

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

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

TOMO V - ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

GOVERNO DO ESTADO



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 V - ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA

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

NOVEMBRO - 1997

Lote 00427 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº 0059/05
Volume _____
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

0059/05

22



SUMÁRIO

SUMÁRIO

Página

1 - APRESENTAÇÃO ...	5
2 - INTRODUÇÃO.	7
2 1 - GENERALIDADES	8
2 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	8
2 3 - ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO	9
3 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE	11
3 1 - ANTECEDENTES	12
3 2 - SISTEMA ATUAL	12
4 - PREMISSAS E VAZÕES DO PROJETO ...	19
4 1 - PREMISSAS DO PROJETO	20
4 1 1 - <i>Considerações Gerais</i>	20
4 1 2 - <i>Parâmetros Adotadas</i>	20
4 2 - VAZÕES DE PROJETO (ÁGUA BRUTA)	21
4 2 1 - <i>Vazão Média</i>	21
4 2 2 - <i>Vazão no Dia de Maior Consumo (q₁)</i>	21
4 3 - CÁLCULO DAS VAZÕES DE DEMANDA (ÁGUA TRATADA)	22
4 3 1 - <i>Vazão Média</i>	22
4 3 2 - <i>Vazão no Dia de Maior Consumo (q₁)</i>	22
4 3 3 - <i>Vazão na Hora de Maior Consumo (q₂)</i>	22
4 3 4 - <i>Vazão no Dia e na Hora de Maior Consumo (q₁₂)</i>	22
4 4 - SÉRIES EVOLUTIVAS DA POPULAÇÃO, DEMANDA, VAZÕES DE PROJETO E VOLUMES BOMBEADOS	22
4 5 - DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO ECONÔMICO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	22
5 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PROPOSTO.....	25
5 1 - JUSTIFICATIVA DO PROJETO PROPOSTO	26
5 2 - TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR	27
5 3 - CAPTAÇÃO	27

5 4 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	27
5 5 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)	28
5 6 - RESERVATÓRIO SEMI-APOIADO	30
5 7 - ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA	31
5 8 - RESERVATÓRIO ELEVADO EXISTENTE	31
6 - FONTE HÍDRICA DO PROJETO32
7 - QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO35
8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS - CONCEPÇÃO DO PROJETO	37
8 1 - GENERALIDADES	38
8 2 - ALTERNATIVAS DE CAPTAÇÃO	38
8 2 1 - Alternativa C ₁	38
8 2 2 - Alternativa C ₂	40
8 2 3 - Justificativa da Alternativa de Captação Escolhida	40
8 3 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CONCEPÇÃO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	42
8 3 1 - Generalidades	42
8 3 2 - Alternativa AD ₁	43
8 3 3 - Alternativa AD ₂	45
8 3 4 - Alternativa AD ₃	45
8 3 5 - Alternativa AD ₄	48
8 3 6 - Alternativa AD ₅	48
8 3 7 - Justificativa da Alternativa Seleccionada	48
 ANEXOS	
ANEXO I - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA	
ANEXO II - DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO	
ANEXO III - MAPA DO TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR PROPOSTO	

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 documento se constitui no Relatório de Concepção do Sistema de Abastecimento D'água de Feiticeiro, tendo o desenvolvimento dos serviços sido pautado nos critérios e diretrizes técnicas estabelecidas pelo Termo de Referência elaborado pela SRH, seguindo as Normas Técnicas da ABNT e outras normas internacionais utilizadas no Brasil, além dos procedimentos normativos aprovados pela CAGECE/CETESB e experiência da SRH no desenvolvimento de projetos dessa natureza

Neste relatório foram estudadas alternativas de captação, adução e bombeamento e foi preconizado um tratamento para a água disponível, além do pré-dimensionamento dos reservatórios e uma síntese da operação do sistema

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

2.1 - GENERALIDADES

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 devera 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

2.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

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 21 - 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

2.3 - 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 2.1, a seguir

QUADRO 2.1
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

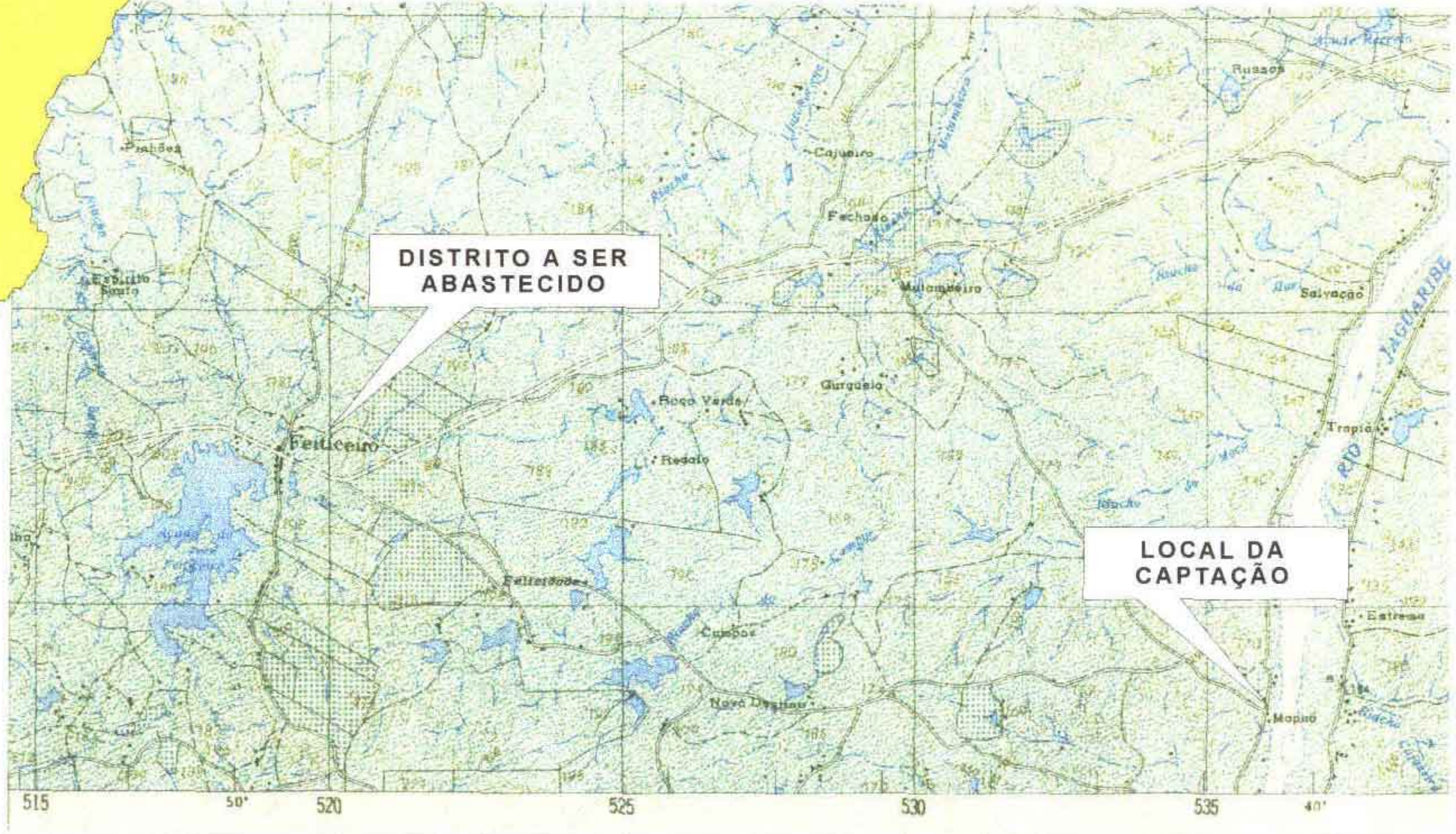
FONTE: IBGE

(*) Contagem realizada

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



FIGURA 2.1
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO



3 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

3.1 - ANTECEDENTES

O primeiro sistema de abastecimento 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 e 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 possui trecho com DN 50 mm de cimento amianto com extensão de 723 m e outro trecho com DN 75 mm e 396 m extensão.

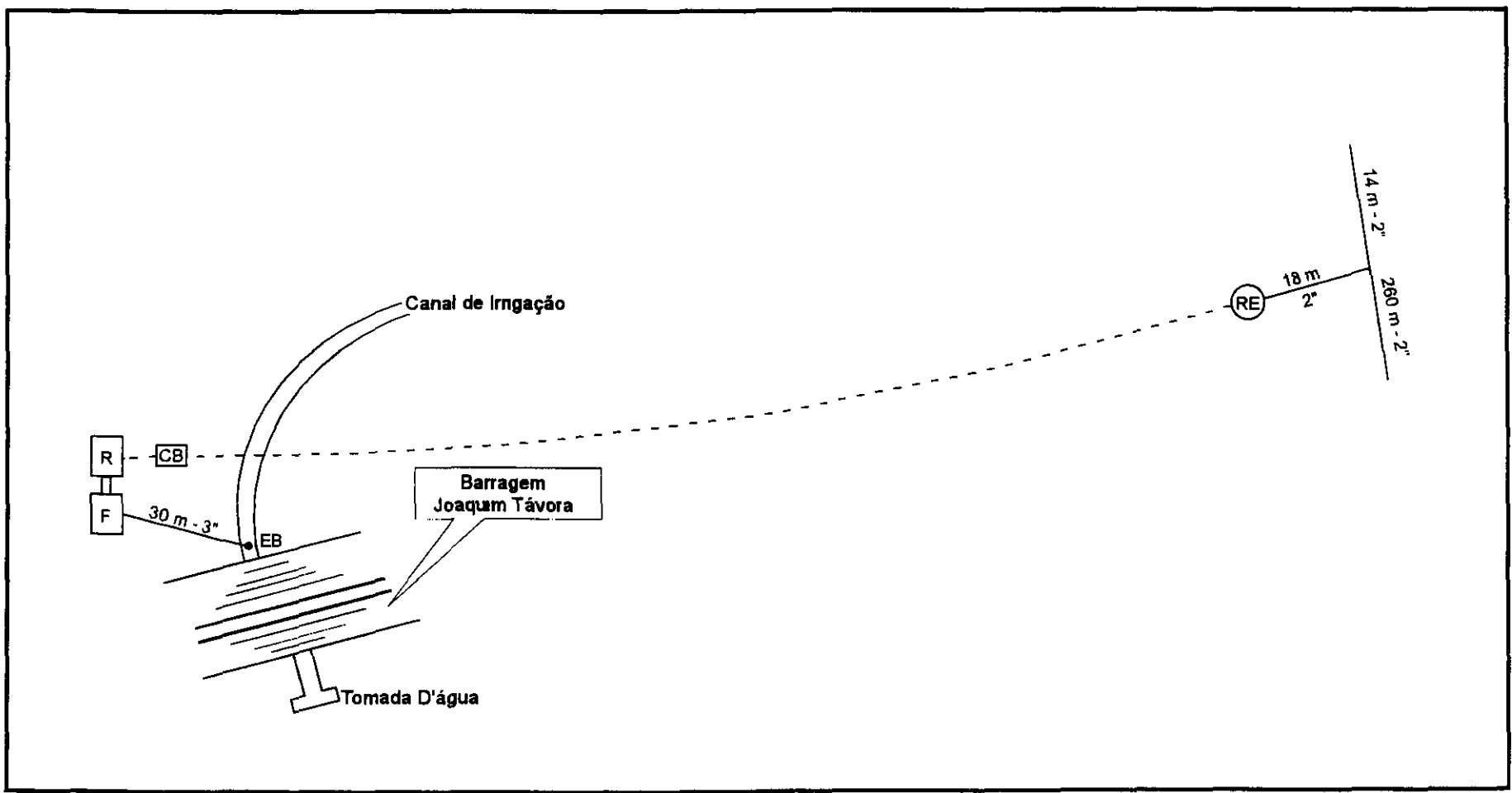
A Figura 3.1, apresentada a seguir, mostra o croqui com o desenho esquemático do sistema de abastecimento d'água implantado pelo DNOCS no distrito de Feiticeiro.

3.2 - 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 galena 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 3.1
ESQUEMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA IMPLANTADO PELO DNOCS NO DISTRITO DE FEITICEIRO



De acordo com as informações 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
 $Q = 2,86 \ell/s$
 $H_{man} = 10$ mca
- Adutora de Água Bruta $L = 67$ m
 horas de funcionamento 16 h
 $Q = 2,86 \ell/s$
 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_r
 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
 - sobrepessão 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
- Numero 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 3.2 mostra o desenho esquemático do projeto do atual sistema de abastecimento d'água Feiticeiro, gerenciado pelo SAEE/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 3.3 mostra o desenho esquemático do sistema implantado

FIGURA 3.2
ESQUEMA DO ATUAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PROJETADO PARA O DISTRITO DE FEITICEIRO

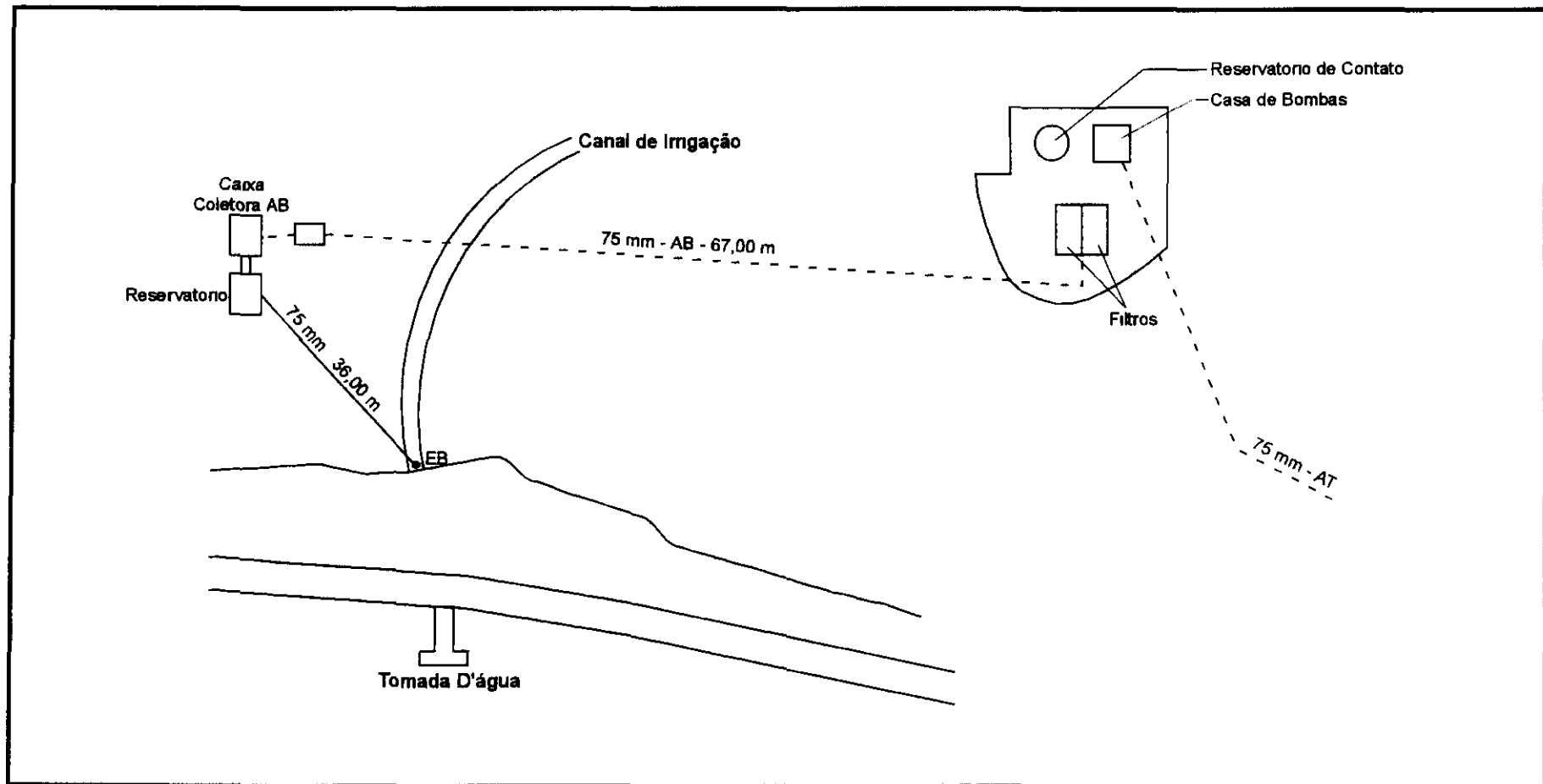
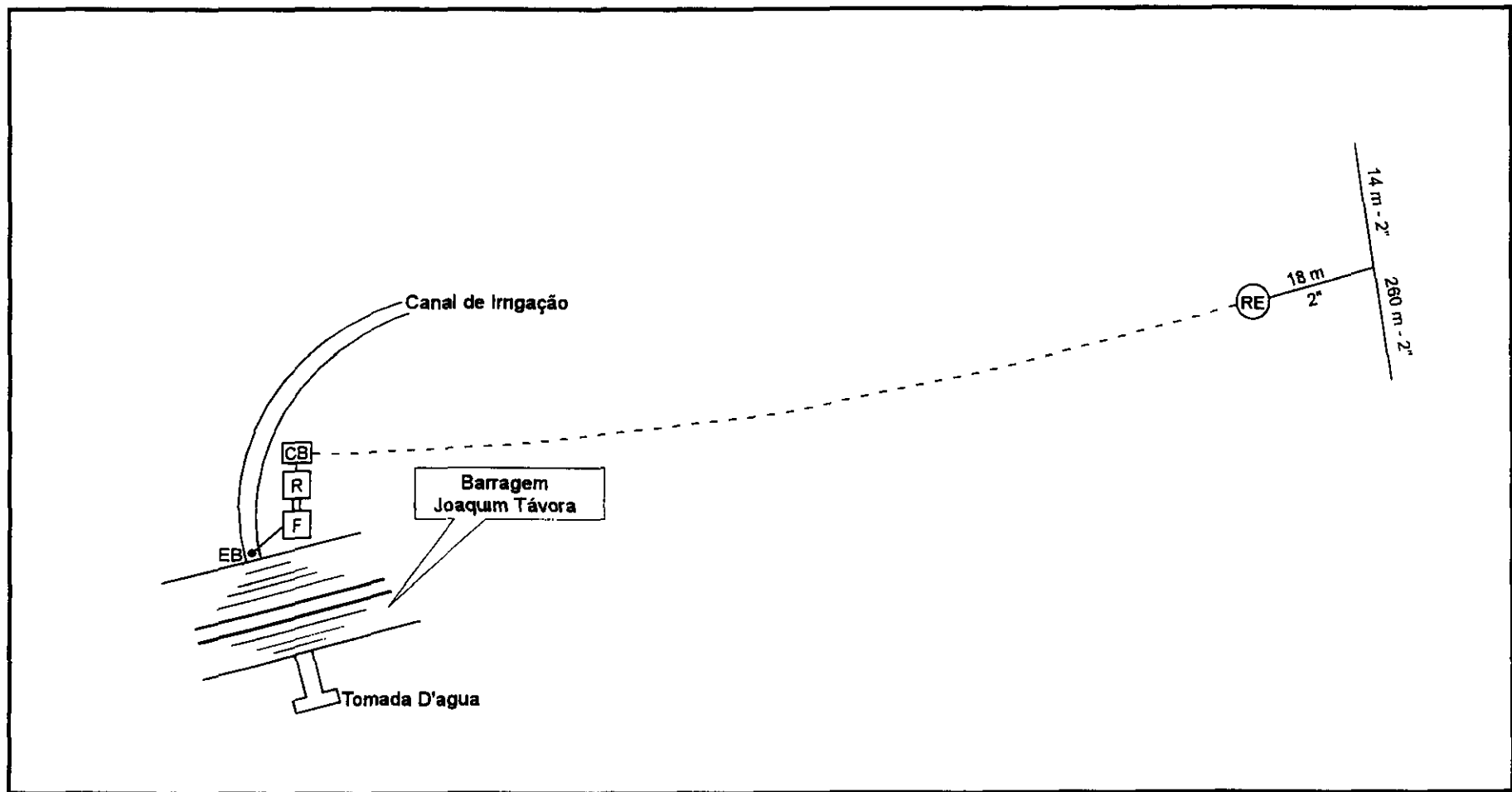


FIGURA 3.3
ESQUEMA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA IMPLANTADO E GERENCIADO PELO SAAE/FNS NO DISTRITO DE FEITICEIRO



4 - PREMISSAS E VAZÕES DO PROJETO

4.1 - PREMISSAS DO PROJETO

4.1.1 - 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

4.1.2 - 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	$k_2 = 1.25$
- Numero 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

4.2 - 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

4.2.1 - Vazão Média

$$Q = \frac{1,0 \times 3\ 000 \times 150}{43.200} \Rightarrow Q = 10,42 \text{ ℓ/s}$$

4.2.2 - 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 numero de horas de funcionamento das Estações Elevatórias e ETA foi determinado observando-se o horario 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

4.3 - 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

4.3.1 - Vazão Média

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

4.3.2 - Vazão no Dia de Maior Consumo (q_1)

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

4.3.3 - Vazão na Hora de Maior Consumo (q_2)

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

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

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

4.4 - 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

4.5 - DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO 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),

QUADRO 4.1
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 (m ³ x 10 ⁶)
				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 Per capita (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

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

D = diâmetro econômico da tubulação, em metros

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

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

5 - O SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA PROPOSTO

5.1 - 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 Tavora, 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.

No estudo de alternativas 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 deverá considerar 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 deverá ser 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,
- considerar o menor número possível de estações elevatórias,
- a previsão do funcionamento do sistema adutor de água tratada e de distribuição deverá ser de 24 h,
- como o sistema de tratamento é precário, não satisfazendo a demanda atual, deverá o mesmo ser redimensionado, bem como ser 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 deverão ser consideradas as alterações no regime, mudanças de curso e estado de assoreamento do rio Jaguaribe, fonte hídrica do projeto,
- a tubulação adotada deverá ser de aço carbono

5.2 - TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR

Na planta em anexo é apresentado o traçado do sistema adutor proposto, que foi definido com base nas cartas do Projeto de Desenvolvimento Fundiário Nacional, Projeto Nordeste, convênio INCRA/Estado do Ceará/SUDENE (escala 1:10 000), folhas DA-43, DA-44, DB-44, DB-45, DC-45 e DC-46 e em visita de campo realizada

Sempre que possível, procurou-se margear a estrada carroçável existente que liga o distrito de Feiticeiro ao distrito de Mapuá, no município de Jaguaribe, o que facilitará não só a manutenção da adutora como também reduzirá os custos de desapropriação ao longo do eixo

5.3 - CAPTAÇÃO

A captação do sistema de abastecimento d'água de Feiticeiro será localizada no rio Jaguaribe, no distrito de Mapuá. A vazão de captação será de 47,27 m³/h, considerando 5,0% de perdas no tratamento. Será adotado o esquema de uma bomba de reserva. A seleção do modelo de captação e do tipo de bomba escolhido encontra-se apresentadas no Estudo de Alternativas-Concepção do Projeto, objeto de capítulo posterior

5.4 - ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Para aduzir água do rio Jaguaribe até a câmara de carga da estação de tratamento d'água, deverá ser implantada uma linha adutora de 18 184 m de extensão, diâmetro de 150 mm e cujo material da tubulação é o aço carbono. Devido ao tipo de material adotado para a tubulação e ao resultado do estudo geotécnico do eixo adutor que apresentou rocha aflorando em praticamente toda a extensão, definiu-se que a adutora será aérea, ancorada a cada 3,0 m, excetuando-se os trechos em que a adutora cruzará a estrada e riachos, devendo a mesma ser enterrada com um recobrimento mínimo de 60 cm. Ao longo do sistema adutor serão instalados dispositivos

anti-golpe de arrete. O Perfil Esquemático da Adutora de Feiticeiro é apresentado na Figura 5.1, a seguir.

5.5 - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA (ETA)

A atual estação de tratamento de água encontra-se funcionando com a sua capacidade máxima, mas não atende a totalidade das ligações existentes. Será, portanto, necessária a sua ampliação, de forma a atender todo o período de horizonte do projeto. Devido a mudança da fonte hídrica do sistema de abastecimento d'água de Feiticeiro do açude Joaquim Távora para o rio Jaguaribe, a ETA existente, localizada logo a jusante do citado açude, deverá ser transferida.

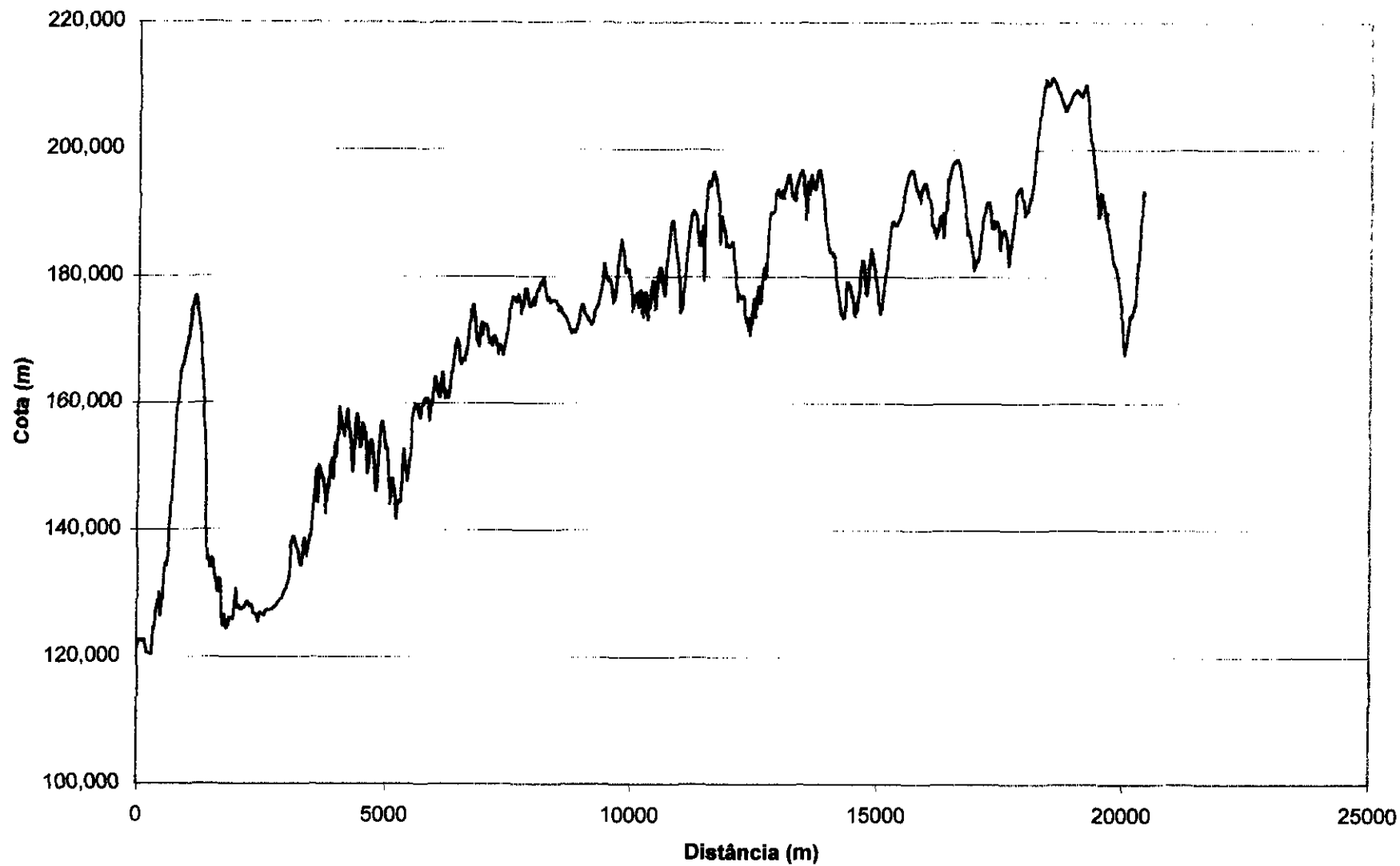
O tratamento de água aduzida por este sistema será feito na ETA a ser construída, próximo ao reservatório de apoio localizado a 1.900,0 m do reservatório elevado existente no distrito de Feiticeiro. Para tanto, esta ETA, a ser construída, deverá constar de uma casa de química, uma câmara de carga, filtro e reservatório de contato, que será o próprio reservatório apoiado projetado para funcionar como reservatório de compensação do sistema adutor.

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

A água coagulada no mecanismo de neutralização de cargas entra na parte inferior do filtro, numa câmara central, de onde através de difusores especiais, é distribuída uniformemente na camada de pedregulho, na qual ocorrem, fundamentalmente, as operações de floculação por contato e a sedimentação resultando uma espécie de manto de lodo, responsável principal pelo elevado desempenho do filtro. Na areia, o princípio lógico da filtração é mantido, já que a água com 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, microrganismos em geral e partículas coloidais.

Figura 5.1 - Perfil Esquemático da Adutora de Feiticeiro



O resultado da filtração ascendente no filtro, é a produção econômica da água com características que, consistentemente, atendem ao Padrão Brasileiro de Potabilidade de 23/01/90

De acordo com as características, físico-químicas da água a ser tratada (ver análise apresentada no Anexo I), serão utilizados filtros de fluxo ascendente que vêm sendo largamente aplicados como unidade completa de tratamento, isto é, para clarificação e filtração sem unidades anteriores e posteriores. As vantagens desse processo sobre os demais são menor custo de implantação, simplicidade operacional, e menor consumo de produtos químicos

Os filtros serão utilizados para tratamento de água cuja cor apresenta 7,5 UH e turbidez igual a 1,1 UT, após receber o tratamento com os filtros, a água deverá apresentar-se dentro dos padrões de potabilidade

A lavagem dos filtros, será realizada através de reservatório elevado ou por conjunto eletrobomba que permitam uma velocidade de lavagem de 0,8 a 1,0 m/min, pressão de entrada da tubulação de 11 a 14 mca e tempo de lavagem de 08 a 10 minutos

A dosagem de produtos químicos na água sera feita mediante kits de preparação e dosagem, após succionados dos tanques de preparo das respectivas soluções, será adicionada a água bruta para coagulação, através do sulfato de alumínio e coadjuvante quando necessário

Para a desinfecção, deve ser utilizado o cloro. As dosagens corretas serão determinadas por teste de jarro (JARTEST), determinações de cor, turbidez, pH e cloro residual

A caracterização das unidades do sistema de tratamento d'água será feita quando do detalhamento do Projeto Executivo

5.6 - RESERVATÓRIO SEMI-APOIADO

Será construído um reservatório semi-apoiado com capacidade de armazenamento correspondente a um terço do volume do dia de maior consumo, oferecendo razoável segurança para abastecimento dos consumos normais. Este reservatório operará, também, com o reservatório de contato da ETA

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

$$VR = 1/3 \times 12,50 \text{ l/s} \times \frac{43.200}{1000} = 180 \text{ m}^3$$

Os cálculos de dimensionamento da reservação do sistema de abastecimento d'água serão realizados quando da elaboração do detalhamento do Projeto Executivo

5.7 - ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

A adutora de água tratada prevista para ser implantada em uma única etapa, interligará o reservatório semi-apoiado da ETA ao reservatório elevado existente no centro do distrito de Feiticeiro. A adutora de água tratada processará o fluxo gravitariamente.

Os dados e características básicas do dimensionamento e o perfil hidráulico das condições operacionais desta adutora para o horizonte de 20 anos encontram-se apresentados no detalhamento do Projeto Executivo.

5.8 - RESERVATÓRIO ELEVADO EXISTENTE

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. A título de fornecer uma maior segurança ao sistema para o período de alcance do projeto, poderá ser implantada no trecho final da adutora de água tratada, uma estação elevatória tipo "booster", junto ao reservatório elevado existente, caso seja verificada a necessidade de garantir que toda a rede de distribuição opere no seu "ponto ótimo" de funcionamento. Este reservatório, devido a sua pequena capacidade de reservação, funcionará apenas como piezômetro, dando condições de atender às pressões requeridas pelo sistema de abastecimento d'água da sede do distrito. Com o objetivo de diminuir os gastos de implantação do projeto, não será ampliada, portanto, a capacidade de reservação elevada de Feiticeiro.

6 - 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

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

QUADRO 6.1
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 6.2
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.

7 - QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO

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 as 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

8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS - CONCEPÇÃO DO PROJETO

8.1 - 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

8.2 - 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
- Alternativa C₂ construção de poços tubulares no leito do rio, com a instalação de bombas submersas, a partir de um canal de aproximação

8.2.1 - Alternativa C₁

Esta alternativa é composta de uma captação flutuante situada no rio Jaguaribe, próximo ao distrito de Mapuá, a partir de um canal de chegada escavado no leito natural do rio, conduzindo água da margem direita do rio até o poço de sucção localizado na sua margem esquerda, onde seria instalada 01 (uma) bomba flutuante. Para a garantia do sistema de abastecimento d'água seria adquirida 01 (uma) bomba de reserva, que ficaria no almoxarifado, substituindo a bomba ativa no caso de problemas funcionais. A vantagem deste tipo de solução é resolver os problemas da operação da captação devido a ocorrência de uma grande variação entre a cota do nível d'água mínimo e a cota do nível d'água máximo, em torno de 7.0 m, e da existência de cheias no rio Jaguaribe.

A Figura 8.1 apresenta o desenho esquemático desta alternativa de captação.

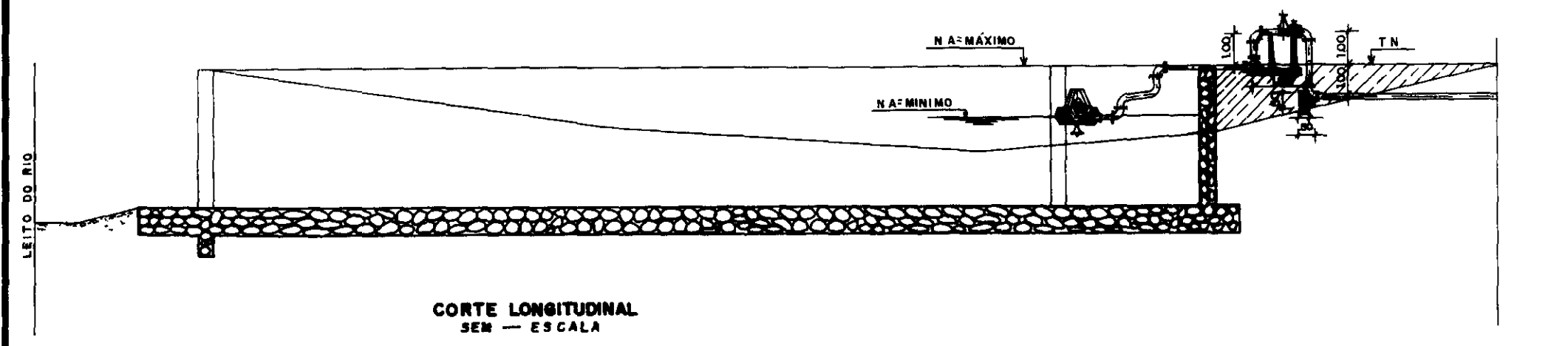
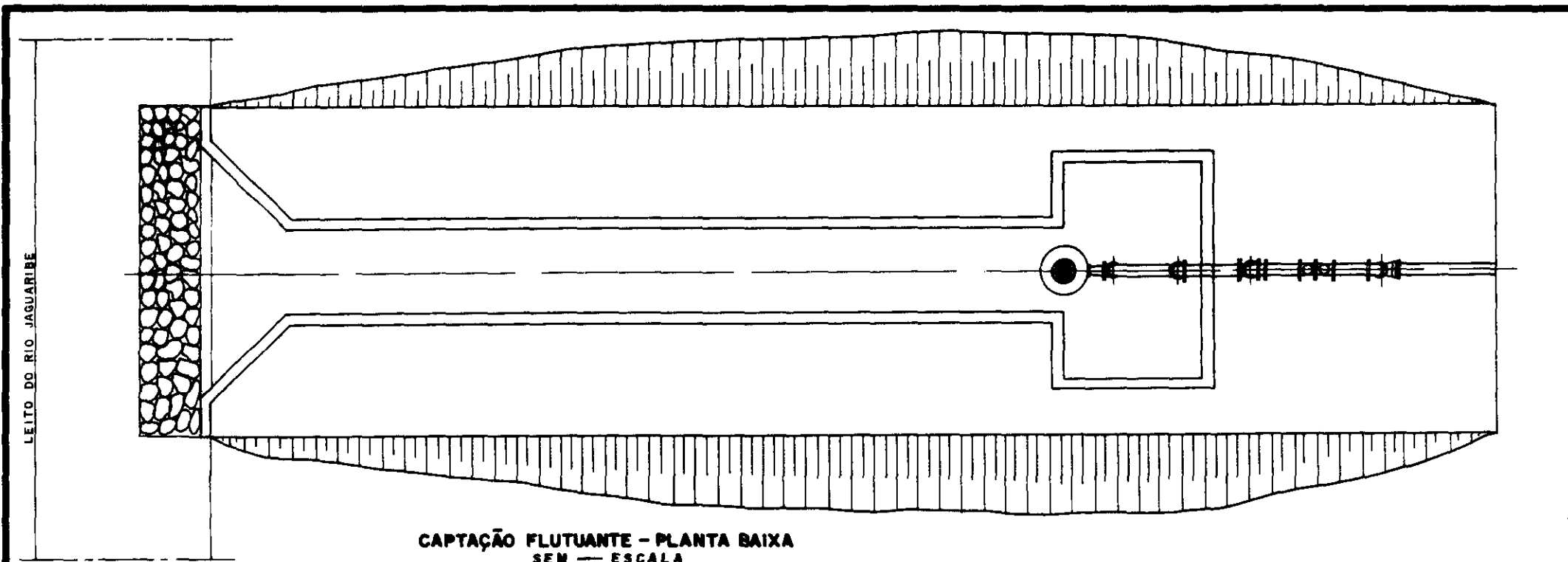


FIGURA 81
DESENHO ESQUEMÁTICO
DA CONCEPÇÃO DA ALTERNATIVA C1

8.2.2 - Alternativa C₂

Nesta alternativa foi estudada uma captação que consiste em um canal escavado no leito natural do rio e transversal ao fluxo do mesmo com 315,0 m de comprimento e que conduzira a água da margem oposta até os poços de sucção das bombas, tendo em vista que a estação de bomba principal (EE-1) está situada na parte interna de uma das curvas do rio, ficando, portanto, localizada na margem oposta onde se desenvolve o fluxo normal do rio

Os poços de sucção das bombas estão assentados na cota mínima 114,762 ou em cota maior, desde que atinja a rocha, constituindo-se de duas câmaras individuais (1 para cada bomba), com diâmetro interno de 1,50 m. A vazão de recalque é de 47,27 m³/h, fornecidas por cada uma das duas bombas instaladas, sendo uma ativa e uma de reserva. As bombas são do tipo submersas.

A potência a ser fornecida para a EE-1 virá de uma subestação elétrica a ser instalada próxima ao rio Jaguaribe. A estação de bombeamento funcionará 12 horas diárias.

A Figura 8.2 apresenta o desenho esquemático desta concepção de captação.

8.2.3 - Justificativa da Alternativa de Captação Escolhida

Na escolha da solução mais viável de captação para a adutora de Feticheiro, 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.

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.

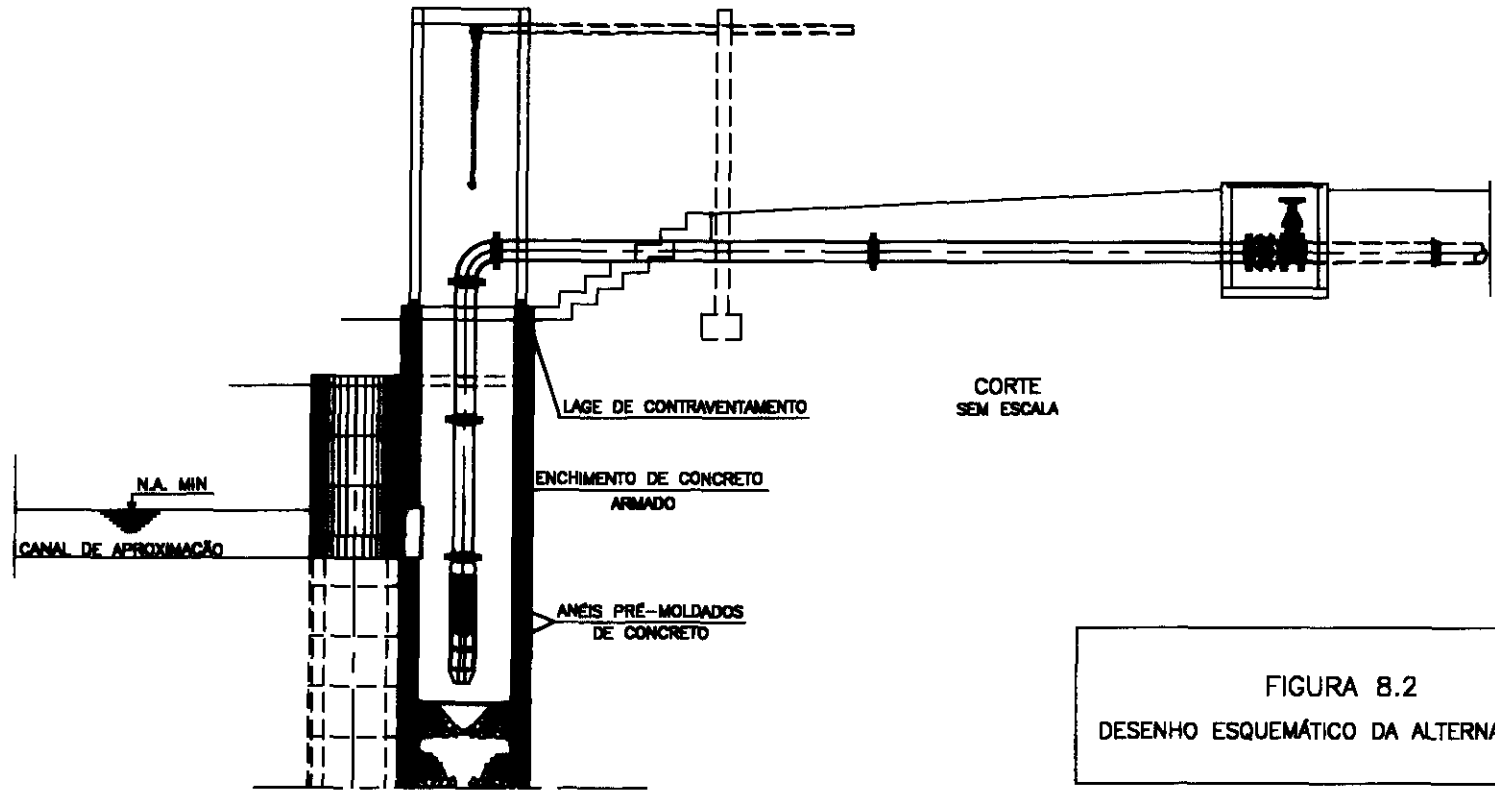
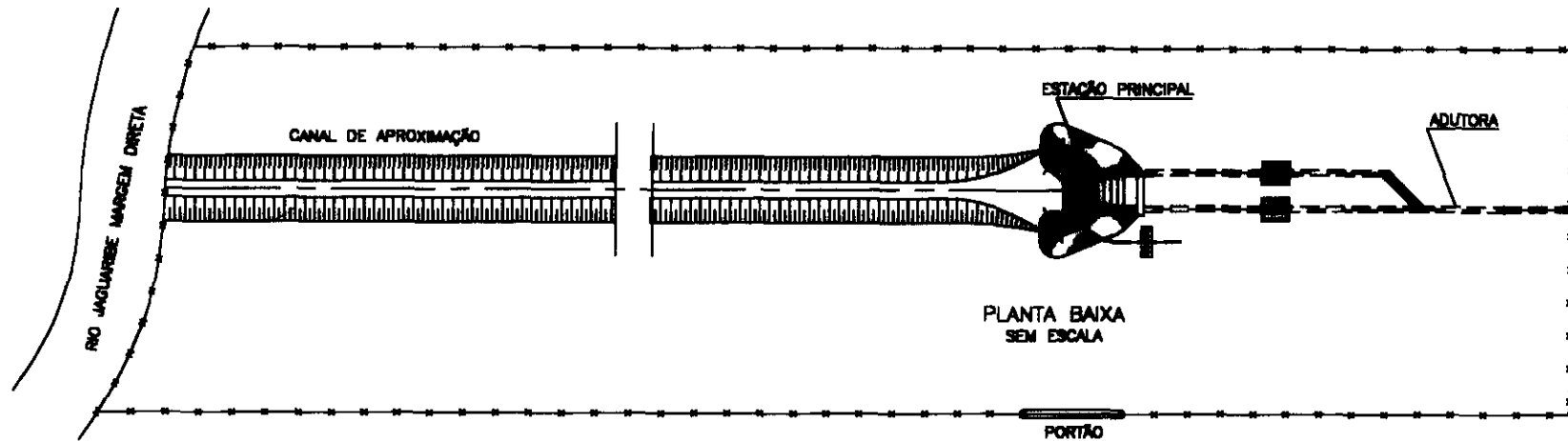


FIGURA 8.2
 DESENHO ESQUEMÁTICO DA ALTERNATIVA C2

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 Feiticeiro, 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 fotográfica apresentada no Anexo II, retrata a situação atual do rio Jaguaribe no local de captação do sistema adutor para o abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro, avaliada pela equipe técnica de elaboração do projeto, auxiliando na definição da alternativa adotada.

8.3 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE CONCEPÇÃO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

8.3.1 - Generalidades

Após a seleção do diâmetro econômico da adutora, foram avaliadas quatro alternativas de concepção do sistema adutor, no que se refere, principalmente ao número de estações elevatórias a serem construídas. As figuras 8.3 a 8.7 apresentam os desenhos esquemáticos das cinco 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 confiabilidade 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 na cota mais alta do 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 na cota mais alta do 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 semi-apoiado, situados na cota mais alta do trecho final do perfil da adutora, e, a partir daí, a adutora de água tratada será gravitória
- 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

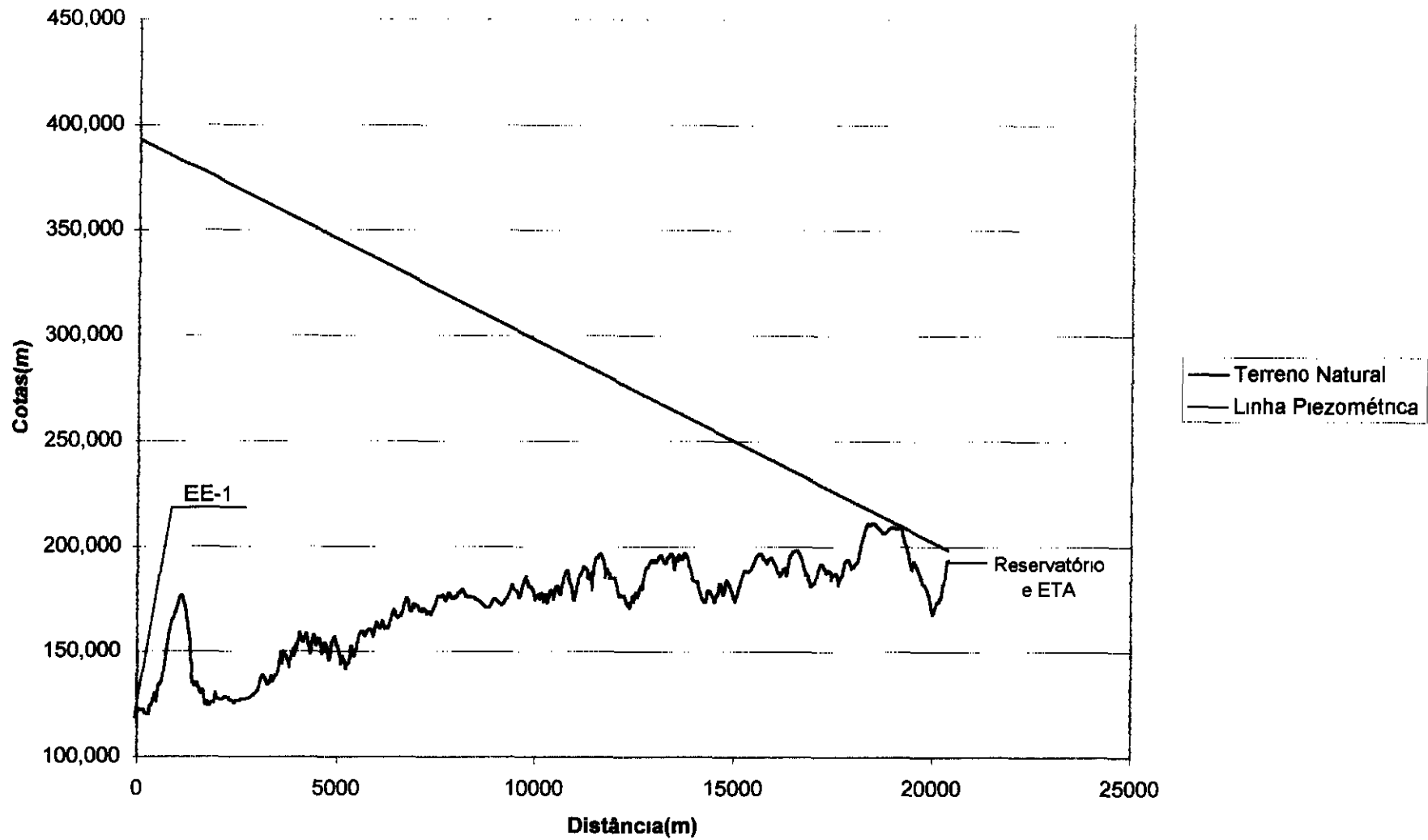
8.3.2 - Alternativa AD₁

Esta alternativa é composta de uma captação realizada em poços tubulares construídos no leito do rio, com a instalação de bombas submersas, a partir de um canal de chegada escavado no leito natural do rio. A estação elevatória pressurizara a adutora, com extensão de 18 184 m, diretamente até a câmara de carga situada na entrada da ETA, localizada em Feiticeiro. Esta solução resulta em elevadas pressões, superiores às especificadas para o tipo de tubulação a ser implantada, devido ao elevado desnível geométrico aliado às perdas de carga. Nesta opção será necessário também, ampliar o sistema de reservação existente.

Estes fatores foram determinantes para descartar esta alternativa de adução.

A Figura 8.3 apresenta o traçado da linha piezométrica da alternativa proposta.

**Figura 8.3 - Desenho Esquemático da Alternativa AD1
(bombeamento direto)**



8.3.3 - Alternativa AD₂

Esta solução foi concebida considerando a existência de um bombeamento no rio Jaguaribe, conforme descrito anteriormente, funcionando durante 12 horas que recalcará a água até um reservatório de regularização em ponto alto do trecho final do perfil da adutora a aproximadamente 1 400 m da sede do distrito de Feiticeiro, devendo funcionar, também, como reservatório de contato da ETA. Este reservatório devido às características geográficas do seu local de instalação e de acordo com a linha piezométrica de funcionamento do sistema, permitirá que a adutora de água tratada, seja gravitária. A interligação desta adutora com o sistema existente se processaria de duas formas injetando água tratada diretamente na rede de distribuição, e derivando parte da vazão para o reservatório elevado, como garantia em caso de colapso do sistema.

Devido a elevada altura manométrica, não foi possível selecionar bombas comerciais que atendessem às características técnicas de funcionamento do sistema, em níveis de rendimento aceitáveis, o que acarretaria em um elevado custo de implantação do projeto, determinando a inviabilidade da concepção estabelecida nesta alternativa.

A Figura 8.4 apresenta o desenho esquemático do perfil da adutora e linha piezométrica calculada para a alternativa proposta.

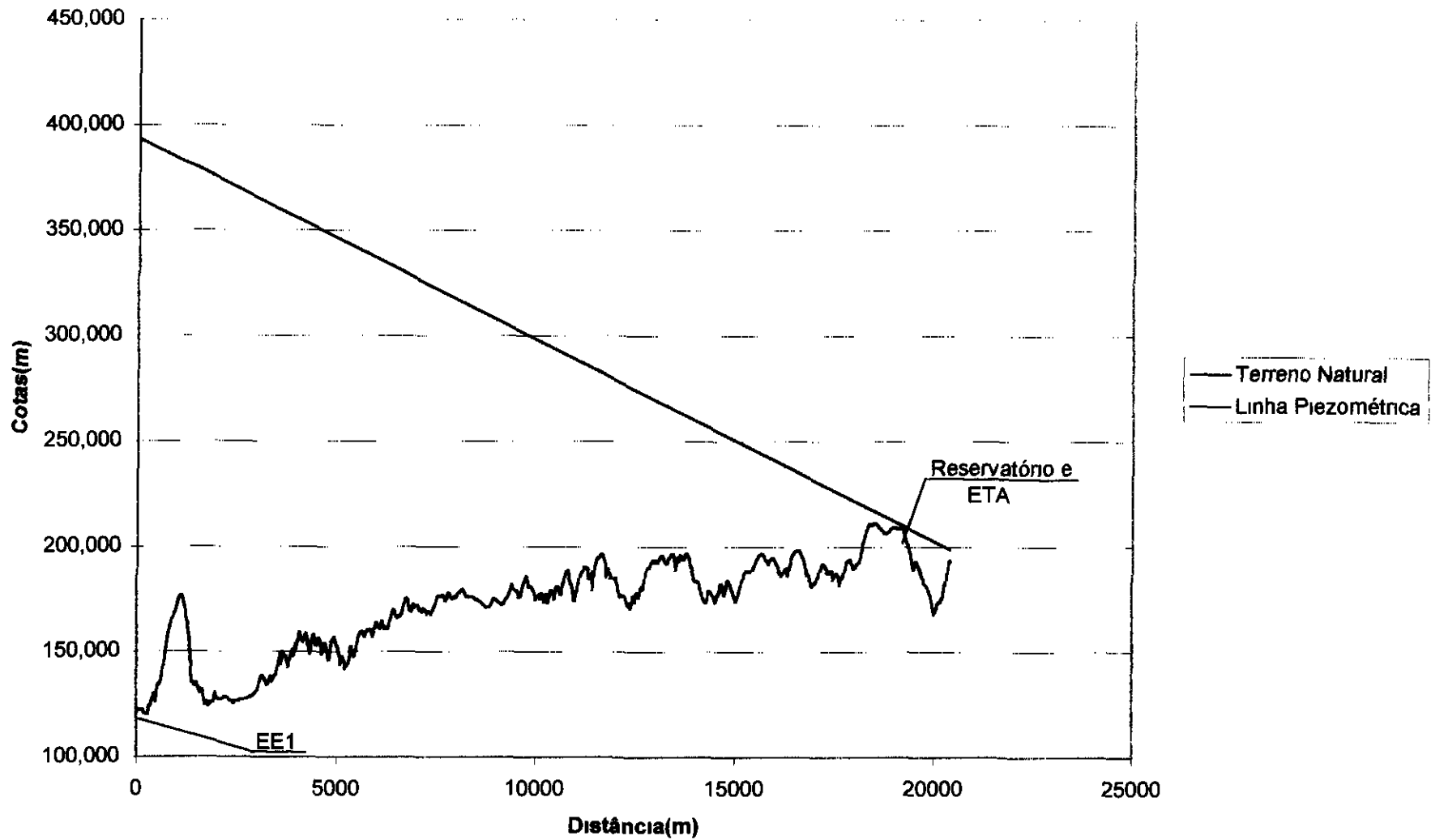
8.3.4 - Alternativa AD₃

Semelhante a alternativa AD₂, esta concepção apresenta uma estação elevatória suplementar "tipo booster" praticamente na metade do trecho do sistema adutor, o que acarreta em uma pequena diminuição das pressões de serviços a que a adutora será submetida, mas que não seria suficiente para torná-la viável economicamente, devido a necessidade de implantação de uma grande quantidade de equipamentos anti-golpe de aríete, crítico para este tipo de concepção.

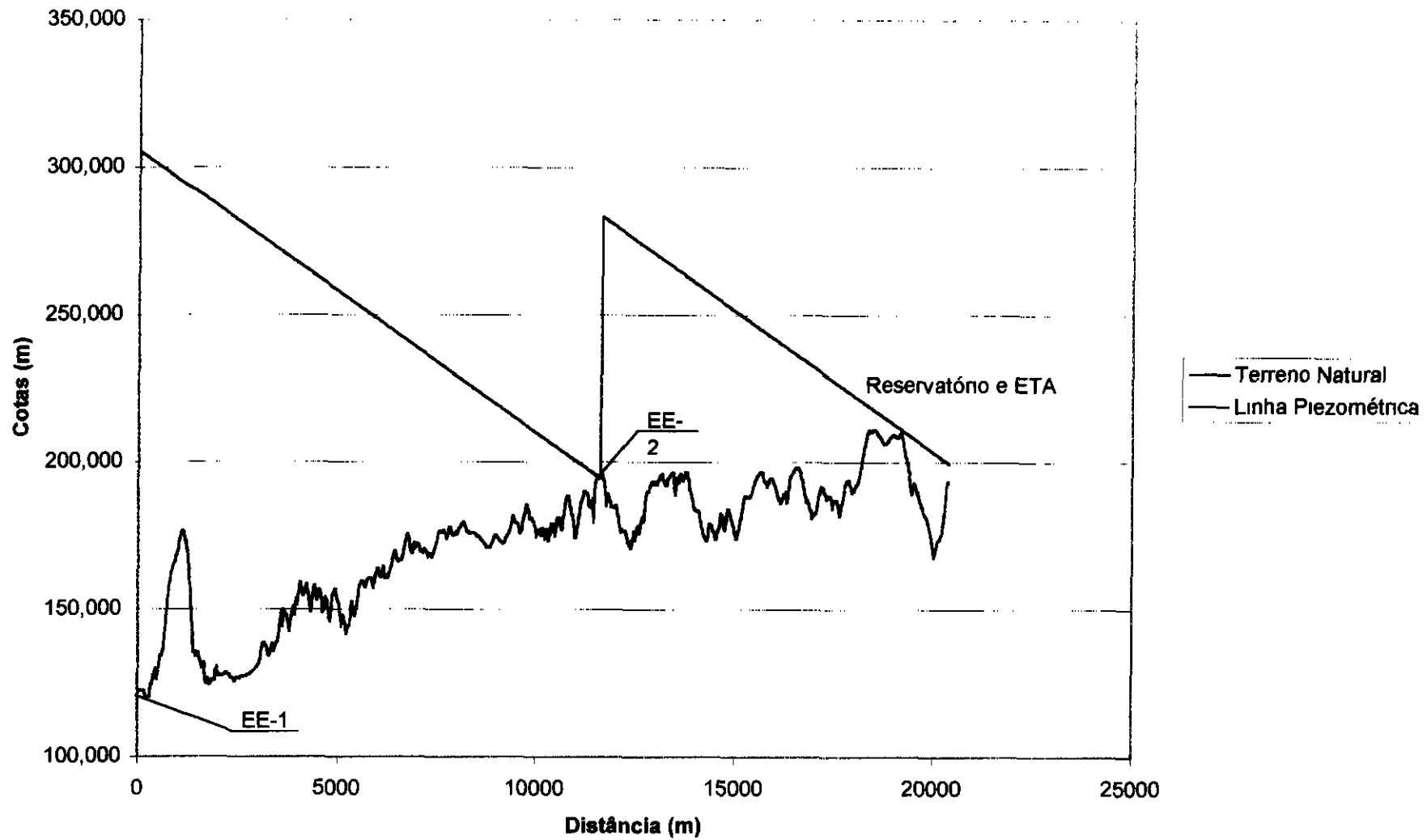
A operação e manutenção deste tipo de estação elevatória é mais complexo do que os modelos mais comumente adotados, que utilizam poços de sucção, fator este que auxiliou no descarte da adoção desta opção de adução do sistema.

A Figura 8.5 apresenta o desenho esquemático da alternativa AD₃, com dois bombeamentos.

**Figura 8.4 - Desenho Esquemático da Alternativa AD2
(1 bombeamento e um reservatório)**



**Figura 8.5 - Desenho Esquemático da Alternativa AD3
(dois bombeamentos)**



8.3.5 - Alternativa AD₄

Esta concepção propõe a instalação de duas estações elevatórias, sendo a primeira a da captação, conforme modelo descrito anteriormente, que recalcará água até o ponto inicial mais elevado, ainda em Mapuá, onde será instalada uma torre piezométrica e, a partir daí uma adutora gravitária até onde a linha piezométrica permitir. Neste ponto será implantada uma estação elevatória, cujo poço de sucção funcionará também, como reservatório de flexibilização do sistema, que elevará a água até o local onde será construída a ETA e o reservatório semi-apoiado permitindo que a adutora de água tratada seja gravitária. As características técnicas do ponto de funcionamento da segunda estação elevatória foram determinantes para a seleção de bombas centrífugas de alta pressão, com multiestágios, de custo elevado, o que inviabilizou a seleção desta alternativa.

A Figura 8.6 mostra a concepção adotada na alternativa AD₄.

8.3.6 - Alternativa AD₅

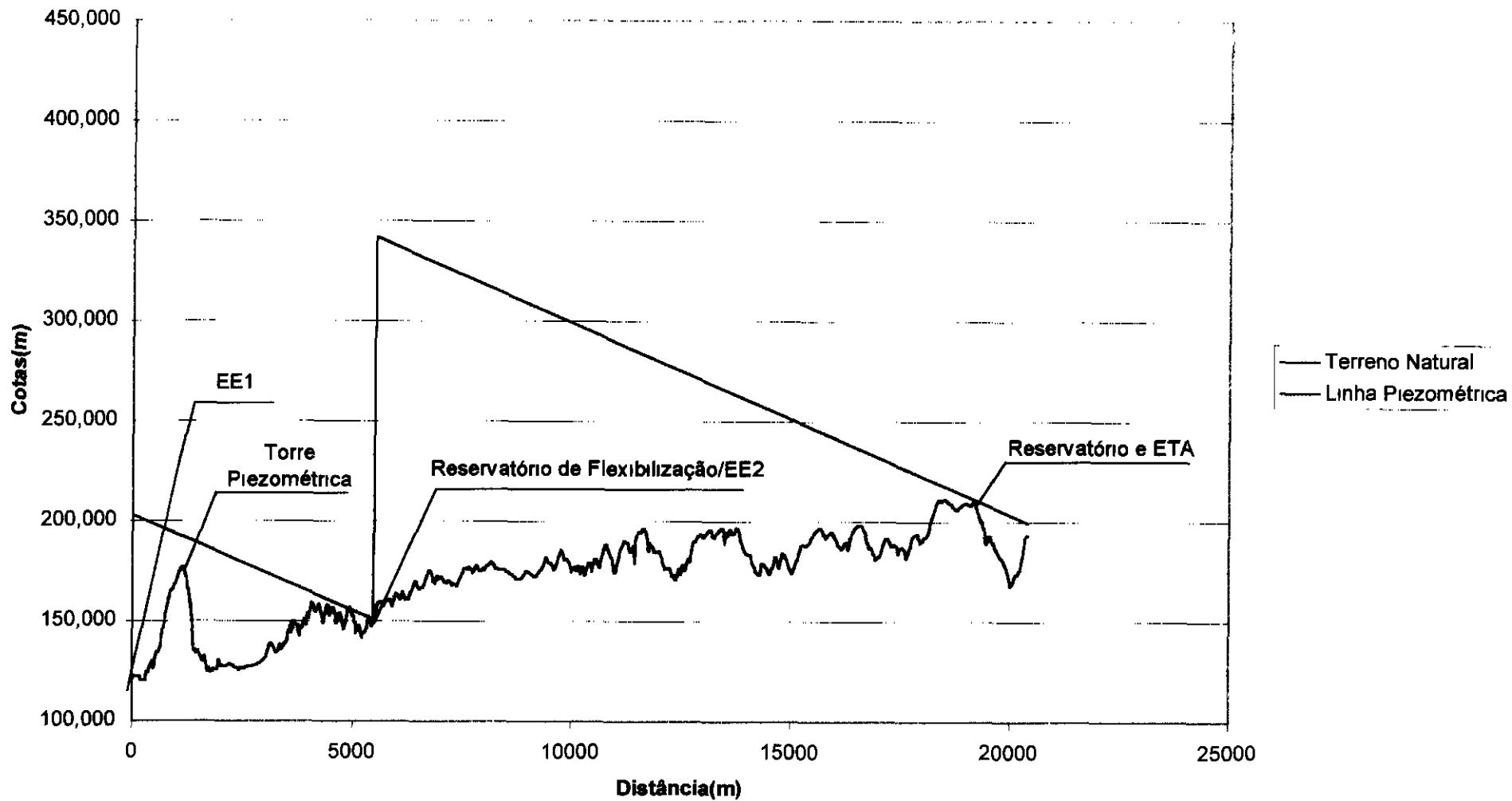
Esta alternativa de concepção do sistema adutor é semelhante à alternativa AD₄ descrita anteriormente, diferenciando apenas no número de estações de bomba que para esta opção será elevado para três, dividindo a parte final da adutora de recalque em dois trechos, diminuindo a altura manométrica requerida, o que possibilita a escolha de uma bomba comercial de mais simples operação e menor custo de instalação.

A Figura 8.7 mostra o desenho esquemático desta alternativa.

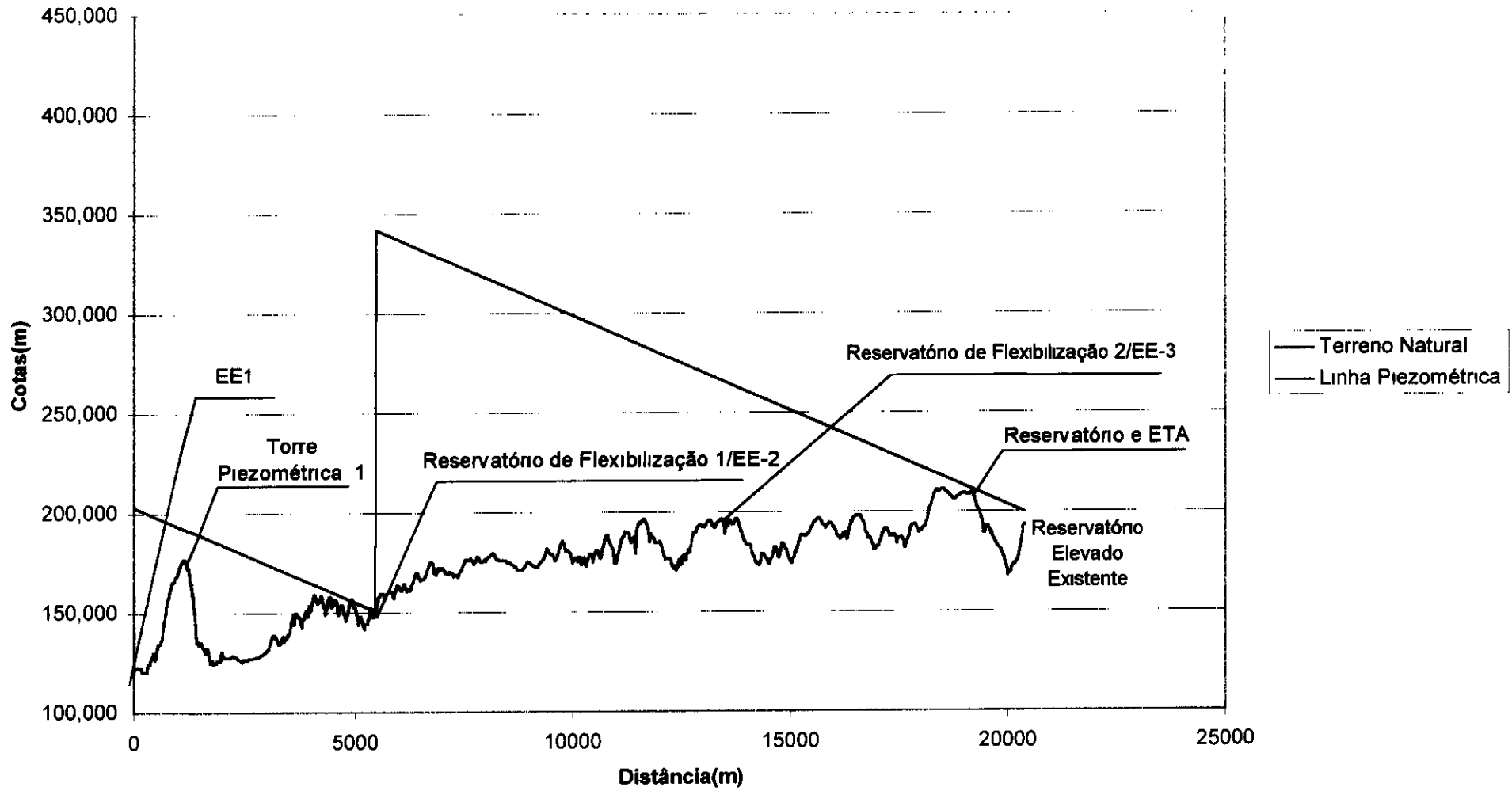
8.3.7 - Justificativa da Alternativa Selecionada

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 ariete, 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 próximo ao local.

**Figura 8.6 - Desenho Esquemático da Alternativa AD4
(2 bombeamentos e 2 reservatórios)**



**Figura 8.7 - Desenho Esquemático da Alternativa AD5
(3 bombeamentos e 3 reservatórios)**



Devido a estes fatores optou-se pela seleção da Alternativa AD5 como solução ótima de projeto, sendo o seu detalhamento apresentado quando da elaboração do Relatório Geral, Memória de Cálculo e Plantas do Projeto Executivo da Adutora de Feiticeiro

ANEXOS

ANEXO I - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

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 **65** Reg. N.º **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 **Fern. Bioq. Delaide S. D. Lourenço**

B - RESULTADO DOS ENSAIOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Cor 7.5 uH	Turbidez 1,1 uT
Sabor N.0	Odor N.0
Temp Ambiente 32,0 °C	Temp Amostra 27,2 °C
OD. 8,49 mg/l	Sal. 0,01%
Cloretos 43,0 mg/l Cl	Manganês _____ mg/l
Cromo total _____ mg/l	Nitratos presença mg/l
XXXX Calcio 27,5 mg/l	Nitritos ausência mg/l
Cobre _____ mg/l	Sólidos totais dissol 195,5 mg/l
Ferro total 0,4 mg/l	Sulfato _____ mg/l SO4
Fluoretos 0,96 mg/l	
Alcalinidade total 88,0 mg/l	pH 7,37 / 8.2
Dureza total 46,0 mg/l CaCO3	COND. 0.393 ms/cm

Determinações eventuais

Obs

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 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, *ml* de *09* de *19 97*

000055

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° 68 Reg N° 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. Bloq. 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	Sal. <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 Calcio <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 **Residual de cloro: in natura**
 Colônias a °C **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, 05 de

09 de 19 97

000056

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

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
/ brilhante 24 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
V brilhante 48 h	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+

C;E;C 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

000057

ANEXO II - DOCUMENTÁRIO FOTOGRÁFICO

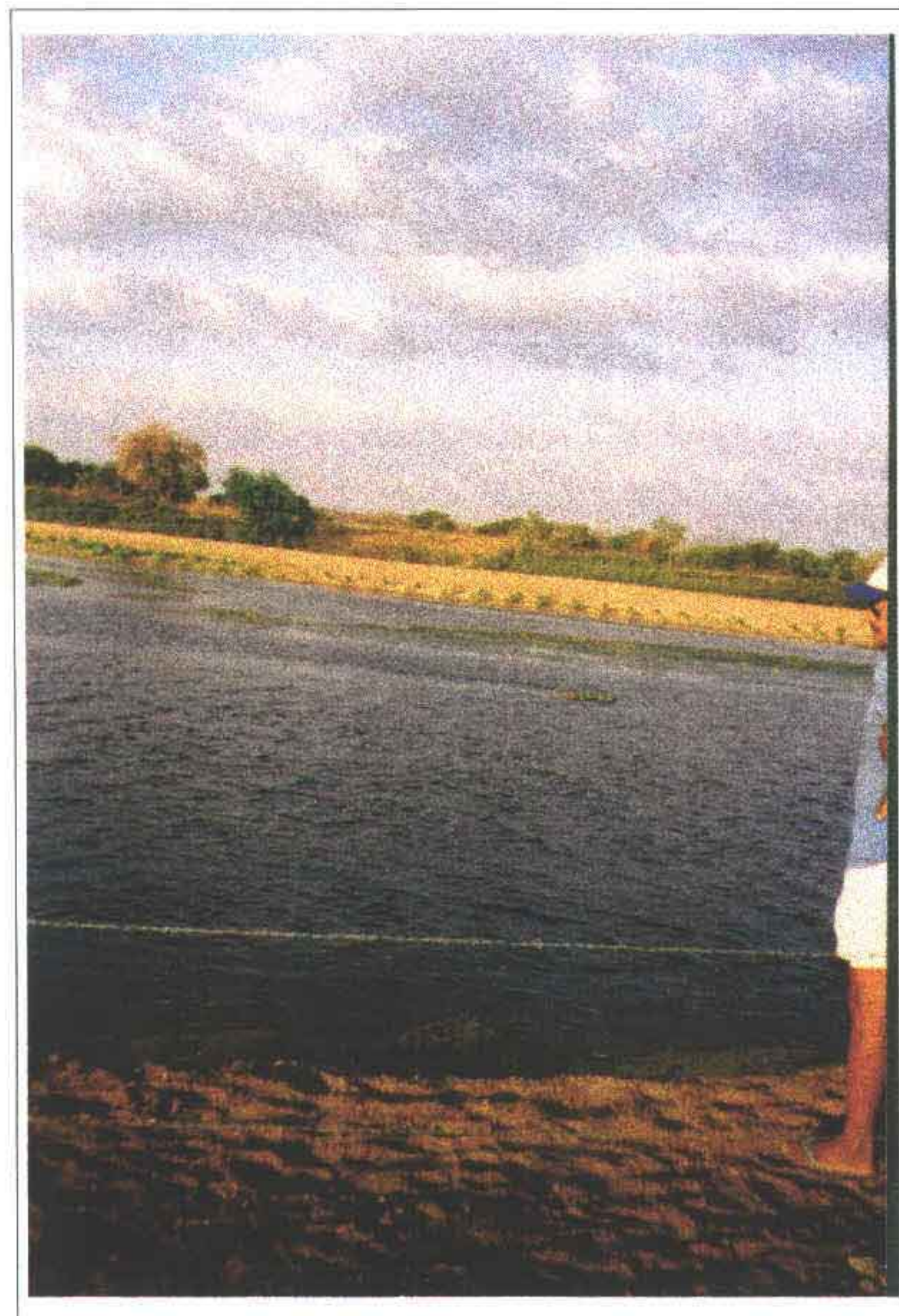


FOTO 01 e 02/10

Esta é a primeira foto, de uma seqüência de quatro, que mostra o traçado da adução para o abastecimento d'água de Feiticeiro em seu trecho inicial, desde o seu ponto de captação (início do canal de aproximação), localizado na margem direita do rio Jaguaribe (estaca 0), até próximo o cruzamento com a estrada de Mapuá.

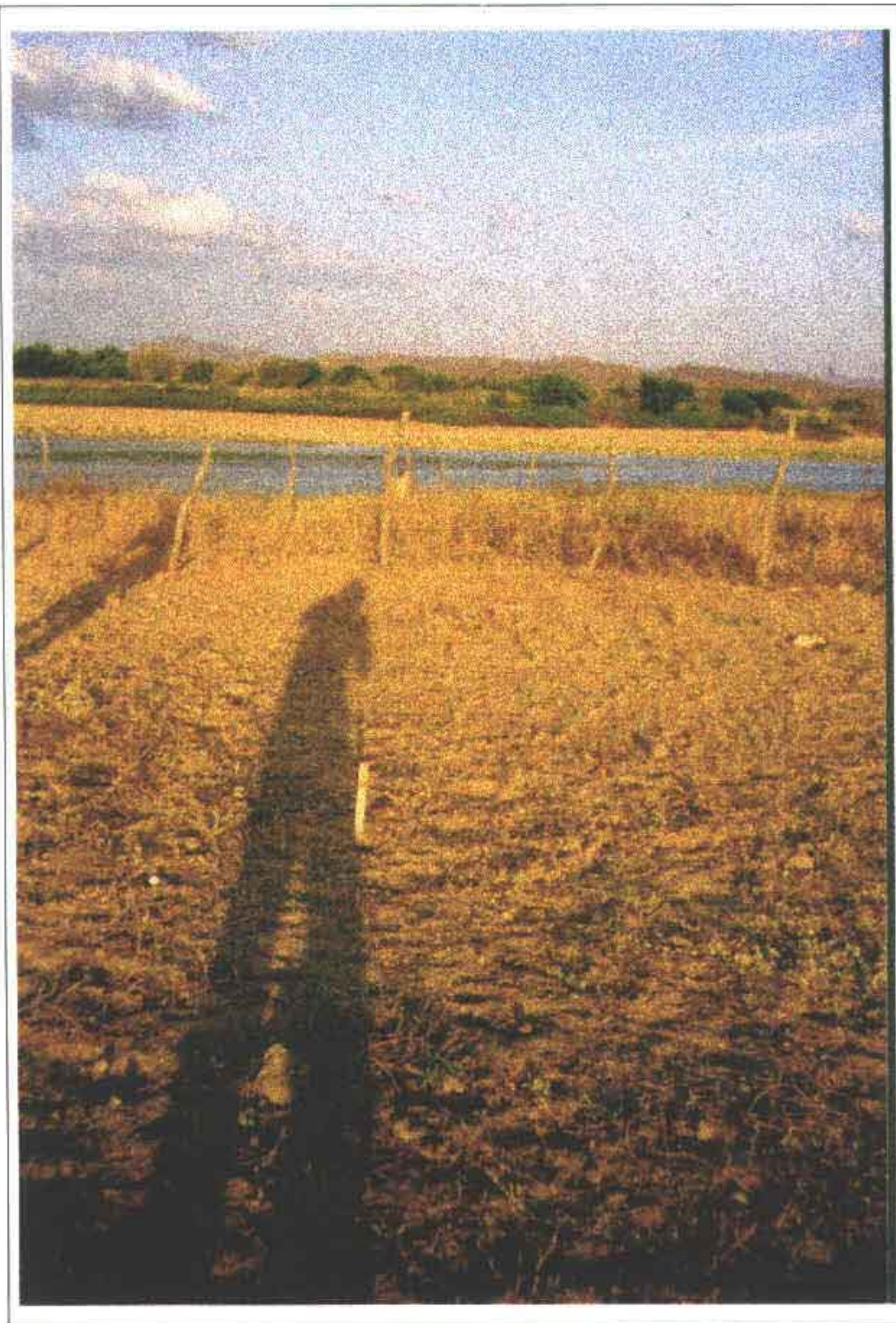
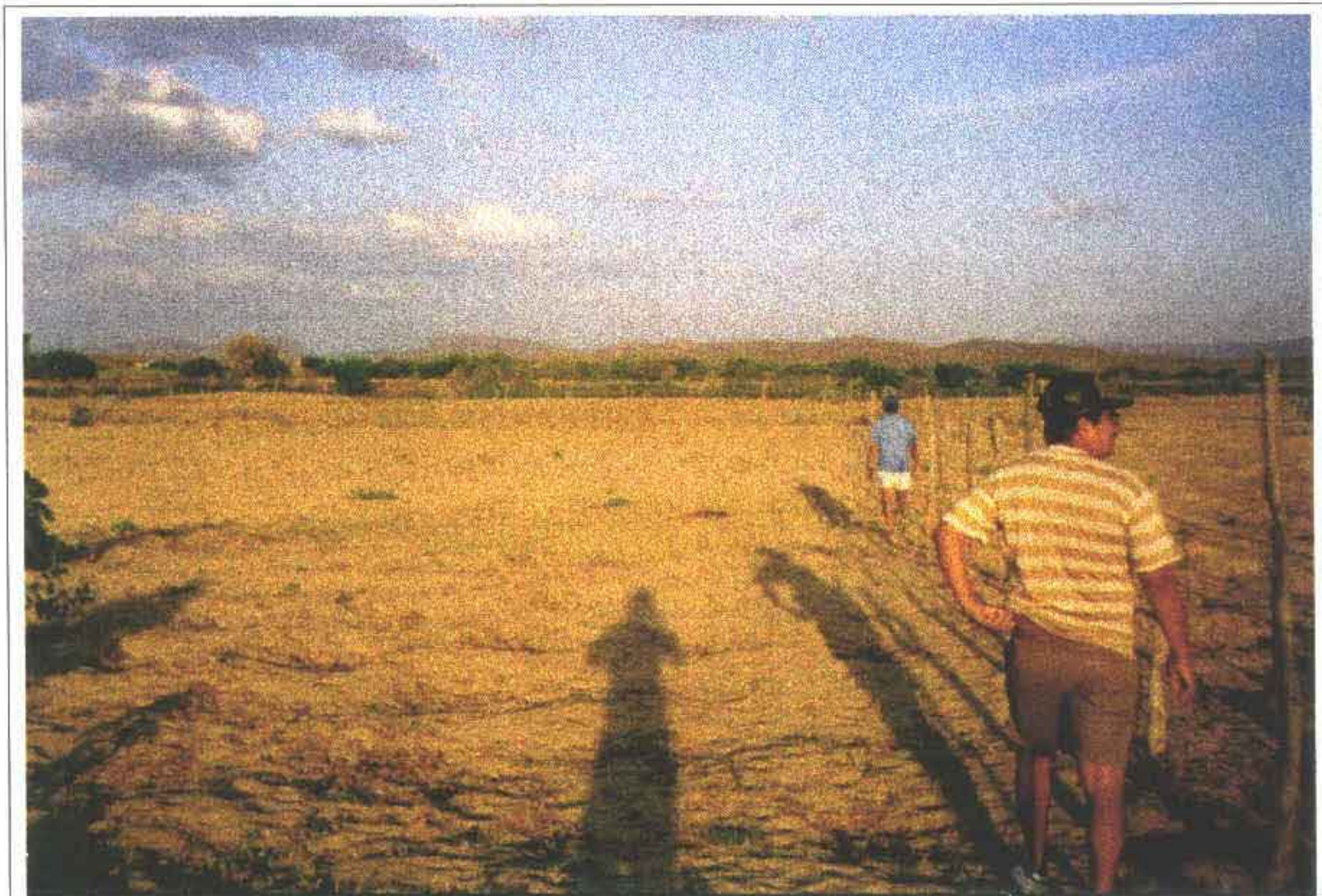


FOTO 03 e 04/10

A segunda foto, mostra na parte central do leito do rio Jaguaribe, próximo de Mapuá, uma faixa de terras de cotas mais elevadas que, durante o período invernos, divide as duas margens do rio, formando uma ilha.

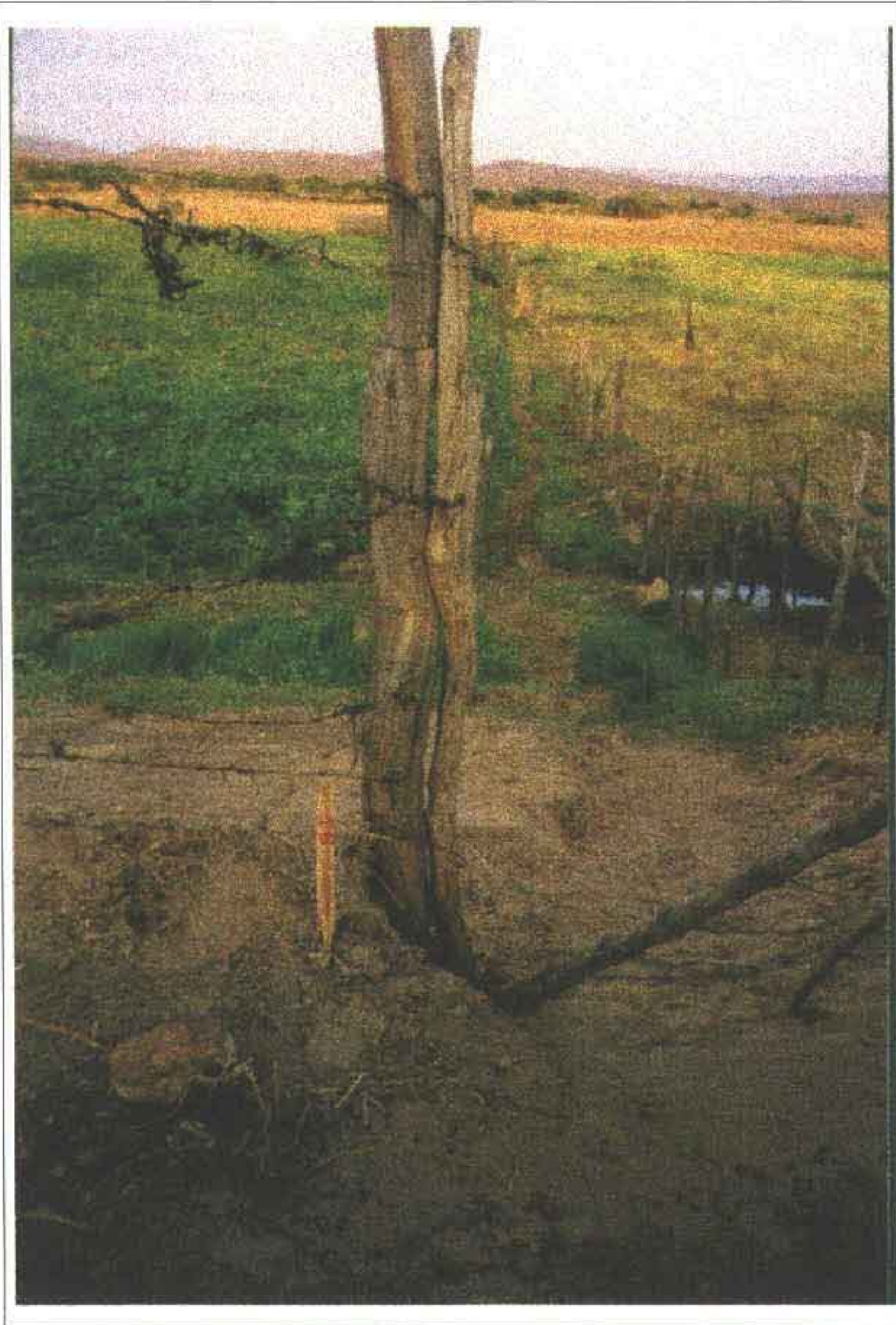


FOTO 05 e 06/10

Margem esquerda do rio Jaguaribe, que nesta época do ano (set/97) não apresentava escoamento superficial. Local onde serão construídos os tubulões para instalação das bombas submersas que recalcarão a água para o abastecimento de Feiticeiro. Por esta foto pode-se comprovar a necessidade de um canal escavado no leito do rio, transversal ao escoamento, que conduzirá água da margem direita até o poço de sucção, garantindo o nível d'água mínimo para o funcionamento do sistema.

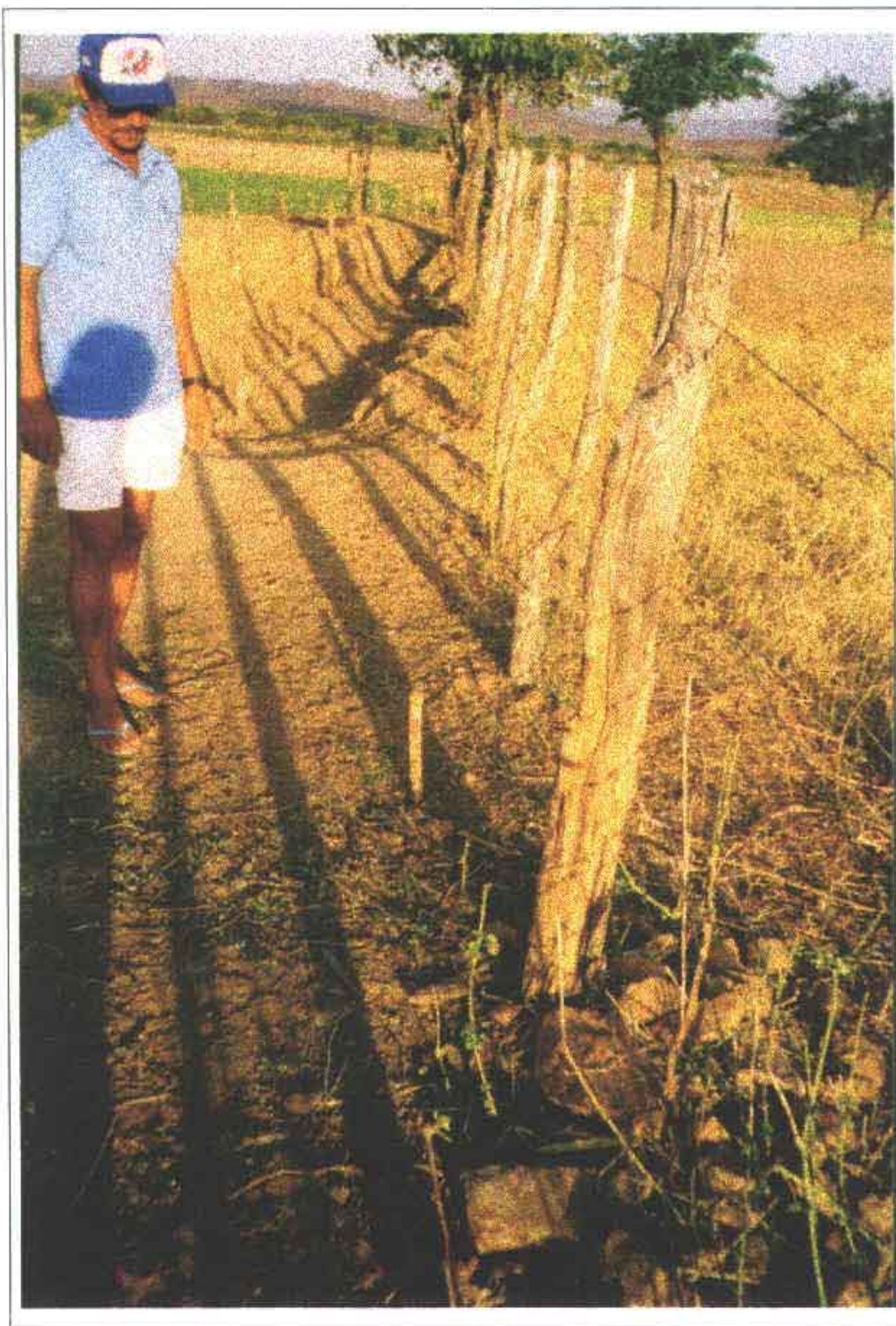


FOTO 07 e 08/10

A última foto da seqüência mostra o traçado da adutora já próximo a estrada de Mapuá. Pode-se visualizar, no sentido transversal, a calha do rio Jaguaribe que encontra-se bastante assoreada, fato este comprovado pela suavidade do barranco do rio.



FOTO 09/10 - Esta foto mostra a margem esquerda do rio Jaguaribe, praticamente sem calha devido ao seu assoreamento, o que facilita a inundação de áreas próximas. Pode-se verificar, também, que embora esta margem do rio, durante esta época do ano (set/97), não apresenta escoamento superficial, constatou-se a presença de lençol aflorante, próximo ao local onde serão construídos os poços tubulares para instalação das bombas submersas, o que justifica a escolha deste modelo de concepção de captação para o abastecimento d'água do distrito de Feiticeiro.



FOTO 10/10 - Ilha localizada próximo ao distrito de Mapuá (ver alto da foto) que, durante o período invernos, divide o rio Jaguaribe, e durante o período de estiagem dificulta a captação para áreas localizadas à margem esquerda do rio, pois apresenta escoamento superficial apenas em sua margem direita.



ANB - Águas do Nordeste do Brasil S.A.

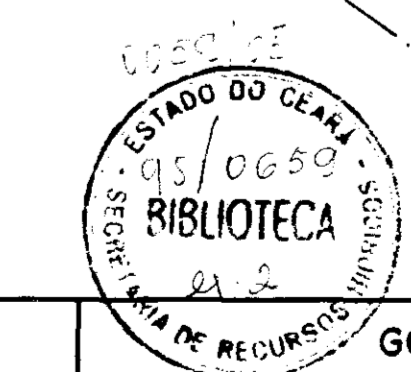
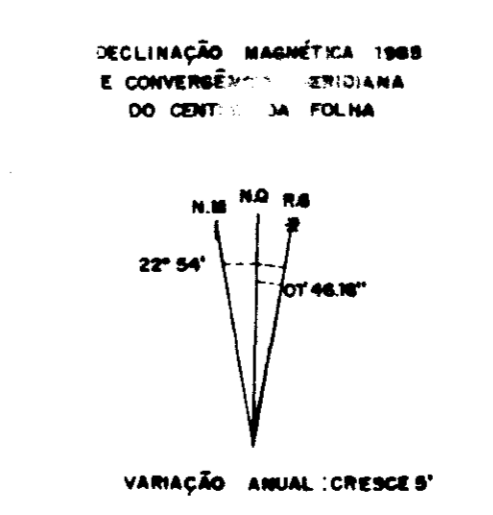
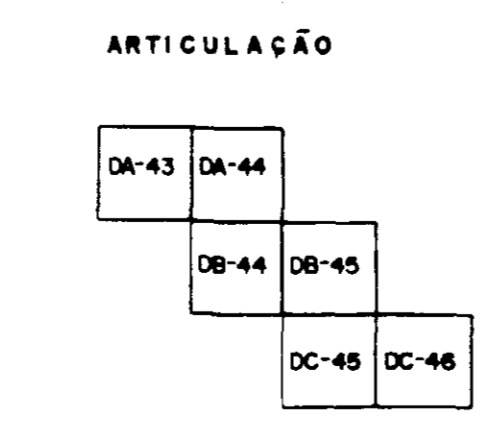
ANEXO III - MAPA DO TRAÇADO DO SISTEMA ADUTOR PROPOSTO

000064



FONTE: PROJETO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA FUNDIÁRIO NACIONAL, PROJETO NORDESTE. CONVÊNIO INCRA / ESTADO DO CEARÁ / SUDENE. SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO / INSTITUTO DE TERRAS DO CEARÁ / ITCER.

- LEGENDA**
- ADUTORA
 - LINHA DE TRANSMISSÃO, POSTE
 - - - ESTRADA CARROÇÁVEL
 - CURVA DE NÍVEL
 - EDIFICAÇÕES
 - ▲ AGUDE



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH	
ADUTORA DO SERTÃO PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE FEITICEIRO	
PROJETO:	DESENHISTA: ERIVALDO
VISTO:	DATA DA EMISSÃO: SET./97
VERIFICADO:	ESCALA: 1:20.000
APROVADO:	REV. 02/02
AMB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA	