Eletrobombas (R\$)	Total (R\$)	
			Hidromecânicos (R\$)	Elétricos (R\$)			
VBA CONSULTORES		QUADRO RESUMO DETALHADO - 1ª Etapa				Data Agosto/96	
I	INSTALAÇÃO DA OBRA	25 037,24	-	-	-	25 037,24	
Sub-Total I		25 037,24	-	-	-	25 037,24	
II	CAPTAÇÃO (Elevatória EE-1)						
-	Canal de sucção	5 174,82	-	-	-	5 174,82	
-	Captação flutuante/Caixa de proteção do barmete	3 036,73	94 725,46	24 121,83	16 416,00	138 300,02	
-	Casa de comando e agrigo para vigia/operador	21 900,20	-	-	-	21 900,20	
Sub-Total II		30 111,75	94 725,46	24 121,83	16 416,00	165 375,04	
III	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	118 157,28	434 004,83	-	-	552 162,09	
Sub-Total III		118 157,26	434 004,83	-	-	552 162,09	
IV	OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA						
-	Blocos de ancoragem	439,75	-	-	-	439,75	
-	Caixa para registro de descargas	9 007,55	29 495,34	-	-	38 502,89	
-	Caixa para ventosas e registros de bloqueio	5 654,40	35 341,51	-	-	40 995,91	
-	One-way	11 743,84	21 420,08	-	-	33 163,92	
-	Chaminé de equilíbrio	15 400,48	5 219,00	-	-	20 619,48	
Sub-Total IV		42 246,02	91 475,94	-	-	133 721,96	
V	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)						
-	Caixa de nível	2 877,89	7 991,66	-	-	10 869,55	
-	Filtros implantação imediata	25 044,37	74 186,15	-	-	99 230,51	
-	Reservatório 600 m³ implantação imediata	72 659,71	11 979,19	-	-	84 638,90	
-	Elevatória EE-2A/2B	36 723,67	39 117,83	22 186,78	31 920,00	129 948,27	
-	Ligações entre obras	27 163,01	40 487,24	-	-	67 650,26	
-	Drenagem	4 560,93	-	-	-	4 560,93	
Sub-Total V		169 029,57	173 762,08	22 186,78	31 920,00	396 898,42	
VI	ADUTORA DE ÁGUA TRATADA	35 961,80	117 850,17	-	-	153 811,97	
Sub-Total VI		35 961,80	117 850,17	-	-	153 811,97	
VII	OBRAS COMPLEMENTARES DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA						
-	Blocos de ancoragem	293,17	-	-	-	293,17	
-	Caixa para registro de descargas	977,34	3 041,28	-	-	4 018,62	
-	Caixa para ventosas	738,02	5 019,66	-	-	5 757,68	
-	Passagem aérea no local da ponte	-	7 152,56	-	-	7 152,56	
Sub-Total VII		2 008,53	15 213,50	-	-	17 222,03	
TOTAL GERAL		422 552,17	927 031,98	46 308,61	48 336,00	1 444 228,76	

Arq: QUAD_RES.XLS(Detalhado)

000076

**5.2 - ORÇAMENTO CONSOLIDADO 2ª ETAPA (PARA LICITAÇÃO A
PARTIR DO ANO 2006)**



QUADRO RESUMO SIMPLIFICADO

000078

ITEM	DESCRIÇÃO DA OBRA	Obras Civas (R\$)	Equipamentos		Conjunto Eletrobombas (R\$)	Total (R\$)
			Hidromecânicos (R\$)	Elétricos (R\$)		
I	INSTALAÇÃO DA OBRA	10 037,24	-	-	-	10 037,24
II	CAPTAÇÃO (ELEVATÓRIA EE-1)	-	-	22 820,48	21 672,00	44 492,48
III	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)	129 428,01	126 652,58	11 840,00	12 624,00	280 544,60
TOTAL GERAL		139.465,25	126.652,58	34.660,48	34.296,00	335.074,32

Arq QUA_RES2 XLS(Simplificado)

000079





QUADRO RESUMO DETALHADO

000080

VBA CONSULTORES		QUADRO RESUMO DETALHADO - 2ª Etapa				Data Agosto/96	
ITEM	DESCRIÇÃO DA OBRA	Obras Civas (R\$)	Equipamentos		Conjunto Eletrobombas (R\$)	Total (R\$)	
			Hidromecânicos (R\$)	Elétricos (R\$)			
I	INSTALAÇÃO DA OBRA	10 037,24	-	-	-	10 037,24	
	Sub-Total I	10 037,24	-	-	-	10 037,24	
II	CAPTAÇÃO (Elevatória EE-1)	-	-	22 820,48	21 672,00	44 492,48	
	Sub-Total II	-	-	22 820,48	21 672,00	44 492,48	
III	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)						
-	Filtros implantação no ano 2006	25 044,37	74 186,15	-	-	99 230,51	
-	Reservatório 600 m³ implantação no ano 2006	72 659,71	11 979,19	-	-	84 638,90	
-	EE-2B	-	-	11 840,00	12 624,00	24 464,00	
-	Ligações entre obras	27 163,01	40 487,24	-	-	67 650,26	
-	Drenagem	4 560,93	-	-	-	4 560,93	
	Sub-Total IV	129 428,01	126 652,58	11 840,00	12 624,00	280 544,60	
	TOTAL GERAL	139 465,25	126 652,58	34 660,48	34 296,00	335 074,32	

Arq: QUA_RES2.XLS(O detalhado)