

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FEITICEIRO,
NO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE NO ESTADO DO CEARÁ**

**TOMO VI - DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA
Volume 1 Relatório Geral e Memorial de Cálculo**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FEITICEIRO, NO MUNICÍPIO DE JAGUARIBE, NO ESTADO DO CEARÁ

TOMO VI - DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Volume 1: Relatório Geral e Memorial de Cálculo

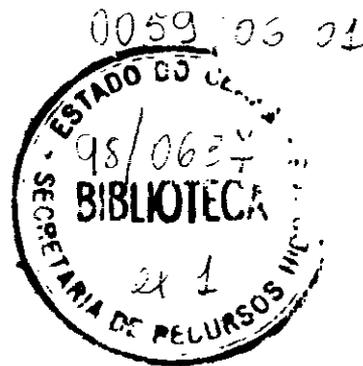
Lote: 00424 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº: 0059/06/01
Volume _____
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

ANB

ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.

Avenida Santos Dumont Nº 1687 - Sala 703 - Aldeota
CEP: 60.150-160 - Fone/FAX: (085) 264-37-41
CGC: 00.647.338/0001-30
Fortaleza-CE

FORTALEZA
DEZEMBRO - 1997



SUMÁRIO

SUMÁRIO

Página

1 - APRESENTAÇÃO	7
2 - INTRODUÇÃO..	10
3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	12
3 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	13
3 2 - GEOLOGIA	13
3 3 - SOLOS	13
3 4 - RELEVO	15
3 5 - VEGETAÇÃO	15
3 6 - SINOPSE CLIMÁTICA	16
3 6 1 - Principais Parâmetros	17
3 6.2 - Balanço Hídrico	18
3 6 3 - Classificação do Clima	18
3 7 - RECURSOS HÍDRICOS	20
3 8 - CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	20
3 9 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	22
3 9 1 - Meios de Comunicação	22
3 9 2 - Energia Elétrica	23
3 9 3 - Educação	23
3 9 4 - Saúde	23
3 9 5 - Saneamento Básico	23
3 9 6 - Economia	24
3 9 7 - Estimativa da População	24
4 - O ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA	25
4 1 - ANTECEDENTES	26
4 2 - SISTEMA ATUAL	26
5 - ANÁLISES DOS ESTUDOS REALIZADOS.....	33
5 1 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	34

5.3 - ESTUDOS BÁSICOS	35
5.4 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	36
5.4.1 - Serviços Executados	36
5.4.1.1 - Locação do Eixo	36
5.4.1.2 - Nivelamento e Contranivelamento do Eixo de Locação	36
5.4.1.3 - Seções Transversais	37
5.4.1.4 - Amarrações e RN's	38
5.4.1.5 - Anotações	38
5.5 - ESTUDOS GEOLÓGICOS/GEOTÉCNICOS	38
5.6 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA	39
5.6.1 - Generalidades	39
5.6.2 - Alternativas de Captação	39
5.6.2.1 - Justificativa da Alternativa de Captação Escolhida	39
5.6.3 - Alternativas de Adução	43
5.6.3.1 - Generalidades	43
5.6.3.2 - Justificativa da Alternativa Selecionada	49
6 - O SISTEMA PROPOSTO - DETALHAMENTO DO PROJETO	50
6.1 - PREMISAS DO PROJETO	51
6.1.1 - Considerações Gerais	51
6.1.2 - Parâmetros Adotadas	51
6.2 - VAZÕES DE PROJETO (ÁGUA BRUTA)	52
6.2.1 - Vazão Média	52
6.2.2 - Vazão no Dia de Maior Consumo (q_1)	52
6.3 - CÁLCULO DAS VAZÕES DE DEMANDA (ÁGUA TRATADA)	53
6.3.1 - Vazão Média	53
6.3.2 - Vazão no Dia de Maior Consumo (q_1)	53
6.3.3 - Vazão na Hora de Maior Consumo (q_2)	53
6.3.4 - Vazão no Dia e na Hora de Maior Consumo (q_{12})	53
6.4 - SÉRIES EVOLUTIVAS DA POPULAÇÃO, DEMANDA, VAZÕES DE PROJETO E VOLUMES BOMBEADOS	53
6.5 - FONTE HÍDRICA DO PROJETO	53
6.6 - QUALIDADE DA ÁGUA	56

6 7 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA	57
6 7 1 - Justificativa do Projeto Proposto	57
6 7 2 - Captação	58
6 7 3 - Adutora de Água Bruta	60
6 7 3 1 - Trecho 1	60
6 7 3 2 - Trecho 2	61
6 7 3 3 - Trecho 3	61
6 7 4 - Reservatório de Compensação R ₁	62
6 7 5 - Estação Elevatória (EE-2)	63
6 7 6 - Reservatório de Compensação R ₂	64
6 7 7 - Estação Elevatória (EE-3)	64
6 7 8 - Estação de Tratamento D'água	65
6 7 8 1 - Preliminares	65
6 7 8 2 - Tratamento da Água	65
6 7 8 3 - Dimensionamento da ETA	68
6 7 9 - Reservação de Água Tratada	71
6 7 10 - Adutora de Água Tratada	72
7 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	75
7 1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	76
7 1 1 - Dados do Projeto	76
7 1 2 - Dimensionamento Econômico da Adutora de Água Bruta	76
7 1 3 - Dimensionamento da Estação Elevatória de Captação	77
7 1 3 1 - Curva Característica da Tubulação	77
7 1 3 2 - Curva Característica da Bomba	81
7 1 3 3 - Ponto de Funcionamento do Sistema	82
7 1 4 - Dimensionamento da Estação Elevatória EE-2	83
7 1 4 1 - Curva Característica da Tubulação	83
7 1 4 2 - Curva Característica da Bomba	88
7 1 4 3 - Ponto de Funcionamento do Sistema	89
7.1 5 - Dimensionamento da Estação Elevatória EE-3	90
7 1 5 1 - Curva Característica da Tubulação	90
7 1 5 2 - Curva Característica da Bomba	95
7 1 5 3 - Ponto de Funcionamento do Sistema	96

6 7 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA	57
6 7 1 - <i>Justificativa do Projeto Proposto</i>	57
6 7 2 - <i>Captação</i>	58
6 7 3 - <i>Adutora de Água Bruta</i>	60
6 7 3 1 - <i>Trecho 1</i>	60
6 7 3 2 - <i>Trecho 2</i>	61
6 7 3 3 - <i>Trecho 3</i>	61
6 7 4 - <i>Reservatório de Compensação R₁</i>	62
6 7 5 - <i>Estação Elevatória (EE-2)</i>	63
6 7 6 - <i>Reservatório de Compensação R₂</i>	64
6 7 7 - <i>Estação Elevatória (EE-3)</i>	64
6 7 8 - <i>Estação de Tratamento D'água</i>	65
6 7 8 1 - <i>Preliminares</i>	65
6 7 8 2 - <i>Tratamento da Água</i>	65
6 7 8 3 - <i>Dimensionamento da ETA</i>	68
6 7 9 - <i>Reservação de Água Tratada</i>	71
6 7 10 - <i>Adutora de Água Tratada</i>	72
7 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	74
7 1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA	75
7 1 1 - <i>Dados do Projeto</i>	75
7 1 2 - <i>Dimensionamento Econômico da Adutora de Água Bruta</i>	75
7 1 3 - <i>Dimensionamento da Estação Elevatória de Captação</i>	76
7 1 3 1 - <i>Curva Característica da Tubulação</i>	76
7 1 3 2 - <i>Curva Característica da Bomba</i>	80
7 1 3 3 - <i>Ponto de Funcionamento do Sistema</i>	81
7 1 4 - <i>Dimensionamento da Estação Elevatória EE-2</i>	82
7 1 4 1 - <i>Curva Característica da Tubulação</i>	83
7 1 4 2 - <i>Curva Característica da Bomba</i>	87
7 1 4 3 - <i>Ponto de Funcionamento do Sistema</i>	88
7 1 5 - <i>Dimensionamento da Estação Elevatória EE-3</i>	89
7 1 5 1 - <i>Curva Característica da Tubulação</i>	89
7 1 5 2 - <i>Curva Característica da Bomba</i>	94
7 1 5 3 - <i>Ponto de Funcionamento do Sistema</i>	95

7.1.6 - Dimensionamento dos Reservatórios	96
7.1.7 - Dimensionamento da Adutora de Água Tratada (Gravitária)	98
8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA...	99
8.1 - REGISTROS DE DESCARGA	100
8.2 - VENTOSAS DE TRÍPLICE FUNÇÃO	100
8.3 - REGISTROS DE FECHAMENTO LENTO	100
8.4 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO	100
8.5 - VÁLVULAS ANTECIPADORAS DE ONDAS	101
8.6 - BLOCOS DE ANCORAGEM	101
9 - PROJETO ELÉTRICO	102
9.1 - INTRODUÇÃO	103
9.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES	104
9.2.1 - Estação EE-1 (captação)	104
9.2.2 - Estação EE-2	105
9.2.3 - Estação EE-3	106
9.3 - MOTORES ELÉTRICOS	107
9.3.1 - Motor 40 CV	107
9.3.2 - Motor 25 CV	108
10 - ESTUDO DO GOLPE DE ARIETE	109
10.1 - INTRODUÇÃO	110
10.2 - O SISTEMA COMPUTACIONAL	110
10.3 - ANÁLISE DOS TRANSITÓRIOS	110
 ANEXO - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	

1 - APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, vem implantando ações institucionais e executando projetos voltados para o desenvolvimento dos recursos hídricos com o objetivo de garantir a regularidade e a democratização da oferta d'água em todo o seu território

Dando seguimento a estes programas e devido a precariedade do atual sistema de abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro, a SRH contratou a elaboração do Projeto Executivo da Adutora de Feiticeiro, objeto do Contrato nº 39/97-SRH, firmado entre a SRH e a ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda

O presente relatório tem como objetivo apresentar, de forma organizada, o desenvolvimento de estudos específicos e detalhamento do projeto executivo

O conteúdo deste Relatório Geral é descrito a seguir

- descrever sumariamente a localização e acesso ao distrito de Feiticeiro e a caracterização da área de influência do projeto,
- caracterizar a fonte hídrica do projeto,
- apresentar os parâmetros do projeto,
- descrever de forma sucinta o sistema de abastecimento d'água existente,
- apresentar uma análise dos estudos realizados,
- justificar e descrever a concepção proposta,
- descrever as várias metodologias e critérios utilizados no dimensionamento das obras e equipamentos,
- detalhar a solução adotada no Estudo de Alternativas, a nível de projeto executivo;
- apresentar os cálculos desenvolvidos (hidráulicos, elétricos e estrutural

O Projeto Executivo da Adutora de Feiticeiro será composto dos seguintes estudos

- Tomo I Estudos de Alternativas de Traçado
- Tomo II Estudos Básicos
- Tomo III Levantamento Topográfico
- Tomo IV Levantamento Geológico/Geotécnico
- Tomo V Estudos de Concepção do Sistema

-
- Tomo VI Detalhamento da Alternativa Selecionada
 - Volume 1 Relatório Geral e Memorial de Cálculo
 - Volume 2 Plantas
 - Volume 3 Quantitativos e Orçamentos
 - Volume 4 Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

2 - INTRODUÇÃO

O distrito de Feiticeiro, localizado no município de Jaguaribe, com uma população total de 5 730 habitantes, de acordo com o último censo realizado pelo IBGE em 1991, apresenta um nível de abastecimento d'água bastante precário, que se torna mais crítico nos períodos de estiagem

A fonte hídrica do atual sistema de abastecimento d'água de Feiticeiro é o Açude Público Joaquim Távora, localizado neste distrito, tendo sido construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, possuindo um volume de armazenamento de aproximadamente 24 milhões de m³

Embora a capacidade deste açude fosse suficiente para garantir o abastecimento d'água do referido distrito, mesmo em períodos críticos, foram construídos dois açudes a montante, acarretando impactos hidrológicos cumulativos nos reservatórios a jusante, diminuindo bastante a afluência d'água do açude Joaquim Távora. Por esse motivo, já é terceira vez que a população passa a ser abastecida por carros pipa

De acordo com visita de campo realizada e com informações técnicas coletadas, constatou-se que o atual volume disponível no reservatório encontra-se bem próximo ao armazenamento correspondente ao porão e sem muitas condições de encher mesmo durante os períodos invernosos normais e até mesmo de pluviometria pouco acima da média, influenciando, também, na qualidade da água, fator esse primordial devido ao uso a que se destina, ou seja, o abastecimento humano

Buscou-se, então, através de um estudo de alternativas, a solução mais adequada para resolver, de forma definitiva, o problema de abastecimento d'água de Feiticeiro. Após esta análise verificou-se que a alternativa mais viável é captar água no rio Jaguaribe, a fio d'água, próximo ao distrito de Mapuá, sendo aduzida por aproximadamente 20 km até a Estação de Tratamento, que deverá ser relocada. O atual sistema de abastecimento d'água é gerenciado pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto - SAEE, órgão vinculado a Fundação Nacional de Saúde - FNS

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A adutora prevista abastecerá o distrito de Feiticeiro, no município de Jaguaribe, localizado a aproximadamente 20 km da fonte hídrica do projeto, o rio Jaguaribe, sendo a captação situada próxima ao distrito de Mapuá, também pertencente ao citado município

O acesso ao distrito de Feiticeiro é feito, a partir de Fortaleza, através da BR-116 até a sede municipal de Jaguaribe e, a partir daí, pela CE-275

A Figura 3.1 - mapa de localização e acesso, apresentado a seguir, mostra a localização do distrito de Feiticeiro em relação a fonte hídrica do projeto

O caminhamento da adutora procurou acompanhar, sempre que possível, a estrada carroçável que liga o distrito de Mapuá a Feiticeiro

3.2 - GEOLOGIA

A geologia da região originada no período proterozóico, unidade retrabalhada no ciclo transamazônico tem características estratigráficas da Unidade Sem Denominação PI (B)

A litologia ambiente é representada por migmatitos, gnaisses diversos encerrando corpos de metacalcários, anfíbolitos, metabasitos, rochas calcissilicáticas, quartzitos e metaultrabasitos subordinados, metacalcários e quartzitos delimitados PI (B)ca e PI (B)q

São rochas metamórficas heterogêneas, resultantes da associação de gnaisses graníticos, com intercalações de gnaisses xistosas

3.3 - SOLOS

Os principais solos existentes nas áreas dominadas pelo distrito de Feiticeiro, segundo o Estudo Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará - Volume I e II - Convênio de Mapeamento de Solos MA/DNPEA - SUDENE/DRN - Convênio MA/CONTAP/USAID/ETA, Recife - 1973 - Escala 1:600.000, são de dois tipos:

REd₁₀ - Associação de Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos A fraco, textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado, substrato de

FIGURA 3.1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO



gnaisse e granito, caatinga hiperxerófila + Afloramentos de Rochas + Solonetz Solodizado A fraco textura arenosa média e argilosa, caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado

- NC₁₄ - Associação de Bruno Não Cálculo Indiscriminado, fase pedregosa, relevo suave ondulado e ondulado

Durante a viagem de reconhecimento foram confirmadas a presença destas duas associações de solos, sendo que a primeira (RE₁₀) tem uma área de domínio bem mais extensa. Com relação ao uso agrícola, estes solos podem ser utilizados com as culturas de milho e feijão, bem como a pecuária extensiva.

3.4 - RELEVO

A região apresenta relevo que varia do plano ao suave ondulado, ou ondulado e feições diversificadas, como formas de topos convexizados lombadas, morros, esporões e feições tabuliformes.

A morfologia de Feticheiro ainda hoje não bem esclarecida, tem a paisagem atual explicada como sendo resultante de variações climáticas ocorridas em épocas remotas.

São áreas onde a drenagem é desorganizada, o processo erosivo é intenso, o que provoca a destruição da superfície dos grandes relevos e o desnudamento dos pequenos, produzindo elevações testemunhos disseminadas em uma topografia acidentada.

É um processo desenvolvido sob as condições de clima semi-árido, onde predomina o intemperismo físico atuando na desagregação das rochas mais superficiais durante o prolongado período seco, sendo estas rochas desestruturadas posteriormente carregadas pelas enxurradas de curtas e rápidas durações e alto poder transportador.

Ao longo do percurso do traçado da adutora, o relevo se mostra bastante movimentado, com a presença de matações, lagedos e seixos rolados em todo o seu trajeto.

3.5 - VEGETAÇÃO

A vegetação dominante na área é constituída de espécies típicas da Caatinga Arbustiva Aberta que é uma degradação da caatinga arbórea. Tal degradação,

acelerada pelo homem, tem origem nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semi-aridez que intensificam o intemperismo físico, seguido de períodos chuvosos que permitem a lavagem e o carreamento da fina camada de solos, fazendo com que o solo da região sejam cobertos de seixos rolados e lagedos que permitem apenas a formação de uma floresta arbustiva de vegetais típicos da caatinga hiperxerófila

São vegetais de porte mais baixo que o da caatinga arbórea, menos densos e de diversidade menos significativa

As espécies mais significativas e frequentes neste tipo de vegetação são a jurema (*Mimosa hostile*), o marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), o mandacaru (*Cereus jamacaru*), a catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), mulungu (*Erythrina velutina*) e aroeira (*Astronum urundeuva*)

3.6 - SINOPSE CLIMÁTICA

O distrito de Feiticeiro, no município de Jaguaribe, tem clima semi-árido com altas temperaturas nos meses mais quentes de outubro a janeiro, noites mais amenas, típica do sertão nordestino

O distrito de Feiticeiro está localizado a uma mesma distância de duas estações climáticas do INEMET Iguatu e Jaguaruana. A estação de Iguatu foi escolhida como representativa da área por apresentar condições físico-climáticas ambientais mais próximo de Feiticeiro

- Características da Estação Climática - Iguatu

- Latitude 6°22'
- Longitude 39°18'
- Altitude 79 m
- Período de Observação 1931-1960

O clima é razoavelmente homogêneo. As variações climáticas são diretamente associadas às variações observadas na relação pluviometria x temperatura, ou melhor dizer índices pluviométricos maiores correspondem a temperaturas mais reduzidas

3.6.1 - Principais Parâmetros

a) Temperatura

Os estudos de temperatura foram direccionados para avaliar as temperaturas médias das máximas, média das mínimas e temperatura média compensada, esta obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas T12 e T24 TMG (Tempo Médio de Greenwich), T_{MAX} e T_{MIN} do dia) calculada segundo a fórmula seguinte

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2 T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

onde

T_{comp} = Temperatura média compensada

T_{12} = Temperatura observada as 12,00 TMG

T_{24} = Temperatura observada as 24,00 TMG

T_{MAX} = Temperatura máxima do dia

T_{MIN} = Temperatura mínima do dia

Os dados observados indicam os seguintes parâmetros temperatura média mensal de 28°C, sendo mais quente os meses de novembro e dezembro, e mais frios os meses de junho e julho. Os meses mais chuvosos são também os mais úmidos, março, abril e maio. O valor médio da umidade relativa é 61,8%. A insolação média anual é de 2 784 horas de radiação, enquanto que a mensal é de 232 horas. A evaporação média anual do tanque classe A é de 1 938 mm e apresenta uma média mensal de 161,5 mm. A evapotranspiração calculada segundo Thornthwaite & Mather revela que a evapotranspiração anual é de 1 695 mm, sendo os meses de outubro, dezembro e janeiro, aqueles de maior índice de evapotranspiração, coincidentemente com os meses de mais elevadas temperaturas.

O Quadro 31, mostra a sinopse climática representando os principais parâmetros temperatura, umidade, insolação e evaporação e evapotranspiração.

QUADRO 3.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ESTAÇÃO IGUATU

Características Climáticas	M E S E S												Total	Média
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Temp. Média das Máximas (°C)	34,3	33,0	31,8	31,4	31,2	31,4	32,0	33,4	34,9	35,7	35,5	35,1	-	33,3
Temp. Média das Mínimas (°C)	26,3	23,3	22,8	22,7	22,0	21,2	21,0	21,4	22,4	23,1	23,5	23,7	-	22,8
Temp. Média (°C)	30,3	28,2	27,3	27,1	26,6	26,3	26,5	27,4	28,7	29,4	29,5	29,4	-	28,0
Temp. Média Compensada (°C)	28,4	27,4	26,6	26,3	26,0	25,8	26,0	27,0	28,2	29,0	29,2	29,1	-	27,4
Umidade Relativa Média (%)	61,0	69,0	76,0	77,0	73,0	66,0	59,0	54,0	50,0	50,0	52,0	55,0	-	61,8
Insolação Média (horas)	240,0	165,0	182,0	173,0	184,0	238,0	256,0	281,0	267,0	292,0	268,0	238,0	2.784,0	232,0
Evaporação Média Tanque Classe A (mm)	172,0	111,0	82,0	84,0	109,0	138,0	186,0	224,0	213,0	222,0	204,0	193,0	1.938,0	161,5
ETP (mm)	152,0	134,0	144,0	138,0	142,0	134,0	130,0	134,0	139,0	148,0	147,0	153,0	1.695,0	141,3

Fonte: PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

3.6.2 - Balanço Hídrico

O balanço hídrico é fundamentado na aplicação do princípio da conservação de massa para um determinado local ou área. A aplicação desse princípio permite calcular a diferença entre o ganho (resultante da condensação local e das precipitações) e o consumo (representado pelo escoamento superficial e profundo e, pela evaporação ou evapotranspiração). Na prática, esta quantificação, nos termos que figuram na questão do balanço hídrico, apresenta sérias limitações. Por essa razão, é comum o emprego de métodos empíricos que fornecem apenas estimativas desse balanço, principalmente porque utilizam pluviometrias médias mensais, sem considerar a distribuição das chuvas dentro de cada mês.

Quando não se dispõe de dados hidroclimáticos mais refinados, este método do balanço hídrico, recomendado por Thornthwaite & Mather (1955), vêm obtendo maior aprovação na avaliação das estimativas climatológicas relativas ao balanço hídrico (ver Quadro 3.2).

3.6.3 - Classificação do Clima

a) Classificação Segundo Thornthwaite & Mather

Esta classificação destaca a evapotranspiração como um dos elementos mais importantes na determinação do clima, além da pluviometria e temperatura.

QUADRO 3 2
BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER

Mês	T °C	P (mm)	EVP (mm)	P-EVP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	EVR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
Jan	28,4	84,0	160,0	-76,0	0	0	84,0	0,0	76,0
Fev	27,4	134,0	138,0	-4,0	0	0	134,0	0,0	4,0
Mar	26,6	207,0	141,0	66,0	66	66	141,0	0,0	0,0
Abr	26,3	174,0	126,0	48,0	100	34	126,0	14,0	0,0
Mai	26,0	90,0	123,0	-33,0	72	-28	118,0	0,0	5,0
Jun	25,8	30,0	115,0	-85,0	31	-41	71,0	0,0	44,0
Jul	26,0	14,0	123,0	-109,0	10	-21	35,0	0,0	88,0
Ago	27,0	6,0	141,0	-135,0	3	-7	13,0	0,0	128,0
Set	28,2	8,0	151,0	-143,0	1	-2	10,0	0,0	141,0
Out	29,0	13,0	164,0	-151,0	0	-1	14,0	0,0	150,0
Nov	29,2	13,0	161,0	-148,0	0	0	13,0	0,0	148,0
Dez	29,1	28,0	167,0	-139,0	0	0	28,0	0,0	139,0
ANO	27,4	801,0	1.710,0	-909,0	283	0	787,0	14,0	923,0

Para a obtenção dos tipos e subtipos de clima foram obtidos os seguintes parâmetros, gerados a partir do Balanço Hídrico

- índice de umidade - que corresponde ao excesso de água. É expresso pela porcentagem do excedente, obtido no balanço hídrico, pela correspondente evapotranspiração

$$Iu = \frac{Exc}{EVP} \times 100$$

- índice de aridez - que define a deficiência percentual da evapotranspiração potencial

$$Ia = \frac{Def}{EVP} \times 100$$

- índice de hídrico - que é representado pelo excesso ou falta d'água ao longo das estações

QUADRO 3 3 - ÍNDICES GERADOS PELO BALANÇO HÍDRICO

Estação	Índ. Aridez	Índ. Efet. Umidade	Índ. Hídrico	Classificação Climática
IGUATU	54	0,8	-31,6	Dd A'a'

Segundo os resultados analisados no quadro anterior do balanço hídrico, o clima da região é do tipo Dd A'a', isto é, clima semi-árido com índice efetivo de umidade ou índice hídrico variando entre 20 e -40%, com pequeno ou nenhum excesso de água no

período que define a variação anual do índice de aridez, clima megatérmico, isto é, de altas temperaturas durante todo o ano e evapotranspiração potencial concentrada no verão de 3 (três) meses < 48%, que significa dizer que quanto maior a percentagem, menor o período vegetativo das culturas

3.7 - RECURSOS HÍDRICOS

A principal fonte hídrica do distrito de Feiticeiro é o açude Joaquim Távora, com capacidade de 24 105 000 m³ e volume morto de 2 000 000 m³

As características da bacia do açude Joaquim Távora são

• lâmina média precipitada	738,6 mm
• bacia hidrográfica	124 km ²
• coeficiente de escoamento	8,3%
• lâmina escoada	61,5 mm

A região de Feiticeiro dispõe de 25 pequenos reservatórios, todos particulares, com volumes de armazenamento classificados como micro ou de pequena capacidade. Entretanto, foram construídos a montante do açude Joaquim Távora, dentro da sua bacia hidrográfica, dois reservatórios de volume de armazenamento maior do que deveria ser, prejudicando incondicionalmente a sua capacidade de reservação, que ficou com volume de retenção reduzido sem mais condições de receber o mesmo volume afluente anterior à construção daqueles reservatórios.

No momento, o açude Joaquim Távora está com um volume de armazenamento de 5 590 000 m³, restando portanto 3 690 000 de m³ de disponibilidade hídrica para abastecimento da Vila de Feiticeiro e pequena irrigação ao longo do canal de adução do reservatório, além da evaporação.

Os recursos hídricos subterrâneos representado pelo aquífero do cristalino é insignificante salobro e desprezível.

3.8 - CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A região dispõe de dois postos pluviométricos de longo período de observação, que são representativos para a região.

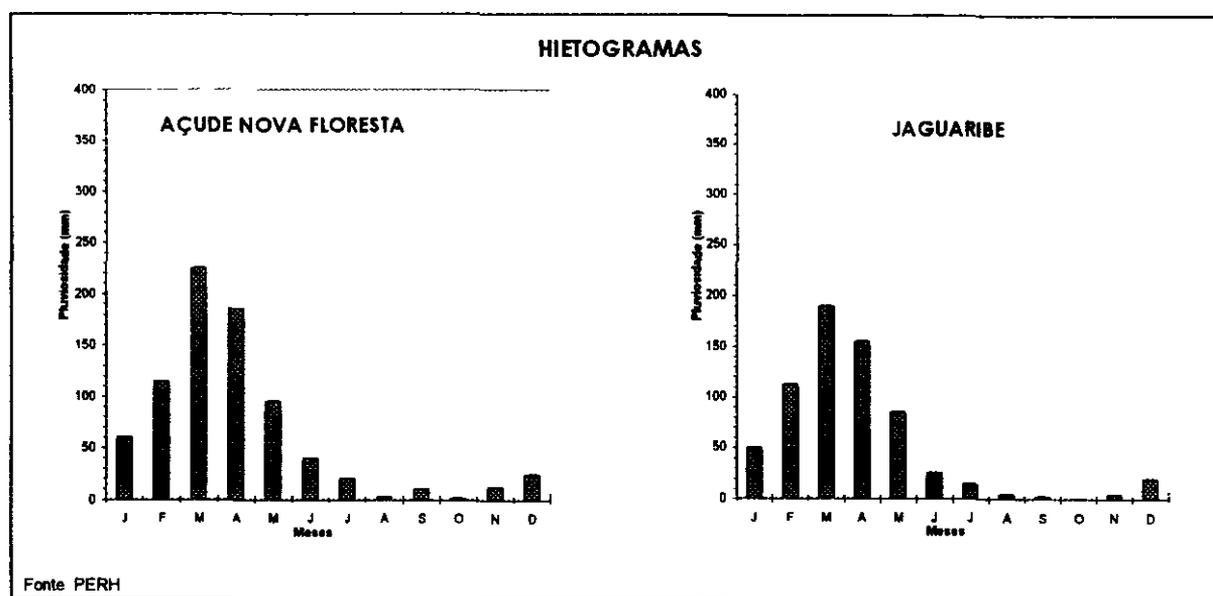
POSTOS REPRESENTATIVOS

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
AÇUDE NOVA FLORESTA	3812917	715,0
JAGUARIBE	3812779	701,1

Fonte PERH

Os dados desses postos foram estudados a nível anual, mensal e diário. Para todos esses tipos foram realizados estudos de correção de dados e preenchimento de falhas.

Conforme pode ser visto nos hietogramas dos postos mencionados, o mês mais chuvoso é sempre março, o bimestre mais chuvoso março e abril e o trimestre mais chuvoso fevereiro, março e abril. No quadrimestre fevereiro, março, abril e maio ocorre aproximadamente 80% da precipitação anual e no primeiro semestre do ano chove uma média de 95% da pluviosidade anual.



Foram também realizados estudos de frequência a nível anual, mensal e diário.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL

POSTO	PROBABILIDADE P (H < Hp) (%)									
	1	2	5	10	20	50	80	90	98	99
AÇ NOVA FLORESTA	177,1	270,6	316,9	439,9	492,1	779,1	1 056,6	1 215,4	1 518,0	1 632,1
JAGUARIBE	55,0	169,0	222,9	358,9	413,8	692,4	932,5	1 059,9	1.286,9	1 367,9

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

Fonte PERH

Mostra a pluviosidade anual esperada (Hp em mm) para as diversas probabilidades indicadas de ocorrerem.

Análise de Frequência Mensal, relativa a ocorrência de dias de chuva

FREQÜÊNCIA DE PELO MENOS n DIAS COM OCORRÊNCIA DE CHUVA

POSTO	MÊS	NÚMERO DE DIAS										
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25	
AÇUDE NOVA FLORES	JAN	85,3	75,0	45,6	7,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FEV	88,2	79,4	63,2	33,8	14,7	4,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	MAR	91,2	91,2	88,2	75,0	38,2	17,6	5,9	2,9	1,5	0,0	0,0
	ABR	89,7	89,7	83,8	64,7	27,9	13,2	8,8	7,3	4,4	0,0	0,0
	MAI	88,2	82,3	67,7	32,3	5,9	2,9	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUN	80,9	66,2	30,9	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUL	57,3	29,4	17,6	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	33,8	19,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	22,1	14,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	22,1	8,8	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	27,9	10,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	44,1	22,1	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: PERH

Mostra que em média os meses que compõe o trimestre mais chuvoso, a frequência do número de dias de chuva com qualquer índice de precipitação, é normalmente elevado

ANÁLISE DE FREQÜÊNCIA PARA MAIORES PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

POSTO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)										
	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	
AÇUDE NOVA FLORES	103,1	118,7	127,1	132,9	137,2	140,7	146,2	150,3	157,7	162,9	H (mm)
JAGUARIBE	90,4	107,0	116,6	123,3	128,5	132,7	139,4	144,6	153,9	160,6	H (mm)

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

Fonte: PERH

O estudo frequencial acima mostra a magnitude de intensidade dos eventos pluviométricos em relação ao período de retorno

3.9 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

3.9.1 - Meios de Comunicação

O distrito de Felticeiro, dispõe dos seguintes meios de comunicação

- uma agência dos correios e telégrafos,
- um posto da Teleceará, com 58 usuários, sendo 54 residenciais e 4 comerciais;
- ônibus em horários regulares para Jaguaribe

000024

3.9.2 - Energia Elétrica

Classes	Consumidores
Total	478
Residencial	423
Industrial	1
Comercial	36
Rural	6
Público	12

Fonte: COELCE de Feiticeiro, setembro/1997

3.9.3 - Educação

Discriminação	Número Absoluto
Estabelecimentos	3
Salas de Aula	18
Matrícula Pré-escolar	57
Matrícula 1º Grau	635
Matrícula 2º Grau	88

Fonte: Secretaria de Educação do Município de Jaguaribe, setembro/1997

3.9.4 - Saúde

Discriminação	Número Absoluto
Hospitais e Maternidades	-
Leitos	-
Posto de Saúde	1
Outras Unidades de Saúde	1
Agentes de Saúde	13
Médicos	1
Odontólogos	1
Enfermeiros	1

Fonte: Secretaria de Saúde do Município de Jaguaribe, setembro/1997

3.9.5 - Saneamento Básico

- Abastecimento d'água

Domicílios	Número Absoluto
Residenciais	447
Comerciais	14
Públicos	12
Industriais	-
Total	473

Fonte: SAEE/FNS, setembro/1997

- Esgoto

Não existe rede de esgoto no distrito de Feiticeiro. Os domicílios dispõem de fossas rudimentares. As águas servidas provenientes de banheiro e utilização doméstica são liberadas na via pública.

3.9.6 - Economia

A economia da região é semelhante do município/distrito de Feiticeiro como um todo, porém em menor escala e diversidade menos significativa, tendo em vista a escassez de solos agricultáveis.

As principais atividades econômicas de produção são a agricultura e a pecuária extensiva.

A agricultura desenvolvida restringe-se aos produtos de subsistência milho e feijão, cultivados em pequenas manchas de solos de tabuleiro mais férteis e as forrageiras cultivadas nos aluviões dos rios Jaguaribe e riachos úmidos, proporcionados pela revência dos inúmeros açudes existentes na região, além da pequena irrigação favorecida pelo canal de adução do açude Feiticeiro.

Algumas propriedades exploram gado em regime semi-estabulado ou mixto. A principal fonte de riquezas da região é, portanto, a exploração pecuária.

3.9.7 - Estimativa da População

De acordo com a Sinopse Preliminar do Censo Demográfico da Fundação IBGE, a evolução demográfica de Feiticeiro ocorreu, entre 1970 e 1996, obedecendo o Quadro 3.4, a seguir.

QUADRO 3.4
DADOS DEMOGRÁFICOS DO DISTRITO DE FEITICEIRO (1970-1996)

Discriminação	Anos			
	1970	1980	1991	1996 (*)
População Urbana	1 049	1 062	1 509	1 488
População Rural	4 701	4.853	4.221	3.817
População Total	5.750	5.915	5.730	5.305

FONTE: IBGE

(*) Contagem realizada

A taxa de crescimento média para o município de Jaguaribe foi de 0,28% a a., no período de 1991 a 1996.

4 - O ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA

4.1 - ANTECEDENTES

O primeiro sistema de abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro foi implantado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS

Este sistema tinha como fonte hídrica o açude Joaquim Távora, captando água diretamente no canal de irrigação em ponto próximo a barragem. Uma tubulação de ferro fundido de 75 mm de diâmetro ligava o canal a ETA. O tratamento consistia, apenas, de filtração lenta, com filtro construído em concreto armado de área de 24,75 m². Do filtro, a água seguia até um reservatório, cuja capacidade era de 40 m³. O recalque era feito do reservatório de água filtrada para o reservatório de distribuição, sendo utilizado conjunto elevatório motor eletrobomba centrífuga de eixo horizontal. A tubulação de água tratada era de ferro fundido, possuindo 75 mm de diâmetro e 384 m. O reservatório de distribuição existente é elevado, em concreto armado, com capacidade de 35 m³. Possui uma torre de 12 m e o reservatório propriamente dito tem altura de 4 m. Está situado em terreno cuja cota é 123. A rede de distribuição implantada possuía trecho com DN 50 mm de cimento amianto com extensão de 723 m e outro trecho com DN 75 mm e 396 m extensão.

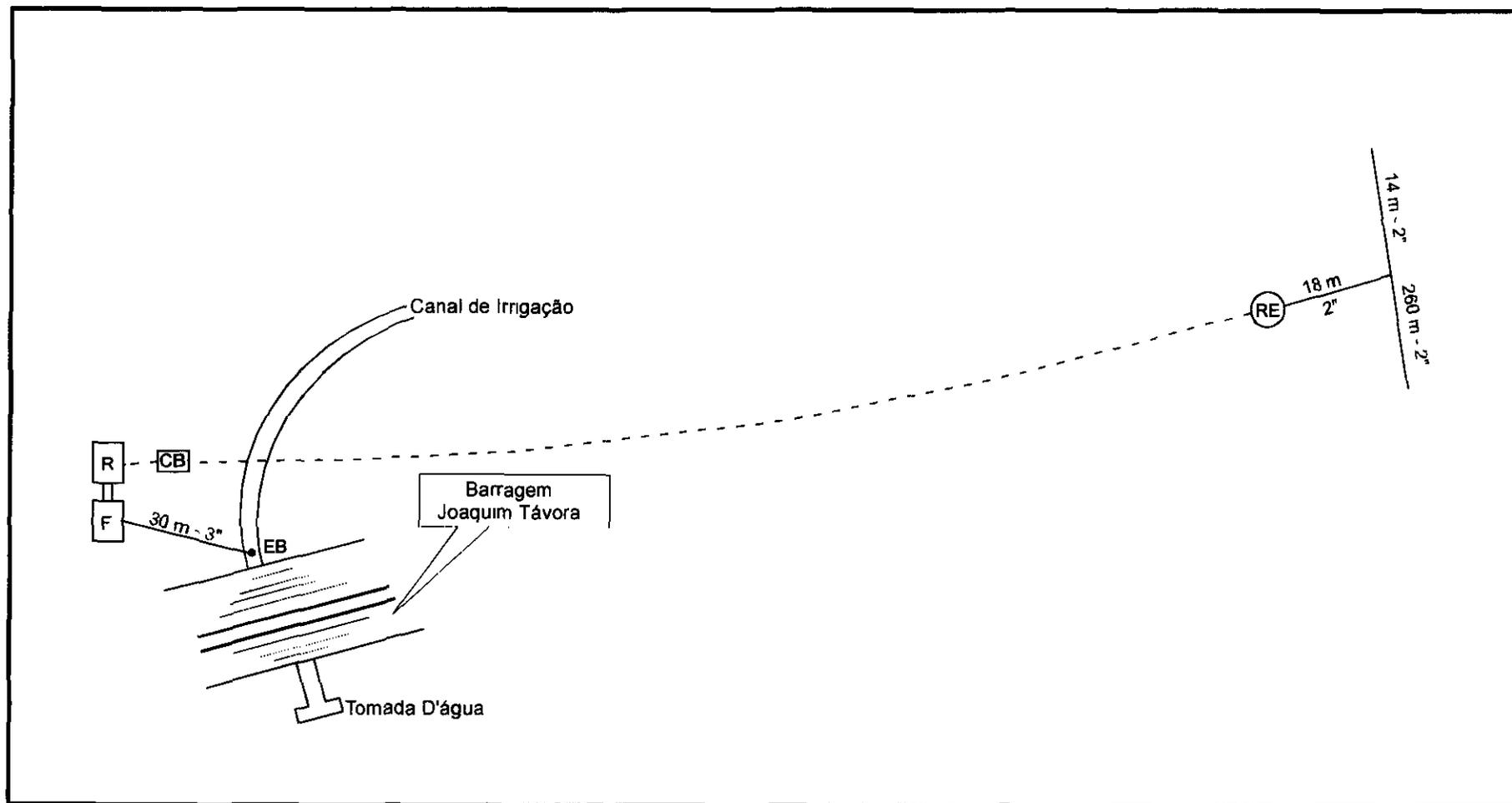
A Figura 4.1, apresentada a seguir, mostra o croqui com o desenho esquemático do sistema de abastecimento d'água implantado pelo DNOCS no distrito de Feiticeiro.

4.2 - SISTEMA ATUAL

O atual sistema de abastecimento do distrito de Feiticeiro é gerenciado pelo SAEE - Sistema Autônomo de Água e Esgoto, órgão vinculado a Fundação Nacional de Saúde - FNS.

Este sistema, implantado em 1981, tem como fonte hídrica o açude Joaquim Távora. A captação é realizada a jusante do açude, diretamente no canal de irrigação existente, a partir da galeria do açude. A água é recalçada através de um conjunto elevatório submersível para a Estação de Tratamento, seguindo para um reservatório de contato. A partir daí, a água é aduzida, através de uma bomba centrífuga de eixo horizontal até o reservatório de distribuição. De acordo com as normas da FSESP para elaboração de projetos de sistemas de abastecimento d'água de pequenas comunidades, a população de projeto foi fixada em 1.500 habitantes, representando cerca de 80,0% da população de final de plano (1999).

FIGURA 4.1
ESQUEMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA IMPLANTADO PELO DNOCS NO DISTRITO DE FEITICEIRO



De acordo com as informações de projeto obtidas junto ao SAAE/FNS, o atual sistema possui as seguintes características técnicas

- Fonte hídrica açude Joaquim Távora
 - População início do plano (1981): 1 000 habitantes
 - População fim de plano (1999): 1 500 habitantes
 - Taxa geométrica considerada 0,035
 - Alcance do projeto 18 anos
 - Consumo taxa = 100 ℓ /hab/dia
 - Consumo médio diário anual (1981) = 1,16 ℓ /s
fim de plano (1999) = 1,74 ℓ /s
 - Máximo consumo diário anual (1981) = 1,27 ℓ /s
fim de plano (1999) = 1,91 ℓ /s
 - Vazões máximas horárias ($K_2 = 1,5$) anual (1981) = 1,91 ℓ /s
fim de plano (1999) = 2,86 ℓ /s
 - Captação conjunto eletrobomba submersível
Q = 2,86 ℓ /s
Hman = 10 mca
 - Adutora de Água Bruta L = 67 m
horas de funcionamento 16 h
Q = 2,86 ℓ /s
material. ferro fundido
DN = 75 mm
Pressão máxima hidrostática: 6,55 mca
Pressão máxima hidrodinâmica 7,55 mca
 - ETA tipo filtração lenta, seguida de desinfecção pelo cloro, 02 unidades filtrantes, sendo que cada uma tem capacidade de tratar Q_f
- Os filtros funcionam 16 h/dia tratando 2,86 ℓ /s
Área dos filtros 81 m^2
taxa de filtração 6,11 $m^3/m^2/dia$

- Estação elevatória conjunto elevatório motor elétrico bomba centrífuga de eixo horizontal $Q = 2,86 \text{ l/s}$ e $H_{man} = 48 \text{ mca}$
- Adutora de água tratada conduto forçado por recalque
 - $Q = 2,86 \text{ l/s}$
 - DN = 75 mm
 - L = 340 m
 - horas de funcionamento 16 h/dia
 - material. ferro fundido ductil K-7
 - $V = 0,65 \text{ m/s}$
 - pressão máxima hidrostática 41,60 mca
 - pressão máxima hidrodinâmica 46,70 mca
 - sobrepressão 82,8 mca
- Reservação Reservatório existente

cap = 35 m ³	cotas TN = 123
torre = 12 m	fundo res = 135
h = 4 m	N A máximo = 138,70
- Rede de distribuição L = 3 124 m
 - $Q_d = 0,0009169 \text{ l/sm}$
 - DN = 50 mm classe 15 PVC rígido, junta elástica, PBA e
 - DN = 40 mm (DE 50 mm), PVC rígido soldável
 - 1ª Etapa
 - DN 75 mm → 279 m
 - DN 50 mm → 636 m
 - DN 40 mm → 1 741 m
 - 2ª Etapa
 - DN 40 mm → 486 m
- Número de ligações 473 existentes
 - 417 em funcionamento
 - 398 domiciliares
 - 10 comerciais
 - 09 públicas
- Volume consumido por mês 4 493 m³
- Volume aduzido bruto 15 m³/h

- Volume aduzido tratado 15 m³/h

A Figura 4.2 mostra o desenho esquemático do projeto do atual sistema de abastecimento d'água Feiticeiro, gerenciado pelo SAAE/FNS

Na visita técnica de campo realizada verificou-se que o sistema implantado para o abastecimento d'água de Feiticeiro não corresponde em sua totalidade ao projeto desenvolvido, tendo o mesmo sofrido algumas modificações, principalmente no que se refere a captação e estação de tratamento

A Figura 4.3 mostra o desenho esquemático do sistema implantado

FIGURA 4.2
ESQUEMA DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PROJETADO PARA O DISTRITO DE FEITICEIRO

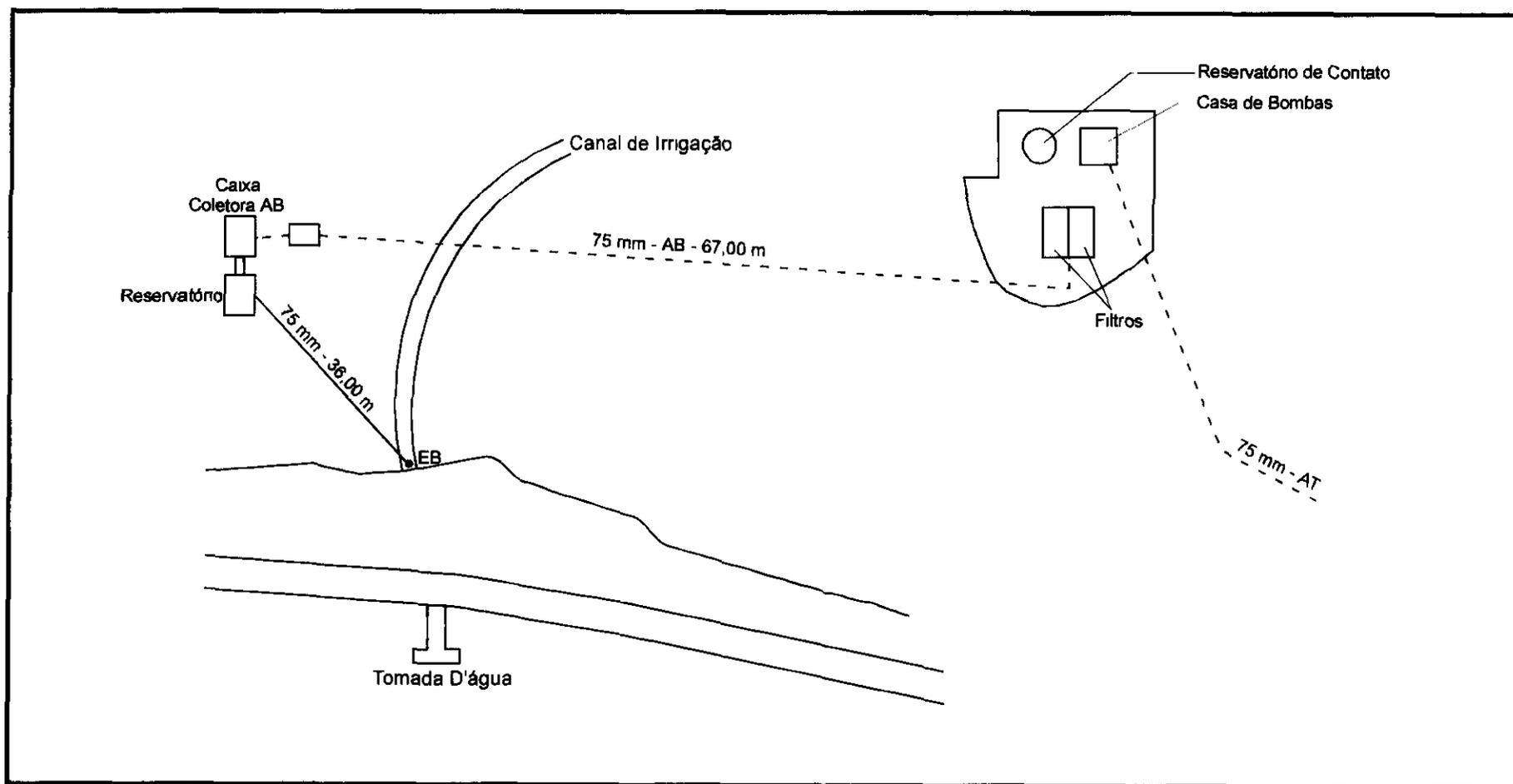
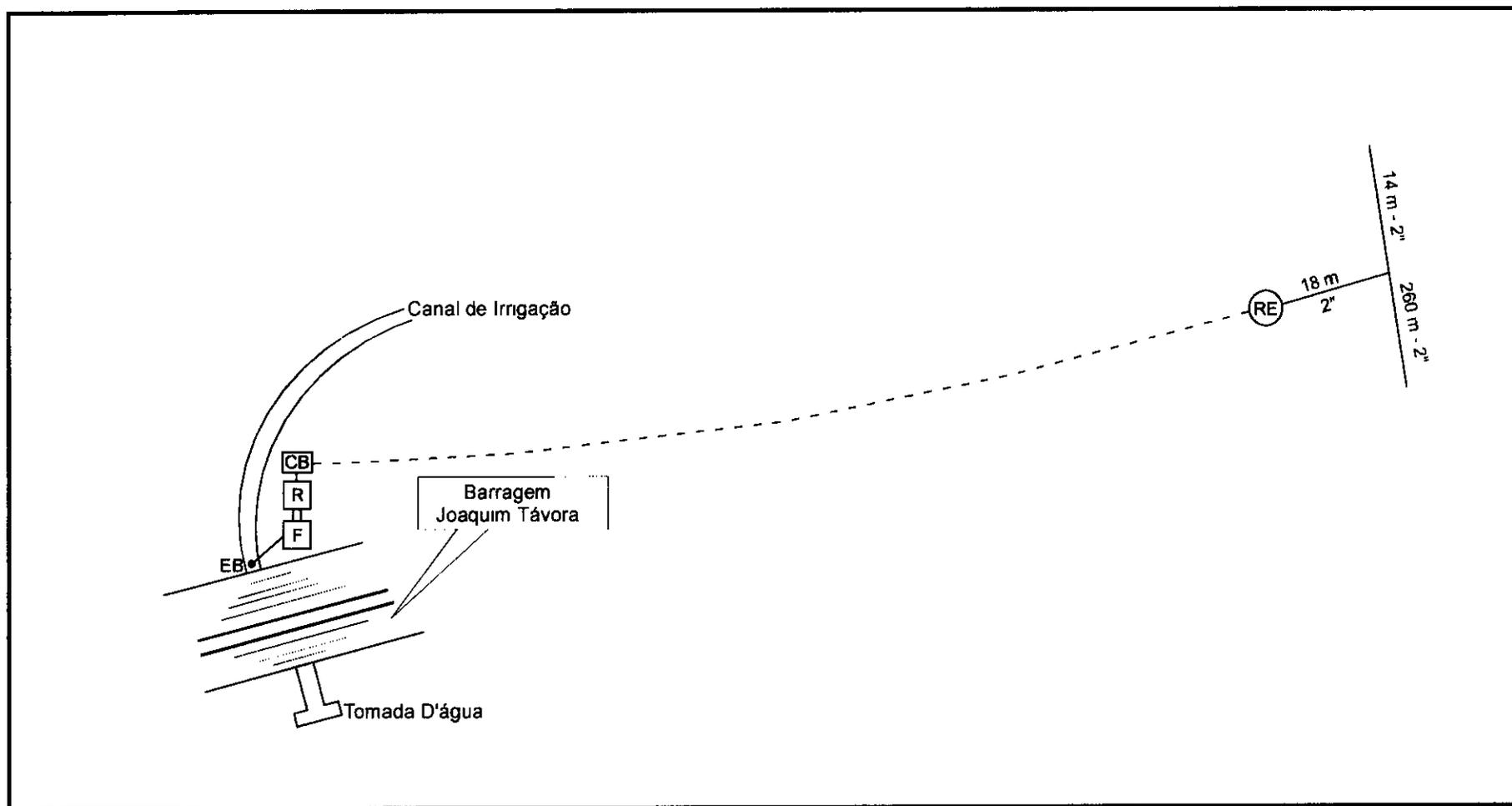


FIGURA 4.3
ESQUEMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA IMPLANTADO E GERENCIADO PELO SAAE/FNS NO DISTRITO DE FEITICEIRO



5 - ANÁLISES DOS ESTUDOS REALIZADOS

000035

5.1 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

O distrito de Feiticeiro gozava até alguns anos atrás de condições de abastecimento d'água privilegiado. Era abastecido pelo açude Joaquim Távora com uma capacidade de armazenamento de 24 000 000 m³. Ocorre que foram construídos, a sua montante, dois reservatórios com volume de captação e situação geográfica que prejudicaram a afluência d'água ao açude mencionado, uma vez que sua bacia hidrográfica ficou bastante reduzida e, conseqüentemente, o volume afluente ao reservatório.

Considerando, portanto, a necessidade de garantir o atendimento do populoso distrito nessa região onde a captação d'água subterrânea é insignificante, a fonte superficial do rio Jaguaribe se apresenta como a solução definitiva e segura para garantir o abastecimento d'água, mesmo considerando a distância em que se encontra.

Tendo como orientação que a igualdade de vazões x condições topográficas define o traçado de uma linha adutora, a lógica é escolher o traçado de menor extensão. Por outro lado, deve ser considerado os benefícios sociais que poderão ser incorporados ao projeto com a ampliação do sistema, de forma a atender um contingente maior da população, não apenas do núcleo urbano, mas também da população rural aglomerada em pequenos núcleos e que convivem muitas vezes com dificuldades até maiores de abastecimento d'água que a população urbanizada.

Com base nestas considerações, foram estudadas alternativas de traçado, contemplando, além da população urbana de Feiticeiro, os aglomerados de outras localidades possíveis de serem beneficiadas pela adutora.

Durante a viagem de reconhecimento, auxiliados com a carta da SUDENE folha Jaguaretama, observou-se que não havia coincidência de informações dessa com a região, tais como localização de estradas e caminhos, que a região tem um relevo ondulado, muitos pequenos reservatórios, impedindo que o traçado da adutora seja mais linear.

Por esse motivo, o estudo de alternativas foi feito em cartas do IDACE (Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará) de números DA-43, DA-44; DB-44; DB-45; DB-46, DC-45, DC-46, escala 1:10 000, realizadas a partir de imagens aerofotogramétricas obtidas em 1985.

Estudando as cartas disponíveis, aproximadamente atualizadas do IDACE, observou-se que o percurso da adutora deve seguir o caminhamento escolhido que atende as exigências técnicas de traçado de adutora, isto é, o menor comprimento aliado a melhor condição topográfica e que beneficie o maior contingente populacional. Foram analisadas duas alternativas de caminhamento da adutora: a Alternativa 1 seria o traçado Jaguaribe/Feiticeiro, enquanto que a Alternativa 2 seria Mapuá/Feiticeiro. Verificou-se que os traçados selecionados não contemplavam o atendimento de outros aglomerados populacionais, uma vez que as fazendas existentes na região dispõem de pequenos açudes, além da população da área ser de densidade bem pequena, tendo sido encontradas muitas casas abandonadas.

A Alternativa 1 iniciaria o seu traçado a partir da captação no rio Jaguaribe, a jusante de Mapuá, logo após a ponte existente na CE-275, próximo ao local da captação do abastecimento d'água da sede municipal. A adutora seguiria paralelamente à estrada que liga Jaguaribe ao distrito de Feiticeiro numa extensão de aproximadamente 27,0 km.

Na Alternativa 2, a captação seria no rio Jaguaribe, a montante da sede do distrito de Mapuá, seguindo paralelamente, quando possível, ao lado de caminhos e estradas carroçáveis, desviando de pequenos açudes, obedecendo as conveniências topográficas, até o distrito de Feiticeiro, numa extensão total de aproximadamente 20,4 km.

Foi escolhida a opção 2 como alternativa ótima de traçado tendo como vantagens em relação a opção 1 melhor qualidade da água a ser captada, menor percurso e existência de rede elétrica nos prováveis locais de rebombeamento.

5.3 - ESTUDOS BÁSICOS

Nos estudos básicos desenvolvidos foram apresentados uma caracterização da área do empreendimento, bem como parâmetros do projeto, conforme especificado a seguir:

- um diagnóstico sintético do município e distrito constando basicamente das seguintes informações: análise dos estudos e dados existentes; características da comunidade, localização, clima, comunicação e acesso, aspectos demográficos atuais; topografia, geologia e características urbanas, sistemas de saneamento básico, com descrição sumária, e condições sanitárias, aspectos econômicos relevantes, e recursos hídricos.

- parâmetros de projeto, definindo os coeficientes específicos tais como, dia de maior consumo, hora de maior consumo, abastecibilidade, perdas, alcance do projeto, tempo de funcionamento, etc
- estudos hidroclimatológicos;
- estudos demográficos baseados nos dados censitários do IBGE, levando em consideração, no entanto, outras fontes de pesquisa para verificação destes dados

5.4 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

5.4.1 - Serviços Executados

Os serviços constantes do levantamento topográfico da adutora de Feiticeiro foram executados de acordo com o especificado a seguir

5.4.1.1 - Locação do Eixo

A locação do eixo foi feita com o emprego do teodolito Wild T-16, e as medidas lineares foram feitas com a utilização de trenas de fibra de vidro

O eixo foi piqueteado normalmente de 20 em 20 metros, bem como todos os pontos notáveis, tais como PI's, acidentes topográficos, cruzamentos com estradas, margens de rios e córregos, etc. Em todos os piquetes implantados, foram colocadas estacas-testemunha construídas de madeira resistente com cerca de 60 cm de comprimento, providas de entalhe, onde se escreveu à tinta a óleo, de cima para baixo, o número correspondente. Estas estacas foram localizadas sempre à esquerda do estaqueamento no sentido crescente de sua numeração e com o número voltado para o piquete. Os piquetes correspondentes a cada 1 km das tangentes longas e o PI's foram amarrados por "pontos de segurança", de tal maneira que seja vista a amarração anterior ou posterior.

As medidas de distância foram feitas à terra, segundo a horizontal, para efeito de localização dos piquetes da linha de locação.

5.4.1.2 - Nivelamento e Contranivelamento do Eixo de Locação

O nivelamento e contranivelamento de todos os piquetes do eixo de locação foram feitos com o emprego de nível Wild NAK-O automático. Para controle do nivelamento e contranivelamento foram implantadas referências de nível (RN) estáveis, espaçadas a cada quinhentos metros, devidamente referidas nas plantas em relação ao

estaqueamento de locação. Estas referências (RN) foram implantadas fora da linha do "eixo" e são constituídas de marcos de concreto com a inscrição do número correspondente.

No nivelamento e contranivelamento do eixo locado foram feitas visadas com mais de 120 m de distância entre os pontos a ré e a vante. O nível ótico foi posicionado a meia distância entre os dois pontos a ré e a vante para eliminar os efeitos de refração atmosférica e da curvatura da terra. O nivelamento e contra foram fechados em cada marco da rede de RNs.

O contranivelamento foi fechado nos RNs, com a tolerância admitida pelas normas da SRH.

Foi obedecida a tolerância dos serviços de nivelamento especificadas pela SRH, que determina o valor igual a 2 cm por quilômetro e a diferença sendo inferior ou igual à obtida pela fórmula

$$e = 12,5\sqrt{n}$$

sendo

n = em quilômetros,

e = em milímetros

A referência de nível foi referida a uma cota IBGE, localizada na BR-116, à margem direita do trecho Jaguaribe-Icó, a aproximadamente 15 km de Jaguaribe. O RN 1 694 T, com altitude principal de 145 944, foi utilizado para o transporte de cota para a adutora de Feiticeiro, cuja estaca zero possui cota de 121 420.

5.4.1.3 - Seções Transversais

As seções foram levantadas com nível Wild NAK-O automático. Nos trechos em tangentes foram levantadas seções transversais em estacas alternadas, isto é, a cada 40 metros, identificando a topografia do terreno por 15 metros de cada lado.

Nos trechos em curva foram levantadas seções nos PI's.

5.4.1.4 - Amarrações e RN's

Todos os PI's foram amarrados em V, fora da faixa, através de piquetes de madeira

As tangentes longas também receberam amarrações espaçadas de no máximo 1 000 metros

Para a implantação da rede de RN's, estas obedeceram a um espaçamento máximo de 0,5 km, sendo utilizados, quando necessário, pontos notáveis e fixos em rocha. Os mesmos foram amarrados ao "eixo" através de ângulos e distâncias

As cotas de partida do nivelamento e contranivelamento iniciaram no marco do IBGE, RN 1 694 T

5.4.1.5 - Anotações

As cadernetas de campo foram preenchidas com caneta esferográfica preta, sem rasuras, e foram calculadas no escritório por auxiliares de engenharia

Apresenta-se a seguir as cópias das cadernetas de campo referentes ao nivelamento e contranivelamento do transporte de cotas do RN 1 694 T, localizado na BR-116 para a adutora de Feiticeiro, locação do eixo da adutora, nivelamento e contranivelamento do eixo da adutora e nivelamento das seções transversais

5.5 - ESTUDOS GEOLÓGICOS/GEOTÉCNICOS

Ao longo do eixo da adutora foram realizadas sondagens a pá e picareta a cada 200 m. Essas sondagens foram iniciadas a partir da superfície do terreno e foram interrompidas quando foi encontrado material impenetrável, ou quando for atingida a profundidade de 1,5 m, ou quando encontrou o nível d'água

As sondagens atingiram a profundidade recomendada pela NBR-6484 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

Na execução das amostras foi utilizado o amostrador padrão com diâmetro externo de 2" e interno de 1 3/8", recomendado na NB-1211 da ABNT e adotado corretamente nas investigações de solos

5.6 - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

5.6.1 - Generalidades

Foram estudadas alternativas de captação, adução e bombeamento para a escolha da solução mais viável, tanto técnica como economicamente, para o abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro, tendo como fonte hídrica do projeto o rio Jaguaribe

Os aspectos analisados referem-se a

- seleção do tipo de captação a ser adotada,
- escolha do diâmetro econômico e material empregado na linha adutora;
- alternativas de adução

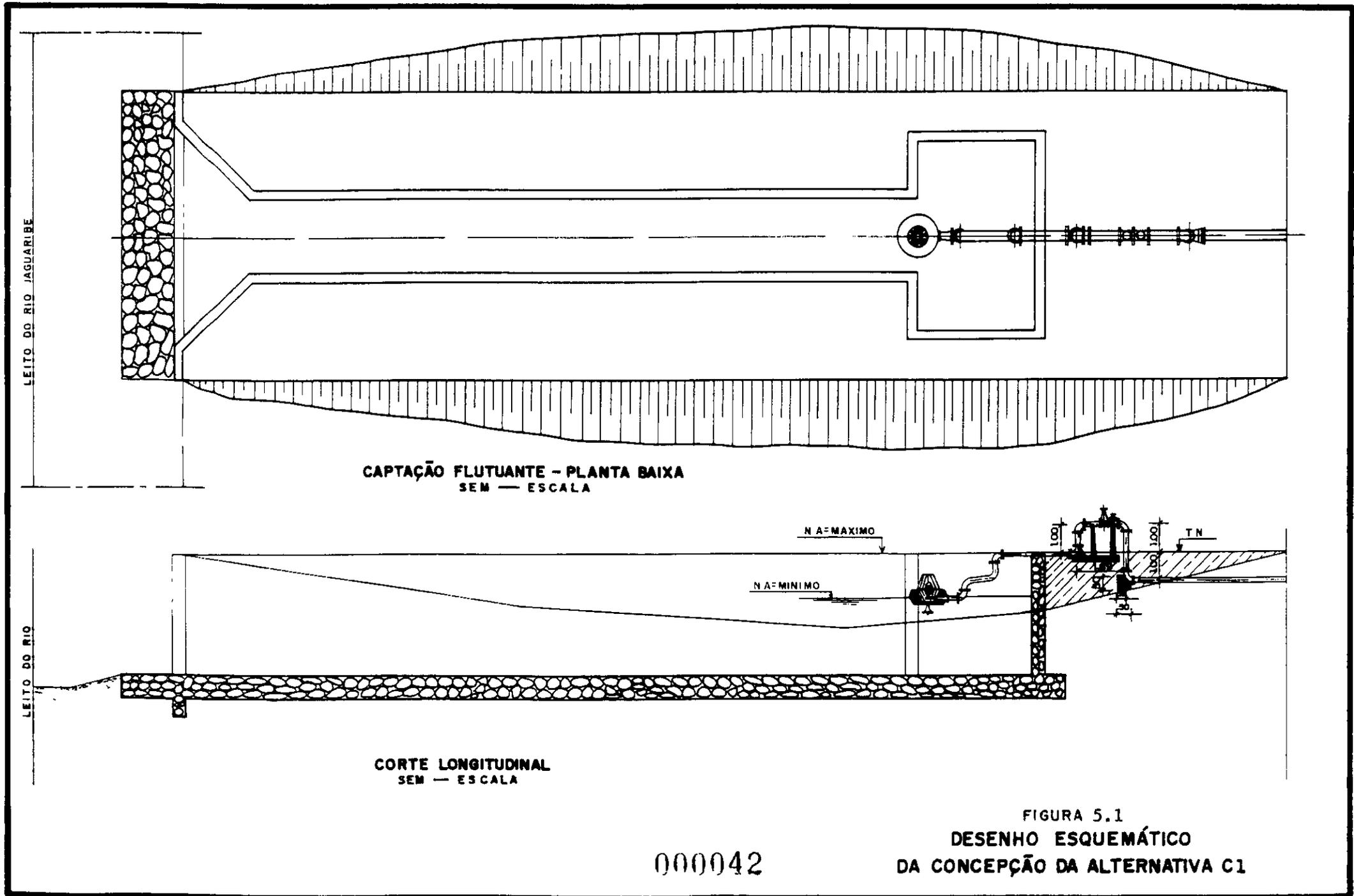
5.6.2 - Alternativas de Captação

De acordo com as particularidades da fonte hídrica do sistema e da experiência dos projetistas em obras similares, foram analisadas apenas duas alternativas de captação no rio Jaguaribe, pois são as que melhor se adaptam às complexidades encontradas

- Alternativa C₁ uma estação flutuante com canal de chegada escavado no leito natural do rio e transversal ao fluxo do mesmo, conduzindo a água da margem oposta até os poços de sucção, onde serão instaladas bombas submersas (ver Figura 5 1)
- Alternativa C₂ construção de poços tubulares no leito do rio, com a instalação de bombas submersas, a partir de um canal de aproximação (ver Figura 5 2)

5.6.2.1 - Justificativa da Alternativa de Captação Escolhida

Na escolha da solução mais viável de captação para a adutora de Feiticeiro, foram considerados alguns fatores devido a fonte hídrica do projeto ser o rio Jaguaribe, de regime torrencial, mas que em época de estiagem corre apenas por uma faixa estreita da calha, e, não raro, muda de curso, num ano aproximando-se de uma das margens e em outro ano aproximando-se da outra margem



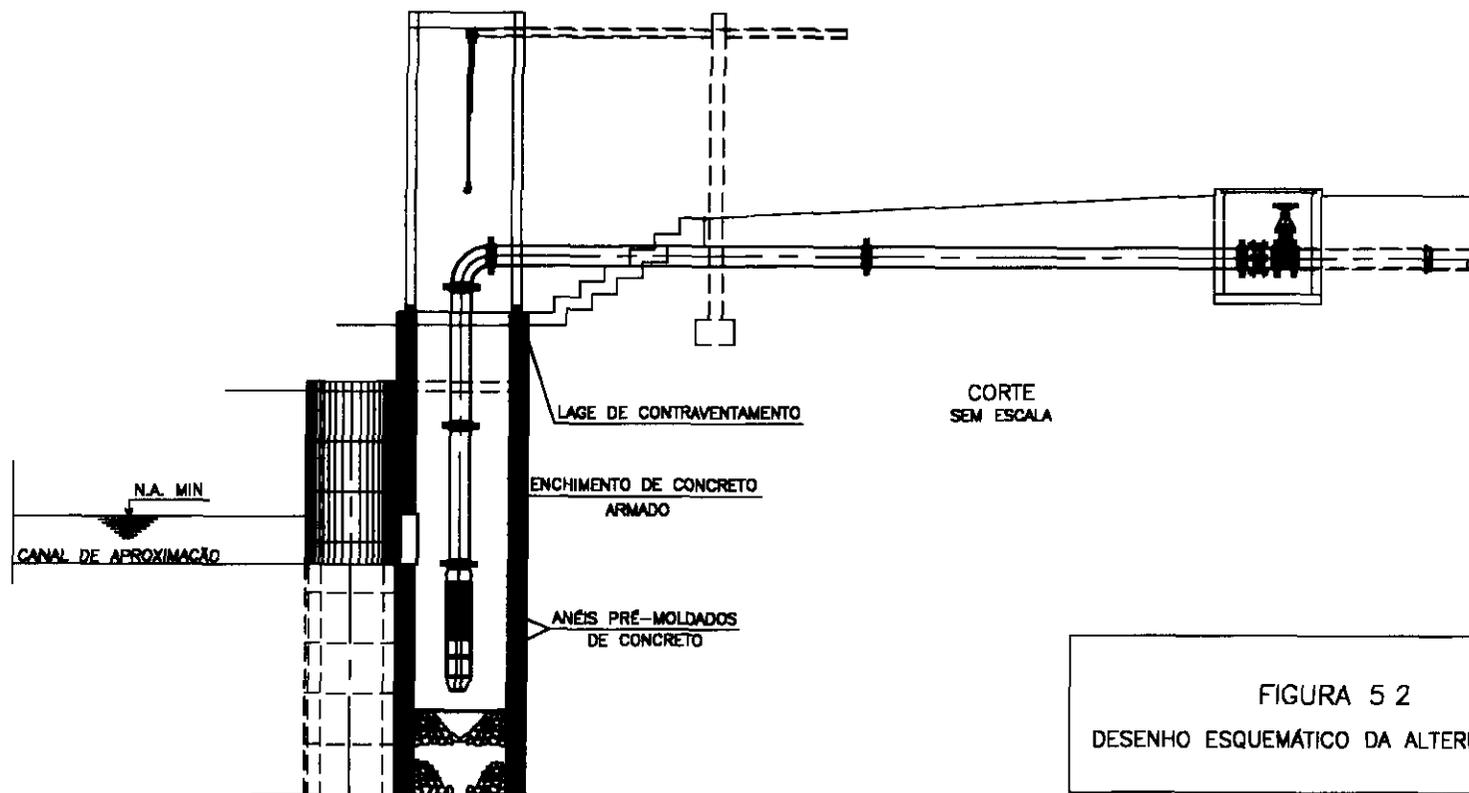
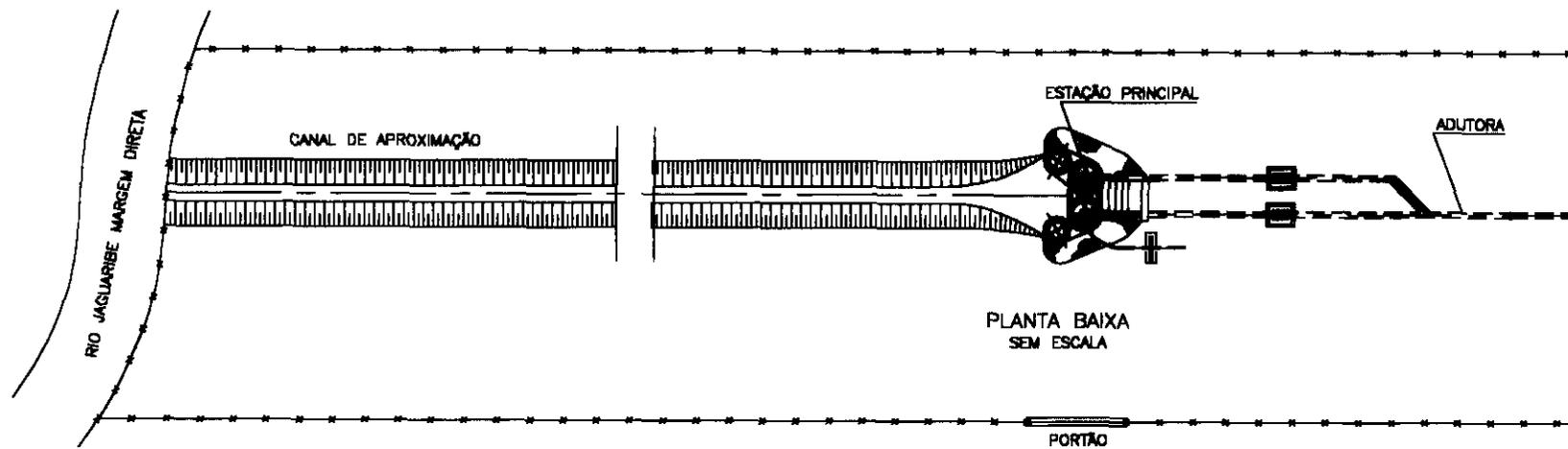


FIGURA 5 2
DESENHO ESQUEMÁTICO DA ALTERNATIVA C2

As captações dos sistemas de abastecimento da sede municipal de Jaguaribe e do distrito de Mapuá, que são feitas através de poços amazonas situados à margem esquerda do rio, cujas escassas vazões são reforçadas por drenos que captam água dos aluviões do leito do rio, tiveram problemas nas duas últimas cheias, causando danos às unidades de captação, bem como tiveram os drenos praticamente destruídos, além da erosão ocorrida em volta dos poços

Por isto, a Fundação Nacional de Saúde está estudando a possibilidade de construção de uma tomada d'água, visando solucionar os problemas da captação destes sistemas de abastecimento d'água

Devido a estes fatores, aliados a confiabilidade apresentada pela solução de captação proposta na Alternativa C₂, comprovada pela sua utilização pela SRH em outros projetos semelhantes, decidiu-se adotar este modelo para a captação do sistema de abastecimento d'água de Feticheiro, embora o seu custo inicial de implantação seja superior ao da Alternativa C₁. Este custo poderá ser reduzido se na época da construção da estação de bomba, for verificada a existência de nível freático que dispense a necessidade de implantação de canal de aproximação, fato este que só poderá ser aplicado para o modelo de captação adotado na Alternativa C₂. Outra vantagem desta solução é poder evitar, devido aos seus aspectos construtivos, os danos normalmente causados às unidades de captação, quando da época de cheias

Serão, portanto, implantados poços tubulares no leito do rio Jaguaribe, com a instalação de bombas submersas, a partir de um canal de aproximação (se for necessário) escavado no leito do rio e transversal ao fluxo do mesmo, para que em períodos de estiagem, quando o rio corre na margem oposta ao local da captação, este possa conduzir água até os poços de sucção, dando garantia do nível d'água mínimo para funcionamento do sistema de bombeamento.

A documentação fotografica apresentada em anexo, retrata a situação atual do rio Jaguaribe no local de captação do sistema adutor para o abastecimento d'água do distrito de Feticheiro, avaliada pela equipe técnica de elaboração do projeto, auxiliando na definição da alternativa adotada

5.6.3 - Alternativas de Adução

5.6.3.1 - Generalidades

Após a seleção do diâmetro econômico da adutora, foram avaliadas cinco alternativas de concepção do sistema adutor, no que se refere, principalmente, ao número de estações elevatórias a serem construídas. As figuras 5.3 a 5.7 apresentam os desenhos esquemáticos das quatro soluções propostas, para a adutora de aço carbono com diâmetro de 150 mm.

Será selecionada para o detalhamento do projeto a alternativa que apresentar melhor viabilidade técnica-econômica.

A seguir descreve-se sucintamente cada uma das cinco alternativas de concepção estudadas:

- AD₁ nesta alternativa foi considerado o bombeamento direto até a ETA localizada no distrito de Feiticeiro.
- AD₂ nesta solução foi considerado um bombeamento e um reservatório apoiado em cota elevada no trecho final do perfil da adutora, próximo ao distrito de Feiticeiro, que funcionará, também, como reservatório de contato da ETA.
- AD₃ esta alternativa considerou a existência de dois bombeamentos, sendo um intermediário, praticamente na metade do comprimento total da adutora. A ETA seria instalada em cota elevada no trecho final do perfil da adutora.
- AD₄ esta alternativa foi concebida para dois bombeamentos e três trechos da adutora de água bruta, sendo dois em recalque e um trecho gravitário. Foi prevista a instalação de uma ETA e um reservatório apoiado, situados em cota elevada no trecho final do perfil da adutora, e, a partir daí, a adutora de água tratada será gravitária.
- AD₅ na concepção desta alternativa considerou-se a existência de três bombeamentos e quatro trechos de adução de água bruta, sendo três em recalque e um trecho gravitário. Quanto ao sistema adutor de água tratada, foi seguido o mesmo esquema adotado na alternativa AD₄.

Figura 5.3 - Desenho Esquemático da Alternativa AD1
(bombeamento direto)

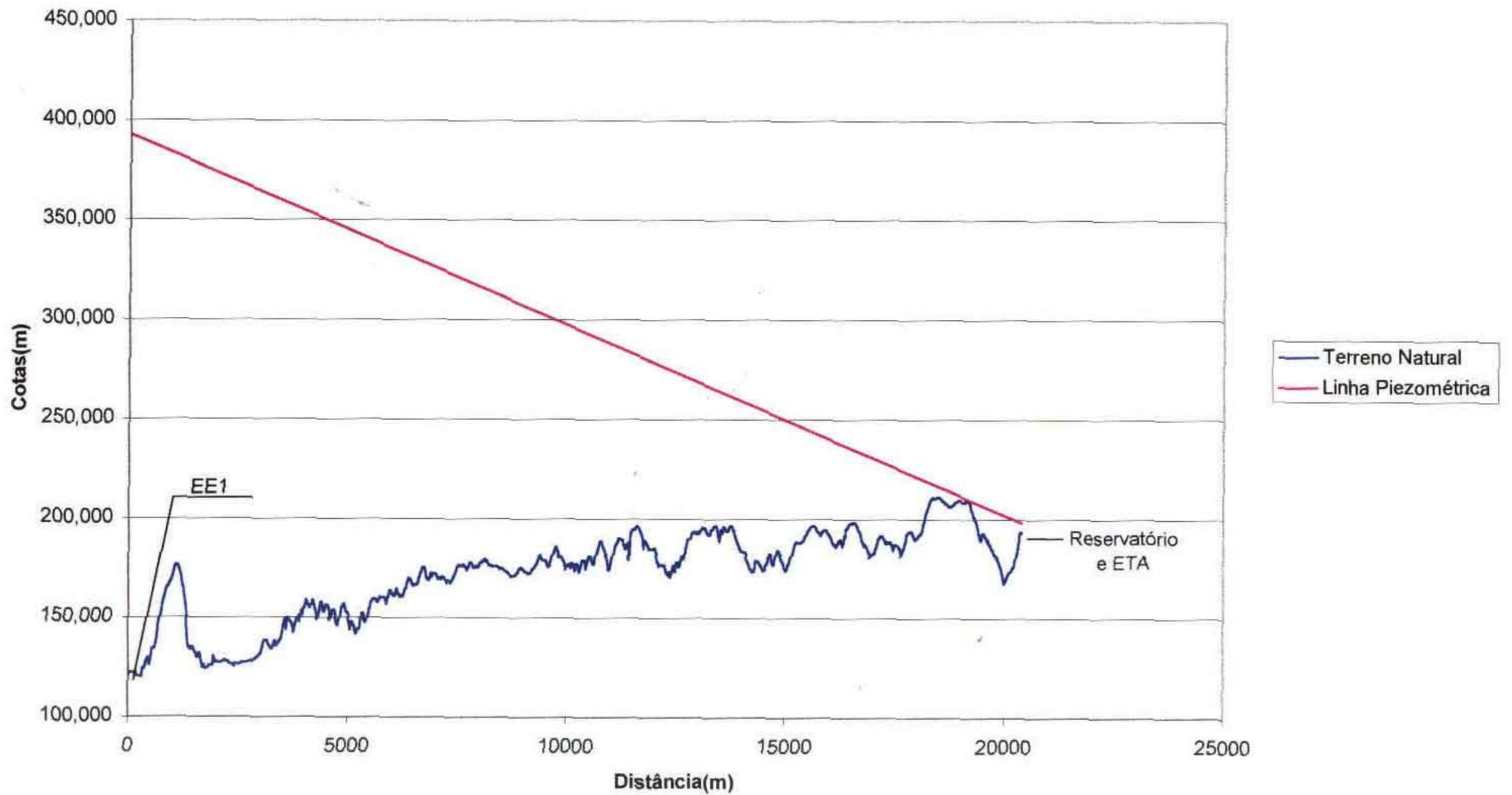


Figura 5.4 - Desenho Esquemático da Alternativa AD2
(1 bombeamento e um reservatório)

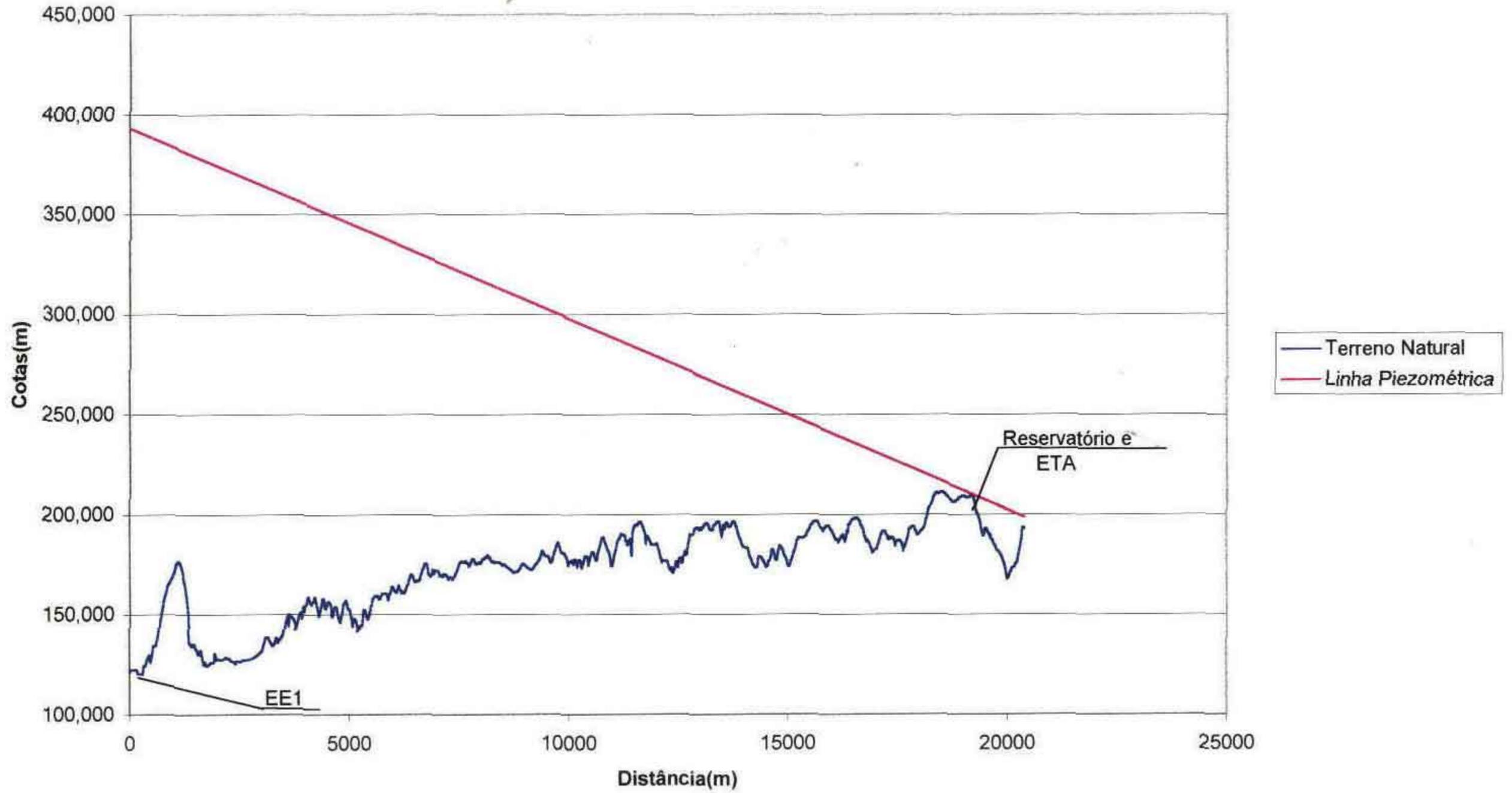


Figura 5.5 - Desenho Esquemático da Alternativa AD3
(dois bombeamentos)

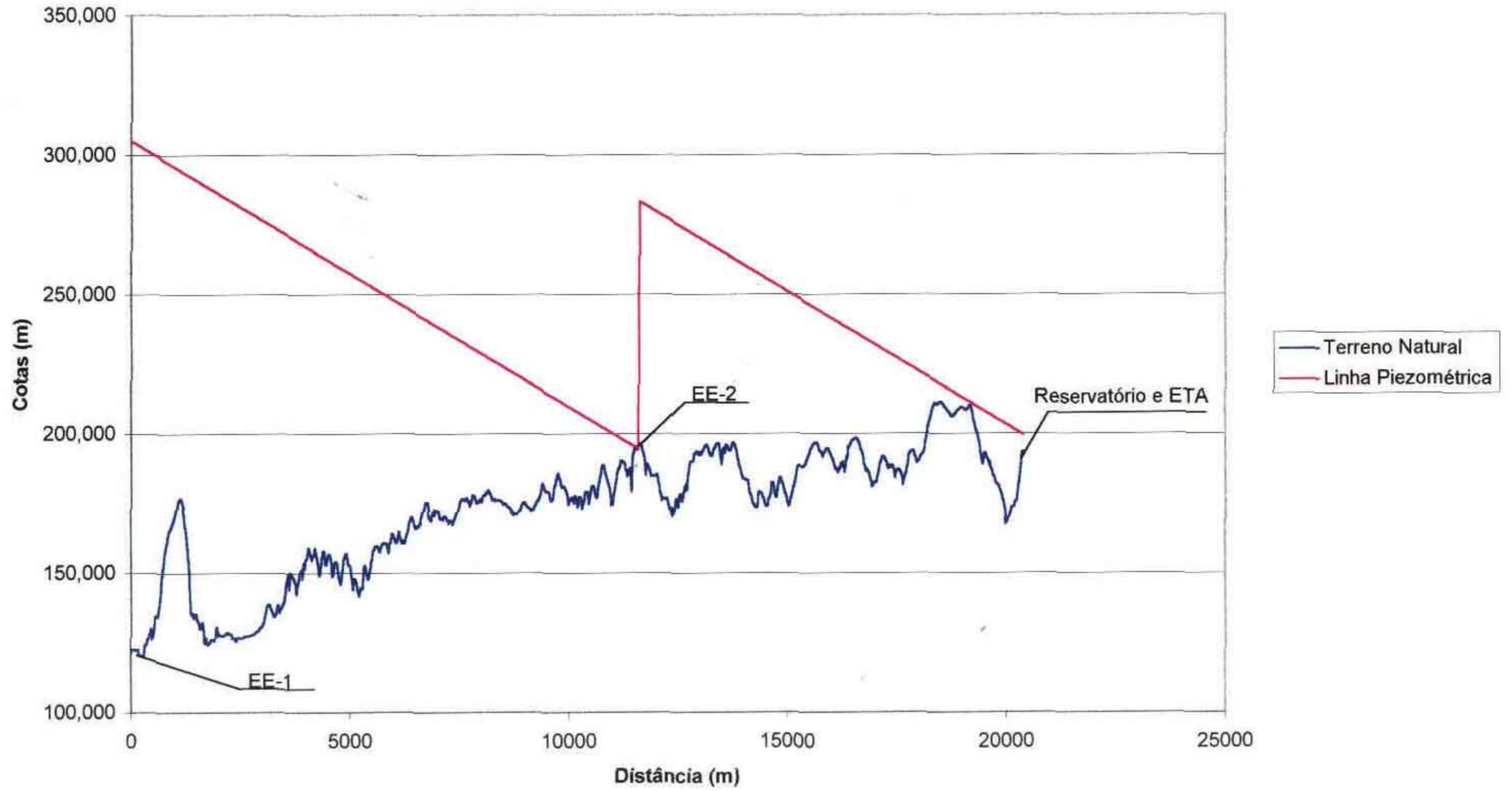


Figura 5.6 - Desenho Esquemático da Alternativa AD4
(2 bombeamentos e 2 reservatórios)

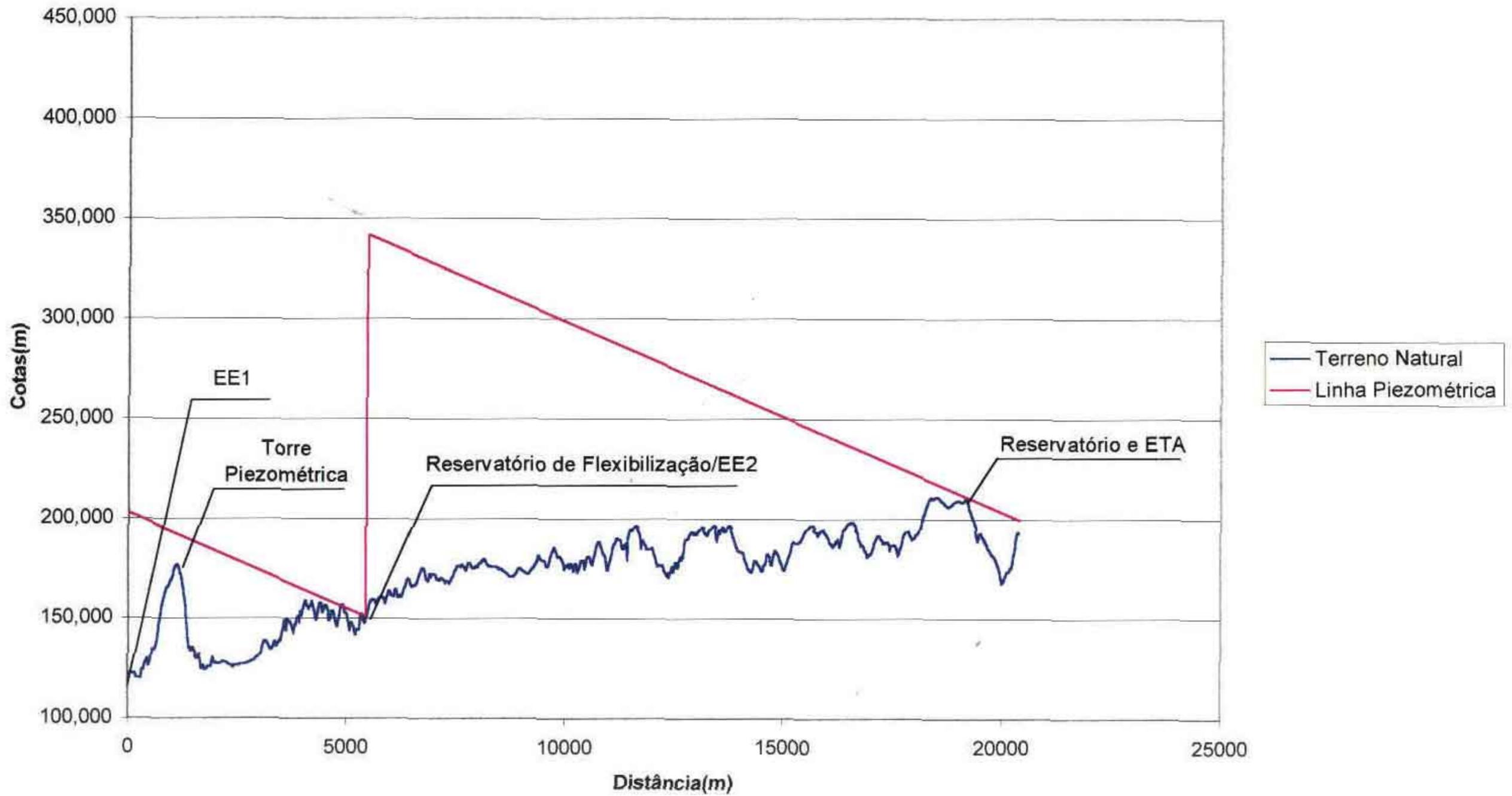
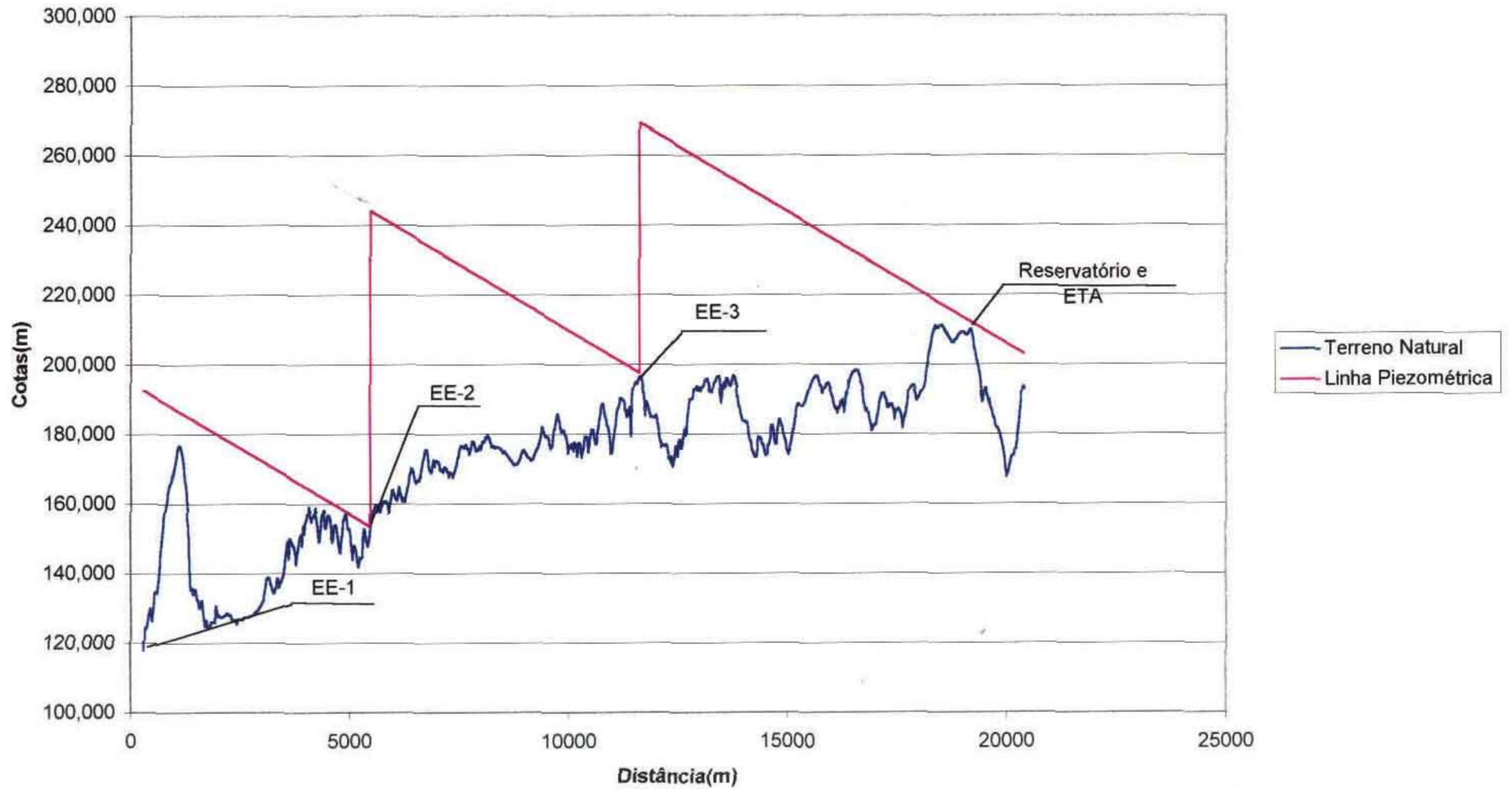


Figura 5.7 - Desenho Esquemático da Alternativa AD5
(3 bombeamentos e 3 reservatório)



5.6.3.2 - Justificativa da Alternativa Selecionada

Embora o custo de operação e manutenção do sistema de concepção da Alternativa AD₅ seja maior entre todas as alternativas adotadas, e o seu gerenciamento mais complexo do que nas alternativas AD₁, AD₂, AD₃ e AD₄, as características técnicas de funcionamento do sistema serão satisfeitas plenamente com a adoção desta concepção, cuja vantagem é a diminuição das pressões de serviço da adutora, reduzindo os efeitos do golpe de arrete, e, portanto, os equipamentos de segurança e limpeza, além da possibilidade de escolha de uma bomba comercial de melhor rendimento. A instalação da EE-2 e EE-3 terá seus custos reduzidos devido a existência de linha de transmissão de energia elétrica próxima ao local.

Devido a estes fatores, optou-se pela seleção da Alternativa AD₅ como solução ótima de projeto, sendo o seu detalhamento apresentado no Capítulo 6 e 7 deste relatório.

6 - O SISTEMA PROPOSTO - DETALHAMENTO DO PROJETO

6.1 - PREMISSAS DO PROJETO

6.1.1 - Considerações Gerais

Todas as diretrizes e parâmetros adotados neste projeto basearam-se nas normas descritas a seguir, além de experiência dos técnicos envolvidos na elaboração do projeto

- Lei nº 11 996 de 21/07/1992 Política Estadual de Recursos Hídricas,
- as instruções e recomendações da SRH, através de sua FISCALIZAÇÃO;
- as diretrizes para elaboração e apresentação de projetos de saneamento da CAGECE NRPT - 1/86,
- as Normas da ABNT e outras normas internacionais utilizadas no Brasil,
- as especificações técnicas contidas no Termo de Referências para a elaboração do Projeto Executivo da Adutora de Feiticeiro

6.1.2 - Parâmetros Adotadas

- Nº de Domicílios Existentes	478
- População Urbana atual	2 390 hab.
- Horizonte do projeto	20 anos
- Ano horizonte do projeto	2017
- População para o ano 2017 ⁽¹⁾	2 974 \cong 3 000 hab
- Taxa de crescimento anual ⁽²⁾	1,1%
- Taxa de ocupação	5 hab /resid
- Coeficiente do dia de maior consumo	$k_1 = 1,20$

⁽¹⁾ O cálculo da população inicial de projeto foi feito utilizando-se o nº de domicílios existentes no distrito de Feiticeiro, multiplicando-a pela taxa de ocupação adotada para projetos de abastecimento d'água, uma vez que este número é superior a população urbana do distrito, em contagem feita pelo IBGE em 1996 estando portanto a favor da segurança

⁽²⁾ A taxa de crescimento anual adotada foi a estabelecida pelo Banco Mundial para projetos de abastecimento d'água em localidades nordestinas, determinada pelo cálculo da média da taxa de crescimento de cidades na Bahia, valor este superior a média nos outros estados nordestinos e no Brasil, bem como superior a média da taxa de crescimento do município estando portanto a favor da segurança

- Coeficiente da hora de maior consumo	$k_2 = 1,25$
- Número de horas de funcionamento do sistema de abastecimento d'água (a partir da adutora de água tratada)	24 horas
- Número de horas de funcionamento das estações de tratamento e ETA ⁽³⁾	12 horas
- Perdas no tratamento	5,0%
- Consumo per capita	150 ℓ/hab x dia
- População abastecível	100%
- População inicial do projeto (1997)	2 390 hab.
- População inicial de plano (2017)	2 975 ≅ 3 000 hab

6.2 - VAZÕES DE PROJETO (ÁGUA BRUTA)

As vazões de projeto foram determinadas pela expressão abaixo

$$Q = \frac{k \times p \times q}{43\ 200}, \text{ onde}$$

p = população abastecível a ser considerada no projeto,

q = taxa de consumo "per capita" em ℓ/habitante por dia,

k = coeficiente de reforço

- número de horas de funcionamento do sistema 12 h = 42 300 s

6.2.1 - Vazão Média

$$Q = \frac{1,0 \times 3\ 000 \times 150}{43\ 200} \Rightarrow Q = 10,42 \text{ ℓ/s}$$

6.2.2 - Vazão no Dia de Maior Consumo (q_1)

$$q_1 = 1,2 \times 10,42 \Rightarrow q_1 = 12,50 \text{ ℓ/s}$$

⁽³⁾ O número de horas de funcionamento das Estações Elevatórias e ETA foi determinado observando-se o horário de ponta de demanda de energia elétrica além do não funcionamento, durante o período noturno, facilitar a operação do sistema e reduzir os seus custos

Portanto, a vazão adotada para o dimensionamento do sistema adutor de água bruta será de 12,50 ℓ/s ou 45 m^3/h

6.3 - CÁLCULO DAS VAZÕES DE DEMANDA (ÁGUA TRATADA)

As vazões de demanda do projeto foram calculadas pela mesma expressão do item anterior, considerando que o período de funcionamento do sistema de água tratada será de 24 horas

6.3.1 - Vazão Média

$$Q = \frac{1,0 \times 3\,000 \times 150}{86\,400} \Rightarrow Q = 5,21 \ell/s$$

6.3.2 - Vazão no Dia de Maior Consumo (q_1)

$$q_1 = 1,2 \times 5,21 \Rightarrow q_1 = 6,25 \ell/s$$

6.3.3 - Vazão na Hora de Maior Consumo (q_2)

$$q_2 = 1,25 \times 5,21 \Rightarrow q_2 = 6,51 \ell/s$$

6.3.4 - Vazão no Dia e na Hora de Maior Consumo (q_{12})

$$q_{12} = 1,5 \times 5,21 \Rightarrow q_{12} = 7,82 \ell/s$$

6.4 - SÉRIES EVOLUTIVAS DA POPULAÇÃO, DEMANDA, VAZÕES DE PROJETO E VOLUMES BOMBEADOS

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

6.5 - FONTE HÍDRICA DO PROJETO

A fonte hídrica do projeto será o rio Jaguaribe, estando a captação localizada próxima ao distrito de Mapuá, no município de Jaguaribe, pertencente a Bacia do Médio Jaguaribe

QUADRO 6.1

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

Ano	Período de Alcance do Projeto	Evolução da população até 2017	População Atendida pelo Projeto	Evolução da Demanda do Dia de Maior Consumo		Vazão da Adutora a Implantar	Volume Anual Bombeado (m³ x 10³)
				Vazão (AT) (ℓ/s)	Relativo ao Ano 2017 (%)	Vazão (AB) (ℓ/s)	
1997	-	2 390	-	-	-	-	-
1998	1	2 416	2 416	5,03	80,48	10,56	166,51
1999	2	2 443	2 443	5,09	81,44	10,69	168,56
2000	3	2 470	2 470	5,15	82,40	10,82	170,61
2001	4	2 497	2 497	5,20	83,20	10,92	172,19
2002	5	2 524	2.524	5,26	84,16	11,05	174,24
2003	6	2 552	2.552	5,32	85,12	11,17	176,13
2004	7	2 580	2 580	5,38	86,08	11,30	178,18
2005	8	2 609	2 609	5,43	86,88	11,40	179,76
2006	9	2 637	2 637	5,49	87,84	11,53	181,81
2007	10	2 666	2 666	5,55	88,80	11,66	183,85
2008	11	2 696	2 696	5,62	89,92	11,80	186,06
2009	12	2 725	2 725	5,68	90,88	11,93	188,11
2010	13	2 755	2 755	5,74	91,84	12,05	190,00
2011	14	2 786	2 786	5,80	92,80	12,18	192,05
2012	15	2 816	2 816	5,87	93,92	12,33	194,42
2013	16	2 847	2 847	5,93	94,88	12,45	196,31
2014	17	2 879	2 879	6,00	96,00	12,60	198,68
2015	18	2 910	2 910	6,06	96,96	12,73	200,73
2016	19	2 942	2 942	6,13	98,08	12,87	202,93
2017	20	2 975	3.000	6,25	100,00	13,13	207,03

Dados e Parâmetros Básicos	
Consumo Percapita (ℓ/hab/dia)	150,00
Dia de Maior Consumo	1,20
Hora de Maior Consumo	1,50
Perdas no Tratamento (%)	5,00
Taxa de Crescimento (%)	1,10

AB - Água Bruta
AT - Água Tratada

A Bacia do Médio Jaguaribe possui um curso de aproximadamente 171,0 km de extensão, compreendido entre a barragem do açude Orós e a Ponte de Peixe Gordo sobre a BR-116, drenando uma área de 10 509 km²

Este trecho do rio se inicia com uma altitude de 200 m e tem declividades que variam de 0,02% a 0,89%, sendo a média 0,06%

A partir da válvula dispersora instalada no açude Orós, e que permite ao açude regularizar as águas provenientes do Alto Jaguaribe, o rio Jaguaribe é, até a sua foz, considerado um rio de escoamento perenizado. Destacam-se, ainda, as contribuições durante a estação chuvosa da bacia do rio Salgado, do rio Figueiredo dos riachos Manoel Lopes e do Sangue

O Quadro 6.2, mostrado a seguir, apresenta a drenagem principal do Médio Jaguaribe com suas mais evidentes características físicas, enquanto que o Quadro 6.3 apresenta as estimativas preliminares de vazões atualmente regularizadas nos açudes existentes

QUADRO 6.2
PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DO MÉDIO JAGUARIBE

Rio	Bacia Hidrográfica (km ²)	Comprimento do Talvegue (km)	Ordem da Bacia	Coefficiente de Compacidade	Declividade Média da Bacia (%)
Figueiredo	2 448,9	115,8	5	1,56	0,21
Manoel Lopes	1 027,0	69,9	6	1,42	0,16
Riacho do Sangue	2 517,4	113,0	6	1,54	0,136

Fonte SRH/PERH, 1991

QUADRO 6.3
ESTIMATIVAS PRELIMINARES DE VAZÕES ATUALMENTE REGULARIZADAS NOS AÇUDES EXISTENTES

Sub-bacia	A.D (km ²)	Vazões (m ³ /s)	
		Médias	Regularidades
Médio e Baixo Jaguaribe	16 350	32,3	8,1

Fonte SRH/PERH 1991

Quanto à disponibilidade de dados fluviométricos, existe uma estação em Jaguaribe, localizada na margem direita do rio, na ponte que liga a sede municipal de Jaguaribe ao distrito de Feiticeiro, cujas principais características, de acordo com dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos, encontram-se apresentadas a seguir

- código do DNAEE 36320000.

- latitude 5°54'.
- longitude 38°38'.
- altitude 125 m.
- área de drenagem 38 572 km².
- estabelecida em 10/1977 e encontra-se em operação.
- períodos de dados de níveis disponíveis 1977/1988.
- descarga máxima medida 3 658 m³/s.
- data 04/05/85.
- descarga mínima medida 0,58 m³/s;
- data 20/11/78.
- cota máxima com medição 7,34 m
- data 04/05/85.
- medições de descargas efetuadas: 26/10/77 a 24/04/88 (80 medições)

Essa estação, operada pela CPRM, consta de três lances de régua para leitura entre 2,0 e 8,0 metros. As medições entre 1977 e 1988 indicam um período de instabilidade do leito do rio. Resultaram duas curvas para águas baixas.

A extrapolação inferior de ambas foi pequena, somente para determinar a cota de vazão nula. Já a extrapolação superior abrangeu maior intervalo de cotas, devendo ser confirmada por ocasião de novas medições.

6.6 - QUALIDADE DA ÁGUA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente, no uso das atribuições que lhe confere o Art. 7º, inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983 e o que estabelece a Resolução CONAMA nº 020, de 18 junho de 1986, resolve estabelecer a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Para tal resolução, os seguintes itens, dentre outros, foram considerados:

- a classificação das águas é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos pré-ponderantes.

- o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade,
- a saúde e o bem estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência de deterioração da qualidade das águas

As águas do rio Jaguaribe deverão se enquadrar, no máximo, na Classe III da classificação das águas, após o tratamento

O controle de águas de abastecimento é fundamental para a manutenção e a melhoria da qualidade de vida da população. Quando a água de abastecimento provém de sistemas utilizados para múltiplos fins, tais como recreação, produção de energia, irrigação, indústrias, etc., a situação é complexa e demanda cuidados no dimensionamento dos processos e mecanismos de funcionamento do sistema.

Cabe a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - COGERH, o controle da água para os fins a que se destinam. O monitoramento das águas superficiais e subterrâneas é fundamental para a manutenção da qualidade da água, bem como para a democratização da quantidade disponível em benefício de toda a população.

No Anexo I deste relatório encontram-se apresentadas as análises físico-químicas da água, em local próximo à captação, que irá abastecer o distrito de Feiticeiro. Essas análises foram realizadas pela Fundação Nacional de Saúde - FNS.

6.7 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA

6.7.1 - Justificativa do Projeto Proposto

O abastecimento d'água de Feiticeiro apresenta um elevado nível de comprometimento do sistema, uma vez que a fonte hídrica do projeto, o Açude Público Joaquim Távora, encontra-se com um volume d'água bem próximo ao armazenamento correspondente ao porão e sem muitas condições de encher, mesmo durante os períodos invernosos normais e até mesmo de pluviometria pouco acima da média, tendo em vista a construção de dois reservatórios ter sido realizada a sua montante, o que fez diminuir bastante a afluência d'água para o citado açude. Por esse motivo, já é a 3ª vez que a população passa a ser abastecida por carro-pipa.

Com a previsão de um período de estiagem, tornando ainda mais crítica a situação atual, e procurando atender às reivindicações da população local, foi proposto, a partir de visita de campo realizada e informações técnicas coletadas, um sistema de abastecimento d'água que resolvesse, de forma definitiva, o problema de abastecimento de Feiticeiro

Neste estudo foram levados em conta as seguintes considerações

- a total substituição do atual sistema de captação e adução, utilizando-se exclusivamente a água captada no rio Jaguaribe, no distrito de Mapuá e aduzida por aproximadamente 20,0 km até a ETA, que deverá ser relocada;
- a população a ser beneficiada abrangerá o horizonte de 20 anos, correspondente ao ano 2017,
- o cálculo da população inicial do projeto considerou o valor definido pela multiplicação do número de domicílios existentes no distrito pela taxa de ocupação média considerada neste tipo de projeto,
- o período de bombeamento de água bruta e estação de tratamento d'água considerado foi de 12 horas, observando-se o horário de ponta da demanda de energia elétrica e o seu não funcionamento durante o período noturno, facilitando o gerenciamento do sistema, além da redução de seu custo operacional;
- foi considerado o menor número possível de estações elevatórias,
- a previsão e o funcionamento do sistema adutor de água tratada e de distribuição será de 24 h,
- como o sistema de tratamento é precário, não satisfazendo a demanda atual, o mesmo será redimensionado, bem como foram realizadas análises de qualidade da água para que se possa definir o melhor tipo de tratamento a ser adotado,
- na definição do modelo de captação utilizado foram consideradas as alterações no regime, mudanças de curso e estado de assoreamento do rio Jaguaribe, fonte hídrica do projeto,
- a tubulação adotada foi de aço carbono

6.7.2 - Captação

A captação do sistema será feita diretamente no rio Jaguaribe, a montante do distrito de Mapuá, a partir de um canal de aproximação que conduzirá água da margem

direita do rio até o local onde serão construídos os poços tubulares e instaladas as bombas submersas, na margem esquerda do rio, garantindo o nível d'água mínimo necessário ao sistema, uma vez que por quase a totalidade do ano só há escoamento por sua margem direita, fator este agravado pela existência de uma ilha no leito do rio que separa as duas margens, além de períodos de estiagem prolongados

Este canal deverá ser escavado no leito do rio, no sentido transversal ao seu escoamento, com extensão de 315 m e profundidade de 0,90 m. A cota de fundo do canal será 117,118, enquanto que o nível d'água mínimo será de 118,088

Quando da construção dos poços tubulares será verificado o nível freático do local, analisando-se a necessidade da implantação do canal de aproximação, o que diminuirá os custos do projeto da captação

A bomba recalcará água bruta, 12 horas por dia, através de uma adutora de aço carbono de 150 mm de diâmetro, até o Reservatório de Compensação R₁ da Estação Elevatória EE-2 que ficará localizado a 5 164,0 m da captação (os eixos dos poços de sucção estão locados na estaca 15 + 16,00 m), enquanto que o Reservatório R₁ será instalado na estaca 274, cuja cota é 151,604

A vazão a ser captada será igual a

$Q = \text{vazão do dia de maior consumo}$

$Q = 13,13 \text{ l/s}$ (considerando 5,0% de perdas no tratamento) = 47,27 m³/h

Deverão ser instalados 2 conjuntos motor bomba, sendo 1 de reserva, com as seguintes características

- tipo	bomba submersa
- modelo	KSB UPH 283/3 + DC 253 ou similar
- Hman	77,08 mca
- Numero de estágios	03
- P motor	25 CV
- rotação	3 500 rpm
- diâmetro do rotor	132 mm
- tempo de funcionamento	12 horas por dia
- comprimento total	2 010 mm

- peso 147 kg
- diâmetro máximo do conjunto submerso 186,2 mm
- conexão de recalque na válvula de retenção R 3" (75 mm)

As plantas E-01/09, E-02/09, E-05/09, E-08/09 e E-09/09, contidas no Tomo VI, Volume 2 Plantas, mostram os detalhes do projeto de captação (obras civis, equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos)

6.7.3 - Adutora de Água Bruta

A adução de água bruta projetada com extensão de 18 184,0 m, compõe-se de três trechos em conduto forçado por recalque. A adutora é aérea em praticamente toda a extensão, excetuando-se os trechos de cruzamentos com estradas e riachos, onde ela será enterrada com um recobrimento mínimo de 60 cm.

A Alternativa ADs, selecionada como alternativa ótima de projeto, teve a sua concepção modificada no que se refere a existência de torre piezométrica a 804 m da captação, pois foi verificado, após análise dos transientes hidráulicos do sistema adutor, não haver necessidade da sua instalação.

6.7.3.1 - Trecho 1

O trecho 1, em recalque, tem comprimento de 5 164,0 m e tubulação em aço carbono de 150 mm, iniciando na estaca 15+16 m e terminando no Reservatório de Compensação R₁ da Estação Elevatória EE-2 na estaca 274. Suas principais características são:

- vazão 13,13 l/s
- diâmetro 150 mm
- material aço carbono
- velocidade 0,74 m/s
- C 100
- perda de carga linear unitária 0,00757
- comprimento 5 164 m
- perda de carga linear total no trecho 39,09
- desnível geométrico 35,52
- pressão inicial 74,62 mca

- pressão no ponto mais alto da tubulação	9,69 mca
- pressão final	2,00 mca
- cota piezométrica inicial	192,704
- cota piezométrica no ponto mais alto da tubulação	186,614
- cota piezométrica final	153,604

6 7 3 2 - Trecho 2

Este trecho, em recalque, tem início na EE-2, localizada na estaca 274 e na cota do nível d'água mínimo de 152,004, com tubulação aérea de 6 140 m até o reservatório de compensação R₂ da estação elevatória EE-3, localizado na estaca 581 e cota do terreno natural igual a 196,620 e cota de nível d'água máximo igual a 197,680 onde inicia-se o último trecho da adutora de água bruta. As características principais do trecho são

- vazão	13,13 l/s
- diâmetro	150 mm
- material	aço carbono
- velocidade	0,74 m/s
- C	100
- perda de carga linear unitária	0,00757
- comprimento	6 140 m
- perda de carga linear total no trecho	46,48 m
- desnível geométrico	45,68 m
- pressão inicial	92,17 mca
- pressão final	1,06 mca
- cota piezométrica inicial	244,172
- cota piezométrica final	197,680

6 7 3 3 - Trecho 3

O trecho 3, também em recalque, interliga o reservatório de compensação R₂ da estação elevatória EE-3, a ser instalada na estaca 581 e cota do nível d'água mínimo igual a 197,020, a Estação de Tratamento D'água situada na estaca 925 e cota 211,411, onde inicia-se a adutora de água tratada. Este trecho possui 6 880 m de extensão e apresenta as seguintes características técnicas

- vazão	13,13 l/s
- diâmetro	150 mm
- material	aço carbono
- velocidade	0,74 m/s
- C	100
- perda de carga linear unitária	0,00757
- comprimento	6 880 m
- perda de carga linear total no trecho	52,09 m
- desnível geométrico	20,39 m
- pressão inicial	72,48 mca
- pressão final	6,00 mca
- cota piezométrica inicial	269,501
- cota piezométrica final	217,411

As plantas P-01/14 a P-14/14, contidas no Tomo VI, Volume 2 Plantas, mostram o perfil do caminhamento da adutora

6.7.4 - Reservatório de Compensação R₁

Reservatório de Compensação R₁, da EE-2, localizada na estaca 274 e cota 151,604 foi dimensionado para armazenar 25 m³, volume de água esse que permitirá que as bombas desta estação funcionem cerca de 30 minutos após a paralisação das bombas submersas da captação, flexibilizando o funcionamento do sistema, dando tempo ao operador de tomar providências em caso de problemas funcionais. Esse reservatório, de forma quadrada, servirá de poço de sucção para as bombas de recalque da EE-2. Será colocada uma proteção de tela, contra os insetos, no seu topo. Este reservatório serve de transição entre o trecho gravitário e o trecho de recalque, permitindo minorar as flutuações provocadas pelo bombeamento, auxiliando no equilíbrio de vazões entre a EE-1 e EE-2. A seguir apresenta-se suas principais características técnicas:

- capacidade	47,27 x 0,5 ≅ 25 m ³
- cota do NA máx	152,664
- cota do NA mín	152,004
- cota do fundo	151,104
- forma	quadrada

- material	concreto armado
- dimensões	
• comprimento	4,00 m
• largura	4,00 m
• altura total	2,50 m
• altura útil	1,56 m

Os detalhes construtivos desta obra encontram-se apresentados na planta E-03/09 do Tomo VI, Volume 2 Plantas

6.7.5 - Estação Elevatória (EE-2)

A estação elevatória (EE-2) localizada na estaca 274 e cota TN igual a 151,604, em terreno a ser adquirido quando das desapropriações necessárias a implantação da adutora, compõe-se, basicamente, da casa das bombas e comando, subestação elétrica, reservatório de compensação que também funciona como poço de sucção das bombas, caixa de registro e caixa de drenagem. A casa de bombas obrigará dois conjuntos eletrobombas, sendo 1 ativo e 1 de reserva, montados afogados, recalçando água até a estação de tratamento através de uma adutora de 150 mm. As características básicas desta elevatória são apresentadas a seguir:

- tipo da bomba	bomba centrífuga de eixo horizontal
- modelo	KSB MEGANORM 40-250 ou similar
- vazão	47,27 m ³ /h
- Hman	92,44 mca
- Ø	238 mm (em aço inoxidável)
- P motor	40 CV, 4 tensões (220/380/440/760 V/60 Hz) trifásica
- rotação	3 500 rpm (2 pólos)
- rendimento	55,0%
- diâmetro de sucção	65 mm
- diâmetro de recalque	40 mm

As plantas E-03/09, E-06/09, E-08/09 e E-09/09 do Tomo VI, Volume 2 Plantas, mostram as obras civis, equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos da EE-2

6.7.6 - Reservatório de Compensação R₂

À semelhança do Reservatório de Compensação R₁, este reservatório foi dimensionado com a mesma finalidade do primeiro, ou seja, flexibilizar o funcionamento do sistema, permitindo minorar as flutuações provocadas pelo bombeamento, tendo sido dimensionado para suportar uma paralisação das bombas de até 30 minutos. O Reservatório de Compensação R₂ está localizado na estaca 581 e cota TN igual a 196,620 apresenta as seguintes características técnicas

- capacidade	47,27 x 0,5 ≅ 25 m ³
- cota do NA máx	197,680
- cota do NA mín	197,020
- cota do fundo	196,120
- forma	quadrada
- material	concreto armado
- dimensões	
• comprimento	4,00 m
• largura	4,00 m
• altura total	2,50 m
• altura útil	1,56 m

Os detalhes construtivos desta obra encontram-se apresentados na planta E-04/09 do Tomo VI, Volume 2 Plantas

6.7.7 - Estação Elevatória (EE-3)

Esta estação localiza-se em torno da estaca 581 da linha de base, com cota TN igual a 196,620, e se compõe de uma casa de bombas e comando, subestação elétrica, reservatório de flexibilização e caixas de válvulas de alívio, registros e drenagem. A casa de bombas abrigará dois conjuntos eletrobombas, sendo 1 ativo e 1 de reserva, montadas afogadas, que farão a sucção no reservatório de compensação R₂, recalçando vazão para a ETA através de uma adutora de 150 mm. As características básicas desta elevatória são apresentadas a seguir

- tipo da bomba	bomba centrífuga de eixo horizontal
- modelo	KSB MEGANORM 40-200 ou similar
- vazão	47,27 m ³ /h

- Hman	72,49 mca
- Ø	199 mm
- P motor	25 CV, 4 tensões (220/380/440/760 V/60 Hz) trifásica
- rotação	3 500 rpm (2 pólos)
- rendimento	64,0%
- diâmetro de sucção	65 mm
- diâmetro de recalque	40 mm

6.7.8 - Estação de Tratamento D'água

6.7.8.1 - Preliminares

A Estação de Tratamento de Água (ETA) será implantada no final da adutora de água bruta, a 18 184,0 m do ponto de captação, na estaca 925, em um terreno de cota natural igual a 211 411, de onde, após o tratamento, a água seguirá por gravidade até o reservatório apoiado, localizado junto à ETA. O nível d'água da ETA é 217,211

A ETA está localizada a 1 900,0 m do reservatório elevado existente (estaca 1 020, cota do terreno natural igual a 193,034 e cota da altura total do reservatório 209,034)

6.7.8.2 - Tratamento da Água

6.7.8.2.1 - Considerações gerais

Para comunidades de pequeno e médio porte, os sistemas compostos de tratamento de água para abastecimento público vem sendo cada vez mais utilizados como alternativa técnica-econômica

Esses sistemas possuem a vantagem de serem modulares, portando oferecem oportunidade de ampliação quando necessário, exigem menos espaço e podem ser desmontados e transferidos. As instalações industrializadas são facilmente adquiridas, podem ser instaladas com rapidez, apresentam segurança de custo e são reaproveitáveis

Dentre os vários produtos de sistemas de tratamento d'água presentes no mercado, apresentar-se-á neste trabalho um deles, sendo que qualquer produto similar, que tendo especificações técnicas semelhantes e se proponha a garantir a qualidade do efluente, poderá substituí-lo

Para poder fazer uma avaliação do melhor tipo de instalação compacta a ser utilizada, é preciso verificar a qualidade da água, vazões requeridas, facilidade de operação, resultados desejados, vida útil. É importantíssimo que a matéria-prima utilizada para construir a estrutura da estação seja imune à ação de produtos químicos e às intempéries.

6.7.8.2.2 - Componentes

A ETA é composta de uma unidade que combina as funções de clarificação e filtração, câmara de carga (câmara distribuidora), dosadores de produtos químicos mediante Kits de preparações e dosagem e de laboratórios para análise de água. A seguir descrevem-se as características básicas dos principais componentes da ETA.

- Clarificador

A câmara de carga assegura a taxa de filtração adotada em projeto e facilita as condições operacionais, a entrada de água bruta na câmara far-se-á por cima através de um vertedor descarregando livremente em sub-câmaras, de onde partem canalizações individuais para alimentação do clarificador, o que possibilita a operação com descargas de fundo intermediárias.

O coagulante, sulfato de alumínio, será aplicado na tubulação de alimentação do clarificador. A água bruta depois que recebe o coagulante, é diretamente encaminhada para o clarificador. É nesta etapa inicial que ocorre a neutralização das cargas das impurezas, tais como partículas coloidais, microorganismos em geral e substâncias que conferem cor à água.

Combinando as funções de clarificação e filtração numa única unidade, a peça possui na parte inferior, uma camada de pedregulho especialmente graduada, sobre a qual encontra-se disposta a camada de areia, com granulometria apropriada.

A água coagulada no mecanismo de neutralização de carga entra na parte inferior, numa câmara central, de onde através de difusores especiais é distribuída uniformemente na camada de pedregulhos, na qual ocorrem, fundamentalmente, as operações de fluoração por contato e a sedimentação, resultando numa espécie de manto de lodo, responsável principal pelo elevado desempenho da unidade.

A medida que a água coagulada atravessa o meio filtrante, as impurezas vão sendo parcialmente retiradas em partes deslocadas sob formas de flocos de uma subcamada para a seguinte, onde ocorre a retenção e novo deslocamento parcial. Na areia, o

princípio lógico da filtração é mantido, já que a água com maior quantidade de impurezas encontra inicialmente as subcamadas com vazios intergranulares de tamanhos maiores

Assim, a água vai melhorando de qualidade em seu escoamento ascendente pois, na parte superior, devido aos menores grãos de areia, os vazios intergranulares são muito pequenos e retêm impurezas microscópicas, tais como microorganismos em geral e partículas coloidais

Verifica-se, também, em toda a camada filtrante, o processo de clarificação e que a acumulação de impurezas não ocorre apenas na primeira base do contato

O efluente obtido é utilizado para abastecimento após a desinfecção e correção do PH da água clarificada e filtrada

Após o tratamento, a água é conduzida até o reservatório enterrado através de uma tubulação

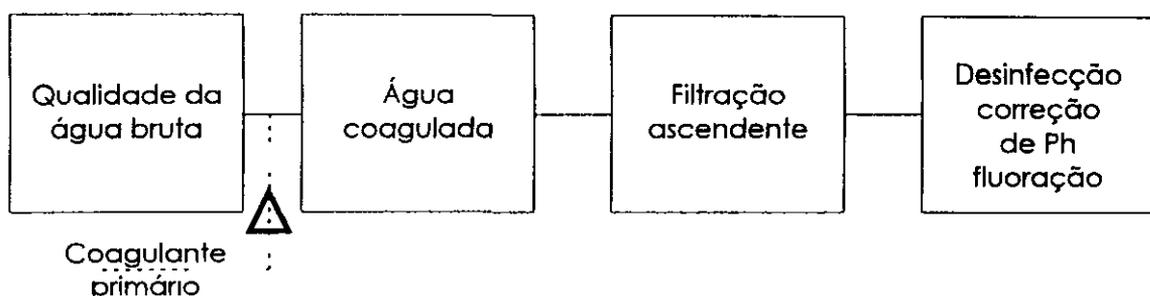
- Lavagem da unidade

A lavagem da câmara, será realizado por conjuntos motor-bombas que permitam uma velocidade de lavagem de 0,9 a 1,0 m/mim, a pressão de entrada da tubulação de 11 a 14 mca sendo o tempo de lavagem de 08 a 10 minutos

- Dosagem de Produtos Químicos

A dosagem de produtos químicos na água será feita mediante Kits de preparação e dosagem, após succionados dos tanques de preparo das respectivas soluções. Será adicionado a água bruta para coagulação, sulfato de alumínio e, quando necessário, coadjuvante. Para a desinfecção, será utilizado o cloro. As dosagens corretas serão determinadas por teste de jarro, determinações de cor, turbidez, PH e cloro residual, durante a operação do sistema de tratamento d'água

- Esquema da Tecnologia Adotada



6.7.8.3 - Dimensionamento da ETA

6.7.8.3.1 - Considerações gerais

A seguir, será apresentado o dimensionamento da unidade da ETA de acordo com dados de qualidade da água coletada em local próximo a captação, e baseada em bibliografia especializada, de onde forem retirados os parâmetros

- Dados do projeto

- Vazão 20.76 l/s
- Tempo de funcionamento 12 horas

- Parâmetros de projeto

A filtração direta ascendente pode ser utilizado, com sucesso, em águas que apresentam os seguintes limites

- cor verdadeira máxima 200 uc
- turbidez máxima 200 ut
- cor aparente máxima 1 000 uc
- teor de ferro 20 mg/l
- teor de manganês 2 mg/l

É principalmente recomendada para águas provenientes de açudes ou represas, ou seja, para água de baixa turbidez, não sujeitas a variações repentinas de qualidade

Em função da qualidade da água bruta acima especificada, estudos realizados em instalações piloto, revelaram que projeto de filtração direta ascendente deve obedecer aos parâmetros

- | Parâmetros | Variação |
|---|--|
| - redução de cor e turbidez | 96 a 99% |
| - redução bacteriológica | 90 a 97% |
| - taxa média de filtração | 120 a 240m ³ /m ² /dia |
| - velocidade de lavagem | 0,8 a 1,2 m/min |
| - tempo de lavagem | 6 a 10 min |
| - carreira de filtração | 24 a 72 horas |
| - altura de água acima do topo da areia | 0,60 a 1,20 m |

- espessura da camada suporte 0,60 a 0,80
- espessura da camada de areia 1,60 a 1,80 m
- altura total da caixa de filtro 3,00 a 4,20 m
- características da areia
 - tamanho dos grãos 0,59 a 2,00 mm
 - tamanho efetivo 0,70 a 0,85 mm
 - coeficiente de desuniformidade 1,5 a 1,7
- características da camada suporte $2,4 \leq \varnothing \leq 38,00$ mm
- fundo dos filtros fundo em forma de troncos cônicos
- perda de carga final < 2,40 m

6 7 8.3.2 - Características das unidades do sistema

- Câmara de Carga (com misturador hidráulico)

01 (uma) unidade com as seguintes características

- material resina poliéster estruturada com fibra de vidro,
- modelo CCLA II 1 - hemfibra ou similar
- diâmetro 0,70 m
- altura 5,80 m

- Clarificador

02 (duas) unidades do tipo compacto, em que as fases de floculação, decantação e filtração ocorrem em uma única estrutura, na qual a filtração propriamente dita é de fluxo ascendente com taxa constante. O clarificador adotado tem as seguintes características

- material resina poliéster estruturada com fibra de vidro,
- capacidade de vazão até 17 m³/h
- diâmetro 1 500 mm
- altura 3,80 m
- modelo CLA 150 - hemfibra ou similar
- tempo de funcionamento 12 h

- Dosagem de Produtos Químicos

02 (dois) kits de preparação e dosagens de sulfato de alumínio, incluindo misturador elétrico e bomba dosadora

- modelo KPDS 250
- volume útil do tanque 250 ℓ

02 (dois) kits de preparação e dosagens de hipoclorito de sódio, incluindo misturador elétrico e bomba dosadora

- modelo KPDS 250
- volume útil do tanque 250 ℓ

- Estação Elevatória para a Lavagem dos Filtros (EE-Filtros)

O recalque para a lavagem de filtro será realizado por 03 conjuntos motor-bomba centrífuga de eixo horizontal. Deverão ser instalados 2 conjuntos, sendo um de reserva, com as seguintes características

- modelo KSB MEGANORM BLOC 50 - 160 ou similar
- vazão 53,10 m³/h
- altura manométrica 12 mca
- potência 4 CV
- rotação 1 750 rpm, trifásico
- tempo de lavagem 8 minutos

A casa de bombas será construída em alvenaria e a sucção das bombas será feita diretamente do reservatório apoiado de água tratada localizado na ETA

Os detalhes construtivos dos Filtros e das outras unidades que compõem a ETA estão apresentados na planta T-01/01 contida no Tomo VI, Volume 2 - Plantas

- Casa de Química

A casa de química projetada deverá ser construída em alvenaria e terá uma área útil de 97,80 m² e será composta de

- 01 sala de armazenamento de produtos químicos,
- 01 sala de dosagem,
- 01 laboratório para análise de água tratada,

- 01 sala de cloração,
- 01 sala para armazenamento dos cilindros de cloro,
- 01 sanitário

A planta T-01/02, Tomo VI, Volume 2 - Plantas, mostra os detalhes construtivos da Estação de Tratamento D'água - ETA

6.7.9 - Reservação de Água Tratada

A reservação de água tratada do sistema se fará em duas unidades, um reservatório apoiado (R₃), localizado junto à ETA, situada na estaca 225, a 1 900 m do reservatório elevado existente em Feiticeiro, e um reservatório elevado, já existente, no ponto mais elevado do distrito de Feiticeiro. A localização e cotas do reservatório da ETA permitirá injetar diretamente no reservatório de distribuição existente, vazão suficiente para atender a demanda do distrito de Feiticeiro. Como a adutora de água tratada funcionará 24 horas e a estação de tratamento operará apenas 12 horas, o reservatório R₃ funcionará, também, como reservatório de compensação. O volume de reservação sera

$$VR = (Q_E - Q_S) \times t, \quad \text{onde}$$

$$VR = (12,5 - 6,25) \times 12$$

$$VR = 270 \text{ m}^3$$

Este volume é superior a capacidade de armazenamento correspondente a um terço do volume do dia de maior consumo ($V = 180 \text{ m}^3$), satisfazendo, portanto, a condição de segurança para abastecimentos dos consumos normais.

O reservatório elevado existente em Feiticeiro, devido a sua pequena capacidade de reservação, funcionará apenas com piezômetro, dando condições de atender às pressões requeridas pelo sistema de abastecimento d'água.

Com o objetivo de diminuir os gastos de implantação do sistema não será ampliada a capacidade de reservação elevada de Feiticeiro, uma vez que o reservatório de compensação projetado atende às condições de projeto.

As unidades de reservação terão as seguintes características geométricas:

- Reservatório apoiado
 - capacidade 270 m³

• cota do NA máx	214,42
• cota do fundo	212,52
• cota da altura total	214,62
• cota do TN	211,411
• forma	retangular
• material	concreto armado
• dimensões	
comprimento	15,80 m
- largura	9,00 m
- altura total	2,10 m
altura útil	1,90 m
- Reservatório elevado existente	
• capacidade	35 m ³
• forma	circular
• material	concreto armado
• cota do nível d'água máximo	208,734
• cota do fundo do reservatório	205,034
• cota do TN	193,034
• cota da altura total do reservatório	209,034
• dimensões	
- torre	12,00 m
- altura total	4,00 m
- altura útil	3,70 m
- diâmetro	3,50 m

Os detalhes construtivos do reservatório apoiado estão apresentados na planta T-02/02 no Tomo VI, Volume 2 - Plantas

6.7.10 - Adutora de Água Tratada

A adutora de água tratada, prevista para ser implantada em etapa única, terá uma extensão total de 1 900 m, interligando o reservatório apoiado da ETA ao sistema de distribuição do distrito de Feiticeiro, processando-se o fluxo gravitariamente, injetando parte da vazão diretamente na rede de distribuição existente, enquanto que a outra

parcela será aduzida ao reservatório elevado existente, como forma de garantia ao sistema de abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro

As características básicas principais da adutora encontram-se apresentados a seguir

- comprimento	1 900 m
- vazão	6,25 l/s
- diâmetro	150 mm
- material	aço carbono
- velocidade	0,35 m/s
- desnível geométrico	3,61
- perda de carga total	3,79
- pressão inicial	1,90 mca
- pressão final	15,50 mca
- cota piezométrica inicial	214,42
- cota piezométrica final (disponível)	208,73
- NA máx no reservatório existente	208,73

As plantas P-01/14 a P-14/14, contidas no Tomo VI, Volume 2 Plantas, mostram o perfil do caminhamento da adutora

7 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

7.1 - DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

O Sistema de Captação da Adutora de Feiticeiro recalcará uma vazão máxima de 47,27 m³/h através de 2 bombas em paralelo e ligadas através de um barrilete a uma adutora de aço carbono, sendo que 1 das bombas será de reserva do sistema. O bombeamento funcionará 12 horas por dia.

7.1.1 - Dados do Projeto

- cota do leito do rio	121,420
- cota do fundo do canal de aproximação	117,262
- cota do N Amin de operação na captação	118,162
- cota do N Amáx de operação na captação	124,602 (7,34 m em 1985, conforme informações do PERH)
- tipo de captação	poços tubulares, a partir de um canal de aproximação
- tipo de bombas	submersas
- numero de bombas instaladas	2 unidades, sendo 1 de reserva
- vazão total	47,27 m ³ /h
- comprimento do recalque de água bruta	18 184 m

7.1.2 - Dimensionamento Econômico da Adutora de Água Bruta

Para se fazer um pré-dimensionamento do diâmetro econômico da adutora de água bruta, pode se utilizar a consagrada fórmula de Bresse

$$D = k\sqrt{Q}, \quad \text{onde}$$

k = coeficiente que reflete a velocidade média da tubulação (adimensional),

Q = vazão de projeto, em m³/s (considerando 5,0% de perdas no tratamento),

D = diâmetro econômico da tubulação, em metros

$$D = 1,10 \times \sqrt{0,01313} \Rightarrow D = 0,13 \text{ m} \Rightarrow D = 150 \text{ mm}$$

A velocidade no tubo de 150 mm será

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,01313}{\pi \times (0,15)^2} \Rightarrow V = 0,74 \text{ m/s}$$

A velocidade está dentro dos limites aceitáveis para a linha de recalque, pois

$$0,60 < V < 2,40 \text{ m/s}$$

A velocidade também se encontra dentro dos limites da "velocidade econômica"

$$0,57 < V_e < 1,28 \text{ m/s}$$

Foi adotado o diâmetro comercial de 150 mm, que justifica a utilização de tubos de aço carbono já adquiridos pela Superintendência de Obras Hidráulicas - SOHIDRA

7.1.3 - Dimensionamento da Estação Elevatória de Captação

O dimensionamento da Estação Elevatória de Captação (EE-1) será feito determinando-se as curvas características das tubulações, desde a sucção até o final da adutora. As perdas de cargas distribuídas e localizadas, para diversas vazões, serão calculadas usando-se a fórmula Hazen-Williams considerando, para as peças especiais, seus comprimentos equivalentes. A curva característica da bomba foi fornecida pelo fabricante.

- Dados do projeto
 - vazão total 47,27 m³/h
 - cota do N A mínimo de operação na captação 118,162
 - cota do N A máximo de operação na captação 124,602
 - altura manométrica 75,53 mca
 - comp. do recalque de água bruta (1º trecho) 804,00 m
 - número de bombas em funcionamento 01
 - tempo de funcionamento 12 horas

7.1.3.1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas nos poços tubulares 2 bombas submersas, sendo uma de reserva. Cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido e, através de um barrilete, unem-se a uma adutora de 150 mm de aço carbono. A adutora, após o barrilete, seguirá aérea em quase todo o seu percurso, excetuando-se os trechos de cruzamento de estradas e riachos, nos quais ela deverá ser enterrada com um recobrimento mínimo de 60 cm. A vazão de dimensionamento é

- vazão da bomba $Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$

- vazão da adutora $Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$

a) Perda de carga no recalque até o início da adutora (Dhr)

O diâmetro recomendado para a tubulação de recalque é de 100 mm, ou seja

$$D = 0,9 \times \sqrt{Q}$$

$$D = 0,9 \times \sqrt{0,01313} \Rightarrow D = 0,10 \text{ m}$$

A velocidade do tubo de 100 mm será

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D^2} \Rightarrow V = \frac{4 \times 0,01313}{\pi \times (0,10)^2} \Rightarrow V = 1,67 \text{ m/s}$$

A velocidade se encontra, portanto, dentro dos limites aceitáveis para a linha de recalque

Os comprimentos equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais	leq (m)
- 01 válvula de retenção 75 mm	7,50
- 01 redução concêntrica 100 x 75 mm	0,60
- 01 foco de tubo 100 mm	4,00
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 foco de tubo 100 mm	12,00
- 01 foco de tubo 100 mm	0,20
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 foco de tubo 100 mm	1,20
- 01 ampliação normal 100 x 150 mm	1,80
- 01 junção de 45° 100 x 150 mm	4,50

$$Dh_r = 10,64 \times \left(\frac{Q_{1b}}{c} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times Leq_{(total)}, \quad \text{sendo}$$

$$c = 100$$

$$Q_{1b} = \text{vazão de 1 bomba} = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$Leq_{(total)}$ = comprimento equivalente no trecho de conexões de mesmo diâmetro

TABELA 7 1
PERDA DE CARGA NO RECALQUE ATÉ O INÍCIO DA ADUTORA

Q_{1b} (m ³ /h)	Leq (m)	D (m)	Dh _r
47,27	7,50	75 mm	4 791,31 Q ^{1,85}
47,27	21,80	100 mm	3 430,82 Q ^{1,85}
47,27	6,30	150 mm	137,63 Q ^{1,85}
Total			8 359,76 Q^{1,85}

b) Perda de carga na adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{\text{total do trecho 1}}$$

sendo

$$L_{\text{total do trecho 1}} = 5 164,0 \text{ m}$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Então

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/100)^{1,85} \times (0,15)^{-4,87} \times 5 164$$

$$Dh_A = 112.814,11 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

c) Perda de carga total (Dh_T)

$$Dh_T = Dh_r + Dh_A$$

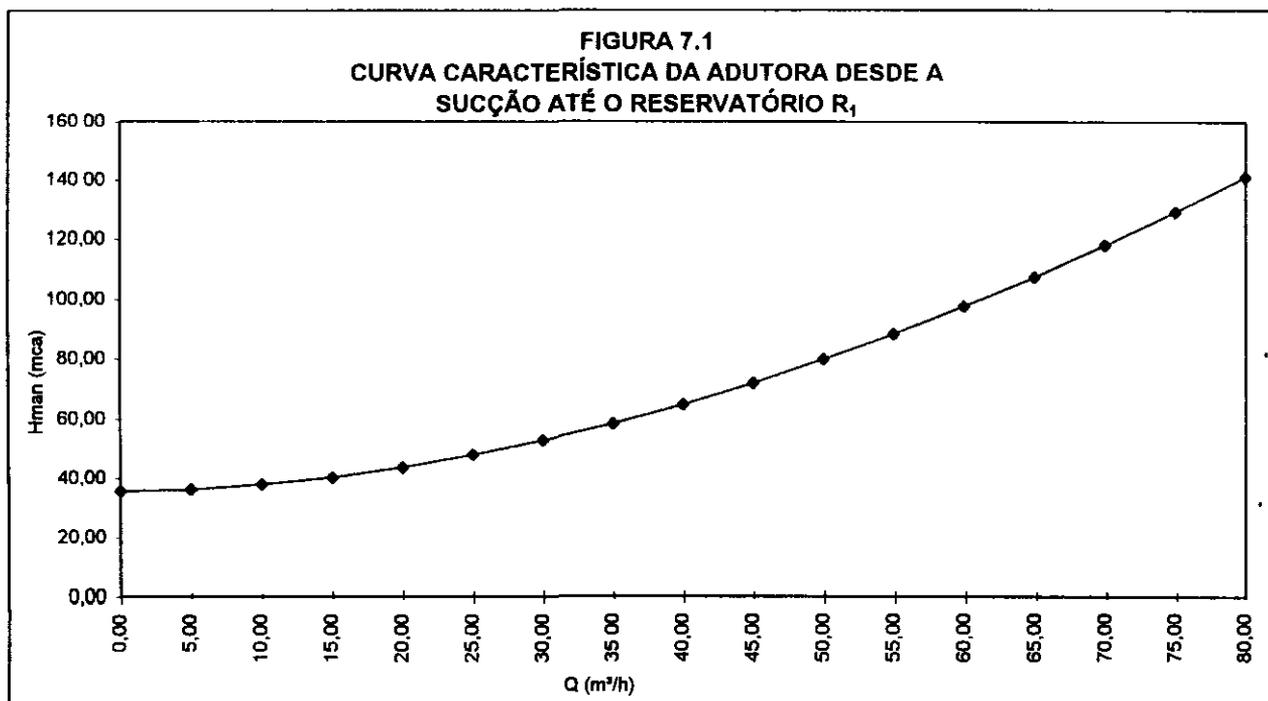
$$Dh_T = (8 359,76 Q^{1,85} + 112 814,11 Q^{1,85})$$

$$Dh_T = 121.173,87 Q^{1,85}$$

A Tabela 7 2 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga da adutora desde a captação até a torre piezométrica 1, localizada a 804,0 m do eixo das bombas, e também a curva característica da adutora considerando o desnível geométrico igual a 35,52 m. A Figura 7 1 mostra a curva característica da adutora.

TABELA 7.2
PERDAS DE CARGAS NA SUCÇÃO, NO BARRILETE E NA ADUTORA DESDE
A CAPTAÇÃO ATÉ O RESERVATÓRIO R₁

Vazão em 1 Bomba		DH _s (mca)	DH _r (mca)	DH _A (mca)	DH _t (mca)	Vazão na Adutora (m³/h)	Hg (m)	Hman (mca)
(m³/h)	(m³/s)							
0,00	0,000	-	0,00	0,00	0,00	0,00	35,52	35,52
5,00	0,001	-	0,04	0,58	0,63	5,00	35,52	36,15
10,00	0,003	-	0,16	2,10	2,26	10,00	35,52	37,78
15,00	0,004	-	0,33	4,46	4,79	15,00	35,52	40,31
20,00	0,006	-	0,56	7,59	8,15	20,00	35,52	43,67
25,00	0,007	-	0,85	11,47	12,32	25,00	35,52	47,84
30,00	0,008	-	1,19	16,06	17,26	30,00	35,52	52,78
35,00	0,010	-	1,58	21,37	22,95	35,00	35,52	58,47
40,00	0,011	-	2,03	27,35	29,38	40,00	35,52	64,90
45,00	0,013	-	2,52	34,01	36,53	45,00	35,52	72,05
50,00	0,014	-	3,06	41,33	44,40	50,00	35,52	79,92
55,00	0,015	-	3,65	49,30	52,96	55,00	35,52	88,48
60,00	0,017	-	4,29	57,91	62,21	60,00	35,52	97,73
65,00	0,018	-	4,98	67,16	72,13	65,00	35,52	107,65
70,00	0,019	-	5,71	77,03	82,73	70,00	35,52	118,25
75,00	0,021	-	6,48	87,51	94,00	75,00	35,52	129,52
80,00	0,022	-	7,31	98,61	105,92	80,00	35,52	141,44

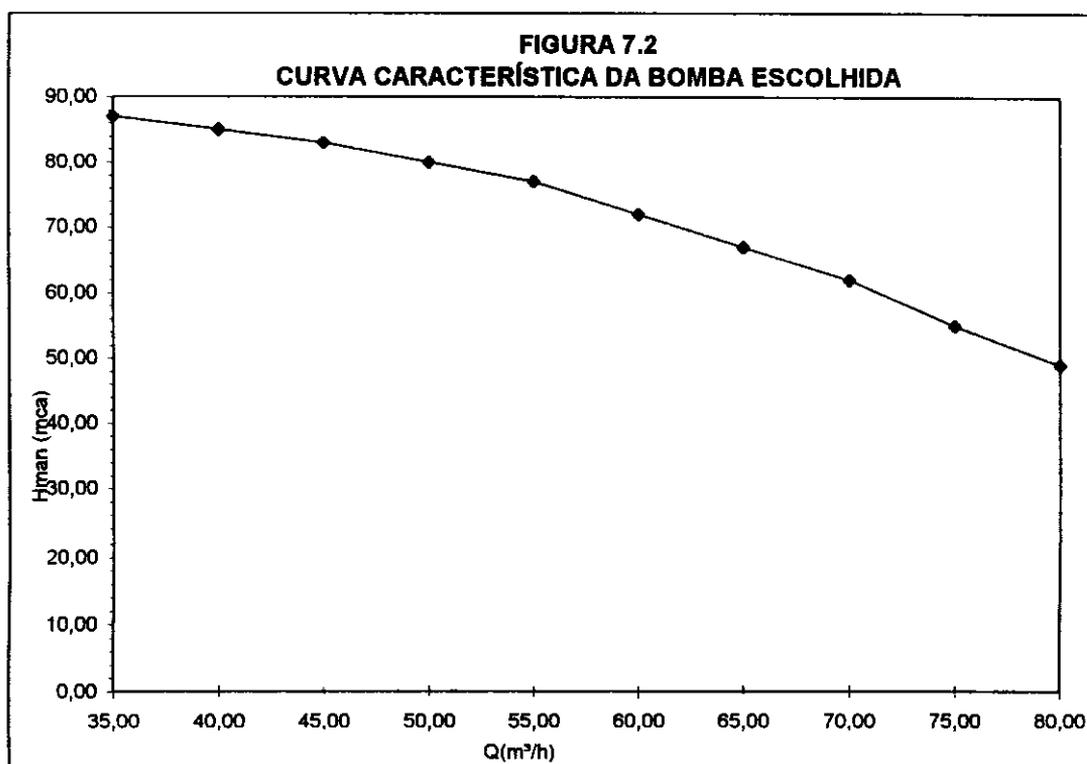


7.1.3.2 - Curva Característica da Bomba

A Tabela 7.3 e a Figura 7.2 mostram a curva característica fornecida pelo fabricante da bomba

TABELA 7.3
CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

Vazão		Altura Manométrica (mca)
(m³/h)	(m³/s)	
0,00	0,000	-
5,00	0,001	-
10,00	0,003	-
15,00	0,004	-
20,00	0,006	-
25,00	0,007	-
30,00	0,008	-
35,00	0,010	87,00
40,00	0,011	85,00
45,00	0,013	83,00
50,00	0,014	80,00
55,00	0,015	77,00
60,00	0,017	72,00
65,00	0,018	67,00
70,00	0,019	62,00
75,00	0,021	55,00
80,00	0,022	49,00

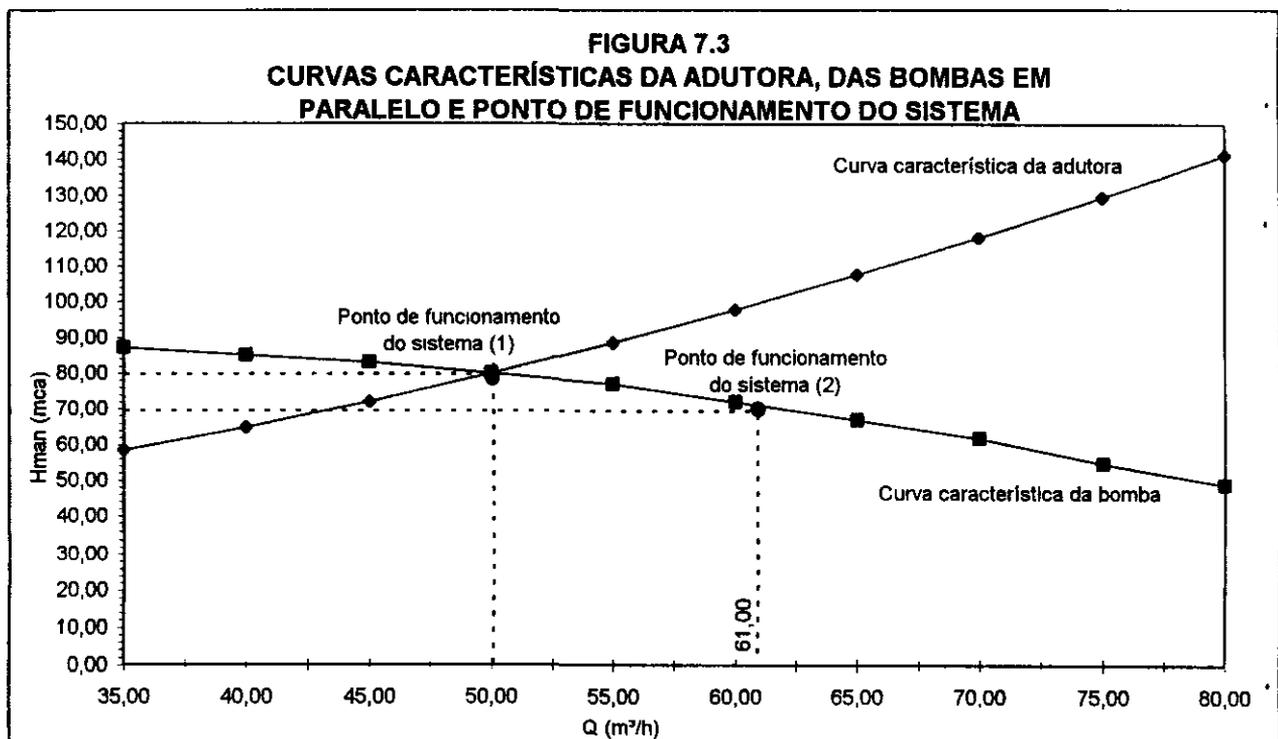


7 1 3 3 - Ponto de Funcionamento do Sistema

Na Tabela 7.4 e na Figura 7.3 encontram-se apresentadas as curvas características da adutora e da bomba

TABELA 7.4
CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA E DA BOMBA

Vazão na Adutora (m³/h)	Hman (Adutora) (mca)	Hman (Bombas) (mca)
0,00	35,52	-
5,00	36,15	-
10,00	37,78	-
15,00	40,31	-
20,00	43,67	-
25,00	47,84	-
30,00	52,78	-
35,00	58,47	87,00
40,00	64,90	85,00
45,00	72,05	83,00
50,00	79,92	80,00
55,00	88,48	77,00
60,00	97,73	72,00
65,00	107,65	67,00
70,00	118,25	62,00
75,00	129,52	55,00
80,00	141,44	49,00



Como pode ser visto na Figura 7.3, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

- vazão total 50 m³/h
- altura manométrica 80 mca

A vazão e a altura manométrica estão um pouco acima dos valores de projeto. Deverá ser, portanto, solicitado ao fabricante um ajuste nos rotores das bombas da EE-1, para que se tenha no ponto de funcionamento do sistema os seguintes valores Q = 47,27 m³/h e H = 75,53 mca

Devido a grande variação do nível d'água máximo e mínimo de operação na captação no rio Jaguaribe, em torno de 6,44 m, foi analisado, também, o ponto de funcionamento do sistema, considerando o nível d'água máximo, ou seja, a cota 124,602, tendo sido constatado não haver problemas de operação do sistema, uma vez que a potência do motor é praticamente a mesma do selecionado, ou seja igual a 25 CV

No ponto de funcionamento do sistema (2), como pode ser visto na figura 7.3, ter-se-á

$$Q = 61,50 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H = 70,64 \text{ mca}$$

7.1.4 - Dimensionamento da Estação Elevatória EE-2

O dimensionamento da Estação Elevatória (EE-2) foi realizado de acordo com a metodologia adotada para o dimensionamento da EE-1, conforme descrito no item anterior. Apresenta-se a seguir os dados de projeto

- | | |
|---|-------------------------|
| - vazão total | 47,27 m ³ /h |
| - cota do N A mínimo de operação | 152,004 |
| - cota do N A máximo de operação | 152,664 |
| - altura manométrica | 92,44 mca |
| - comp. do recalque de água bruta (3º trecho) | 6,140 m |
| - número de bombas em funcionamento | 01 |
| - tempo de funcionamento | 12 horas |

7.1.4.1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas no Reservatório de Compensação R₁, que também funcionará como poço de sucção, 2 bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva. Cada bomba será ligada a uma tubulação de ferro fundido e, através de um barrilete, unem-se a uma adutora de 150 mm de aço carbono. A adutora, após o barrilete, seguirá aérea por quase todo o percurso, excetuando-se os trechos em que cruzar estradas e riachos, onde será enterrada com um recobrimento mínimo de 60 cm. A vazão de dimensionamento é

- vazão da bomba $Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$
- vazão da adutora $Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$

a) Perda de carga na sucção

O diâmetro recomendado para a tubulação de sucção é de 100 mm, onde a velocidade no seu interior é inferior a velocidade máxima permitida que é de 2,0 m/s. Os comprimentos equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais (d = 100 mm)	leq (m)
- 01 válvula de pé com crivo 150 mm (1,5 Øs)	37,50
- 01 redução normal 150 x 100 mm	0,90
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 toco de tubo 100 mm	0,70
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 toco de tubo 100 mm	1,50
- 01 redução excêntrica 100 x 65 mm	1,20

$$Dh_s = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{c} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times Leq,$$

sendo $c = 100$, tem-se

$$\bullet Dh_{s1} = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{100} \right)^{1,85} \times (0,10)^{-4,87} \times 4,20 \Rightarrow Dh_{s1} = 1.133,12 Q^{1,85}$$

$$\bullet Dh_{s2} = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{100} \right)^{1,85} \times (0,15)^{-4,87} \times 38,40 \Rightarrow Dh_{s2} = 838,90 Q^{1,85}$$

$$\bullet Dh_{st} = Dh_{s1} + Dh_{s2} \Rightarrow Dh_{st} = 1.133,12 Q^{1,85} + 838,90 Q^{1,85} \Rightarrow Dh_{st} = 1.972,02 Q^{1,85}$$

b) Perda de carga no recalque até o início do 3º trecho da adutora de água bruta

A perda de carga no recalque será calculada desde a saída da bomba 1 até a extremidade ponta/flange de ligação do barmite com o início da adutora de 150 mm

Peças especiais	leq (m)
- 01 ampliação normal 40 x 100 mm	1,20
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 toco de tubo 100 mm	0,50
- 01 curva 45° 100 mm	1,50
- 01 junção 100 mm	3,00
- 01 toco de tubo 100 mm	2,20
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
01 toco de tubo 100 mm	1,10
- 01 toco de tubo 100 mm	0,50
- 01 valvula de retenção 100 mm	10,00
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 tê com redução 100 mm	6,50
- 01 toco de tubo 100 mm	0,50
- 01 ampliação normal 100 x 150 mm	1,80
- 01 extremidade 150 mm	0,40

$$Dh_r = 10,64 \times \left(\frac{Q_{1b}}{c} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times Leq_{(total)} \quad \text{sendo}$$

$$c = 100$$

$$Q_{1b} = \text{vazão de 1 bomba} = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Leq_{(total)} = \text{comprimento equivalente no trecho de conexões de mesmo diâmetro}$$

TABELA 7.4
PERDA DE CARGA NO RECALQUE ATÉ O INÍCIO DO 3º TRECHO DA ADUTORA

Q_{1b} (m ³ /h)	leq (m)	D (m)	Dh_r
47,27	34,60	0,100	5 445,25 $Q^{1,85}$
47,27	2,20	0,150	48,06 $Q^{1,85}$
Total			5 493,31 $Q^{1,85}$

c) Perda de carga na adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{\text{total do trecho 1}}$$

sendo

$$L_{\text{total do trecho 3}} = 6\,140 \text{ m}$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Então

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/100)^{1,85} \times (0,15)^{-4,87} \times 6\,140$$

$$Dh_A = 134.136,07 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de carga total (Dh_t)

$$Dh_t = Dh_s + Dh_r + Dh_A$$

$$Dh_t = (1\,972,02 Q^{1,85} + 5\,493,31 Q^{1,85} + 134\,136,07 Q^{1,85})$$

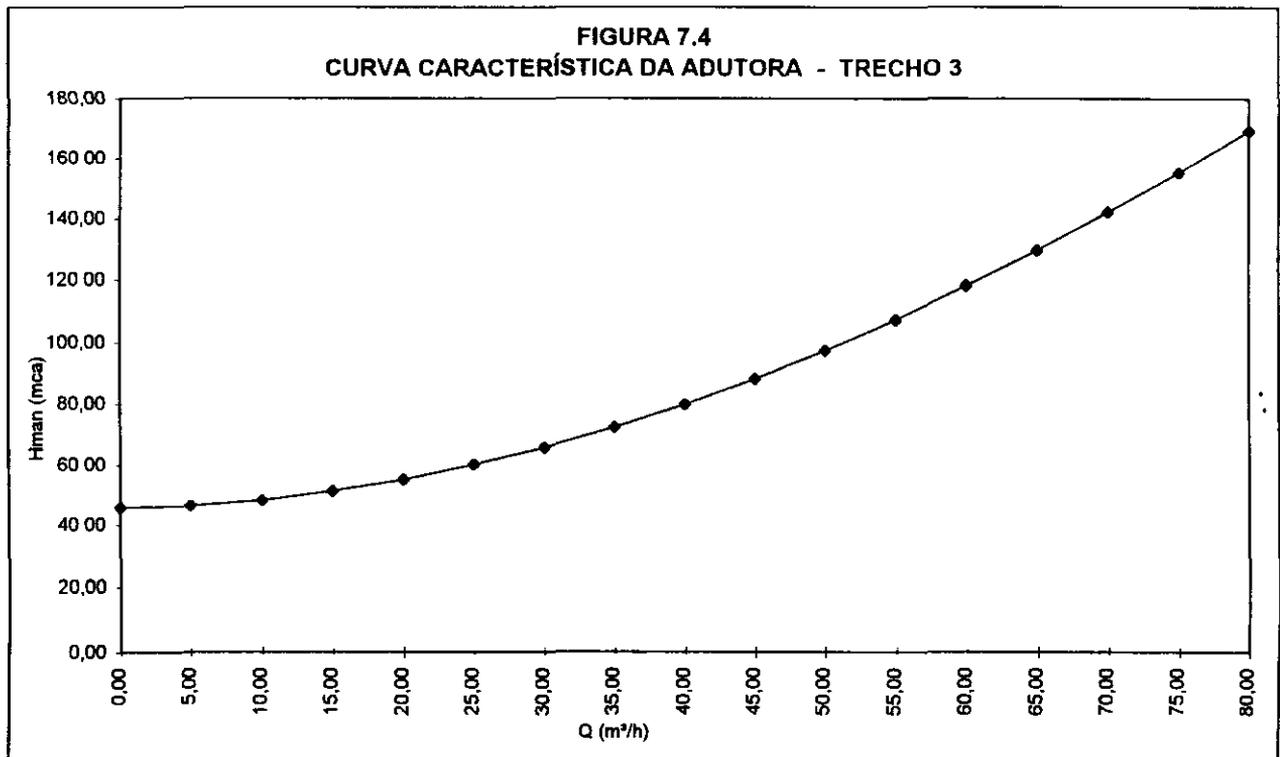
$$Dh_t = 141.601,40 Q^{1,85}$$

A Tabela 7.5 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga da adutora desde o reservatório de compensação R₁ (EE-2) até o reservatório de compensação R₂ (EE-3), com comprimento de 6.140 m, e também a curva característica da adutora considerando o desnível geométrico igual a 45,68 m. A Figura 7.4 mostra a curva característica da adutora.

TABELA 7 5

PERDAS DE CARGAS NA SUCCÃO, NO BARRILETE E NA ADUTORA DESDE A BOMBA INSTALADA NO R₁ ATÉ O INÍCIO DO TRECHO 3 DA ADUTORA

Vazão em 1 Bomba		DH _s (mca)	DH _i (mca)	DH _A (mca)	DH _t (mca)	Vazão na Adutora (m³/h)	Hg (m)	Hman (mca)
(m³/h)	(m³/s)							
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,68	45,68
5,00	0,001	0,01	0,03	0,69	0,73	5,00	45,68	46,41
10,00	0,003	0,04	0,10	2,50	2,64	10,00	45,68	48,32
15,00	0,004	0,08	0,22	5,30	5,59	15,00	45,68	51,27
20,00	0,006	0,13	0,37	9,02	9,52	20,00	45,68	55,20
25,00	0,007	0,20	0,56	13,63	14,39	25,00	45,68	60,07
30,00	0,008	0,28	0,78	19,10	20,16	30,00	45,68	65,84
35,00	0,010	0,37	1,04	25,40	26,82	35,00	45,68	72,50
40,00	0,011	0,48	1,33	32,52	34,33	40,00	45,68	80,01
45,00	0,013	0,59	1,66	40,44	42,69	45,00	45,68	88,37
50,00	0,014	0,72	2,01	49,15	51,88	50,00	45,68	97,56
55,00	0,015	0,86	2,40	58,62	61,88	55,00	45,68	107,56
60,00	0,017	1,01	2,82	68,86	72,69	60,00	45,68	118,37
65,00	0,018	1,17	3,27	79,85	84,29	65,00	45,68	129,97
70,00	0,019	1,35	3,75	91,58	96,68	70,00	45,68	142,36
75,00	0,021	1,53	4,26	104,05	109,84	75,00	45,68	155,52
80,00	0,022	1,72	4,80	117,25	123,77	80,00	45,68	169,45



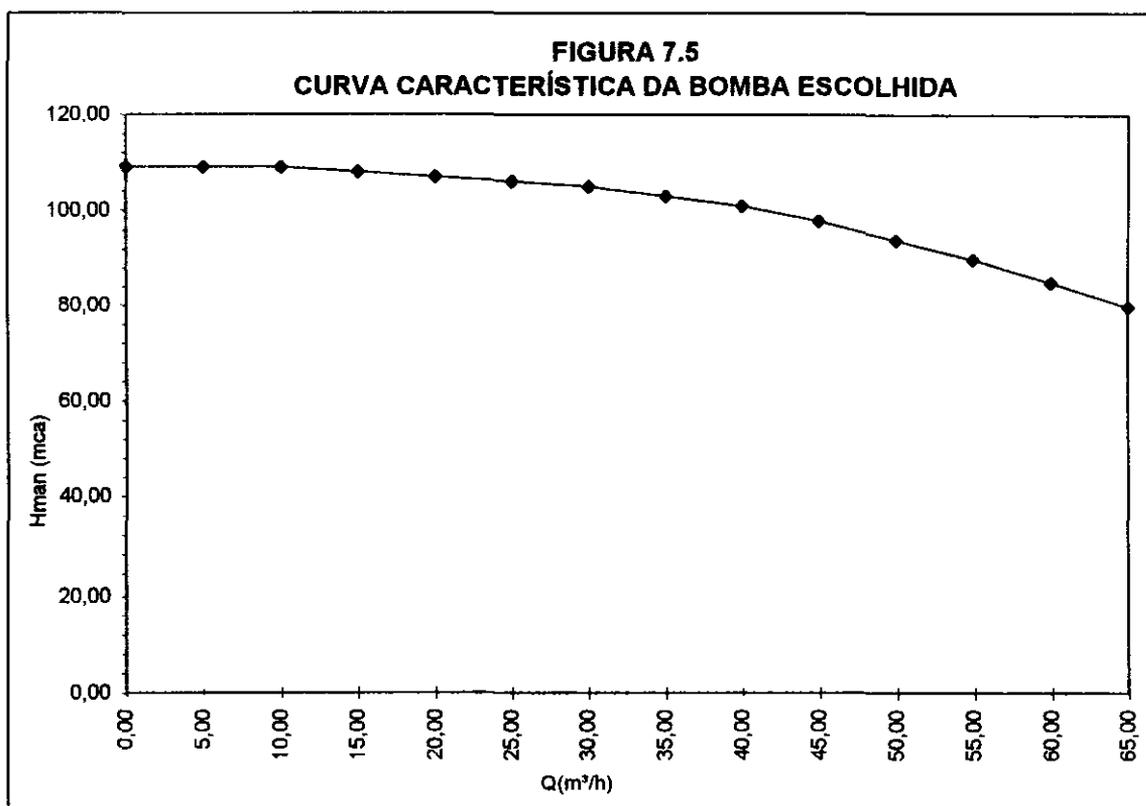
000088

7.1.4.2 - Curva Característica da Bomba

A Tabela 7.6 e a Figura 7.5 mostram a curva característica fornecida pelo fabricante da bomba

TABELA 7.6
CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

Vazão		Altura Manométrica (mca)
(m³/h)	(m³/s)	
0,00	0,000	109,00
5,00	0,001	109,00
10,00	0,003	109,00
15,00	0,004	108,00
20,00	0,006	107,00
25,00	0,007	106,00
30,00	0,008	105,00
35,00	0,010	103,00
40,00	0,011	101,00
45,00	0,013	98,00
50,00	0,014	94,00
55,00	0,015	90,00
60,00	0,017	85,00
65,00	0,018	80,00

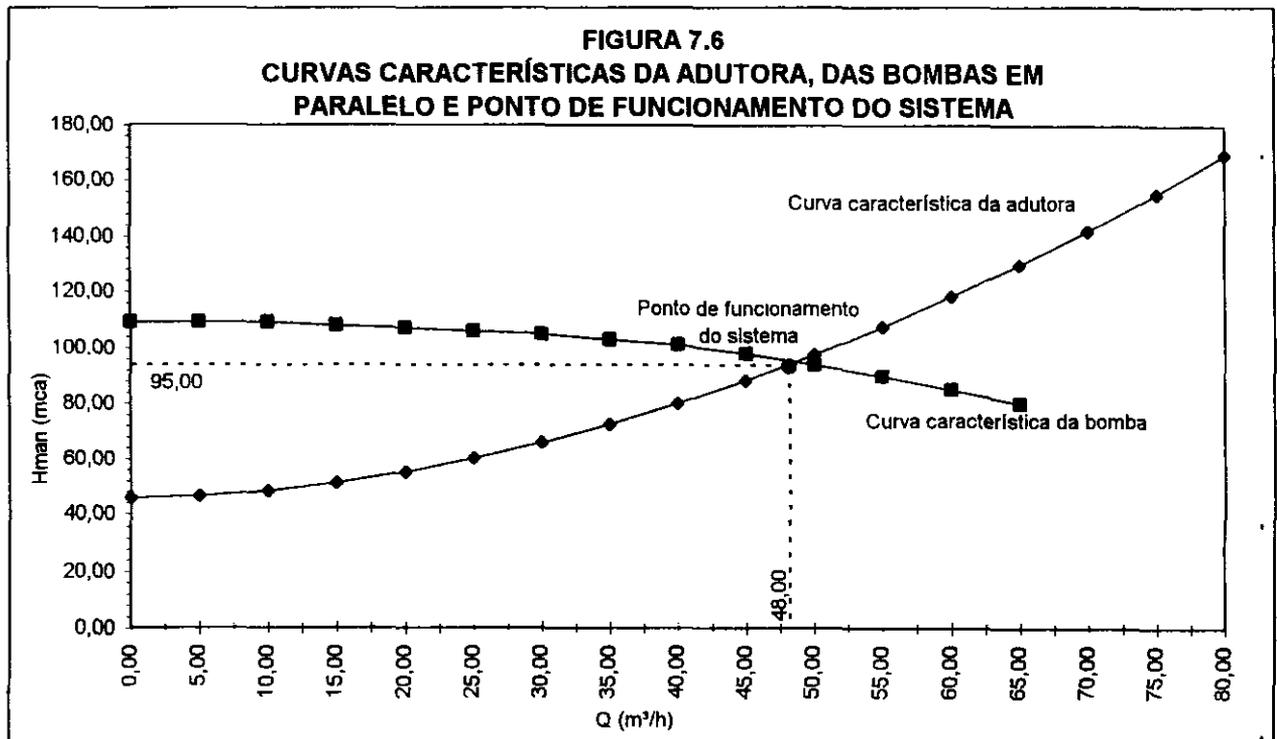


7.1.4.3 - Ponto de Funcionamento do Sistema

Na Tabela 7.7 e na Figura 7.6 encontram-se apresentadas as curvas características da adutora e da bomba

TABELA 7.7
CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA E DA BOMBA

Vazão na Adutora (m³/h)	Hman (Adutora) (mca)	Hman (Bombas) (mca)
0,00	45,68	109,00
5,00	46,41	109,00
10,00	48,32	109,00
15,00	51,27	108,00
20,00	55,20	107,00
25,00	60,07	106,00
30,00	65,84	105,00
35,00	72,50	103,00
40,00	80,01	101,00
45,00	88,37	98,00
50,00	97,56	94,00
55,00	107,56	90,00
60,00	118,37	85,00
65,00	129,97	80,00
70,00	142,36	-
75,00	155,52	-
80,00	169,45	-



Como pode ser visto na Figura 7.6, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

- vazão total 48 m³/h
- altura manométrica 95 mca

A vazão e a altura manométrica estão muito próximas dos valores de projeto (Q = 47,27 m³/h e H = 92,44 mca), estando a favor da segurança, não havendo, portanto, necessidade de solicitar ao fabricante um ajuste nos rotores da bomba da EE-2

7.1.5 - Dimensionamento da Estação Elevatória EE-3

O dimensionamento da Estação Elevatória (EE-3) foi realizado de acordo com a metodologia adotada para o dimensionamento da EE-1 e EE-2, conforme descrito nos itens anteriores. Os dados de projeto são os descritos a seguir:

- | | |
|---|-------------------------|
| - vazão total | 47,27 m ³ /h |
| - cota do N.A. mínimo de operação | 197,680 |
| - cota do N.A. máximo de operação | 197,020 |
| - altura manométrica | 72,49 mca |
| - comp. do recalque de água bruta (4º trecho) | 6 880 m |
| - número de bombas em funcionamento | 01 |
| - tempo de funcionamento | 12 horas |

7.1.5.1 - Curva Característica da Tubulação

Serão instaladas no Reservatório de Compensação R₂, que também funcionará como poço de sucção, 2 bombas centrífugas de eixo horizontal, sendo uma de reserva. Cada uma das bombas estará ligada a uma tubulação de ferro fundido e, através de um barrilete, unem-se a uma adutora de 150 mm de aço carbono. A adutora, após o barrilete, seguirá aérea por quase todo o percurso excetuando-se os trechos em que cruzar estradas e rachos, onde será enterrada com um recobrimento mínimo de 60 cm. A vazão de dimensionamento é

- vazão da bomba Q = 47,27 m³/h
- vazão da adutora Q = 47,27 m³/h

a) Perda de carga na sucção

O diâmetro recomendado para a tubulação de sucção da EE-3 é de 100 mm, diâmetro esse determinado para que a velocidade no seu interior não ultrapasse 2,0 m/s. Os comprimentos equivalentes para as peças especiais são

Peças especiais (d = 100 mm)	leq (m)
- 01 válvula de pé com crivo 150 mm (1,5 Øs)	37,50
- 01 redução normal 150 x 100 mm	0,90
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 toco de tubo 100 mm	0,70
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
01 toco de tubo 100 mm	1,50
- 01 redução excêntrica 100 x 65 mm	1,20

$$Dh_s = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{c} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times Leq,$$

sendo $c = 100$, tem-se

$$\bullet Dh_{s1} = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{100} \right)^{1,85} \times (0,10)^{-4,87} \times 7,20 \Rightarrow Dh_{s1} = 1\,133,12 Q^{1,85}$$

$$\bullet Dh_{s2} = 10,64 \times \left(\frac{Q_{lb}}{100} \right)^{1,85} \times (0,15)^{-4,87} \times 38,40 \Rightarrow Dh_{s2} = 839,90 Q^{1,85}$$

$$\bullet Dh_{st} = Dh_{s1} + Dh_{s2} \Rightarrow Dh_{st} = 1\,133,12 Q^{1,85} + 839,90 Q^{1,85} \Rightarrow Dh_{st} = 1.972,02 Q^{1,85}$$

b) Perda de carga no recalque até o início do 4º trecho da adutora de água bruta

A perda de carga no recalque será calculada desde a saída da bomba 1 até a extremidade ponta/flange de ligação do barrilete com o início da adutora de 150 mm

Peças especiais	leq (m)
- 01 ampliação normal 40 x 100 mm	1,20
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 toco de tubo 100 mm	0,50

- 01 curva 45° 100 mm	1,50
- 01 junção 100 mm	3,00
- 01 foco de tubo 100 mm	2,20
- 01 curva de 90° 100 mm	3,00
- 01 foco de tubo 100 mm	1,10
- 01 foco de tubo 100 mm	0,50
- 01 válvula de retenção 100 mm	10,00
- 01 registro de gaveta 100 mm	0,80
- 01 tê com redução 100 mm	6,50
- 01 foco de tubo 100 mm	0,50
- 01 ampliação normal 100 x 150 mm	1,80
- 01 extremidade 150 mm	0,40

$$Dh_r = 10,64 \times \left(\frac{Q_{1b}}{c} \right)^{1,85} \times D^{-4,87} \times Leq_{(total)}, \quad \text{sendo}$$

$$c = 100$$

$$Q_{1b} = \text{vazão de 1 bomba} = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

$Leq_{(total)}$ = comprimento equivalente no trecho de conexões de mesmo diâmetro

TABELA 7.8
PERDA DE CARGA NO RECALQUE ATÉ O INÍCIO DO 4º TRECHO DA ADUTORA

Q_{1b} (m ³ /h)	Leq (m)	D (m)	Dh _r
47,27	34,60	0,100	5 445,25 $Q^{1,85}$
47,27	2,20	0,150	48,06 $Q^{1,85}$
Total			5.493,31 $Q^{1,85}$

c) Perda de carga na adutora (Dh_A)

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/C)^{1,85} \times D^{-4,87} \times L_{total \text{ do trecho 1}}$$

sendo

$$L_{total \text{ do trecho 4}} = 6 880 \text{ m}$$

$$D = 0,15 \text{ m}$$

$$Q = 47,27 \text{ m}^3/\text{h}$$

Então

$$Dh_A = 10,64 (Q_{1b}/100)^{1,85} \times (0,15)^{-4,87} \times 6\,880$$

$$Dh_A = 150.302,30 Q^{1,85}, \text{ sendo } Q \text{ a vazão de 1 bomba}$$

d) Perda de carga total (Dh_T)

$$Dh_T = Dh_s + Dh_r + Dh_A$$

$$Dh_T = (1\,972,02 Q^{1,85} + 5\,493,31 Q^{1,85} + 150\,302,30 Q^{1,85})$$

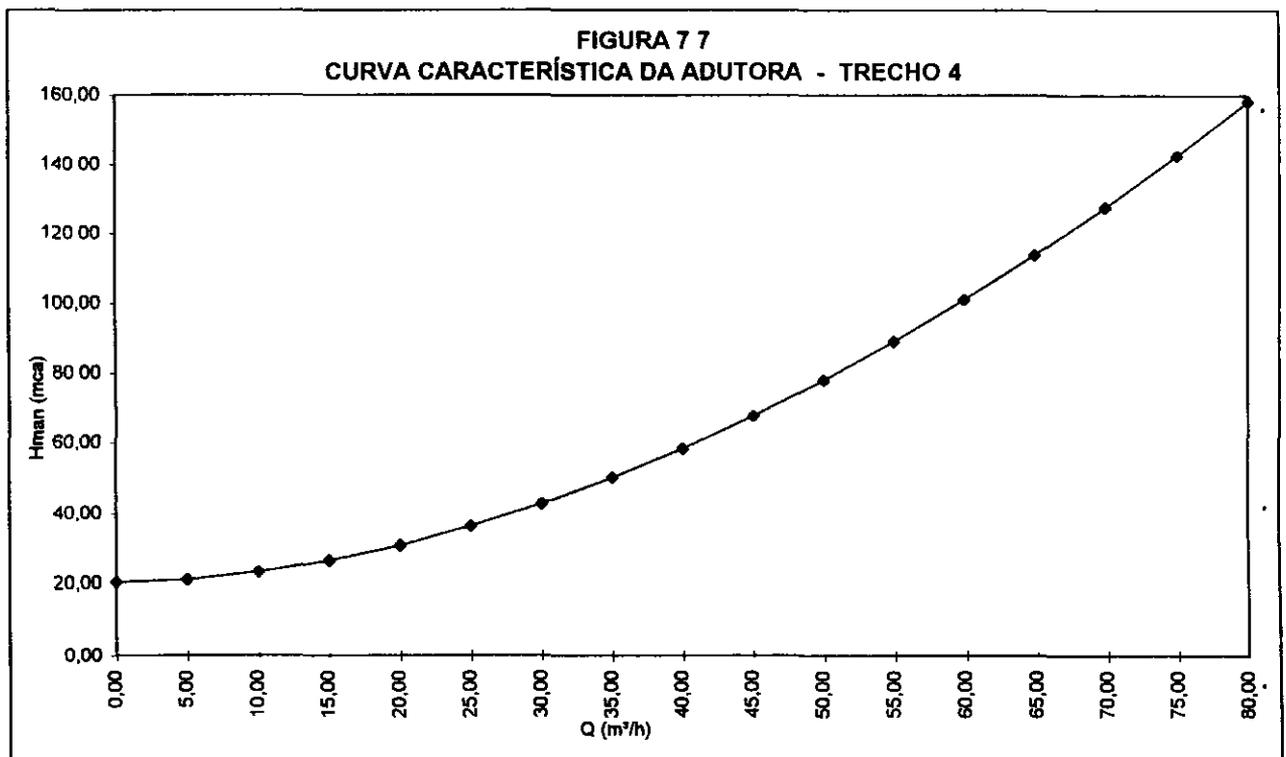
$$Dh_T = 157.767,63 Q^{1,85}$$

A Tabela 7.9 mostra a planilha de cálculo das perdas de carga da adutora desde o reservatório de compensação R₂ (EE-3) até a Estação de Tratamento D'água, com comprimento de 6.880 m, e também a curva característica da adutora considerando o desnível geométrico igual a 20,39 m. A Figura 7.7 mostra a curva característica da adutora.

TABELA 7.9

PERDAS DE CARGAS NA SUCÇÃO, NO BARRILETE E NA ADUTORA DESDE A BOMBA INSTALADA NO R₂ ATÉ O INÍCIO DO TRECHO 4 DA ADUTORA

Vazão em 1 Bomba		DH _s (mca)	DH _r (mca)	DH _A (mca)	DH _i (mca)	Vazão na Adutora (m³/h)	Hg (m)	Hman (mca)
(m³/h)	(m³/s)							
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,39	20,39
5,00	0,001	0,01	0,03	0,78	0,82	5,00	20,39	21,21
10,00	0,003	0,04	0,10	2,80	2,94	10,00	20,39	23,33
15,00	0,004	0,08	0,22	5,94	6,23	15,00	20,39	26,62
20,00	0,006	0,13	0,37	10,11	10,61	20,00	20,39	31,00
25,00	0,007	0,20	0,56	15,28	16,03	25,00	20,39	36,42
30,00	0,008	0,28	0,78	21,40	22,47	30,00	20,39	42,86
35,00	0,010	0,37	1,04	28,47	29,88	35,00	20,39	50,27
40,00	0,011	0,48	1,33	36,44	38,25	40,00	20,39	58,64
45,00	0,013	0,59	1,66	45,32	47,57	45,00	20,39	67,96
50,00	0,014	0,72	2,01	55,07	57,80	50,00	20,39	78,19
55,00	0,015	0,86	2,40	65,69	68,95	55,00	20,39	89,34
60,00	0,017	1,01	2,82	77,16	80,99	60,00	20,39	101,38
65,00	0,018	1,17	3,27	89,47	93,92	65,00	20,39	114,31
70,00	0,019	1,35	3,75	102,62	107,72	70,00	20,39	128,11
75,00	0,021	1,53	4,26	116,59	122,38	75,00	20,39	142,77
80,00	0,022	1,72	4,80	131,38	137,90	80,00	20,39	158,29

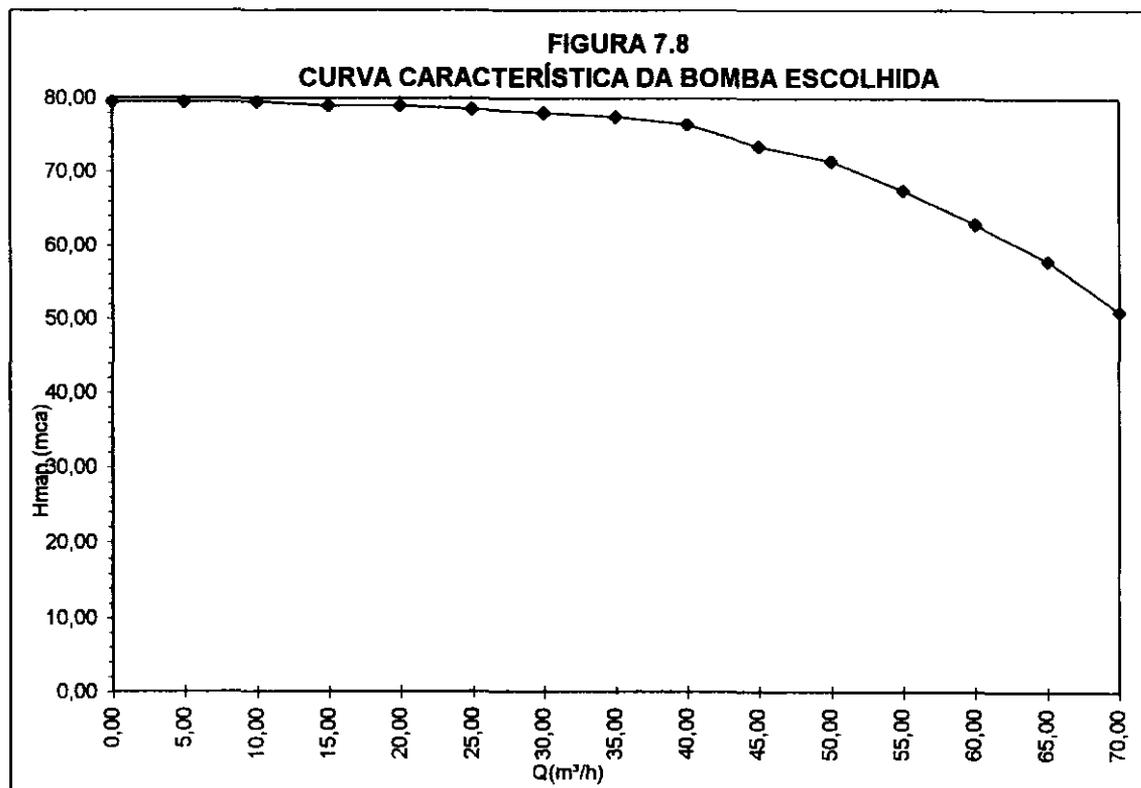


7.1.5.2 - Curva Característica da Bomba

A Tabela 7.10 e a Figura 7.8 mostram a curva característica fornecida pelo fabricante da bomba

TABELA 7.10
CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA

Vazão		Altura Manométrica (mca)
(m³/h)	(m³/s)	
0,00	0,000	79,50
5,00	0,001	79,50
10,00	0,003	79,50
15,00	0,004	79,00
20,00	0,006	79,00
25,00	0,007	78,50
30,00	0,008	78,00
35,00	0,010	77,50
40,00	0,011	76,50
45,00	0,013	73,50
50,00	0,014	71,50
55,00	0,015	67,50
60,00	0,017	63,00
65,00	0,018	58,00
70,00	0,019	51,00

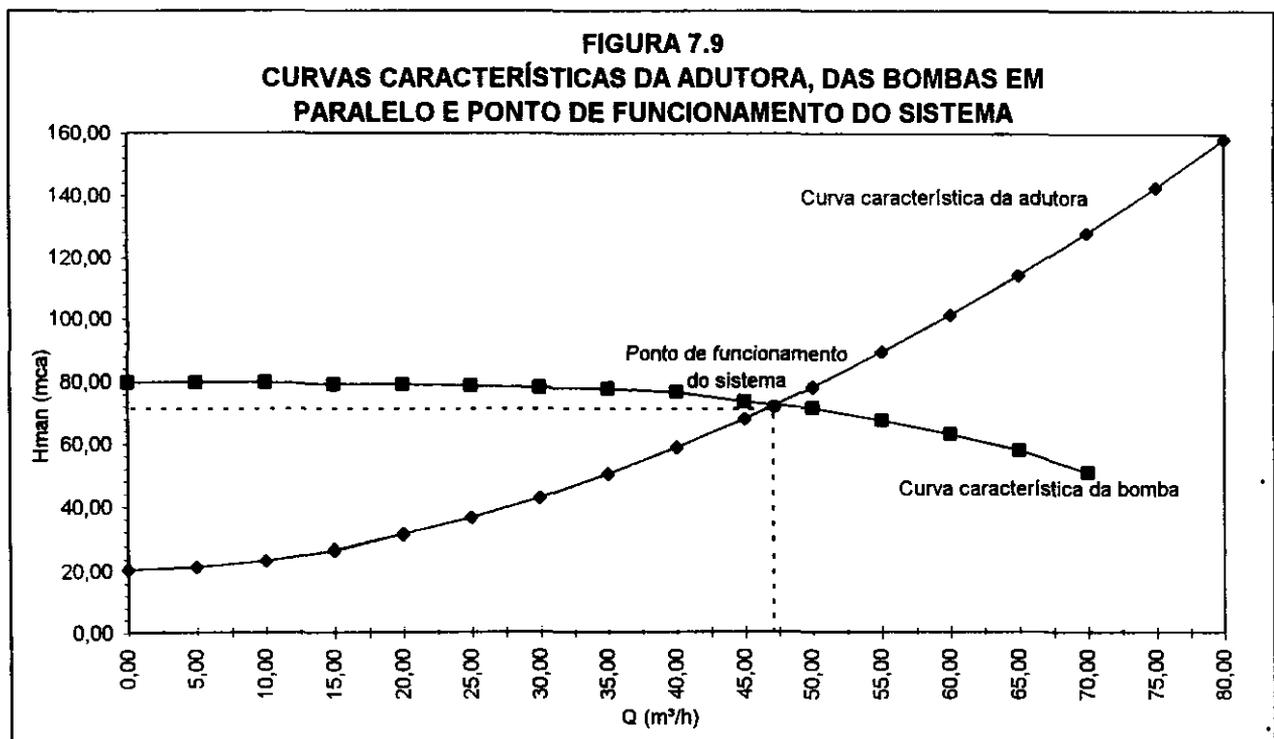


7.1.5.3 - Ponto de Funcionamento do Sistema

Na Tabela 7.11 e na Figura 7.9 encontram-se apresentadas as curvas características da adutora e da bomba

TABELA 7.11
CURVA CARACTERÍSTICA DA ADUTORA E DA BOMBA

Vazão na Adutora (m³/h)	Hman (Adutora) (mca)	Hman (Bombas) (mca)
0,00	20,39	79,50
5,00	21,21	79,50
10,00	23,33	79,50
15,00	26,62	79,00
20,00	31,00	79,00
25,00	36,42	78,50
30,00	42,86	78,00
35,00	50,27	77,50
40,00	58,64	76,50
45,00	67,96	73,50
50,00	78,19	71,50
55,00	89,34	67,50
60,00	101,38	63,00
65,00	114,31	58,00
70,00	128,11	51,00
75,00	142,77	-
80,00	158,29	-



Como pode ser visto na Figura 7.9, no ponto de funcionamento do sistema ter-se-á

- vazão total 47 m³/h
- altura manométrica 74 mca

A vazão e a altura manométrica estão muito próximas dos valores de projeto (Q = 47,27 m³/h e H = 72,49 mca), estando a favor da segurança, não havendo, portanto, necessidade de solicitar ao fabricante um ajuste nos rotores da bomba da EE-3

7.1.6 - Dimensionamento dos Reservatórios

A reservação do sistema se fará em duas unidades: um reservatório elevado existente de 35 m³ e um reservatório apoiado a ser construído ao lado da ETA na estaca 225 e cota 211,411 a 18 184 m do ponto de captação e a 1 900 m do reservatório elevado existente (estaca 1 020, cota do terreno natural igual a 193,034, cota da altura total igual a 209,034, cota de fundo do reservatório igual a 205,034 e cota do nível d'água máximo igual a 208,73)

- Cálculo do volume de reservação necessário

$$Q_1 = 12,50 \text{ l/s (dia de maior consumo, 12 horas } \rightarrow \text{ entrada no reservatório)}$$

$$Q_2 = 6,25 \text{ l/s (dia de maior consumo, 24 horas } \rightarrow \text{ saída do reservatório)}$$

A vazão de projeto é a do dia de maior consumo, portanto o volume diário aduzido será

$$V_1 = 12,50 \text{ l/s} \times 12 \times 3\,600 \text{ s} = 540\,000 \text{ l ou } 540 \text{ m}^3$$

Como a adutora de água tratada funcionará 24 horas e a estação de tratamento operará apenas 12 horas, o reservatório de contato da ETA funcionará, também, como reservatório de compensação. O volume de reservação necessário será

$$V_R = (Q_E - Q_S) \times t$$

$$V_R = (12,50 \text{ l/s} - 6,25 \text{ l/s}) \times 12 \text{ h}$$

$$V_R = 270\,000 \text{ l}$$

onde

Q_E = Vazão de entrada no reservatório

Q_S = Vazão de saída no reservatório

O volume do reservatório elevado existente no distrito de Feiticeiro é de 35 m³, funcionando como reserva de segurança do sistema de abastecimento d'água

Como o volume de reservação elevado não será ampliado e para que sejam atendidas as variações de demanda do abastecimento da localidade de Feiticeiro será necessário, portanto, um armazenamento de 270 m³

Este volume é superior a capacidade de armazenado correspondente a um terço do volume do dia de maior consumo (180 m³), satisfazendo a condição de segurança para abastecimento dos consumos normais e será armazenado em um reservatório apoiado localizado na área de tratamento do sistema (reservatório de contato da ETA), com as seguintes características construtivas

- Dimensões uteis
 - capacidade 270 m³
 - comprimento 15,80 m
 - largura 9,00 m
 - altura total 2,10 m
 - altura útil 1,90 m
- Níveis D'água
 - nível d'água máximo 214,42
 - cota de fundo do reservatório 212,52
 - cota do terreno natural 211,41
 - cota da altura total 214,62
- Material concreto armado
- Diâmetro das tubulações
 - alimentação Ø 150 mm
 - extravasor Ø 150 mm
 - descarga de fundo Ø 150 mm
 - saída para Reservatório Elevado Ø 150 mm

7.1 7 - Dimensionamento da Adutora de Água Tratada (Gravitária)

Utilizando a fórmula de Hazen-Willians para $D = 150$ mm, $C = 100$ e vazão de $6,25$ l/s, a perda de carga será igual a $0,19$ m/100 m

O desnível geométrico entre o reservatório apoiado e o reservatório elevado existente deverá ser igual a

$$hf = J \times L \Rightarrow hf = 3,61, \text{ considerando } 5,0\% \text{ de perdas localizadas, então}$$

$$hf = 1,05 \times 3,61 \Rightarrow hf = 3,79$$

Como a cota do nível d'água máximo do reservatório elevado existente é igual a $208,73$, a cota do nível d'água mínimo do reservatório apoiado (N_1) deverá ser de

$$hf = N_1 - N_2$$

$$N_1 = hf + N_2$$

$$N_1 = 3,79 + 208,73 \Rightarrow N_1 = 212,52$$

- Velocidade da adutora gravitária

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{\pi \times 0,15^2}{4} = 0,018 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,00625 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{0,00625}{0,018}$$

$$V = 0,35 \text{ m/s}$$

A velocidade calculada está dentro dos limites de velocidade mínima, geralmente fixada entre $0,25$ e $0,40$ m/s, para evitar deposições nas canalizações

8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO E LIMPEZA

000101

Os equipamentos de proteção e limpeza a serem instalados ao longo dos trechos da adutora e nas estações de bombeamento são

- registros de descarga, localizados nos pontos mais baixos que permitirão o esvaziamento de toda ou parte da tubulação, para limpeza e manutenção,
- ventosas de trílice função, nos pontos altos,
- válvulas antecipadoras de ondas, localizadas no início dos trechos em recalque,
- registros de fechamento lento, comandados eletricamente,
- válvulas de retenção, e
- blocos de ancoragem

8.1 - REGISTROS DE DESCARGA

Os registros de descarga permitem a evacuação da água por ocasião de reparos ou de manutenção da adutora. Esses são localizados em todos os pontos baixos, permitindo, assim, a sangria total ou parcial da adutora.

8.2 - VENTOSAS DE TRÍPLICE FUNÇÃO

As ventosas são peças essenciais à segurança da adutora, instaladas em todos os pontos altos, elas eliminam, de maneira contínua, o ar contido na tubulação.

Essas peças também têm a função de admitir quantidades suficientes de ar durante o esvaziamento da tubulação, evitando, assim, a formação de sifões, bem como auxiliar na minoração do golpe de aríete.

8.3 - REGISTROS DE FECHAMENTO LENTO

Esses registros colocados no final das tubulações gravitárias são de suma importância para o bom funcionamento do sistema. Sua finalidade é manter o trecho de montante sempre cheio, fechando automaticamente quando as eletrobombas forem desligadas, ou quando faltar energia.

8.4 - VÁLVULAS DE RETENÇÃO

Destinam-se à proteção das instalações hidráulicas de recalque contra o refluxo de água, assim como da manutenção da coluna d'água na tubulação quando da paralisação das eletrobombas.

8.5 - VÁLVULAS ANTECIPADORAS DE ONDAS

Este equipamento localizado no início dos trechos em recalque, perto das estações de bombeamento, tem como finalidade proteger os equipamentos hidráulicos das ondas de choque ou "golpe de arrete", provocados pelos transientes hidráulicos, quando da parada brusca das bombas. Foram previstas duas unidades por trecho, montadas em paralelo à adutora, por medida de segurança, permitindo, também, a sua manutenção sem interromper o fluxo da água.

8.6 - BLOCOS DE ANCORAGEM

As ancoragens são blocos de concreto que absorvem os esforços originados nas mudanças de direção da adutora. Face a grande variação de pressão existente ao longo da tubulação, os blocos de ancoragem foram agrupados por faixas de pressão e por tipo de peça. No Capítulo 11 deste relatório está apresentada a Memória de Cálculo dos Blocos de Ancoragem, com as dimensões de cada bloco-tipo para as diferentes faixas de pressão.

9 - PROJETO ELÉTRICO

9.1- INTRODUÇÃO

Esta memória de cálculo visa dimensionar as subestações e equipamentos elétricos destinados às estações de bombeamento EE-1, EE-2 e EE-3 do Projeto Executivo da Adutora de Feiticeiro.

As subestações transformadoras, classe 15 kV, serão instaladas ao tempo e em poste de concreto armado, padrão COELCE (subestação aérea em estrutura TR). Estas subestações estarão interligadas ao sistema de suprimento da COELCE através da LDR-Jaguaribe/Mapuá/Feiticeiro que fornecerão energia aos motores das bombas, em tensão 380 V.

Os motores elétricos serão acionados por chaves de comando automático para partida autocompensada, de acordo com padrões FNS. Estas chaves de comando também protegerão os motores contra sobrecarga, curto-circuito e falta de fase, além do controle do nível de água, que acionarão os motores em caso de nível máximo e mínimo, através de chave bóia com contatos de mercúrio.

Os motores das estações EE-2 e EE-3 serão totalmente fechados e grau de proteção IP-54 mínimo. Os motores da estação EE-1 serão do tipo blindado para operação submersa e grau de proteção IP-68 mínimo. As chaves e quadros de comando elétrico que acionarão os motores terão grau de proteção IP-44 mínimo.

As casas de bombas terão iluminação artificial adequada de modo a permitir operação e manutenção noturna.

O projeto prevê a construção de ramais em derivação da linha de distribuição rural (LDR) Jaguaribe/Mapuá/Feiticeiro, para alimentarem as subestações EE-1, EE-2 e EE-3, satisfazendo os padrões de estrutura da COELCE.

Na construção dos ramais serão utilizados postes em concreto armado duplo T nos esforços de 150 e 300 kgf.

O cabo condutor será o cabo de alumínio - 4 AWG CAA - com carga de ruptura de 800 kg.

9.2 - POTÊNCIA DAS SUBESTAÇÕES

9.2.1 - Estação EE-1 (captação)

- Carga Instalada

A carga instalada prevista será de 02 (dois) motores elétricos trifásicos sendo 01 (um) efetivo e 01 (um) reserva

Características do motor - 25 CV

• potencial nominal	25 CV
• tensão nominal	380 V
• corrente nominal	37 A
• frequência	60 Hz
• fator de potência	0,93
• rendimento	0,83
• rotação	3 500 rpm

- Potência da Subestação

A potência da subestação transformadora será

$$P_{SE} = \frac{25 \times 0,736}{0,93 \times 0,83} = 23,8 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 30 kVA - 13 800/380/220 V (padrão COELCE)

Nota Em nenhuma hipótese, os motores não devem operar em paralelo, simultaneamente

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

S_{fase} 3 x 16 mm² (1 condutor por fase - 750 V - PVC)

S_{neutro} 1 x 16 mm² (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- Proteção Primária

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 1,88 \text{ A}$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV - 5 kA - 100 A com elo fusível de 2 A(2H)

- Proteção Secundaria

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

Será utilizado um disjuntor geral de 60 A - 5 kA - 380 V

9.2.2 - Estação EE-2

- Carga Instalada

A carga instalada prevista será de 02 (dois) motores elétricos trifásicos, sendo 01 (um) efetivo e 01 (um) reserva

Características do motor - 40 CV

• potencial nominal	40 CV
• tensão nominal	380 V
• corrente nominal	60 A
• frequência	60 Hz
• fator de potência	0,92
• rendimento	0,89
• rotação	3 500 rpm

- Potência da Subestação

A potência da subestação transformadora será

$$P_{SE} = \frac{40 \times 0,736}{0,92 \times 0,89} = 36 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 45 kVA - 13 800/380/220 V (padrão COELCE)

Nota Em nenhuma hipótese, os motores não devem operar em paralelo, simultaneamente

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0,38} = 68,3 \text{ A}$$

S_{fase} 3 x 25 mm² (1 condutor por fase - 750 V - PVC)

S_{neutro} 1 x 25 mm² (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- Proteção Primária

$$I_p = \frac{45}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 2,82 \text{ A}$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV - 5 kA - 100 A com elo fusível de 3 A(3H)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{45}{\sqrt{3} \times 0,38} = 68,3 \text{ A}$$

Será utilizado um disjuntor geral de 100 A - 5 kA - 380 V

9.2.3 - Estação EE-3

- Carga Instalada

A carga instalada prevista será de 02 (dois) motores elétricos trifásicos sendo 01 (um) efetivo e 01 (um) reserva

Características do motor - 25 CV

• potencial nominal	25 CV
• tensão nominal	380 V
• corrente nominal	37 A
• frequência	60 Hz
• fator de potência	0,93
• rendimento	0,83
• rotação	3 500 rpm

- Potência da Subestação

A potência da subestação transformadora será

$$P_{SE} = \frac{25 \times 0,736}{0,93 \times 0,83} = 23,8 \text{ kVA}$$

Será instalada uma subestação - tipo poste - de 30 kVA - 13 800/380/220 V (padrão COELCE)

Nota Em nenhuma hipótese, os motores não devem operar em paralelo, simultaneamente

- Condutores Secundários

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

S_{fase} 3 x 16 mm² (1 condutor por fase - 750 V - PVC)

S_{neutro} 1 x 16 mm² (1 condutor neutro - 750 V - PVC)

- Proteção Primária

$$I_p = \frac{30}{\sqrt{3} \times 13,8} \times 1,5 = 1,88 \text{ A}$$

Será utilizada chave fusível - 15 kV - 5 kA - 100 A com elo fusível de 2 A(2H)

- Proteção Secundária

$$I_s = \frac{30}{\sqrt{3} \times 0,38} = 45,6 \text{ A}$$

Será utilizado um disjuntor geral de 60 A - 5 kA - 380 V

9.3 - MOTORES ELÉTRICOS

Dimensionamento de condutores, proteção e acionamento

9.3.1 - Motor 40 CV

- Corrente nominal 60 A
- Condutores • S_{fase} 3 x 16 mm² (1 condutor por fase - 750 V - PVC)

- Proteção
 - S_{proteção} 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú)
 - fusível tipo NH - 80 A - 500 V
 - relé bimetálico de sobrecarga, faixa de regulagem 50 a 63 A, ajuste 60 A
- Partida
 - chave automática autocompensadora taps 65/80% - 380 V - 30 kW

9.3.2 - Motor 25 CV

- Corrente nominal 37 A
- Condutores
 - S_{fase} 3 x 16 mm² (1 condutor por fase - 750 V - PVC)
 - S_{proteção} 1 x 16 mm² (1 condutor cobre nú)
- Proteção
 - fusível tipo NH - 50 A - 500 V
 - relé bimetálico de sobrecarga, faixa de regulagem 32 a 50 A, ajuste 37 A
- Partida
 - chave automática autocompensadora taps 65/80% - 380 V - 20 kW

10 - ESTUDO DO GOLPE DE ARIETE

10.1 - INTRODUÇÃO

A análise de transitórios 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 de sistema 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 transitórios 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 permitir a determinação do sistema de proteção mais adequado sob o ponto de vista hidráulico e econômico.

10.2 - O SISTEMA COMPUTACIONAL

Para se equacionar o problema acima exposto foi empregado um sistema computacional bastante conhecido. Trata-se de um programa desenvolvido na linguagem FORTRAN. O sistema permite que a partir das características do sistema (diâmetro, comprimento, alturas manométricas e cotas), se obtenha os valores da evolução do golpe enquanto este se processa até sua estabilização.

10.3 - ANÁLISE DOS TRANSITÓRIOS

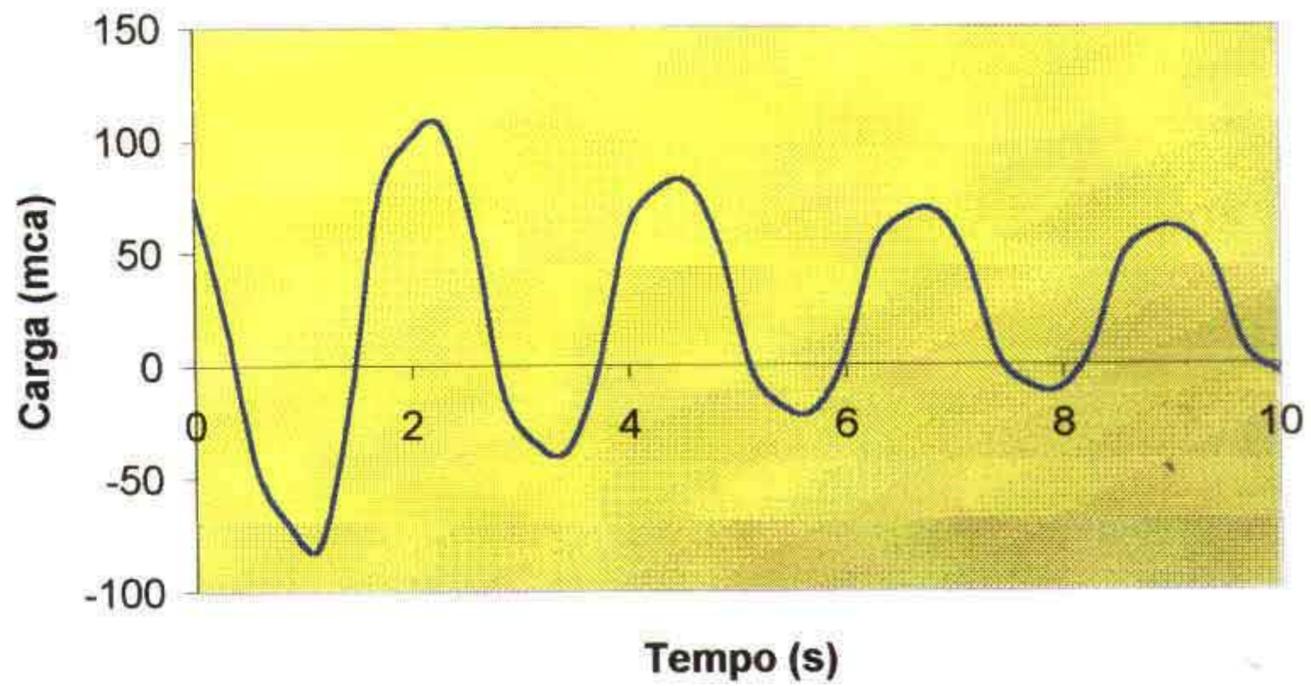
Conforme já descrito anteriormente o sistema de adução está composto basicamente de 03 estações de bombeamento, denominadas de EE-1, EE-2 e EE-3. A análise dos transitórios hidráulicos foi realizada para cada um dos sistemas independentemente utilizando o sistema já mencionado.

Foi simulado o fenômeno nos seus primeiros dez segundos com finalidade de se obter os valores máximos e mínimos, que é o que mais interessa.

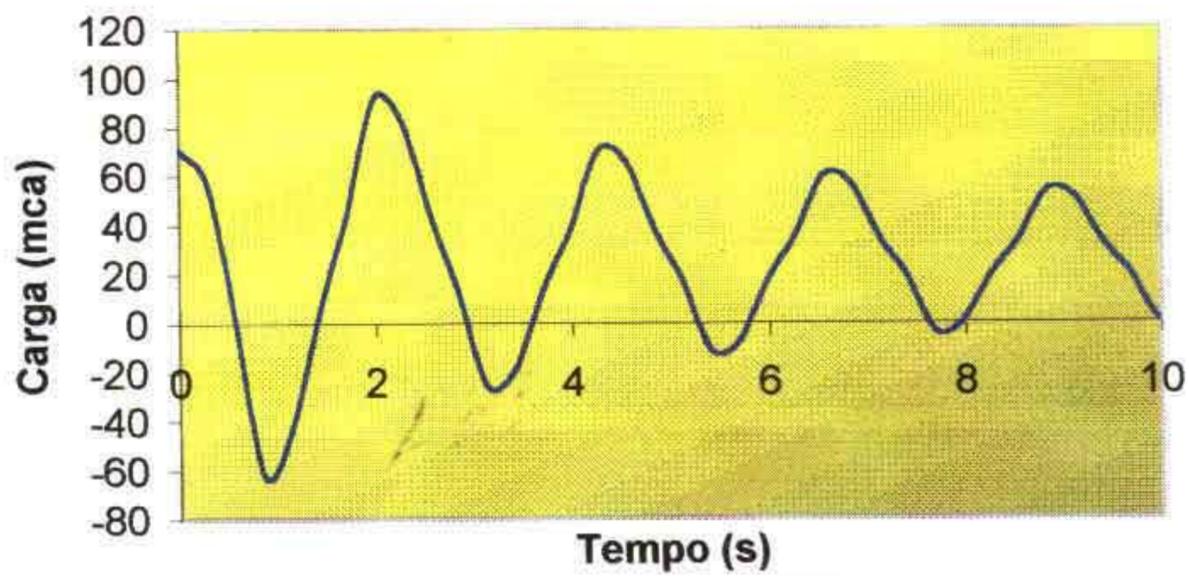
Considerou-se o sistema operando sem nenhum dispositivo de proteção (a favor da segurança) e a partir dos valores gerados pelo programa traçou-se os gráficos mostrados a seguir. Neles pode-se notar evolução do golpe em cada um dos três trechos nas seções na bomba e no meio do trecho.

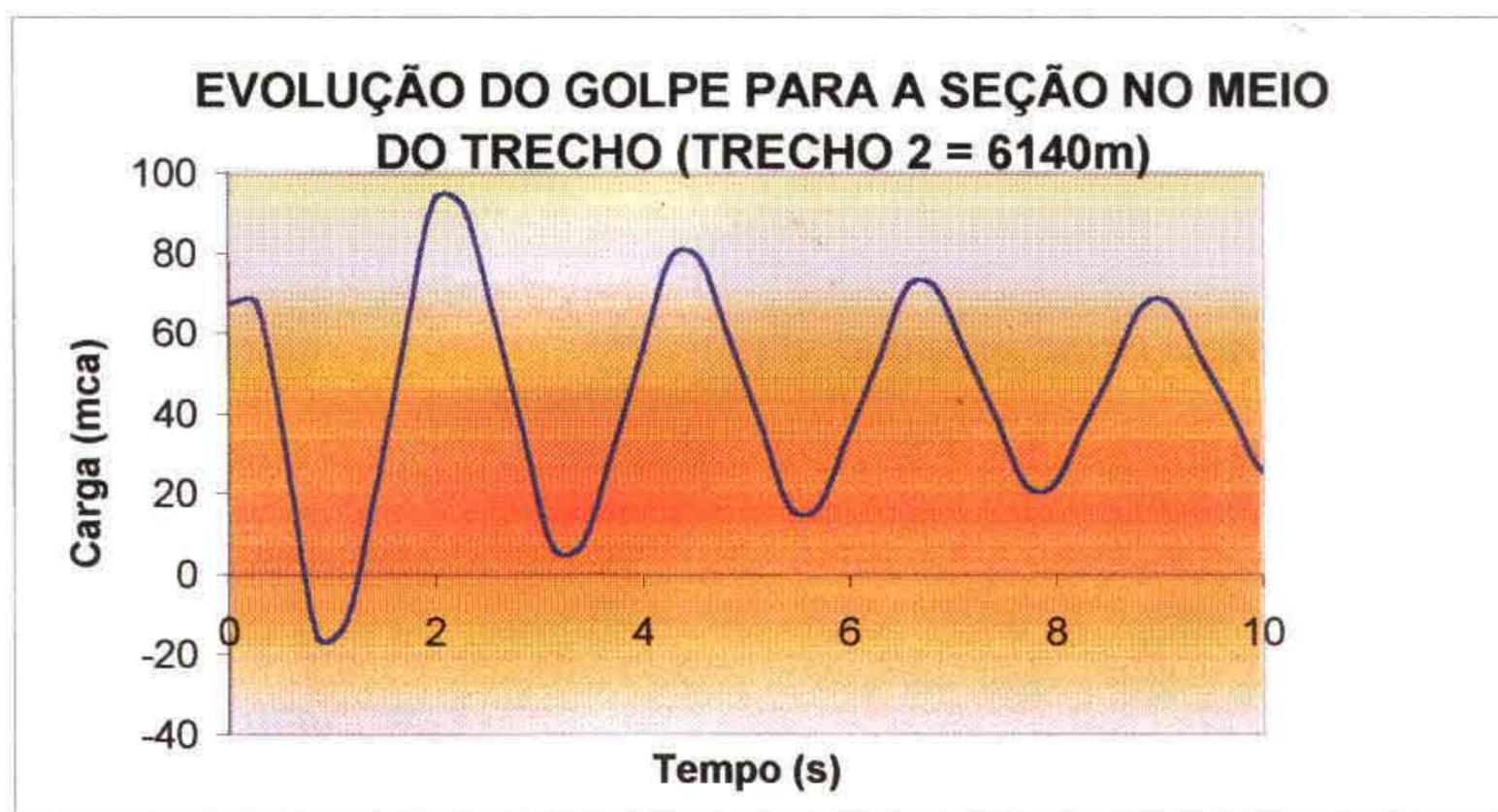
Sabe-se que a tubulação para o projeto pode trabalhar com a pressão máxima de 200 mca e pressão de colapso de -90 mca, portanto o sistema está protegido com folga dos efeitos danosos do golpe, já que com a instalação das ventosas de triplice função especificadas para o projeto, os valores máximos e mínimos encontrados pelo programa deverão ser ainda menores

EVOLUÇÃO DO GOLPE PARA A SEÇÃO NA BOMBA (TRECHO 1 = 7380m)

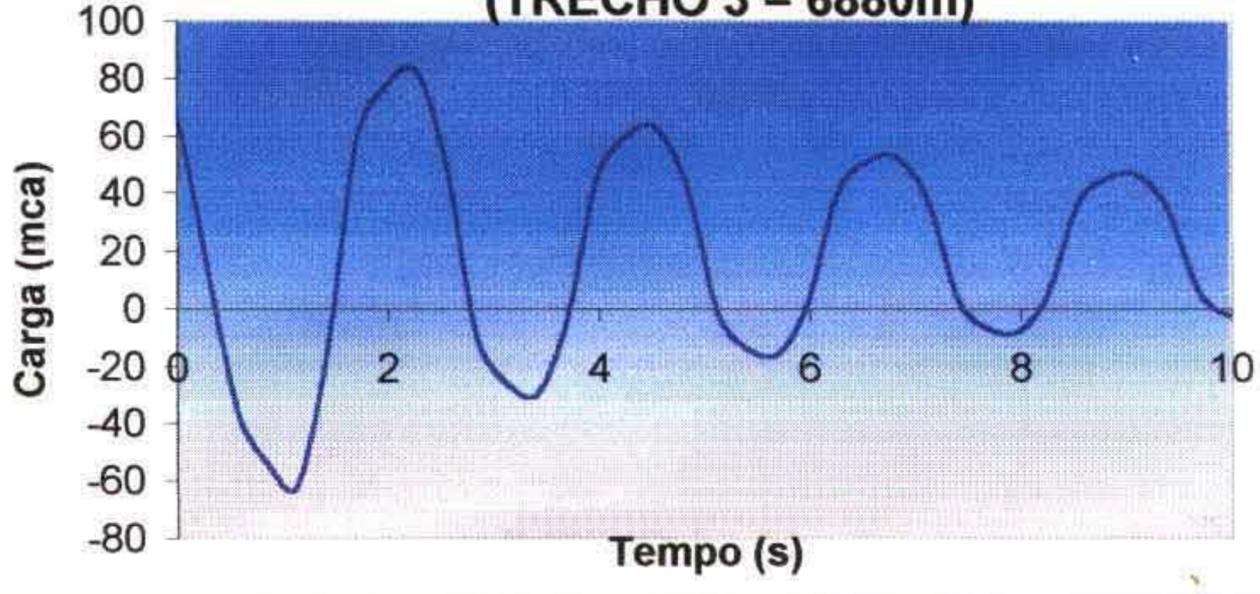


EVOLUÇÃO DO GOLPE PARA A SEÇÃO NO MEIO DO TRECHO (TRECHO 1 = 7380M)

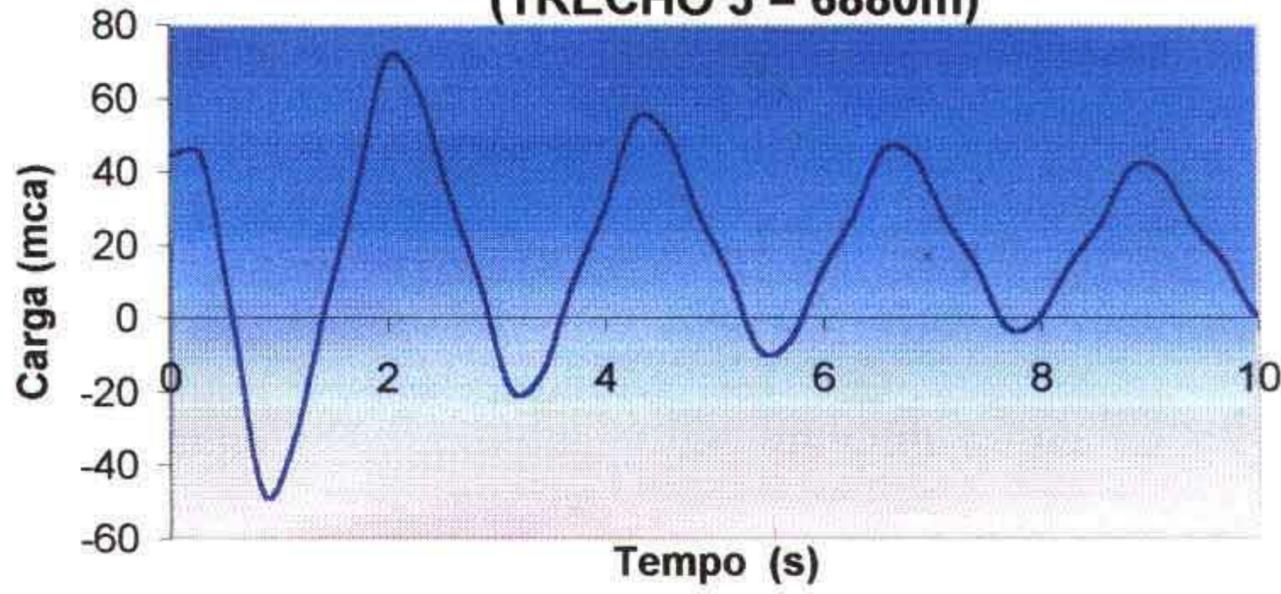




EVOLUÇÃO DO GOLPE NA BOMBA (TRECHO 3 = 6880m)



EVOLUÇÃO DO GOLPE NO MEIO DO TRECHO (TRECHO 3 = 6880m)



ANEXO - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE
COORDENAÇÃO REGIONAL DO CEARÁ
SERVIÇO DE SANEAMENTO
UNIDADE REGIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA
A - INFORMAÇÕES GERAIS

Amostra n° 65 Reg N° 53/97
 Local da Colheita Área de captação
 Localidade Mapuá Município Jaguaribe UF Ce
 Data da Colheita 14/08/97 Hora 08:50
 Chegada ao Laboratório 15/08/97 Data/Hora 17:00
 Início da Análise _____ Data/Hora _____
 Volume 100+1000 ml
 Responsável pela Colheita Farm. Bioq. Delaide S. D. Lourenço

B - RESULTADO DOS ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Cor <u>7.5</u> uH	Turbidez <u>1,1</u> uT
Sabor <u>N.0</u>	Odor <u>N.0</u>
Temp Ambiente <u>32,0</u> °C	Temp Amostra <u>27,2</u> °C
OD. <u>9,49</u> mg/l	Sal. <u>0,01%</u>
Cloretos <u>43,0</u> mg/l Cl	Manganês _____ mg/l
Cromo total _____ mg/l	Nitratos <u>presença</u> mg/l
Cobre <u>Calcio</u> <u>27,5</u> mg/l	Nitritos <u>ausência</u> mg/l
Ferro total <u>0,4</u> mg/l	Sólidos totais dissol <u>195,5</u> mg/l
Fluoretos <u>0,96</u> mg/l	Sulfato _____ mg/l SO4
Alcalinidade total <u>88,0</u> mg/l	pH <u>7,37 / 8.2</u>
Dureza total <u>46,0</u> mg/l CaCO3	COND. <u>0.393</u> ms/cm

Determinações eventuais:

Ohs.

Conclusão

14/08/97 às 08:50 C - ANÁLISE BACTERIOLÓGICA 71
 Residual de cloro: 2,3 mg/l
 Volume filtrado: 10ml

1. Contagem bacterias heterotroficas em placa.
 Colônias a °C

2. Coliformes totais. N M P/100ml LEIO NC MF/100ml

3. Coliformes fecais N M P/100ml NC MF/100ml

CONCLUSÃO : Amostra de acordo com padrao bacteriologico de potabilidade.

Obs.: Métodos de análise baseados na edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - publicação APHA, AWWA, WPCF

Fortaleza, 09 de 19 97
 Responsável Técnico Dra Delaide Sampaio Dias Lourenço
 Farmaceutica-Bioquímica
 CRF 1394 — SIAPE 1034081

000118

MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE
COORDENAÇÃO REGIONAL DO CEARÁ
SERVIÇO DE SANEAMENTO
UNIDADE REGIONAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA
A - INFORMAÇÕES GERAIS

Amostra n.º 88 Reg. N.º 53/97
Local da Colheita Calha Parshall
Localidade Jaguaribe Município Jaguaribe UF Ce
Data da Colheita 14/08/97 Hora 11:45
Chegada ao Laboratório 15/08/97 Data/Hora 17:00
Início da Análise _____ Data/Hora _____
Volume 100+1000 ml
Responsável pela Colheita Farm. Riq. Delaide S. D. Lourenço

B - RESULTADO DOS ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Cor <u>7,5</u> uH	Turbidez <u>/ 2,3</u> uT
Sabor <u>N.0</u>	Odor <u>N.0</u>
Temp. Ambiente <u>29,0</u> °C	Temp Amostra <u>29,2</u> °C
OD. <u>8,63</u> mg/l	Sol. <u>0,01%</u>
Cloretos <u>41,0</u> mg/l Cl	Manganês _____ mg/l
Cromo total _____ mg/l	Nitratos <u>presença</u> mg/l
XXXX Cálcio <u>26,0</u> mg/l	Nitritos <u>ausência</u> mg/l
Ferro total <u>0,11</u> mg/l	Sólidos totais dissol <u>189,5</u> mg/l
Fluoretos <u>0,86</u> mg/l	Sulfato _____ mg/l SO4
Alcalinidade total <u>86,0</u> mg/l	pH <u>7,74 / 7,6</u>
Dureza total <u>85,0</u> mg/l CaCO3	COND. <u>0,344</u> ms/cm

Determinações eventuais:

Obs.:

Conclusão

14/08/97 às 11:45 C - ANÁLISE BACTERIOLÓGICA 77

1 Contagem bacterias heterotroficas em placa
Colônias a °C Residual de cloro: in natura
Volume filtrado: 50 a 10%

2. Coliformes totais: N.M P/100ml 120 NC MF/100ml

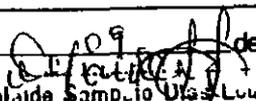
3. Coliformes fecais: N.M.P/100ml NC.MF/100ml

CONCLUSÃO: Amostra não atende padrão bacteriológico de potabilidade.

Obs.: Métodos de análise baseados na edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - publicação APHA, AWWA, WPCF

Fortaleza, 08 de _____ de 19 97

Responsável Técnico


Dra. Delaide Sampaio Dias Lourenço
Farmaceutica-Bioquímica
CRF 1304 — SIAPE 1034081

000119

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE JAGUARIBE - CEARÁ

FICHA DE COLETA DE AMOSTRA

Pedida por: Portaria nº 36 de 19 de Janeiro de 1990
 Cidade, Vila ou Localidade: Jaguaribe
 Município: Jaguaribe
 Local e descrição da fonte: Chegada da água in natura na ETA. Amostra colhida na calha PARSHALL.
 Volume: 100 cc. Método da coleta: Imersão
 Colhida por: Maria José Diógenes Pinheiro - Operador de ETA.
 Natureza da amostra: IN NATURA
 Aspecto da água: Turva Tipo de manancial: Rio
 Data da coleta: 04.02.97 Hora: 9:00
 Chegada ao laboratório: 04.02.97 Hora: 9:25
 Início dos Exames: 04.02.97 Hora: 14:10

DETERMINAÇÕES EM CAMPO

Cloro residual: - PH: 7,9
 Temp. ambiente: 29 °C Temp. amostra: 31 °C

ANÁLISE BACTERIOLÓGICA - COLIMETRIA

TESTE PRESUNTIVO

Quant. em cc	10	10	10	10	10	1	1	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C. Lact. 24 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
C. Lact. 48 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-

TESTE CONFIRMATIVO

Quant. em cc	10	10	10	10	10	1	1	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
V. brilhante 24 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
V. brilhante 48 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+

C;E;Ø 24h - - - - -

N.M.P. (Número mais provável) por 100 cc: 426

Condições do exame bacteriológico: Realizado pelo método dos tubos múltiplos.

Coliformes Totais e Coliformes Fecais.

Observações: AMOSTRA Nº 03 REGISTRO Nº 03

O N.M.P de coliformes fecais é <2

CONCLUSÃO: Amostra não atende padrão bacteriológico de potabilidade.

[Assinatura]

Assinatura

000120