

BARRAGEM BERÉ

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE**

**PROJETO PILOTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROGERIRH - PILOTO**

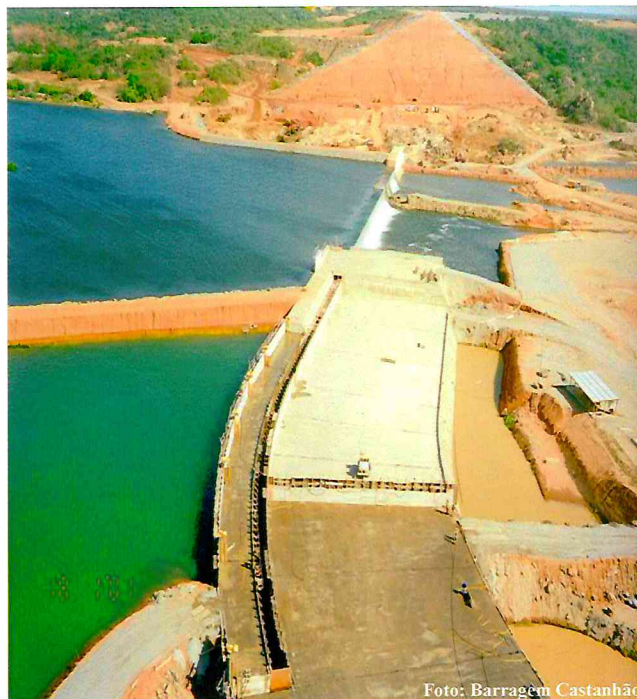


Foto: Barragem Castanhão

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, AMBIENTAL,  
ECONÔMICA E FINANCEIRA DA BARRAGEM BERÉ**

**FASE II - Desenvolvimento dos Estudos Básicos  
e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras**

**VOLUME 2 - ANTEPROJETOS**

**TOMO 2.1 - Relatório Geral**



**FORTALEZA  
JANEIRO, 2003**

0294/02/02/02.01

0294/ Fase 02/V.02/T.02.01



**ÍNDICE**

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS</b> .....	<b>9</b>
<b>3 – VISITA DE CAMPO</b> .....	<b>13</b>
<b>4 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS</b> .....	<b>15</b>
4.1 – SERVIÇOS EXECUTADOS .....	16
4.2 – METODOLOGIA ADOTADA.....	16
4.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas.....	16
4.2.2 – Cotas do eixo da barragem.....	16
4.2.3 – Locação, estaqueamento e nivelamento do eixo da barragem e da linha base.....	16
4.2.4 – Levantamento de seções transversais ao eixo da linha base .....	17
4.2.5 – Cálculos topográficos.....	17
<b>5 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO</b> .....	<b>18</b>
<b>6 – RESERVATÓRIO</b> .....	<b>20</b>
<b>7 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS</b> .....	<b>22</b>
7.1 – ELEMENTOS DISPONÍVEIS.....	23
7.2 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS.....	23
<b>8 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO</b> .....	<b>24</b>
8.1 – ESTUDO DA VAZÃO DE REGULARIZAÇÃO.....	25
8.2 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO .....	26
8.2.1 – Introdução .....	26
8.2.2 – Metodologia utilizada.....	26
8.2.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS .....	26
8.2.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto .....	27
<b>9 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS</b> .....	<b>30</b>
9.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO .....	31
9.1.1 – Solos.....	31
9.1.2 – Areia .....	31
9.1.3 – Pedreiras .....	32
9.2 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM/VERTEDOURO.....	32
<b>10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS</b> .....	<b>33</b>
10.1 – VAZÃO PELO VERTEDOURO .....	34
10.2 - BORDA LIVRE.....	37
10.3 – COTA DA BARRAGEM .....	38

<b>11 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS</b> .....	<b>40</b>
<b>12 – BARRAGEM</b> .....	<b>42</b>
<b>13 – VERTEDOIRO</b> .....	<b>44</b>
<b>14 – TOMADA D'ÁGUA</b> .....	<b>46</b>
<b>15 – ADUTORA</b> .....	<b>48</b>
15.1 – JUSTIFICATIVA .....	49
15.2 – OBJETIVO .....	49
15.3 – SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO.....	49
<b>15.3.1 – População alvo</b> .....	<b>49</b>
15.3.1.1 – Situação atual de Bom Sucesso.....	50
15.4 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS .....	53
15.5 – ESTUDO POPULACIONAL.....	53
15.6 – PARÂMETROS DE PROJETO .....	55
15.7 – VAZÕES DE PROJETO .....	55
15.8 – CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO .....	56
<b>15.8.1 – Captação</b> .....	<b>56</b>
<b>15.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta</b> .....	<b>56</b>
<b>15.8.3 – Adutora de Água Bruta</b> .....	<b>56</b>
<b>15.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada</b> .....	<b>57</b>
<b>15.8.5 – Reservatórios de Distribuição</b> .....	<b>57</b>
15.9 – SISTEMA PROPOSTO .....	58
15.9.1 – Fonte Hídrica.....	58
15.9.2 – Captação .....	58
15.9.3 – Estação elevatória de água bruta.....	63
15.9.4 – Estação de Tratamento de Água .....	63
15.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada .....	63
15.9.6 – Adutora.....	64
15.9.7 – Reservação.....	64
<b>16 – CRONOGRAMA DE OBRAS</b> .....	<b>67</b>
<b>17 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS</b> .....	<b>70</b>
<b>18 – RESENHA FOTOGRÁFICA</b> .....	<b>74</b>
<b>19 – ANEXO (DESENHOS)</b> .....	<b>81</b>

**APRESENTAÇÃO**

## APRESENTAÇÃO

O Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, no âmbito do Contrato N.º001/PROGERIRH-PILOTO/SRH/2002, firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e com base nas definições contidas no Edital, vem desenvolvendo os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

Os referidos estudos serão apresentados através dos relatórios abaixo relacionados:

### **FASE I – Estudos Preliminares**

- VOLUME 1 – Condições Sócio-Econômicas e Ambientais da Área
  - Tomo 1.1 – Relatório Preliminar
- VOLUME 2 – Estudos de Alternativas Locacionais das Barragens e Aduadoras
  - Tomo 2.1 – Localização dos Eixos

### **FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Aduadoras**

- VOLUME 1 – Estudos Básicos
  - Tomo 1.1 – Topografia
  - Tomo 1.2 – Geologia e Geotecnia
  - Tomo 1.3 – Hidrologia
  - Tomo 1.4 – Aspectos Sócio-Econômicos
- VOLUME 2 – Anteprojetos
  - Tomo 2.1 – Relatório Geral
  - Tomo 2.2 – Desenhos e Plantas

### **FASE III – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)**

- VOLUME 1 – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)
  - Tomo 1.1 – Estudos Básicos e Diagnósticos Ambientais

### **FASE IV – Avaliação Econômica Financeira dos Projetos**

- VOLUME 1 – Viabilidade dos Projetos
  - Tomo 1.1 – Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental

O presente documento refere-se ao Tomo 2.1 – Relatório Geral (FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Aduadoras, VOLUME 2 – Anteprojetos), dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

## 1 – INTRODUÇÃO

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido uma das preocupações máximas do Governo, dotar o Estado de uma infraestrutura hídrica capaz de atender as demandas das populações, quanto ao abastecimento de água. No último decênio muito tem sido realizado no setor. Além da criação de todo um aparelhamento institucional, vem dedicando-se o Governo na execução de obras, através de programa específico, tais como o PROURB e o PROGERIRH que visam tanto fortalecer o sistema comunitário municipal, como equacionar e resolver os problemas de abastecimento de água das populações.

Este trabalho trata dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

O Estado do Ceará tem desenvolvido um extenso programa de recursos hídricos que inclui, desde a mobilização de água através da perfuração de poços ou em reservatórios, até sua distribuição às populações, através de adutoras, após tratamento para torná-la potável. O armazenamento de água para as populações e outros usos no Estado, historicamente, é feito através de mananciais artificiais constituídos por barramentos de rios, formando os açudes. No passado a construção destes reservatórios, tinha sempre um caráter emergencial, isto é, eles eram implantados sempre que se instalava uma seca mais prolongada. Nos anos de pluviometria normal, praticamente não se exercia essa atividade de modo continuado. Os açudes públicos eram construídos em locais muitas vezes não estratégicos, face à localização dos maiores contingentes de usuários, deixando-se de levar em conta outros fatores importantes, os quais só tiveram maior destaque com criação, o desenvolvimento e o debate dos aspectos ambientais.

Com o crescimento mais acelerado da população a partir da década de 1940, e sua concentração nas cidades, iniciada nos anos 60, o problema do abastecimento de água, no Estado, passou a ser encarado de modo a atender a requisitos mais técnicos tais como a localização dos açudes relativamente às cidades e às aglomerações rurais. Também tiveram um grande incremento os usos múltiplos da água, a qual passou a ser encarada como um bem econômico, sendo mais largamente utilizada, notadamente na agricultura irrigada, pecuária, piscicultura e nas atividades de lazer. Este aumento de consumo aliado às irregularidades pluviométricas, induziu o governo do Ceará, a partir do final da década dos anos 80, instituir programas que tratam a questão hídrica de modo racional, com continuidade e procurando sempre conferir um caráter de sustentabilidade as iniciativas do setor, podendo assim assegurar um desenvolvimento mais equilibrado do Estado.

Diante dessa realidade, a partir de 1987 o Governo Estadual vem institucionalizando a implementação de políticas públicas destinadas a encaminhar a questão da água. Assim, foram criados a partir da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH; foram também elaborados o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH.



O estudo objeto deste trabalho, se insere nas ações que o governo estadual está implantando em todo o território cearense, o qual consiste na construção de novos barramentos permanentes, de portes médios, e de adutoras que conduzam a água até as cidades, de modo a dotar os centros urbanos do interior de fontes de água seguras, que garantam o abastecimento nos períodos secos.

Atualmente, as ações empreendidas pelo Governo do Estado, no tocante a construção de obras hídricas, devem satisfazer a critérios técnicos, ambientais e sócio-econômicos, antes de terem garantido recursos para suas implantações.

O estudo objeto deste trabalho é uma das etapas deste processo de seleção de locais para obras hídricas e da comprovação de suas viabilidades técnica, financeira e econômica, além da avaliação das condições ambientais que advirão com a concretização dessas obras.

Nesse trabalho, buscamos estudar mais detalhadamente, as alternativas de atendimento às demandas de água junto às cidades e aglomerados urbanos que se situam nas áreas de influência direta destes reservatórios, e subsidiariamente atender as necessidades de promover o desenvolvimento de atividades econômicas, através da irrigação de áreas estrategicamente situadas em relação aos açudes, da piscicultura intensiva e promoção de atividades de lazer.

Apresentamos, em seguida, uma caracterização da região em estudo, a nível municipal e a nível local, onde os dados apresentados refletem a realidade atual, uma vez que eles foram colhidos recentemente, durante viagem de inspeção aos municípios e povoados situados na área de influência e nos próprios locais dos eixos barráveis.

## **2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

## 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A barragem Beré situa-se no município de Jardim, na micro região Cariri.

O município de Jardim localiza-se na região Sul do Estado do Ceará com latitude 07°34'57" S e longitude 39°17'53" W, ocupa uma área de 500,9 Km<sup>2</sup>, com altitude média da sede em torno de 652 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com os municípios de Porteiras, Missão Velha e Barbalha, ao Sul com Penaforte e o Estado de Pernambuco, ao Leste com Penaforte, Jati e Porteiras e a Oeste com Barbalha e Pernambuco.

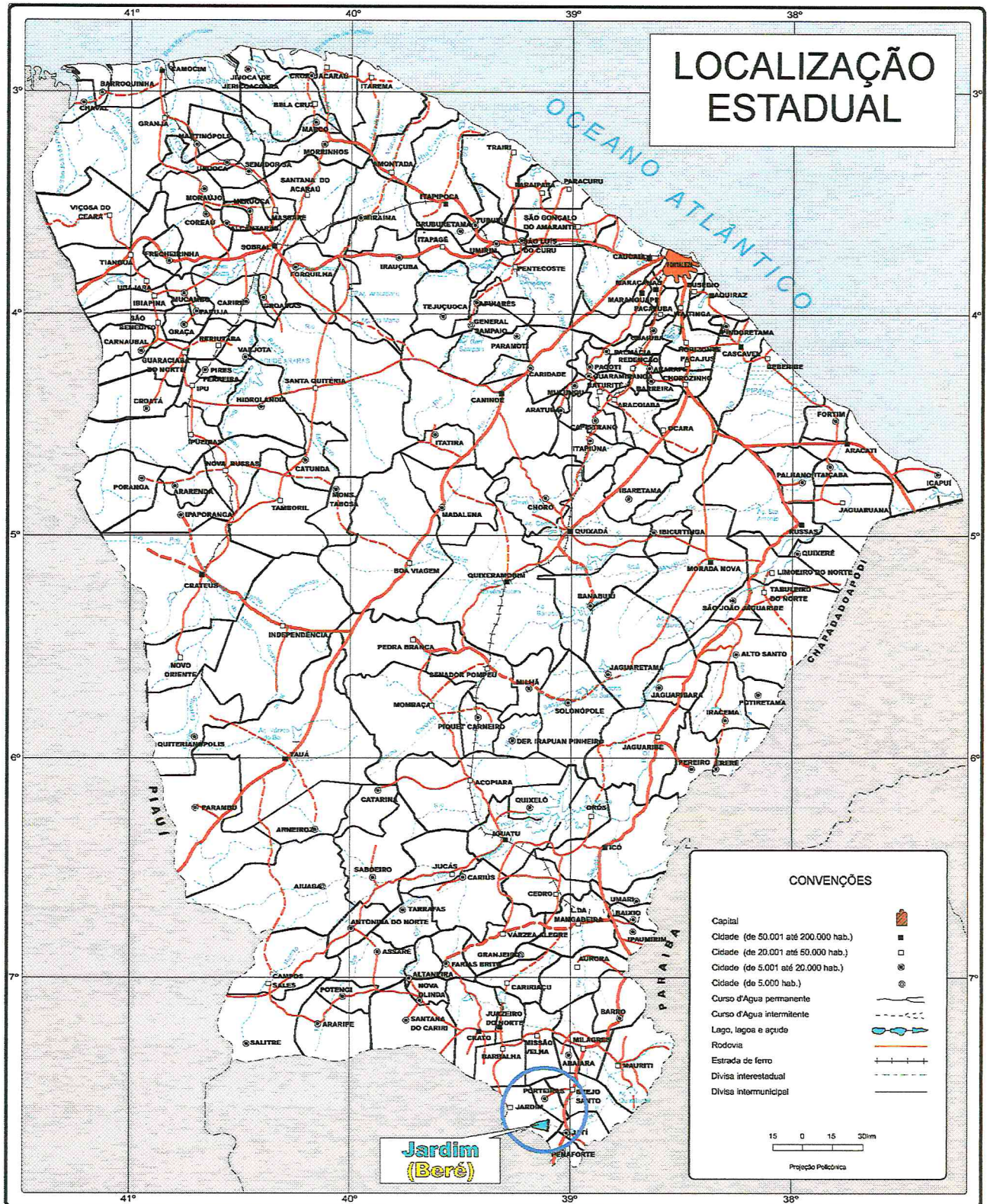
O acesso à cidade de Jardim pode ser feito, a partir de Fortaleza, da seguinte forma:

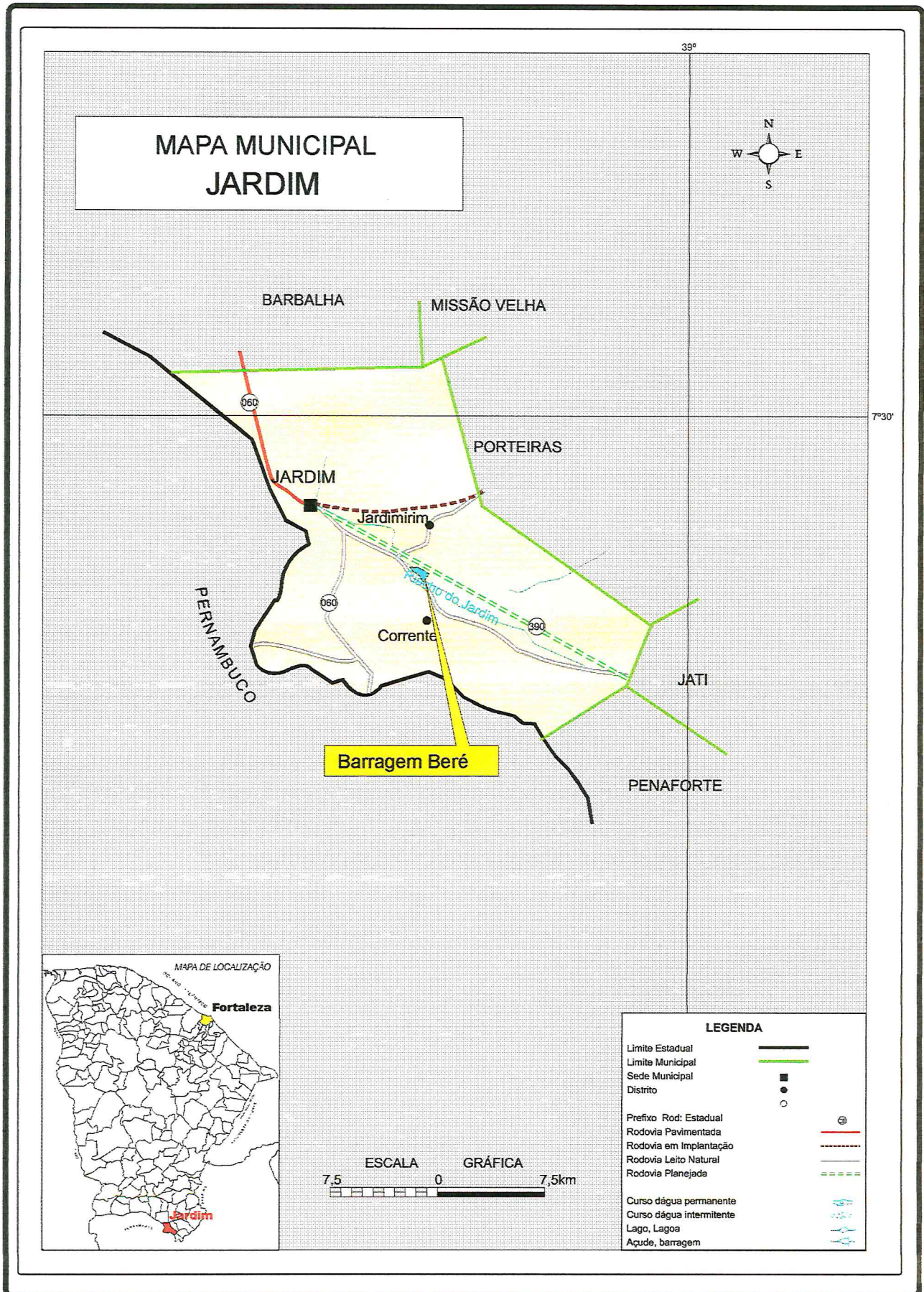
- Segue-se pela BR-116 no sentido Norte-Sul até a cidade de Milagres (563 Km). Daí, segue-se na direção Oeste, pela CE-293, percorrendo uma distância de 47 Km até a cidade de Barbalha. Desta, segue-se na direção sul pela CE-060 uma distância de 37 Km. O percurso total estimado é de aproximadamente 647 Km.

Para deslocar-se até o eixo barrável do açude Beré, o acesso pode ser feito, a partir da cidade de Jardim, da seguinte forma:

- Segue-se pela CE-390 no sentido Penaforte uma distância de 18,00 Km. Daí segue-se a pé, uma distância de 0,50 Km, chegando ao barramento estudado pela hierarquização. Deste, segue-se pelo leito do rio percorrendo-se 1,00 Km até chegar a uma 2ª alternativa de eixo barrável.

As figuras apresentadas a seguir, mostram o mapa de localização e acessos no contexto estadual e o mapa do município de Jardim.





### **3 – VISITA DE CAMPO**

### 3 – VISITA DE CAMPO

De forma a se obter informações complementares aos dados disponíveis - necessárias para a identificação de alternativas de barramento, vertedouro, condições de fundação, materiais naturais de construção, e programação dos serviços de campo, foi realizada, no mês de abril de 2002, uma visita de reconhecimento ao local da barragem.

O reconhecimento foi realizado no período de chuvas, com o local apresentando densa cobertura vegetal.

Os trabalhos desenvolvidos nesta etapa tiveram, por base, os estudos de Hierarquização de Barragens realizados pelo PROGERIRH - Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, de 1997, e da proposta técnica apresentada pelo Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, para os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira das barragens.

Após a análise da documentação existente, procedeu-se um reconhecimento de campo que consistiu de caminhamento pelo leito do riacho, ombreiras do barramento, através de estradas, caminhos e abertura de picadas quando possível, de forma a se obter informações quanto a:

- espessura e natureza dos solos
- existência de afloramentos de rocha e seu grau de alteração
- estruturas geológicas como falhamentos, dobramentos, xistosidade, acamamentos, zonas de cisalhamento, juntas e fraturas, obtendo-se, sempre que possível, suas características como: atitude, tipo de preenchimento, espaçamento, rugosidade, etc.

Do ponto de vista geotécnico, foram observadas as condições de fundação do maciço da barragem e vertedouro, estabilidade de taludes naturais e escavados, e disponibilidade de materiais naturais de construção.

No local foram escolhidos três eixos alternativos de barragens, com seus respectivos vertedouros. Das três alternativas de eixo analisadas para o local, apenas uma foi indicada para o estudo de viabilidade.

A partir da visita de campo foi feita a programação dos serviços de levantamento topográfico e investigações geológico-geotécnicas.

#### **4 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS**



## 4 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS

### 4.1 – SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados os seguintes serviços topográficos:

- Levantamento de coordenadas do eixo barrável e vertedouro, através do uso de GPS;
- Locação e nivelamento do eixo da barragem, com estaqueamento a cada 10m (unid.(est.)=20,00m) - Estaca 00(-40,00m) à Estaca 09+10,00m, totalizando uma extensão de 230,00 metros;
- Locação e nivelamento do eixo transversal ao eixo barrável (linha base), com estaqueamento variável – Estaca E5 à Estaca EM1(montante) e Estaca E5 à Estaca EJ3 (jusante), numa extensão total de 70,00 metros;
- Levantamento de seções transversais, ao longo da linha base, com faixa variando de 56m a 246m, com distância variável num número de 04 seções levantadas, com a respectiva extensão de 748,00 metros;
- Levantamento da calha do rio através da obtenção de diversos pontos plani-altimétricos, levantados taqueometricamente por irradiação;

### 4.2 – METODOLOGIA ADOTADA

#### 4.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas

Foram materializados marcos na linha base (transversal ao eixo da barragem), conforme apresenta-se na planta baixa. As coordenadas verdadeiras destes marcos foram obtidas através da utilização de rastreadores de satélites GPS, marca Garmin, dispoendo de 12 canais, frequência L1e código CA. O datum horizontal de referência é o CÓRREGO ALEGRE - MG.

#### 4.2.2 – Cotas do eixo da barragem

A cota geométrica referenciada ao sistema altimétrico nacional, foi obtida através de restituição com o apoio das coordenadas levantadas em campo. A partir da cota obtida e dos elementos de campo, foram calculadas as demais cotas.

#### 4.2.3 – Locação, estaqueamento e nivelamento do eixo da barragem e da linha base

O referido eixo barrável foi levantado com estaca a cada 10m (unid.(est.)=20m). Quanto à linha base, o estaqueamento variou entre 10 e 20m, levando-se em conta o levantamento dos pontos notáveis como riacho, e vértices; As estacas foram então niveladas, enquadrando-se na precisão tolerável de  $10\text{mm} \sqrt{K}$ , onde  $k = \text{Km}$  nivelados. Este serviço foi executado através do uso de estação total TopCon – GTS 229 e prisma.

#### **4.2.4 – Levantamento de seções transversais ao eixo da linha base**

Nas estacas do eixo da linha base, foram abertas seções transversais, variando de acordo com suas respectivas necessidades, com pontos levantados a cada 10m, observando-se também, os pontos críticos que possibilitassem um melhor conhecimento do terreno.

#### **4.2.5 – Cálculos topográficos**

Para dar maior precisão e agilidade, todos os cálculos topográficos realizados neste estudo foram feitos a partir da utilização de um SOFTWARE específico para tais serviços, denominado SOFTDESK.

## 5 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO

## 5 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO

Com base na visita de campo e nos levantamentos topográficos e de restituição aerofotogramétrica, percebeu-se que o barramento poderia ter condições topográficas de fechamento nas ombreiras até aproximadamente a cota 560.

Os estudos prévios elaborados e as avaliações de capacidade de regularização de vazão mostraram também não ser interessante ter-se um barramento acima da cota 555,00 m. Assim, estabeleceu-se a cota do nível d'água máximo normal do reservatório como sendo **550,00 m**.

## 6 – RESERVATÓRIO

## 6 – RESERVATÓRIO

O reservatório a ser formado com a construção da Barragem Beré, cuja planta pode ser vista no Desenho no BE-01, ocupará uma área em sua superfície, para o nível d'água máximo normal de 550,00m, igual a  $0,7239 \times 10^6 \text{ m}^2$ , acumulado um volume total nesta cota de  $11,908 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

No Desenho n.º BE-05 é apresentada a curva cota x área x volume do reservatório de Beré.

Com base na série de volumes afluentes médios mensais do período histórico de 1912 a 1988, verifica-se que o reservatório apresenta uma baixa capacidade de regularização, equivalente a 0,97% da vazão média, com 17.2 % de sangria, considerando-se nível de garantia de 90%, e que o seu regime de regularização é plurianual.

## 7 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS

## 7 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS

### 7.1 – ELEMENTOS DISPONÍVEIS

Os elementos utilizados no diagnóstico geológico-geotécnico constituem os documentos relacionados a seguir:

- Mapa da Bacia hidráulica com Resenha Fotográfica, produzido pela ANB – Águas do Nordeste do Brasil Ltda., com base em levantamento da SUDENE na escala 1:75.000.
- Restituição aerofotogramétrica do Instituto de Terras do Ceará (Iterce), Projeto Nordestino/PDSFN, convênio INCRA / Governo do Estado do Ceará / SUDENE, folhas EP-37 e EP-38, na escala 1:7.500.
- Projeto Executivo do Açude Beré, DNOCS.

### 7.2 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS

A geologia local é identificada por rochas sedimentares pertencentes à bacia sedimentar do Araripe e sedimentos recentes caracterizados por coberturas terciário-quadernárias.

Os afloramentos de rocha observados são representados por filito cinza escuro, com veios de quartzo, são extremamente a muito pouco fraturado, coerente. As superfícies das fraturas e dos acamamentos são ondulados e irregulares.

Os grandes falhamentos observados são possuem direção preferencial leste-oeste. As fraturas são subverticais, na parte superior apresenta estratos rochosos sub-horizontais com discordância angular.

O sítio da barragem localiza-se em um trecho de estrangulamento do vale. No eixo propriamente dito, observa-se afloramentos de filitos co presença de blocos de rocha no leito do riacho.

Não foram observados depósitos de aluvião.

Os afloramentos de filito, mostram-se com superfícies das fraturas e dos acamamentos de formas conduladas, rugosas e irregulares.

As ombreiras apresentam coberturas de solo silto-arenoso com espessuras variando de 1,0 m a 2,5 m.

O maciço e vertedouro da barragem, em concreto, deverão ser apoiados diretamente sobre o filito, que apresenta excelentes condições de fundação, com baixo grau de fraturamento e elevados parâmetros de resistência na suas descontinuidades.



## **8 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO**

## 8 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO

Os estudos hidrológicos e de regularização estão apresentados no Relatório de Hidrologia - Tomo 1.3, Fase II - Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Aduadoras, Volume 1 - Estudos Básicos.

Neste Relatório Geral apresenta-se, de maneira a facilitar a compreensão dos dimensionamentos efetuados, os resultados obtidos a partir dos estudos hidrológicos, a saber, as vazões regularizadas e as vazões das cheias de projeto.

### 8.1 – ESTUDO DA VAZÃO DE REGULARIZAÇÃO

Utilizando a equação do balanço hídrico, os dados de precipitação e evaporação mensais da estação meteorológica Barbalha, bem como a curva Cota x Volume do Açude Beré e suas vazões mensais afluentes, determinou-se sua curva de garantia (%) x Vazão regularizada (hm<sup>3</sup>/ano) para a capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m). A Tabela 8.1 e a Figura 8.1 apresentam os valores de Garantia x Vazão regularizada do Açude Beré.

Tabela 8.1 – Garantia versus Vazão regularizada do Açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m)

SANGRIA(%) – ANUAL	SANGRIA (%)	GARANTIA (%)	VAZÃO REGULARIZADA (HM <sup>3</sup> /ANO)
90,9	31,0	100,0	0,41742
89,6	26,6	99,0	0,56769
88,3	18,0	95,0	0,94765
87,0	17,2	90,0	1,26120
84,4	16,6	85,0	1,48691

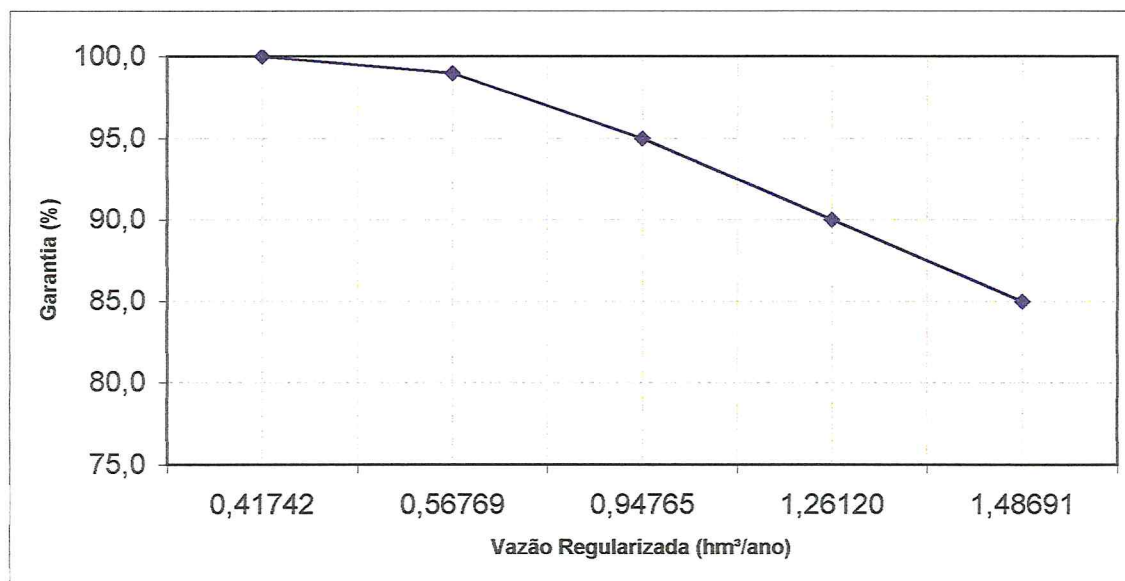


Figura 8.1 – Curva Garantia versus Vazão Regularizada do açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m).

## 8.2 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO

### 8.2.1 – Introdução

A segurança e a economia de um açude está diretamente relacionada com a obtenção da cheia de projeto, a qual permitirá o dimensionamento adequado de seu sangradouro. Em açudes, onde há o perigo de grandes prejuízos e de perdas humanas, geralmente utilizam-se as cheias máximas milenares ou decamilenares.

### 8.2.2 – Metodologia utilizada

A inexistência de série de dados fluviográficos de boa qualidade e de razoável extensão, torna inexorável a utilização de métodos indiretos na determinação da cheia de projeto do açude estudado.

Adotar-se-á, no presente estudo, a metodologia indireta do HEC-1, a qual se baseia em seu hidrograma unitário triangular do *Soil Conservation Service* e no parâmetro CN (*Curve Number*). Esse parâmetro CN representa o complexo solo-vegetação e seu relacionamento com a potencialidade da bacia na formação de picos de cheias.

Para a bacia do Açude Beré, obteve-se o valor CN igual a 65.

### 8.2.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS

Para a obtenção do Hidrograma Unitário Triangular - HUT - , é necessária a determinação do tempo de concentração da bacia estudada,  $t_c$ , o que foi obtido pela fórmula de Kirpich:

$$t_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,387} = 57 \times (80,46 / 360,0)^{0,387} = 939,0 \text{ min.} = \mathbf{15,65 \text{ horas}}$$

onde:

$t_c$  - tempo de concentração, em minutos;

L - comprimento do curso d'água principal, em km; e

H - desnível entre as cotas da cabeceira e do exutório da bacia, em m.

Após o cálculo do tempo de concentração -  $t_c$ , em horas, foram determinados os três parâmetros básicos do HUT do SCS, quais sejam:

$$t_r = t_c / 6 = 15,65 / 6 \cong \mathbf{2,61 \text{ horas}}$$

$$t_p = 0,5 \times t_r + 0,6 \times t_c = 0,5 \times 2,61 + 0,6 \times 15,65 \cong \mathbf{10,69 \text{ horas}}$$

$$t_b = 2,667 \times t_p = 2,667 \times 10,69 \cong \mathbf{28,55 \text{ horas}}$$

$$Q_p = (0,2081 \times A_{\text{bacia}} \times 1\text{mm}) / t_p = (0,2081 \times 1410,197) / 10,69 \cong 27,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

onde:

$t_r$  - duração da chuva efetiva unitária do HUT, em horas;

$t_p$  - tempo decorrido até a vazão de pico do HUT,  $Q_p$ , em horas;

$t_b$  - tempo de base do HUT, em horas; e

$Q_p$  - vazão de pico correspondente à chuva efetiva unitária de 1mm, em  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Na Figura 8.2 é mostrado o HUT de 1,13 horas do SCS, para o caso da bacia do Açude Beré.

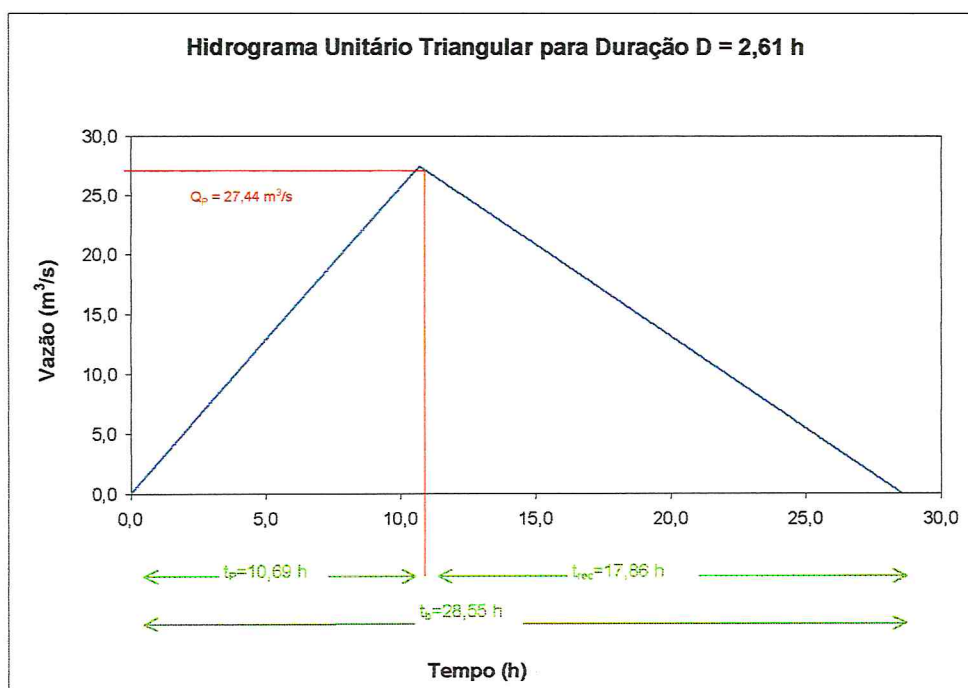


Figura 8.2 - Hidrograma unitário triangular do SCS para duração de 2,61 horas

### 8.2.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto

Para a obtenção dos hidrogramas das cheias de projeto, correspondentes aos tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, utilizando a metodologia do HEC-1, tornou-se necessário, inicialmente, a determinação do hidrograma efetivo balanceado com duração igual ao tempo de concentração da bacia estudada, para os referidos períodos de retorno.

As chuvas intensas na bacia foram obtidas através da metodologia de TABORGA-TORRICO, conforme descrito anteriormente.

As chuvas intensas efetivas na bacia foram obtidas através da equação do SCS, em unidades do S.I.:

$$P_{\text{efetiva}} = \frac{[P - (5080/CN) + 50,8]^2}{[P + (20320/CN) - 203,2]}$$

onde:

$P_{\text{efetiva}}$  - chuva intensa efetiva na bacia, em mm;

P - chuva intensa na bacia, em mm; e

CN - parâmetro CN - "Curve Number" - do SCS.

Com o CN = 65 - obtido anteriormente - da bacia estudada, obtiveram-se as chuvas intensas efetivas para os tempos de retorno escolhidos.

Tabela 8.2 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Beré, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 1.000 anos

D(h)	P <sub>acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva</sub> (mm)	P <sub>efetiva ordenada</sub> (mm)	P <sub>efetiva balanceada</sub> (mm)
2,61	132,93	45,99	45,99	5,87	7,09
5,22	160,62	65,77	19,78	7,09	12,28
7,82	176,83	78,05	12,28	8,97	45,99
10,43	188,32	87,02	8,97	12,28	19,78
13,04	197,24	94,11	7,09	19,78	8,97
15,65	204,52	99,98	5,87	45,99	5,87

Tabela 8.3 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Beré, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 10.000 anos

D(h)	P <sub>acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva acumulada</sub> (mm)	P <sub>efetiva</sub> (mm)	P <sub>efetiva ordenada</sub> (mm)	P <sub>efetiva balanceada</sub> (mm)
2,61	148,09	56,61	56,61	7,05	8,53
5,22	180,23	80,69	24,07	8,53	14,86
7,82	199,02	95,55	14,86	10,82	56,61
10,43	212,36	106,37	10,82	14,86	24,07
13,04	222,70	114,90	8,53	24,07	10,82
15,65	231,15	121,96	7,05	56,61	7,05

Aplicando os hietogramas efetivos balanceados da bacia do açude Beré ao H.U.T. de 2,61 horas de duração da bacia, obtiveram-se os hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, conforme mostrados na Figura 8.3.

Na Tabela 8.4 são apresentadas as vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Tabela 8.4 - Vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos

Tempo de Retorno (anos)	Vazões de Pico dos Hidrogramas das Cheias de Projeto (m <sup>3</sup> /s)
1.000	2.267,85
10.000	2.771,75

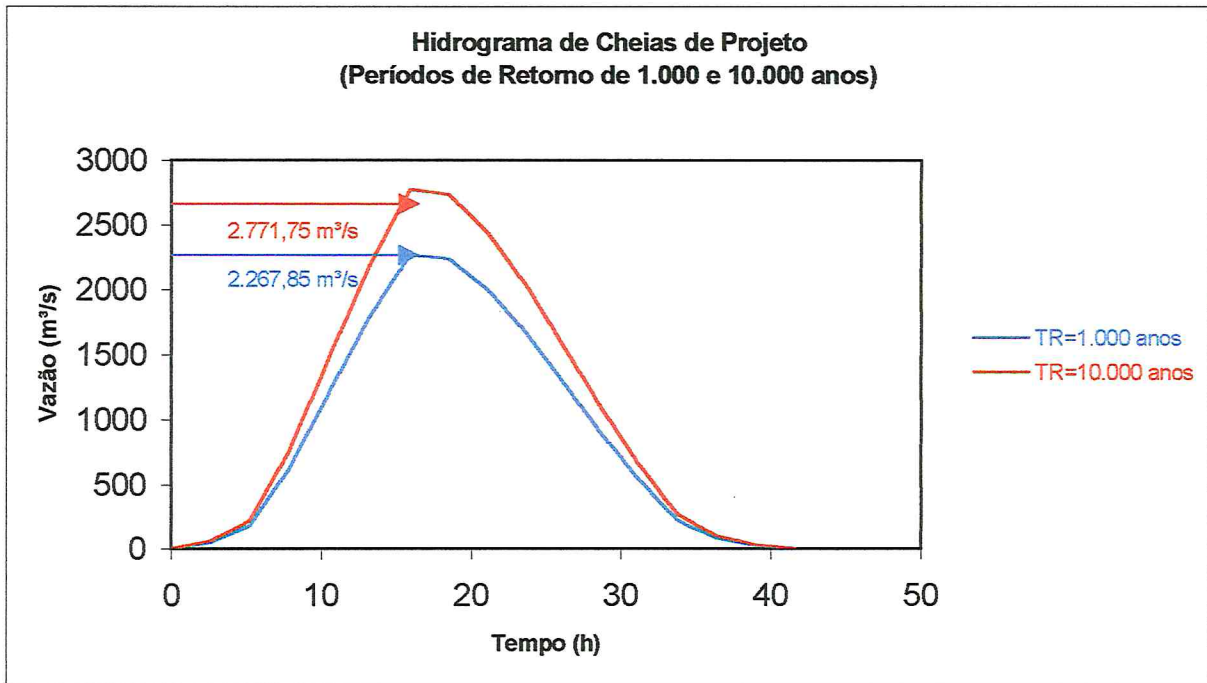


Figura 8.3 - Hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

## 9 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

## 9 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 9.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO

#### 9.1.1 – Solos

Foram localizadas duas áreas de empréstimo para fornecimento de solo impermeável.

A jazida no. 1 dista 100m ao eixo da barragem e foi investigada através de 4 furos de sondagem a trado. A jazida no. 2 dista 2100m e foi investigada também através de 10 furos a trado. Os furos de sondagem foram rasos com profundidade média de 0,80 m para a jazida nº 1 e 1,00 m para a jazida nº 2.

O material encontrado é constituído por areia silto argilosa.

Foram realizados 8 ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e Limites de Atterberg) e 8 ensaios de compactação.

Os ensaios mostraram que a fração granulométrica predominante é constituída por areia (28 a 57%), seguida da fração silto-argilosa (43 a 71%), complementada pela fração pedregulho (0 a 2%).

Os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade mostraram que o material localiza-se acima da linha A, ora abaixo ora acima desta sendo portanto classificado como CL.

Os ensaios de compactação mostraram umidade ótima variando de 12,2 a 13,8% e densidade seca máxima variando de 1,753 a 1,805 kg/m<sup>3</sup>.

Nos Desenhos n.º BE-07 e BE-08 podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

#### 9.1.2 – Areia

Foram identificados quatro areais para a construção da barragem, denominados de A-01, A-02, A-03 e A-04.

O areal A-01 está localizado no Riacho Jardim, distanciado do eixo barrável 16,0 Km. Foram executados 5 (cinco) furos no leito do rio, com profundidade média de exploração de 1,00 m.

O areal A-02 fica no riacho corrente, distante do eixo barragem 5,7 Km, na propriedade do Sr. Chico Felix. Foram executados 5 (cinco) furos, com coleta de amostras de material.

O areal A-03 fica no Riacho São João, contudo possui volume insuficiente para exploração.

O areal A-04 fica no sítio Cidade, distante 16,0 km. Possui volume suficiente para ser utilizado na obra.



Nos Desenhos n.º BE-07 e BE-08 podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

### 9.1.3 – Pedreiras

Foi identificado uma pedreira para a construção da barragem, denominado de P-01.

A pedreira P-01 fica localizada a montante do eixo da barragem, com distância de 3.700 m, a qual apresentou rocha de ótima qualidade.

## 9.2 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM/VERTEDOURO

O maciço de concreto da barragem deverá ser assentado sobre a superfície de rocha no seu estado são. Todas as ocorrências de solos, matacões, blocos soltos e rocha alterada e/ou fraturada deverão ser removidas, de forma que o concreto fique em contato direto com a rocha sã.

No caso de ocorrerem faixas de rocha alterada ou muito fraturada no topo do maciço rochoso, que possam ser removidas com picareta e rompedor, essas faixas devem ser escavadas até à total remoção, ou, no mínimo, até uma profundidade igual à largura, preenchendo-se as mesmas com concreto de resistência 30 MPa.

Para o tratamento profundo da fundação, deverão ser realizados injeções exploratórias verticais de calda de cimento ao longo do eixo da barragem, em toda a sua extensão, até à profundidade de 1,5 vezes a altura da barragem no local dos furos. Os furos deverão ter diâmetro de 4" e espaçamento de 8 metros, sendo injetados com calda de cimento sob pressão com fator água/cimento 0,5. As pressões de injeção em cada furo deverão ser calculadas de forma a não ultrapassar o limite de 75 % da pressão equivalente provocada pelo peso de rocha, evitando-se, assim, o macaqueamento do maciço rochoso.

Caso as perdas específicas de calda de cimento nos furos ultrapassem 50 kg de cimento por metro perfurado, o traço deverá ser aumentado progressivamente, até se controlar a absorção, e deverão ser realizados furos de injeção a cada 4 metros e, se necessário, a cada 2 metros, utilizando-se o mesmo critério.

O Desenho n.º BE-02 mostra o perfil geológico-geotécnico pelo eixo da barragem/vertedouro.

## 10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

## 10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

### 10.1 – VAZÃO PELO VERTEDOURO

O vertedouro adotado é do tipo livre, com perfil da soleira vertente tipo Creager. Em função das condições de arranjo e dos estudos de amortecimento de cheias no reservatório, estabeleceu-se o comprimento da crista igual a 190 metros.

A vazão pelo vertedouro é dada pela seguinte expressão:

$$Q = C.L.H^{3/2}$$

Onde:

$Q$  é a vazão pelo vertedouro, em m<sup>3</sup>/s;

$C$  é o coeficiente de vazão, cujo valor adotado é 2,0;

$L$  é o comprimento da crista do vertedouro, em m,

$H$  é a carga hidráulica sobre a crista do vertedouro, em m.

O amortecimento das cheias de 1.000 e 10.000 anos foi efetivado, através da utilização da curva cota x volume apresentada na tabela 7.1 e da metodologia de Puls, que é dada pela equação:

$$V_{i+1} + \frac{1}{2}(QE_{i+1}) \times DT = (V_i - \frac{1}{2}(QE_i) \times DT) + \frac{1}{2}(QA_i + QA_{i+1}) \times DT$$

Onde:

$V$  - volume acumulado no açude, em metros cúbicos;

$QA$  - vazão afluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;

$QE$  - vazão efluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;

$DT$  - intervalo de tempo utilizado.

TABELA 10.1 – Valores de cota versus volume do Açude Beré

COTA (m)	ACUMULADO (hm <sup>3</sup> )
490	0,000000
495	0,000812
498	0,003847
499	0,020508
500	0,040709
501	0,064406
502	0,091583
503	0,122249
504	0,156443
505	0,194229
506	0,235698
507	0,280968
508	0,330186
509	0,383523
510	0,441178
511	0,503378

COTA (m)	ACUMULADO (hm <sup>3</sup> )
512	0,570377
513	0,642454
514	0,719917
515	0,803101
516	0,892366
517	0,988100
518	1,090720
519	1,200667
520	1,318410
521	1,444446
522	1,579298
523	1,723516
524	1,877677
525	2,042386
526	2,218273
527	2,405997
528	2,606243
529	2,819722
530	3,047175
531	3,289367
532	3,547092
533	3,821168
534	4,112444
535	4,421793
536	4,750117
537	5,098344
538	5,467428
539	5,858351
540	6,272123
541	6,709779
542	7,172383
543	7,661024
544	8,176820
545	8,720913
546	9,294476
547	9,898706
548	10,534828
549	11,204094
550	11,907782
551	12,647200
552	13,423678
553	14,238578
554	15,093285
555	15,989215
556	16,927807
557	17,910530
558	18,938878
559	20,014373
560	21,138564

Considerando o volume do Açude Beré em sua cota de sangria de 550,0 metros, com largura do sangradouro de 190 metros, bem como a utilização da metodologia de Puls, obtiveram-se as cheias efluente para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, respectivamente. Nas figuras 10.1 e 10.2 são apresentadas as cheias afluentes e efluentes para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Na tabela 10.2 são apresentadas as vazões de pico afluentes e efluentes e respectivas lâminas efluentes, para os tempos de retorno de 1.000 anos e 10.000 anos.

Tabela 10.2 – Vazões de pico afluentes e efluentes

Tempo de Retorno de 1.000 anos			Tempo de Retorno de 10.000 anos		
$Q_{pico\ afluente}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{pico\ efluente}$ ( $m^3/s$ )	Lâmina efluente (m)	$Q_{pico\ afluente}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{pico\ efluente}$ ( $m^3/s$ )	Lâmina efluente (m)
2267,85	2260,72	3,28	2771,75	2762,58	3,75

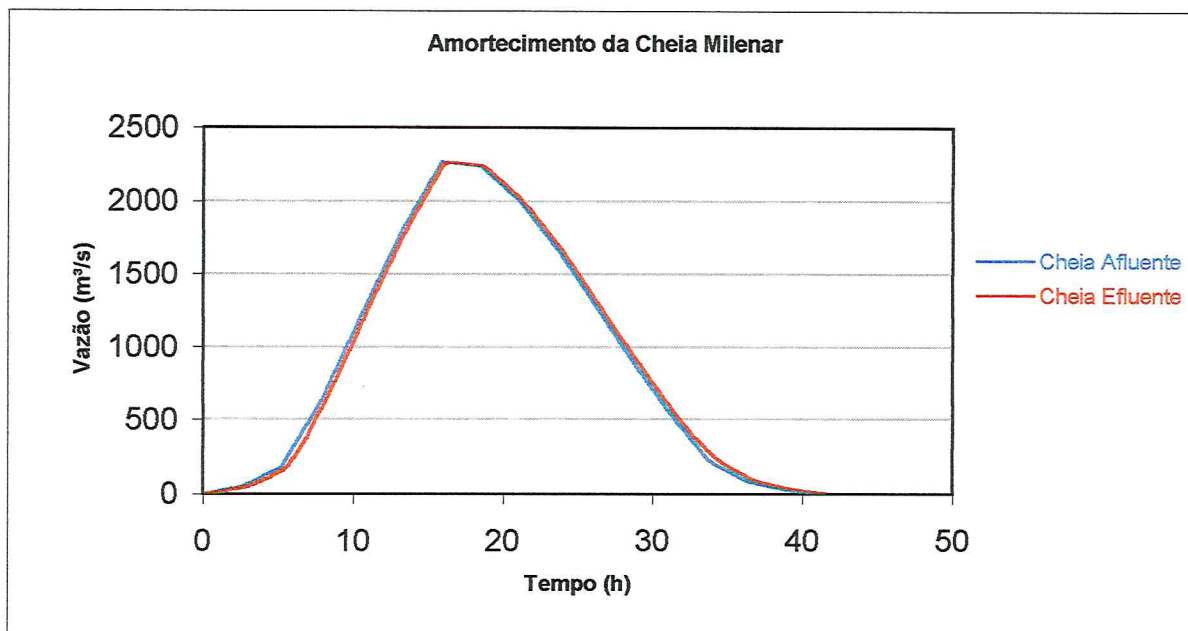


FIGURA 10.1 – Amortecimento da cheia milenar para cotas do sangradouro do Açude Beré

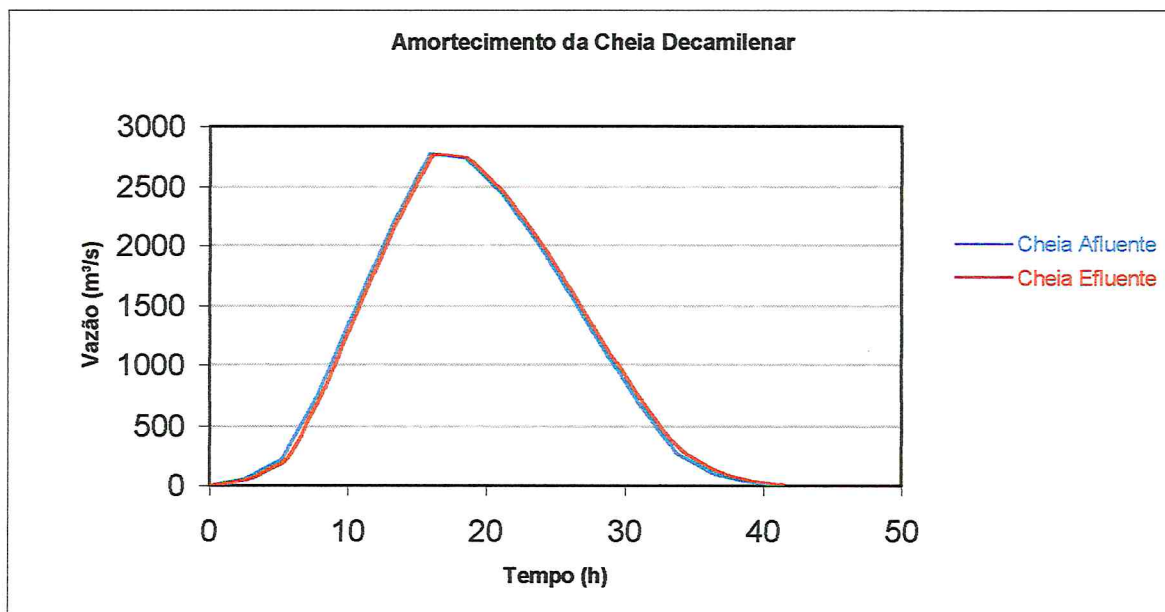


FIGURA 10.2 – Amortecimento da cheia decamilenar para cotas do sangradouro do Açude Beré

## 10.2 - BORDA LIVRE

A borda livre ou folga da barragem é a diferença de cota entre o coroamento e o nível d'água máximo para a cheia de projeto, considerada a cheia milenar.

Para o cálculo da borda livre foi utilizada a metodologia a seguir apresentada.

### a) Cálculo do Fetch

O fetch é o comprimento efetivo máximo da área de influência da superfície do reservatório, sobre o qual a ação do vento provocará a formação de ondas.

O cálculo do fetch está apresentado no Desenho n.º BE-06, tendo sido obtido o valor de 0,36 km.

### b) Cálculo da Altura da Onda

A altura da onda formada pela ação do vento sobre o reservatório é dada pela expressão:

$$h = 0,75 + 0,35(F)^{1/2} - 0,26(F)^{1/4} \text{ para } F < 18Km$$

sendo:

$h$  altura da onda (m)

$F$  comprimento máximo da área de influência (km)

Portanto, vem:

$$h = 0,75 + 0,34(0,36)^{1/2} - 0,26(0,36)^{1/4}$$

$$h = 0,75m$$

### c) Cálculo da Velocidade da Onda

A velocidade da onda é pela expressão:

$$v = 1,5 + 2.h$$

sendo:

$v$  velocidade da onda (m/s)

$h$  altura da onda (m)

$$v = 1,5 + 2 \cdot 0,75$$

$$v = 3,01 \text{ m/s}$$

d) Cálculo da Borda Livre

A borda livre ( $f$ ) é dada pela expressão:

$$f = 0,75h + \frac{(v^2)}{2g}$$

sendo:

$f$  altura da borda livre (m)

$h$  altura da onda (m)

$v$  velocidade da onda (m/s)

$$f = 0,75 \cdot 0,74 + \frac{(3,01^2)}{2g}$$

$$f = 1,02 \text{ m}$$

### 10.3 – COTA DA BARRAGEM

A cota da barragem será definida de modo a atender aos dois seguintes critérios:

Nível d'água para a cheia milenar mais a borda livre calculada em função do fetch; e

Nível d'água para a cheia decamilenar mais folga de 0.60m.

- Para o primeiro critério, vem:

$$C = H + f + s$$

sendo:

$C$  cota da crista da barragem (m)

$H$  carga hidráulica sobre o vertedouro para a cheia milenar (m)

$f$  borda livre

$s$  cota da crista da soleira do vertedouro (m)

Então, vem:

$$c = 3,28 + 1,02 + 550,00$$

$$c = 554,35m$$

- Para o segundo critério, vem:

$$C = H + f + s$$

sendo:

$C$  cota da crista da barragem (m)

$H$  carga hidráulica sobre o vertedouro para a cheia decamilenar

$f$  borda livre de 0,60m

$s$  cota da crista da soleira do vertedouro (m)

Então, vem:

$$C = 3,75 + 0,60 + 550,00$$

$$C = 554,35m$$

Portanto, a cota da crista da barragem foi estabelecida na el. **554,35 m.**



## 11 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS

## 11 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS

A topografia no eixo escolhido para o barramento se apresenta na forma de um vale bastante encaixado, em forma de "V", com encostas bastante íngremes. Como as condições geológico-geotécnicas de fundação são favoráveis à implantação de um barramento de concreto, adotou-se um arranjo em que o vertedouro estará inserido na própria barragem.

Dado o caráter não perene do riacho Jardim, no presente estudo não foram contempladas obras de desvio, uma vez que a barragem deverá ser construída no período de estiagem. Entretanto, ressalta-se que, quando da execução das obras, o empreiteiro deverá ter feito um planejamento da eventual colocação de dispositivos que permitam a limpeza e tratamento das fundações e a construção do próprio maciço da barragem, caso ocorram pequenas vazões.

À direita do vertedouro, no maciço da barragem está prevista a implantação de uma estrutura para tomada d'água, a partir da qual será feita a adução da vazão para o abastecimento.

O arranjo geral das obras pode ser visto no Desenho n.º BE-03.

## 12 – BARRAGEM

## 12 – BARRAGEM

A barragem será constituída por um maciço de concreto C.C.R., com crista na cota 554,54 m, comprimento de 200 m, e altura máxima de cerca de 59,54 m.

Em termos de fundação, a barragem será apoiada em rocha, que se apresenta praticamente aflorante em todo o leito.

A barragem terá o paramento de montante vertical, e o de jusante na inclinação 0,8H : 1,0V., em forma de degraus, resultante do próprio processo construtivo da maciço em C.C.R..

No paramento de montante será colocada uma camada de concreto convencional para impermeabilizar o maciço, da mesma forma que a parte superior da barragem também será executada em concreto convencional devido à largura pequena para os equipamentos de compactação.

A implantação, a seção típica e o perfil longitudinal pelo eixo da barragem/vertedouro podem ser vistos nos Desenhos n.º BE-03 e BE-04.



### 13 – VERTEDOURO

O vertedouro, incorporado à barragem, será implantado aproximadamente centrado em relação à calha do rio, com condições de fundação apropriadas para receber uma estrutura de concreto.

O vertedouro terá soleira livre com crista na cota 550,00 m e comprimento de 190 m. O perfil vertente será do tipo Creager, com coeficiente de descarga igual a 2,0.

A estrutura, em C.C.R., estará apoiada em rocha, com altura máxima de cerca de 55 m. O paramento a jusante da estrutura, que terá a forma de degraus já resultante do processo construtivo, será revestido com concreto convencional para maior resistência à ação do fluxo. O paramento em forma de degraus irá propiciar grande parte da dissipação de energia do fluxo.

Para o dimensionamento do vertedouro, fez-se o estudo de laminação através da utilização das cheias milenar e decamilenar, conforme descrito no item 10, cujos resultados estão apresentados na Tabela 13.1 a seguir.

Tabela 13.1 - Carga Hidráulica sobre o Vertedouro

<b>Cheia</b>	<b>Vazão de pico afluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Vazão de pico efluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Carga Hidráulica (m)</b>
Milenar	2.267,85	2.260,72	3,28
Decamilenar	2.771,75	2.762,58	3,75

A implantação, a seção típica e o perfil longitudinal pelo eixo da barragem/vertedouro podem ser vistos nos Desenhos n.º BE-03 e BE-04.

## 14 – TOMADA D'ÁGUA

## 14 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água para a adutora será implantada na barragem, à direita do vertedouro. A vazão a ser aduzida é de 0,040 m<sup>3</sup>/s considerando-se a garantia de 90%.

A tomada d'água estará incorporada na própria estrutura da barragem, sendo dotada de grade removível e comporta plana tipo adufa com dimensões 0,60 x 0,60m.

Na ranhura da grade poderá ser colocada uma comporta ensecadeira, no caso da necessidade de executar-se manutenção na adufa.

A partir da adufa quadrada, será feita uma transição de seção para tubo circular de diâmetro 0,60 m. Este tubo atravessa a fundação da barragem transversalmente, e logo a jusante do pé da barragem prevê-se a instalação de um registro no interior de uma caixa.

A cota do eixo da tomada d'água está prevista na el. 519,00 m, de modo a deixar um pequeno volume no fundo do reservatório cuja cota é aproximadamente 495,00m, para acúmulo de sedimentos.

A posição da tomada d'água e a sua seção típica podem ser vistos nos Desenhos n.º BE-03 e BE-04.





## 15 – ADUTORA

### 15.1 – JUSTIFICATIVA

A população das localidades a serem beneficiadas pela adutora, não dispõem de água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas. O abastecimento daquelas comunidades é feito a partir de mananciais pouco seguros. Tratam-se de fontes que brotam da Chapada do Araripe. Com o uso intensivo destas fontes, e o desmatamento de suas nascentes, as mesmas tem-se exaurido.

Para atender às demandas locais, é necessário que se façam severos racionamentos e ainda se complemente o fornecimento de água para o abastecimento humano com carros-pipa.

Esse quadro tem agravado o empobrecimento das pessoas daquelas localidades e impedido o desenvolvimento econômico sustentável.

### 15.2 – OBJETIVO

O objetivo das adutoras planejadas é garantir o fornecimento de água às localidades por elas alcançadas em termos de quantidade e qualidade até o ano de 2032. O fornecimento da água bruta até as estações de tratamento locais e a implantação de estações de tratamento complementares, bem como a inclusão de reservatórios de distribuição são objetos deste Anteprojeto.

### 15.3 – SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO

#### 15.3.1 – População alvo

A população a ser beneficiada pelo projeto é a população da sede municipal de Jardim, além de comunidades difusas situadas ao longo da adutora, inclusive Bom Sucesso. Tratam-se de pessoas, em sua grande maioria, de baixa renda. Suas principais fontes de renda são as aposentadorias rurais e a agricultura de subsistência. Em menor proporção, ocupam-se com empregos da prefeitura, pecuária e pequeno comércio.

A localidade de Jardim conta com sistema de abastecimento de água de acordo com arranjo mostrado na figura seguinte.

Os componentes do sistema são:

Manancial:..... Riacho Boca-da-mata (seis fontes). Uma das fontes já secou e o volume das demais está gradativamente diminuindo. Cada fonte tem um mini-reservatório que somam 89 m<sup>3</sup>, os quais escoam para um reservatório de reunião.

Adutora de água bruta (gravitária): .....tubulação (PVC) de 2.100 m, com DN=150 mm ,  
tubulação (PVC) 1.600 m, com DN=150 mm. Vazão = 89,61 m<sup>3</sup>/h.

Adutora de água tratada(gravitária): tubulação (Ferro fundido) medindo 600 m e DN=200mm + 200 m de  
DN=150mm (aéreo/sobre o rio Jardim)

#### Estação elevatória

(recalque - água tratada): .....03 unidades (na cidade/rede de distribuição), sendo todas de 5cv, apresentando porém apenas uma com reserva (1+1), as outras duas sem reserva (1+0).

#### Tratamento

de Água: .....Aplicação de cloro nos reservatórios apoiados. Capacidade de tratamento de 85 m<sup>3</sup>/h.

Reservação: .....Dois reservatórios de distribuição apoiados sendo um de 345 m<sup>3</sup> e o outro de 340 m<sup>3</sup>.

Distribuição: .....Dispõe de rede em cerca de 98% da localidade, com 1.970(93%) de ligações domiciliares ativas, 140(7,0%) de ligações domiciliares inativas, perfazendo um total de 2.110 (100%), sendo que cerca de 93(4,0%) são dotadas de hidrômetros.

#### 15.3.1.1 – Situação atual de Bom Sucesso

Bom Sucesso dispõe de um sistema de abastecimento rudimentar, hoje desativado, a seguir descrito.

A população de Bom Sucesso atualmente é abastecida com água vinda de Toré (fonte), por carros pipas que transportam a água de 8,5 km.

Os componentes do sistema existente e desativado são:

Manancial:.....Poço tubular de Bom Sucesso Q=5.000 l/h, inaugurado em 1993, fechou em 2001 e passou 1 ano sem funcionar, sendo reaberto em 2002.

Adutora de Toré, instalada em 1987, deixando de abastecer desde 2000.

Captação: .....Bomba submersa (poço tubular de Bom Sucesso), potência de 3,5 cv.

Adutora de água bruta(recalque): .....Poço tubular de Bom Sucesso: tubulação (PVC) de 600 m, DN=50mm e Q=5 m<sup>3</sup>/h.

Adutora de água bruta(gravitária): .....Toré (desativado): tubulação (PVC) de 8.400 m, DN=32mm e Q=700l/h.

#### Estação elevatória (captação

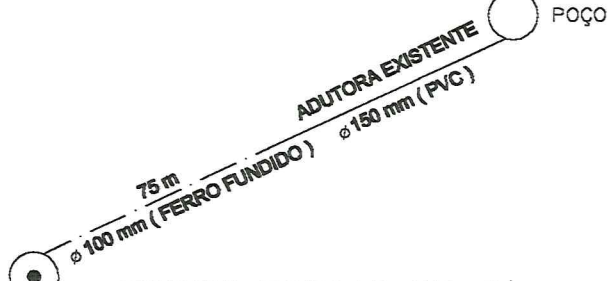
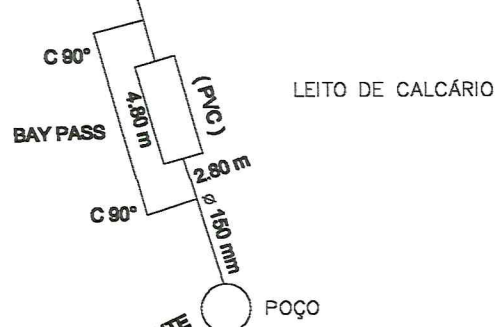
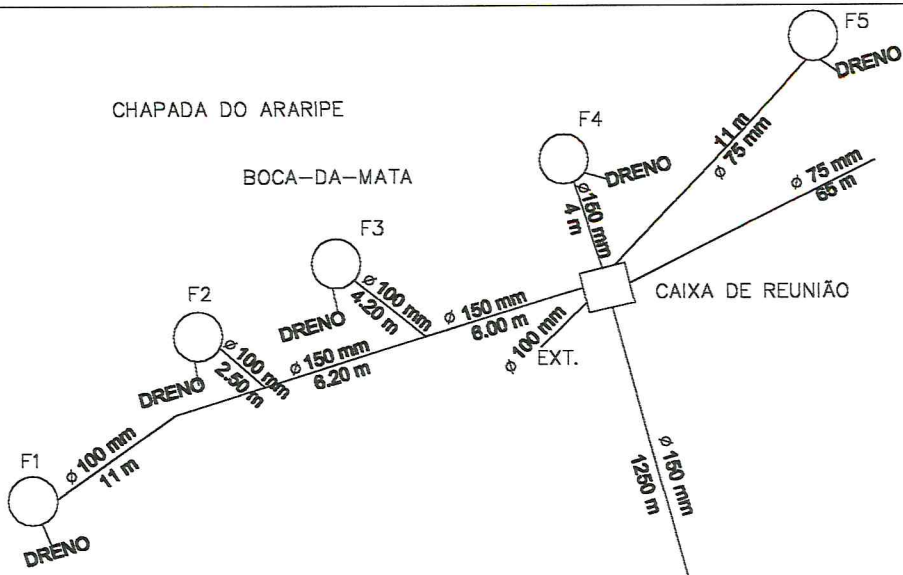
e recalque): .....Poço tubular de Bom Sucesso: Bomba submersa (1+0) com potência 3,50 CV; Vazão de 5,0 m<sup>3</sup>/h; e altura manométrica de 70m.c.a.

#### Tratamento

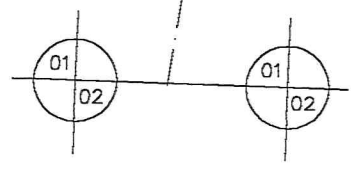
de Água : .....Não existe tratamento.

Reservação: .....Dois reservatórios apoiados de 20 m<sup>3</sup> (totalizando 40 m<sup>3</sup>).

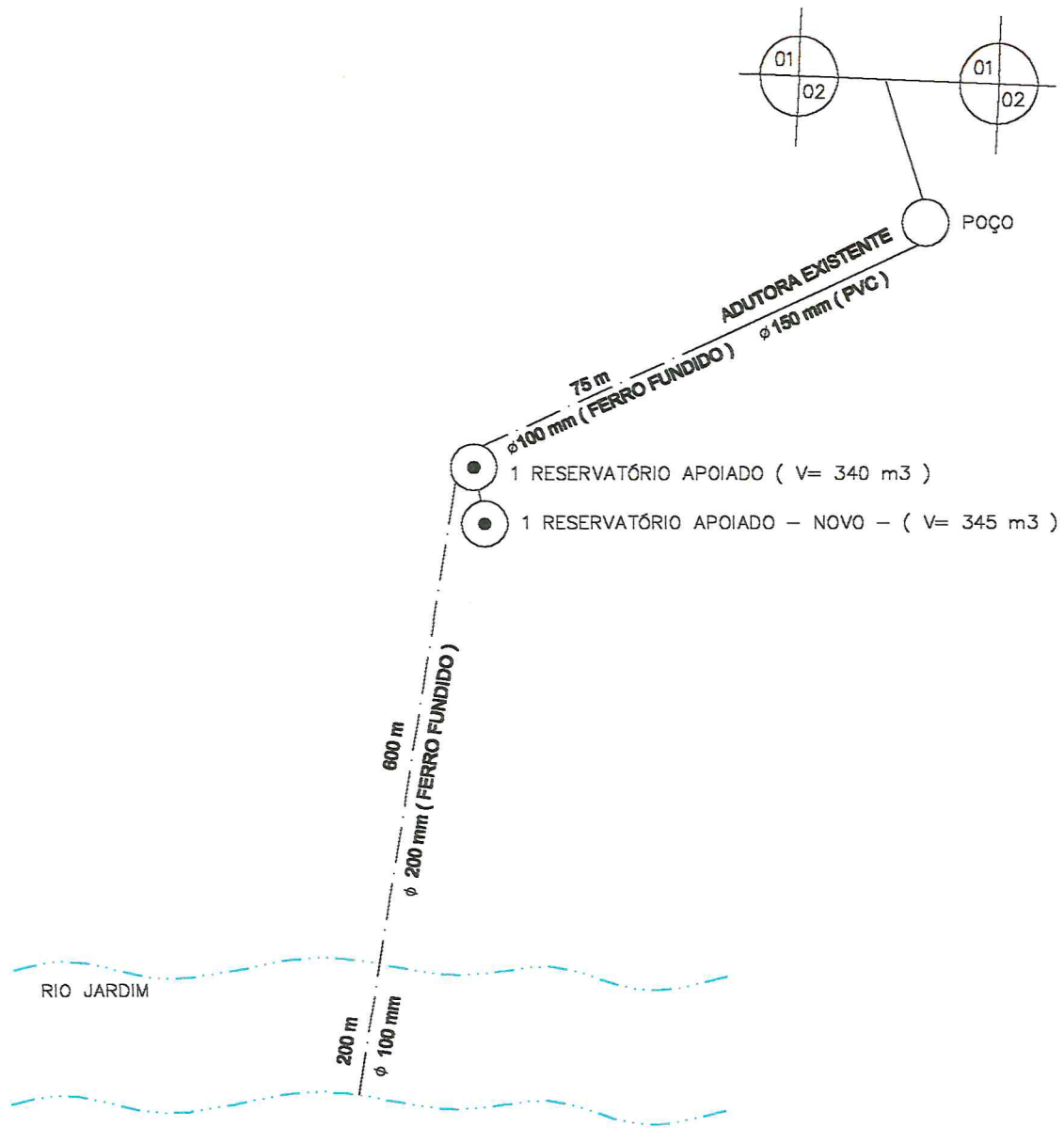
Distribuição: .....Dispõe de rede em cerca de 94% da localidade, com 75(100%) de ligações domiciliares ativas, sem hidrômetros.



- 1 RESERVATÓRIO APOIADO ( V= 340 m<sup>3</sup> )
- 1 RESERVATÓRIO APOIADO - NOVO - ( V= 345 m<sup>3</sup> )



<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b>		
<b>SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH</b>		
Projeto :	<b>TÍTULO:</b> LEVANTAMENTO CADASTRAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE JARDIM (SEDE)  <b>ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA</b>	Data : JANEIRO/2003
Visto :		Escala : SEM ESCALA
Verificado :		Arquivo :
Aprova :		Nº do Desenho : 01/02



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

Projeto :  
Visto :  
Verificado :  
Aprova :

TÍTULO:  
**LEVANTAMENTO CADASTRAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE JARDIM (SEDE)**  
**ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA**

Data : **JANEIRO/2003**  
Escala : **SEM ESCALA**  
Arquivo :  
Nº do Desenho : **02/02**

#### 15.4 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O estudo de alternativa baseou-se em reconhecimento de campo e avaliação de traçados em cartas da SUDENE na escala 1:100.000.

A região não dispõe de reservas subterrâneas que permitam a sua utilização para o abastecimento humano local. Os poços da área tem baixa vazão e sua água é muito salina inadequada para o consumo humano.

O único manancial superficial disponível com condições de fornecer água com níveis de garantia de abastecimento adequados é o Açude Beré.

Foram avaliadas duas alternativas de atendimento para a comunidade de acordo com o desenho seguinte.

A alternativa adotada foi a alternativa 01 pelos seguintes motivos:

- a) A topografia no seu traçado é mais favorável, possibilitando um menor número de dispositivos de controle e segurança da tubulação;
- b) O traçado acompanha, sempre que possível, estradas existentes o que facilita o acesso aos locais da adução, e as operação e manutenção dos sistemas;
- c) Os desníveis geométricos são menores, reduzindo os portes dos equipamentos de bombeamento e os custos operacionais;
- d) Beneficia um maior número de comunidades e de pessoas;
- e) Tem menor extensão;
- f) Em conseqüência dos demais motivos a alternativa selecionada tem menor custo somados os valores de implantação, manutenção e operação.

#### 15.5 – ESTUDO POPULACIONAL

Para estimar-se a população a ser beneficiada por cada adutora partiu-se dos dados dos censos do IBGE de 1991 e 2000, e da contagem de 1996. Nas pequenas localidades em que o IBGE não disponibilizou dados, avaliou-se a população a partir da contagem das residências considerando-se 4,5 pessoas por residência. Incluiu-se ainda, uma população difusa ao longo da tubulação adutora.

Para efeito de projeção populacional adotou-se os dados do ano de 2000.

O horizonte de projeto, seguindo as recomendações dos Manuais Operativos do PROÁGUA, foi de 30 anos.

A projeção populacional foi realizada pelo método geométrico adotando-se como taxa máxima de crescimento geométrico o valor de 2,5% ao ano, e mínima de 1,5 % ao ano.

No cálculo, utilizou-se a formulação:

$$P_n = P_{2000} \times (1 + t_g)^n, \text{ onde:}$$

$P_n$  = população no ano n

$P_{2000}$  = população em 2000, de acordo com o Censo do IBGE ou de pesquisa de campo.

$t_g$  = taxa de crescimento geométrico

n = número de anos desde 2030 até n.

Em algumas localidades, observou-se, de acordo com o IBGE, taxas elevadas acima de 4% ao ano. Tal fato, que deverá ser passageiro, deve-se à transferência da população rural para os núcleos urbanos. Nos próximos 30 anos, com certeza, estas taxas deverão cair para valores de até 2,5% ao ano.

#### 15.6 – PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto foram os indicados no Manual Operativo do PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO, que vem sendo utilizados em todos os projetos da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH/CE.

Ano inicial do plano .....	2.002
Horizonte de projeto .....	2.032
Índice de abastecimento(IAB).....	100% da pop. urbana
Consumo per capita bruto (C) .....	150 l/hab. x dia
Coefficiente de majoração p/ o dia de maior consumo (K1) .....	1,20
Tempo de operação diário.....	24 hs

#### 15.7 – VAZÕES DE PROJETO

Vazão média

$$q = \frac{P \times C \times IAB}{86.400}$$

onde: P = população no horizonte de projeto (2032)

C = consumo per capita, incluindo perdas

IAB = índice de abastecimento

Vazão requerida no dia de maior consumo

$$q_1 = q \times K_1$$

## 15.8 – CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO

### 15.8.1 – Captação

A captação da água para o sistema adutor será na bacia hidráulica do reservatório.

Para evitar trecho de tubulação flutuante mais extenso poderão ser implantados um canal de aproximação a ser escavado na bacia do reservatório.

### 15.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta

No anteprojeto considerou-se uma estação elevatória única na captação.

### 15.8.3 – Adutora de Água Bruta

Esta tubulação poderá ser executada utilizando qualquer material que atenda as condições de assentamento, rugosidade, e suporte as pressões de projeto.

Seus principais dados foram estimados assim:

- Extensão: obtida das cartas da SUDENE na escala: 1/100.000 e/ou do INCRA na escala 1/20.000;
- Diâmetro: estimado pela fórmula de BRESSE

$$D = 1,2 \cdot X^{1/4} \sqrt{Q}$$

onde:  $X = \frac{\text{n}^\circ \text{ de horas operação por dia}}{24}$

Q = vazão - m<sup>3</sup>/s

- Perdas de Carga: calculadas pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS:

$$j = 10,643 Q^{1,852} \times C^{-1,852} \times D^{-4,87}$$

Onde: Q: vazão (m<sup>3</sup>/s)

D: diâmetro interno do tubo (m)



j: perda de carga unitária (m/m)

C: coeficiente que depende da natureza (material e estado) das paredes dos tubos.

- Pressão de serviço: avaliada a partir do perfil piezométrico estimado para a linha de adução. Nesse perfil considerou-se uma pressão disponível mínima de 10 m.c.a., para garantir a chegada até reservatórios de distribuição e evitar formação de bolhas de ar.

#### 15.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada

Para cada adutora previu-se a nível de Anteprojeto, uma estação de bombeamento única localizada na saída da ETA. Quando do projeto básico, poderá se utilizar mais estações de modo a minimizar os custos de implantação e operacionais do projeto, bem como melhorar sua funcionalidade.

Na estimativa destas estações, considerou-se o seguinte:

- Tipo de conjunto - bomba centrífuga de eixo horizontal com motor elétrico
- Número de conjuntos motobombas - 1 operando + 1 reserva
- Altura manométrica – obtida a partir do perfil piezométrico pela soma do desnível geométrico e das perdas de carga.
- Potência por conjunto elevatório calculado por:

$$P = \frac{\gamma QH}{75\eta},$$

onde: P = potência (em cv)

$\gamma$  = peso específico da água (em kg/m<sup>3</sup>)

H = altura manométrica (em m)

$\eta$  = rendimento adotado 0,65

#### 15.8.5 – Reservatórios de Distribuição

Foram previstos reservatórios complementares para cada localidade de modo a garantir um volume de reservação mínimo igual a 1/3 do consumo máximo diário.

## 15.9 – SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto está ilustrado em planta e perfil na Figura 15.1.

No seu dimensionamento considerou-se um índice de atendimento de 100 %, e um horizonte de projeto de 30 anos sendo o ano zero 2002.

As perdas de água no sistema são estimadas a um máximo de 25 %, já incluídas no consumo per capita de 150 l/s.

Por se tratar de um sistema de pequeno porte, admitiu-se que o mesmo fosse implantado em uma única etapa dimensionada para as necessidades do projeto no ano de 2032.

Em virtude da fragilidade do sistema atual, não deduziu-se de sua capacidade, o potencial do sistema proposto, que foi planejado para as necessidades globais em 2032.

No quadro 15.1 mostra-se ano a ano os dados operacionais do sistema, em termos de adução de água e armazenamento.

### 15.9.1 – Fonte Hídrica

A fonte hídrica para o abastecimento para a sede municipal de Jardim é o açude Beré. Este reservatório barra o rio Jardim, na bacia hidrográfica do riacho do Jardim. O reservatório tem uma capacidade de armazenamento de 11,908 hm<sup>3</sup> e uma descarga regularizada com 90 % de garantia de 39,99 l/s. Tal descarga é superior a vazão de dimensionamento da adutora que é de 30,46 l/s.

### 15.9.2 – Captação

A captação da água bruta se fará do lago do reservatório do açude por intermédio de uma plataforma flutuante circular dimensionada para conter um conjunto elevatório. Devendo a mesma ter as seguintes dimensões:

Diâmetro – 1,50 m

Altura – 1,00 m

Vazão máxima diária – 2.632 m<sup>3</sup>/dia.

A tubulação para travessia do lago será flutuante de polietileno de alta densidade com as seguintes características:

Diâmetro – 200 mm

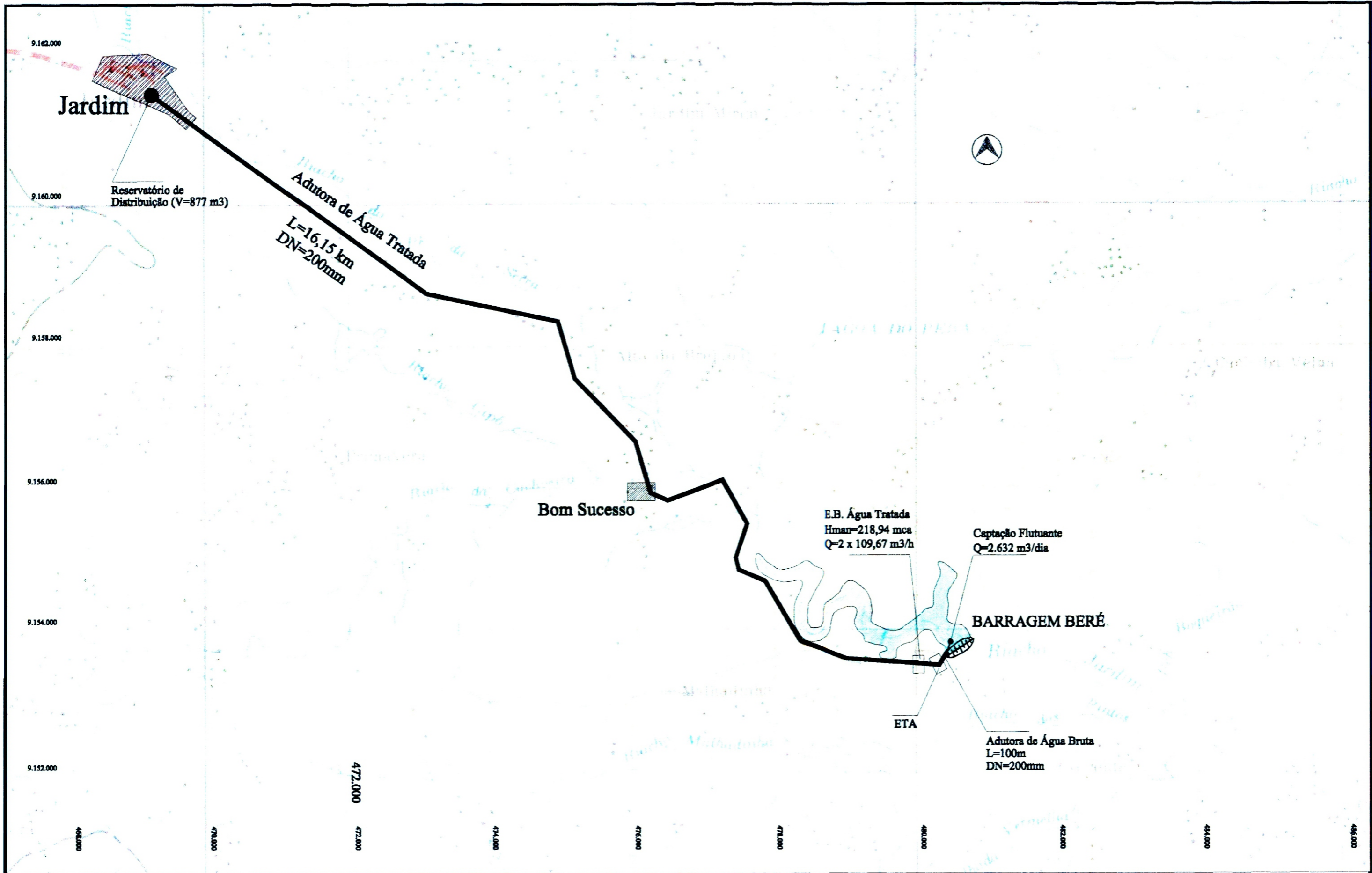
Extensão aproximada – 100 m

Pressão de serviço – 60 mca

QUADRO 15.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SISTEMA (ADUTORA DE JARDIM)

Ano	População	Taxa (%)	Consumo per capita		Consumo per capita (l/pessoa/dia) COM PERDAS	Volume médio aduzido (m3/dia)	Volume máximo aduzido (m3/dia)	Volume de adução potencial (m3/dia)	Vazão de adução (l/s)	Tempo de adução (h/dia)	Volume médio armazenado (m3)	Capacidade de Armazenamento (m3)
			SEM PERDAS	COM PERDAS								
2000	6635	2,5	120	150	995,28	1194,33	2632,02	30,46	9,03	398	877	
2001	6801	2,5	120	150	1020,16	1224,19	2632,02	30,46	9,26	408	877	
2002	6971	2,5	120	150	1045,66	1254,80	2632,02	30,46	9,49	418	877	
2003	7145	2,5	120	150	1071,81	1286,17	2632,02	30,46	9,73	429	877	
2004	7324	2,5	120	150	1098,60	1318,32	2632,02	30,46	9,97	439	877	
2005	7507	2,5	120	150	1126,07	1351,28	2632,02	30,46	10,22	450	877	
2006	7695	2,5	120	150	1154,22	1385,06	2632,02	30,46	10,48	462	877	
2007	7887	2,5	120	150	1183,07	1419,69	2632,02	30,46	10,74	473	877	
2008	8084	2,5	120	150	1212,65	1455,18	2632,02	30,46	11,01	485	877	
2009	8286	2,5	120	150	1242,97	1491,56	2632,02	30,46	11,28	497	877	
2010	8494	2,5	120	150	1274,04	1528,85	2632,02	30,46	11,57	510	877	
2011	8706	2,5	120	150	1305,89	1567,07	2632,02	30,46	11,85	522	877	
2012	8924	2,5	120	150	1338,54	1606,25	2632,02	30,46	12,15	535	877	
2013	9147	2,5	120	150	1372,00	1646,40	2632,02	30,46	12,45	549	877	
2014	9375	2,5	120	150	1406,30	1687,56	2632,02	30,46	12,77	562	877	
2015	9610	2,5	120	150	1441,46	1729,75	2632,02	30,46	13,09	577	877	
2016	9850	2,5	120	150	1477,50	1773,00	2632,02	30,46	13,41	591	877	
2017	10096	2,5	120	150	1514,43	1817,32	2632,02	30,46	13,75	606	877	
2018	10349	2,5	120	150	1552,29	1862,75	2632,02	30,46	14,09	621	877	
2019	10607	2,5	120	150	1591,10	1909,32	2632,02	30,46	14,44	636	877	
2020	10873	2,5	120	150	1630,88	1957,06	2632,02	30,46	14,80	652	877	
2021	11144	2,5	120	150	1671,65	2005,98	2632,02	30,46	15,17	669	877	
2022	11423	2,5	120	150	1713,44	2056,13	2632,02	30,46	15,55	685	877	
2023	11709	2,5	120	150	1756,28	2107,53	2632,02	30,46	15,94	702	877	
2024	12001	2,5	120	150	1800,19	2160,22	2632,02	30,46	16,34	720	877	
2025	12301	2,5	120	150	1845,19	2214,23	2632,02	30,46	16,75	738	877	
2026	12609	2,5	120	150	1891,32	2269,58	2632,02	30,46	17,17	756	877	
2027	12924	2,5	120	150	1938,60	2326,32	2632,02	30,46	17,60	775	877	
2028	13247	2,5	120	150	1987,07	2384,48	2632,02	30,46	18,04	795	877	
2029	13578	2,5	120	150	2036,75	2444,09	2632,02	30,46	18,49	815	877	
2030	13918	2,5	120	150	2087,66	2505,20	2632,02	30,46	18,95	835	877	
2031	14266	2,5	120	150	2139,86	2567,83	2632,02	30,46	19,42	856	877	
2032	14622	2,5	120	150	2193,35	2632,02	2632,02	30,46	19,91	877	877	

De acordo com o censo demográfico de 2000 do IBGE



FONTE:  
**SUDENE**

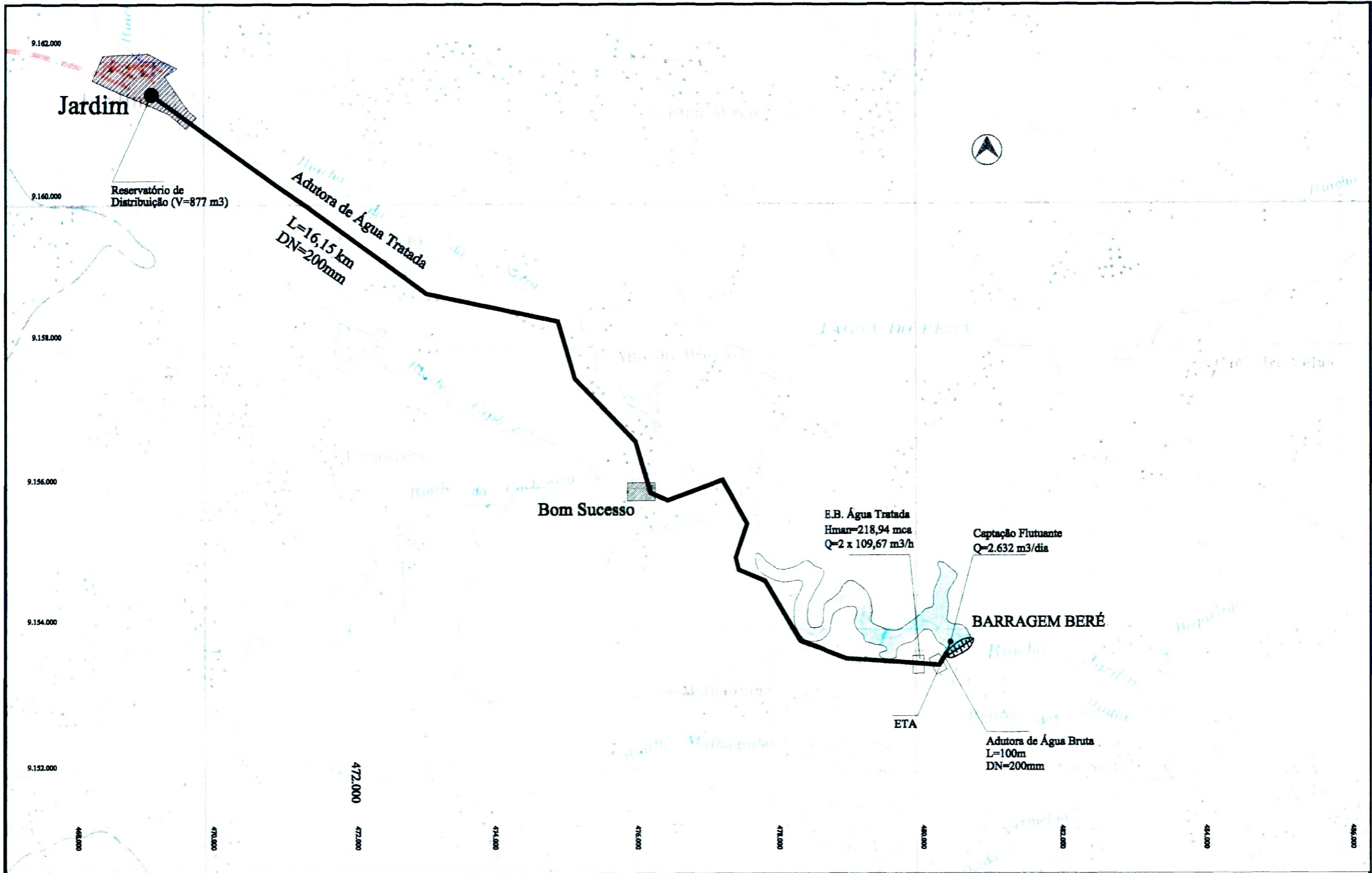
NOTA:

ESCALA:  
**1/50.000**

DATA:  
**OUTUBRO/2002**

**BARRAGEM BERÉ**  
**ADUTORA DE JARDIM (Planta Baixa)**

**ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.**



FONTE:  
**SUDENE**

NOTA:

ESCALA:  
**1/50.000**

DATA:  
**OUTUBRO/2002**

**BARRAGEM BERÉ**  
**ADUTORA DE JARDIM (Planta Baixa)**

**ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.**

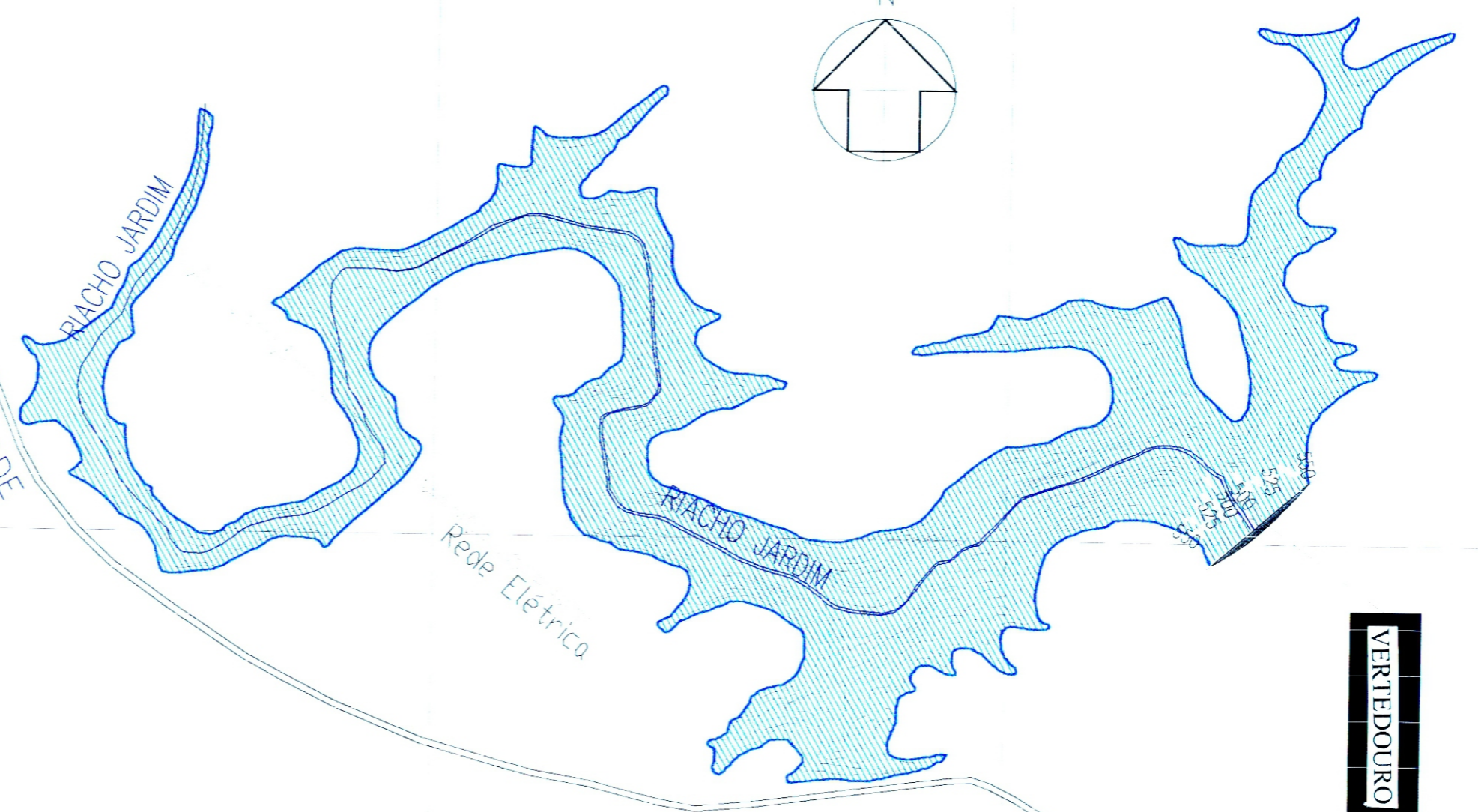
83

83

9.155.000 9.155.000

9.154.000 9.154.000

P/ A LOCALIDADE  
BONSUCESSO



P/ JATI

478.000

479.000

480.000

481.000

0 100 200 250M  
1:20000

ESCALA GRÁFICA

LEGENDA

 ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 550,00 m

NOTAS

1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES

No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

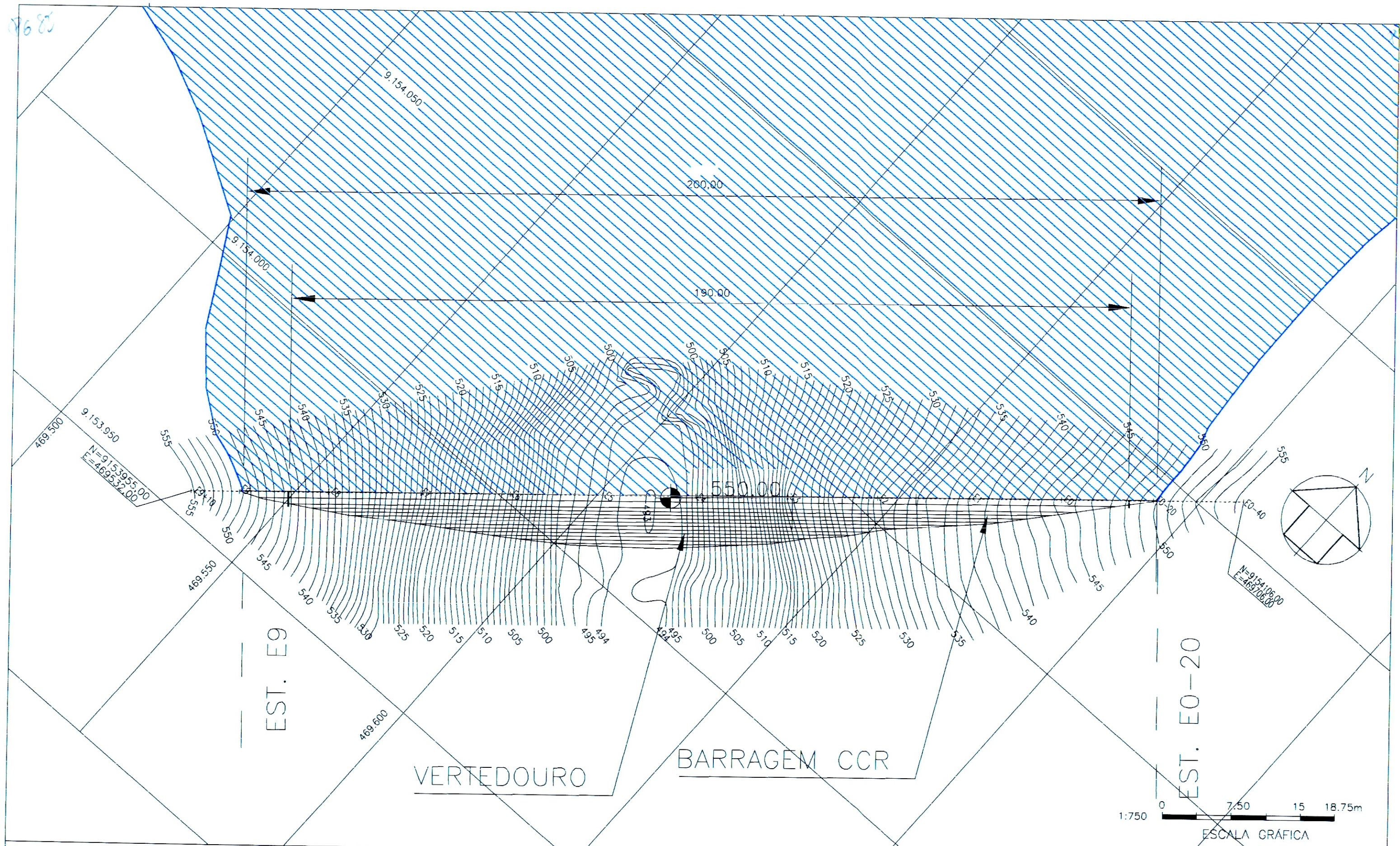
BARRAGEM BERE  
JARDIM-CEARÁ

PLANTA DO RESERVATÓRIO

PROJETO:  
VISTO:  
VERIFICADO:  
APROVO:

DESENHISTA:  
JORGE  
DATA DA EMISSÃO:  
JAN/03  
ESCALA:  
1:10000  
REVISÃO:  
A  
No DO DESENHO:  
BE-01

0685



**LEGENDA**

**NOTAS**

1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
2. SEÇÕES TÍPICAS E PERFIL VER DES. N° RA-05.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA**

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

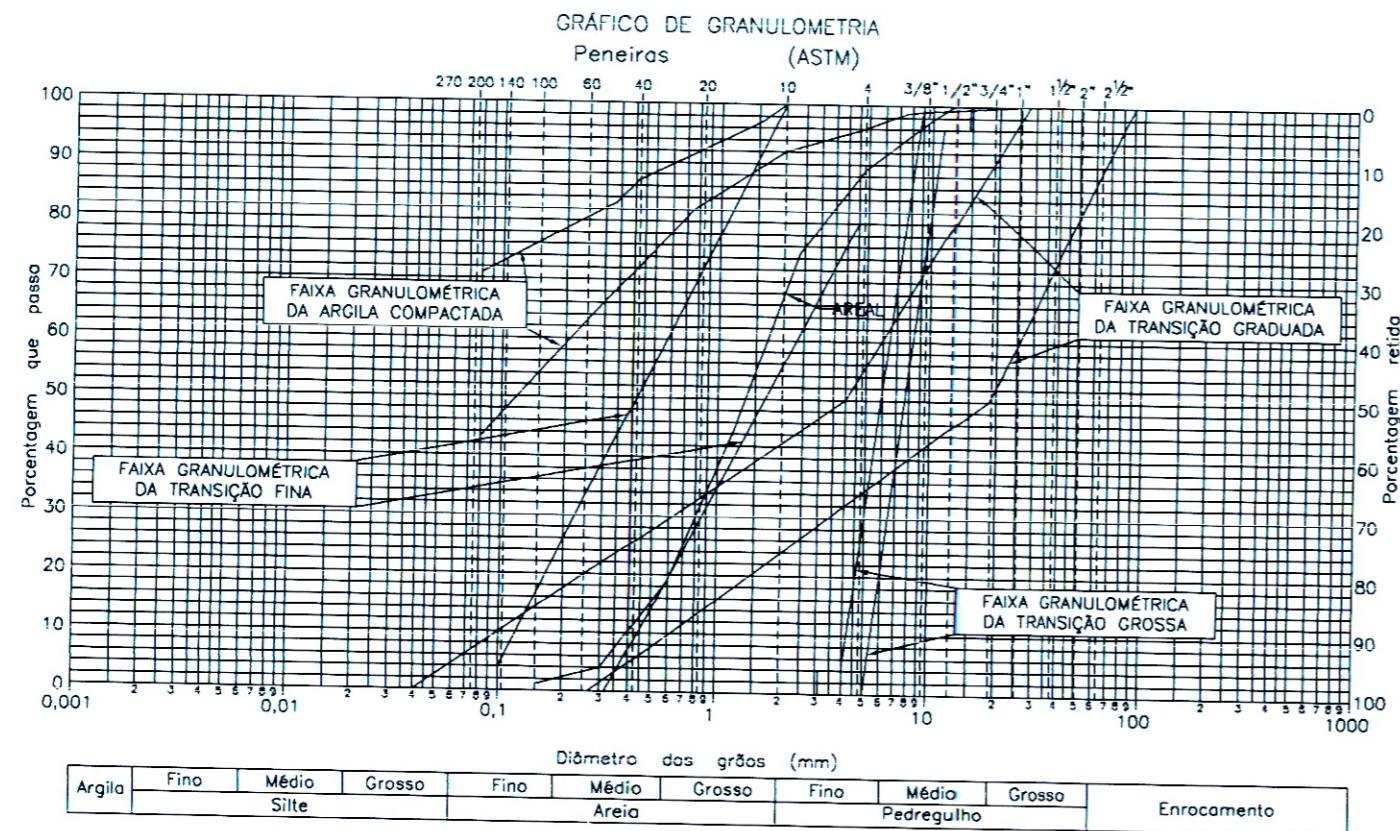
**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH

**BARRAGEM BERE JARDIM-CEARÁ**

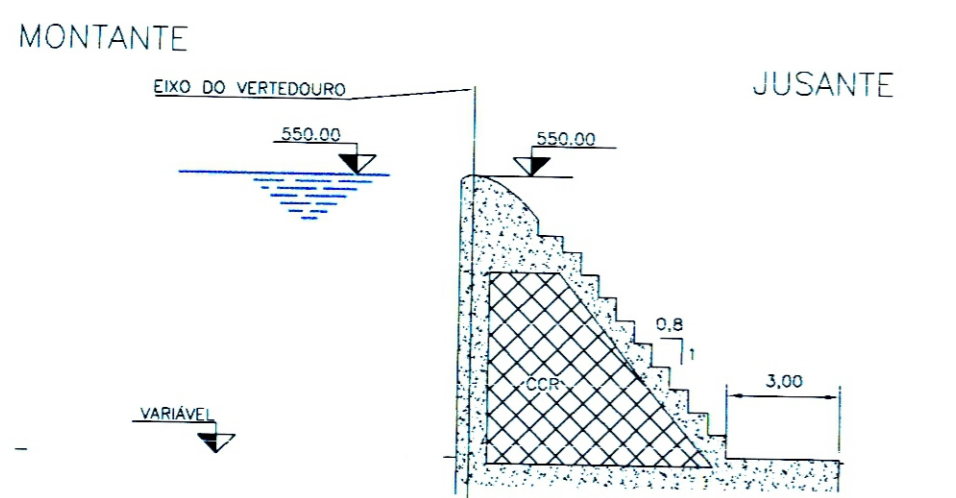
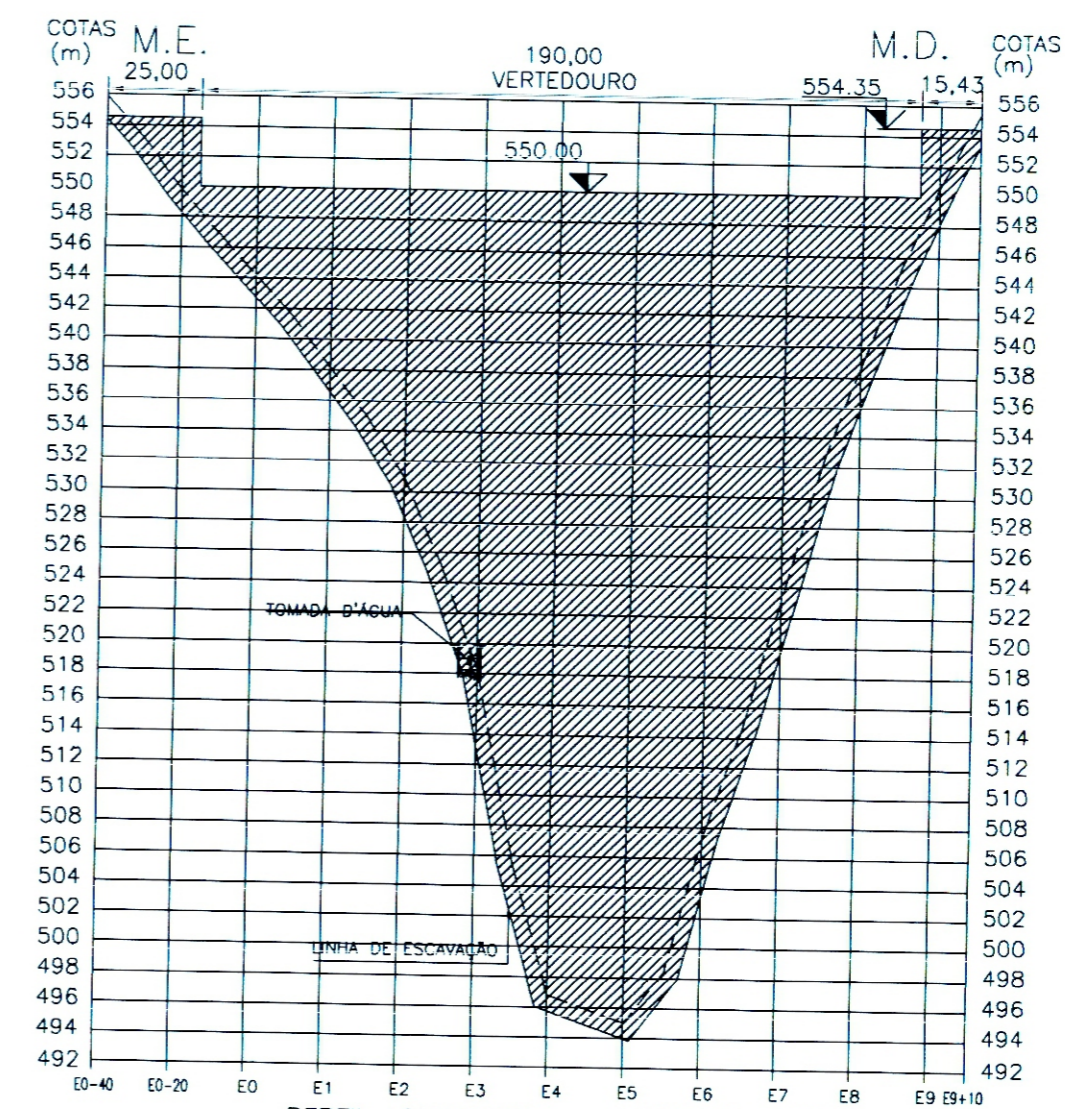
**IMPLANTAÇÃO**

PROJETO:	DESENHISTA: JORGE
VISTO:	DATA DA EMISSÃO: JAN/03
VERIFICADO:	ESCALA: 1:750
APROVO:	REV.: A

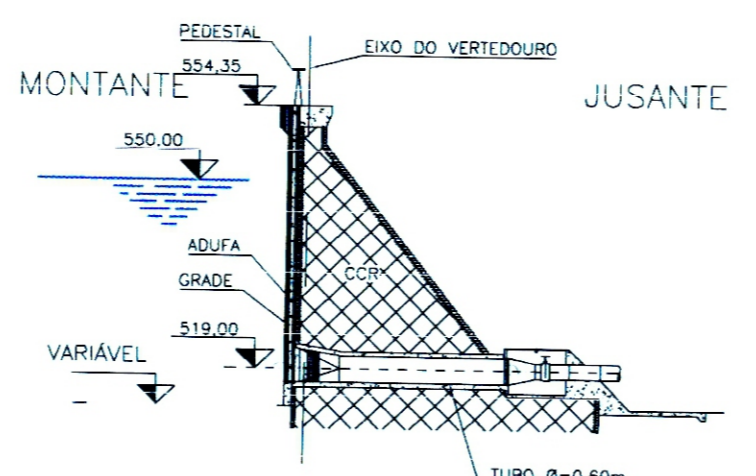
ANB – ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA. No DO DESENHO: BE-03



FAIXAS GRANULOMÉTRICAS DOS MATERIAIS



SEÇÃO TÍPICA - VERTEDOIRO  
ESC. 1:200



SEÇÃO TÍPICA - TOMADA D'ÁGUA  
ESC. 1:200



LEGENDA	NOTAS 1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO. 2. PLANTA VER DES. N° RA 04.	DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÕES				GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
			No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO	
						BARRAGEM BERÉ JARDIM-CEARÁ	
						PERFIL LONGITUDINAL E SEÇÕES TÍPICAS	
						DESENHISTA: JORGE	
						DATA DA EMISSÃO: JAN/03	
						ESCALA: INDICADA	
						REV.: A	
						APROVO:	
						Nº DO DESENHO: BE-04	
						ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.	



9.155.000

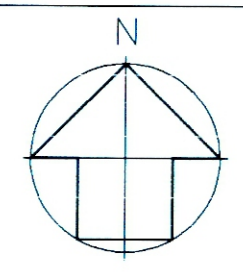
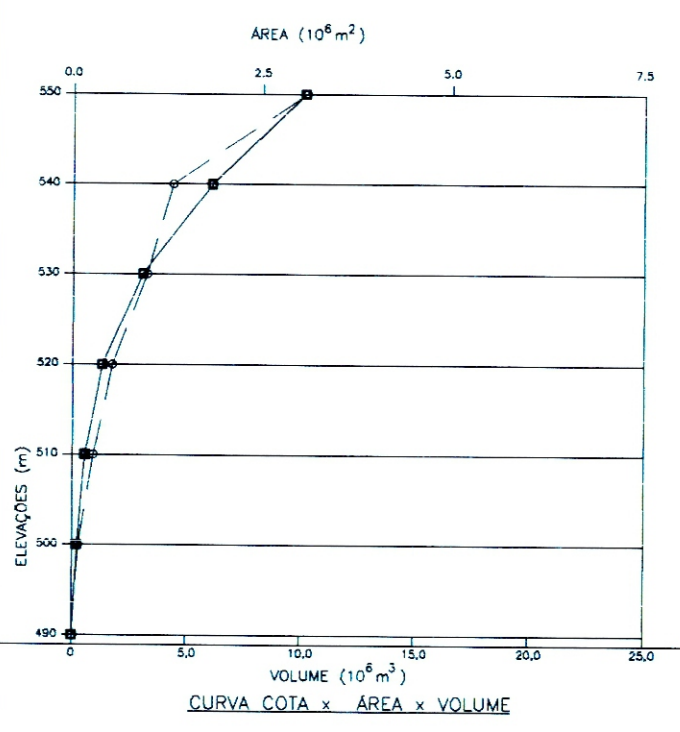
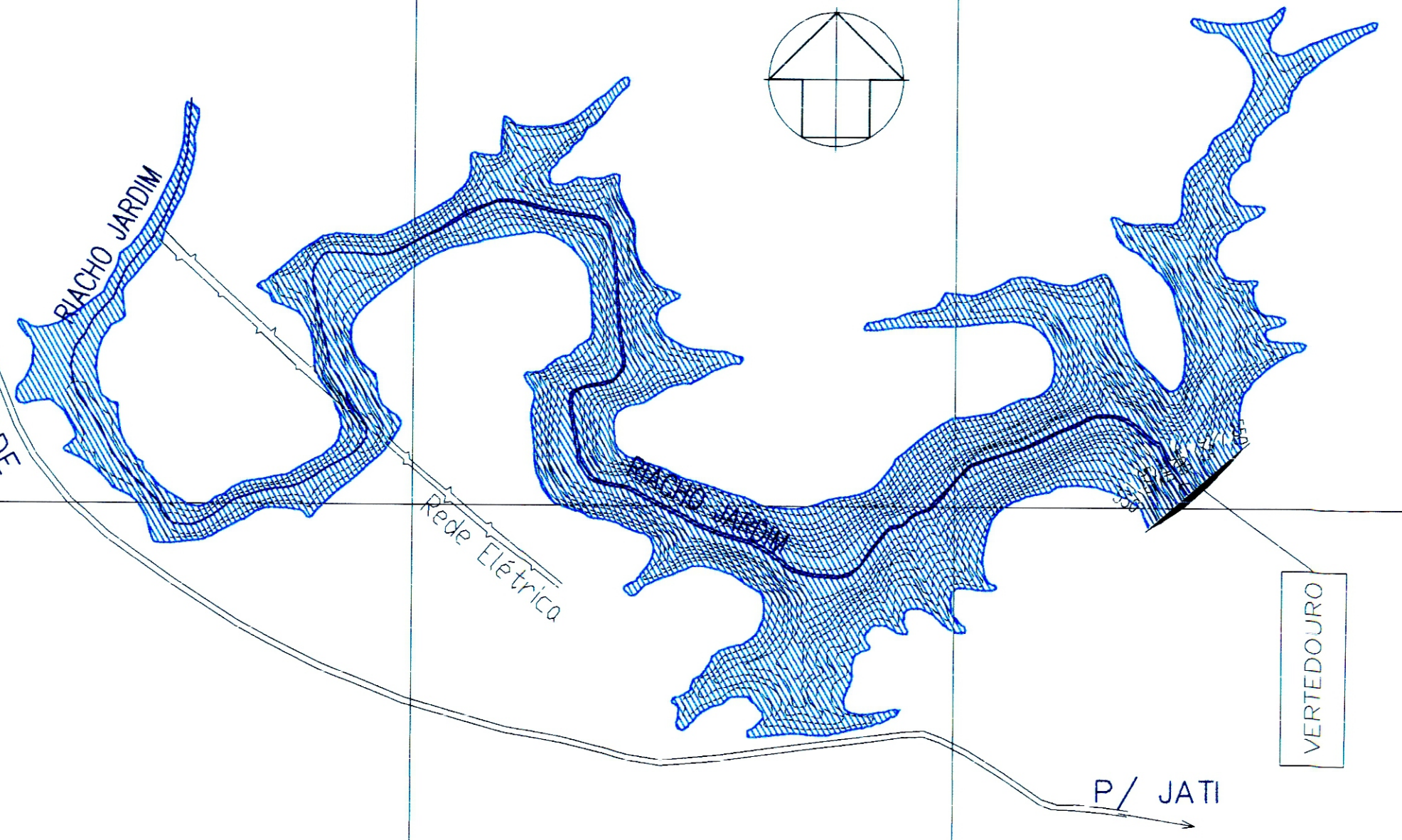


TABELA COTA x ÁREA x VOLUME

COTA	ÁREA (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> )	VOLUME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
490	0	0
495	0,0005	0,00081
500	0,0159	0,0418
505	0,0390	0,179
510	0,0611	0,429
515	0,0886	0,804
520	0,122	1,330
525	0,167	2,051
530	0,230	3,042
535	0,320	4,416
540	0,422	6,273
545	0,554	8,715
550	0,724	11,910

P/ A LOCALIDADE BONSUCESO  
9.154.000



478.000

479.000

480.000

481.000



- LEGENDA
- ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 550,00 m
  - ÁREA
  - VOLUME

- NOTAS
1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
  2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM BERÉ  
JARDIM-CEARÁ

PROJETO: PLANTA DO RESERVATÓRIO  
VISTO: ÁREA ALAGADA EL. 550,00  
VERIFICADO: E CURVA COTA x ÁREA x VOLUME  
APROVO: ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

DESENHISTA: JORGE  
DATA DA EMISSÃO: JAN/03  
ESCALA: 1:10000  
REV.: A  
No DO DESENHO: BE-05

2687

2687

ÂNGULO α	COS α	DISTÂNCIA X (m)	X(COS α) <sup>2</sup>
42	0,743	528.369	291.799
36	0,809	483.789	316.644
30	0,866	416.183	312.137
24	0,914	373.130	311.401
18	0,951	337.503	305.275
12	0,978	327.949	313.773
6	0,995	351.984	348.138
0	1,000	521.346	521.346
6	0,995	471.753	466.599
12	0,978	445.712	426.445
18	0,951	443.072	400.763
24	0,914	222.006	185.279
30	0,866	197.930	148.448
36	0,809	215.291	140.910
42	0,743	639.350	353.090
Σ COS α	13,512	Σ X(COS α) <sup>2</sup>	4842,05

9.155.000

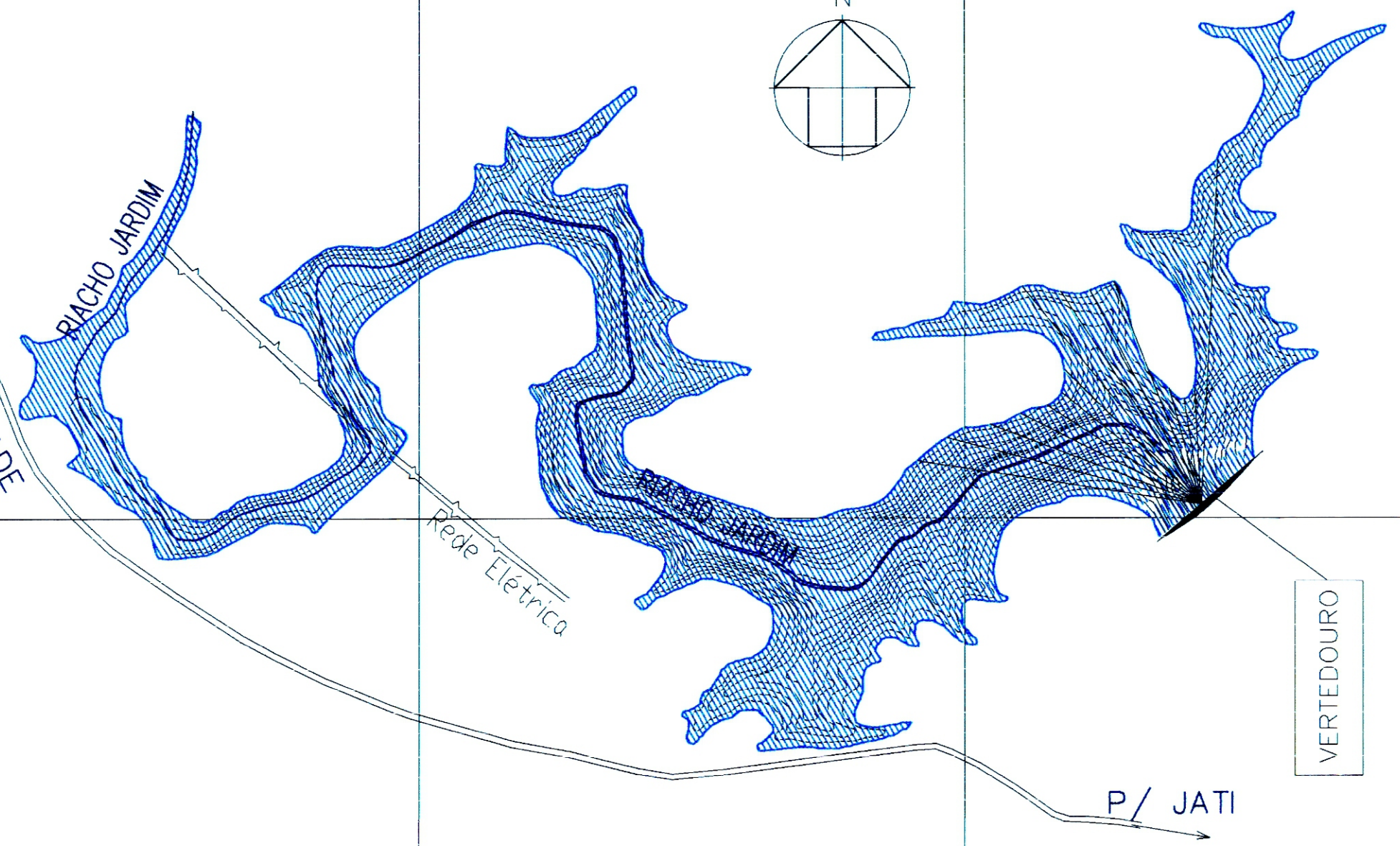
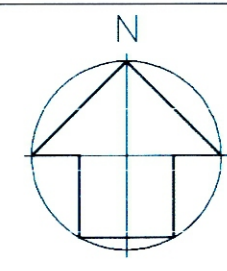
9.154.000

P/ A LOCALIDADE BONSUCESSO

CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO

$$\text{FETCH EFETIVO} = \frac{\sum X(\text{COS } \alpha)^2}{\sum \text{COS } \alpha} = \frac{4842,05}{13,51}$$

FETCH EFETIVO OBTIDO = 0.36 Km

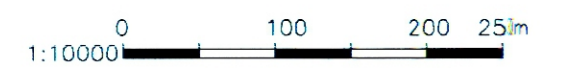


478.000

479.000

480.000

481.000



ESCALA GRÁFICA

LEGENDA

ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 550,00 m

NOTAS

1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES

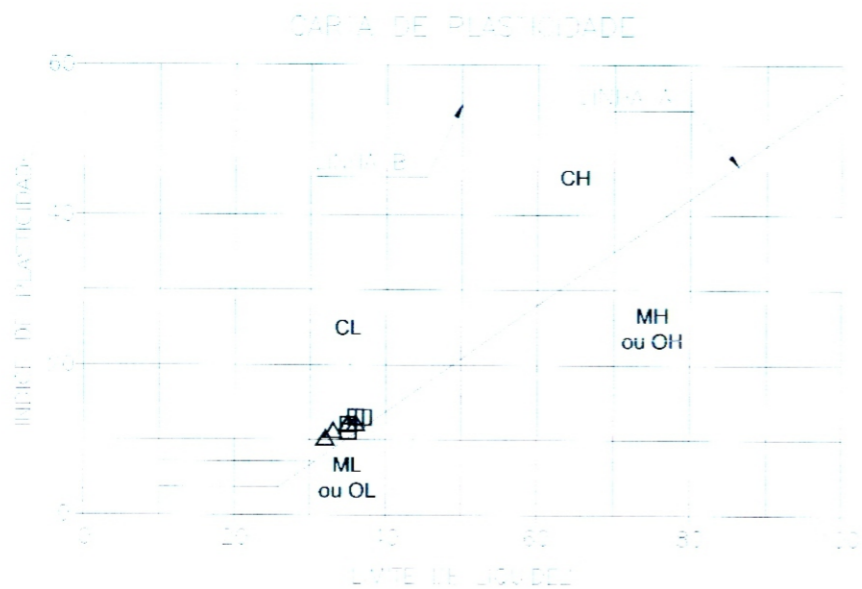
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM BERE  
JARDIM-CEARÁ

PROJETO:	DESENHISTA:	JORGE
VISTO:	DATA DA EMISSÃO:	JAN/03
VERIFICADO:	ESCALA:	1:10000
APROVO:	REV.:	A
ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.		Nº DO DESENHO: BE-04

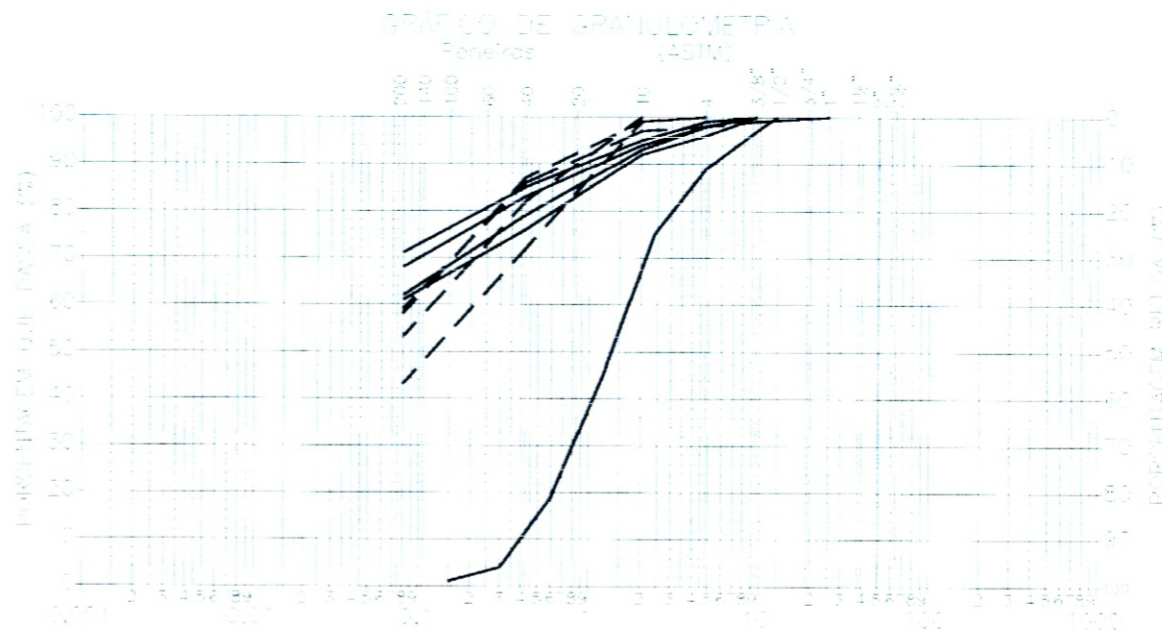
PLANTA DO RESERVATÓRIO  
CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO



LEGENDA:

UICIA 1:  $\Delta$  FURO 1,  $\Delta$  FURO 4,  $\Delta$  FURO 7,  $\Delta$  FURO 12

UICIA 2:  $\square$  FURO 2,  $\square$  FURO 5,  $\square$  FURO 8,  $\square$  FURO 9



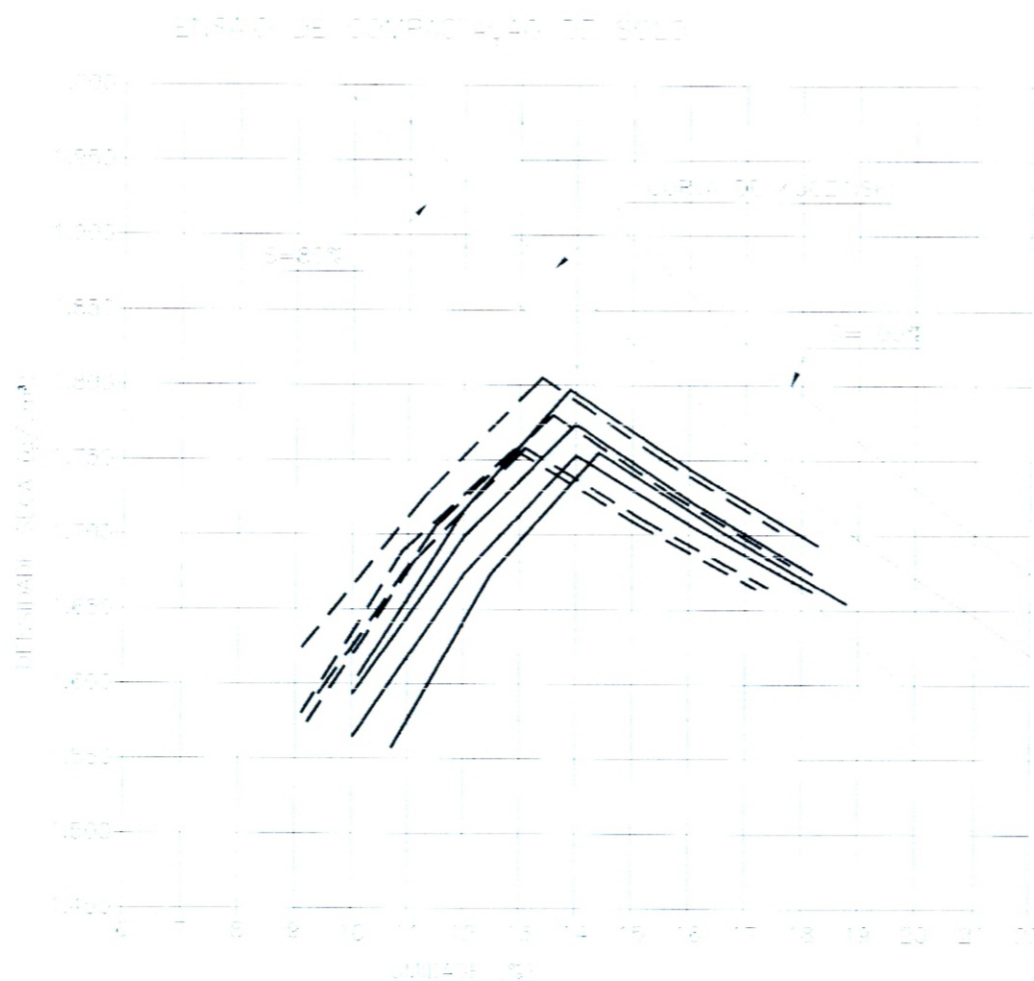
LEGENDA:

UICIA 1: --- FURO 1, --- FURO 4, --- FURO 7, --- FURO 12

UICIA 2: — FURO 2, — FURO 5, — FURO 8, — FURO 9

AREAL: — FURO 1

TABELA DE GRANULOMETRIA									
Furo		Módulo		Grosso		Fino		Enrocamento	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
75	150	300	600	1250	2500	5000	10000	20000	40000



LEGENDA:

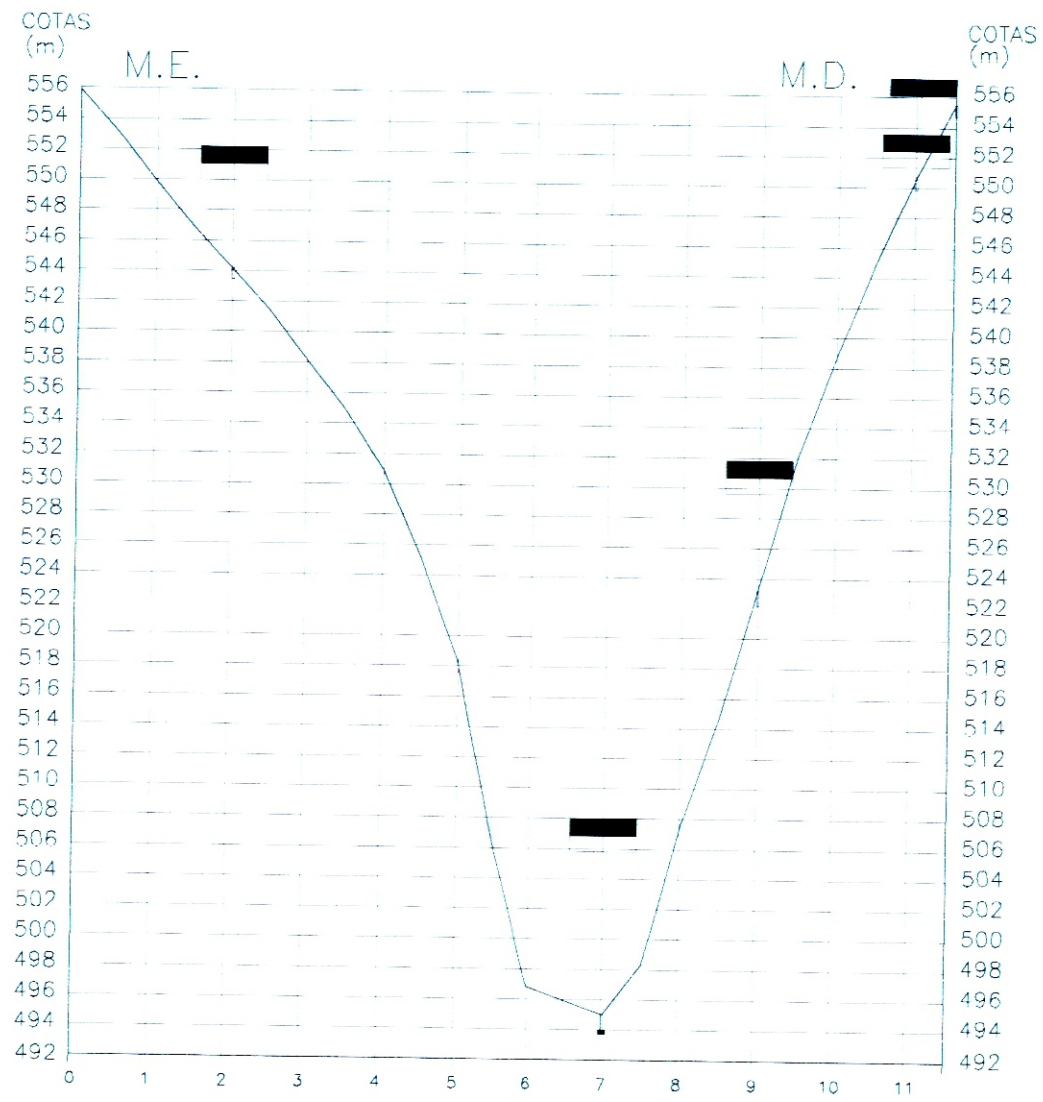
UICIA 1: --- FURO 1, --- FURO 4, --- FURO 7, --- FURO 12

UICIA 2: — FURO 2, — FURO 5, — FURO 8, — FURO 9

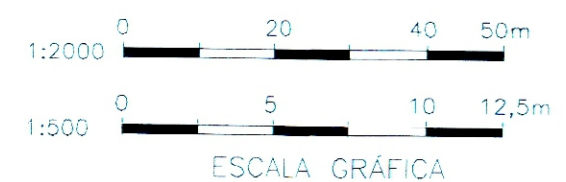
LEGENDA	NOTAS	DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH  BARRAGEM BERÉ JARDIM-CEARÁ
			No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	
						PROJETO: _____ EXECUÇÃO: _____ VERIFICAÇÃO: _____ APROVAÇÃO: _____
						ENSAIOS GEOTÉCNICOS ANB - AGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

PROJETA: JORGE  
 DATA DE EMISSÃO: JAN/03  
 ESCALA: 1/50  
 Nº DE FOLHAS: 4  
 Nº DE FOLHA: 4

10/21



PERFIL LONGITUDINAL - BARRAGEM BERÉ  
 ESC. H=1:2000  
 V=1:500



- NOTAS
1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
  2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

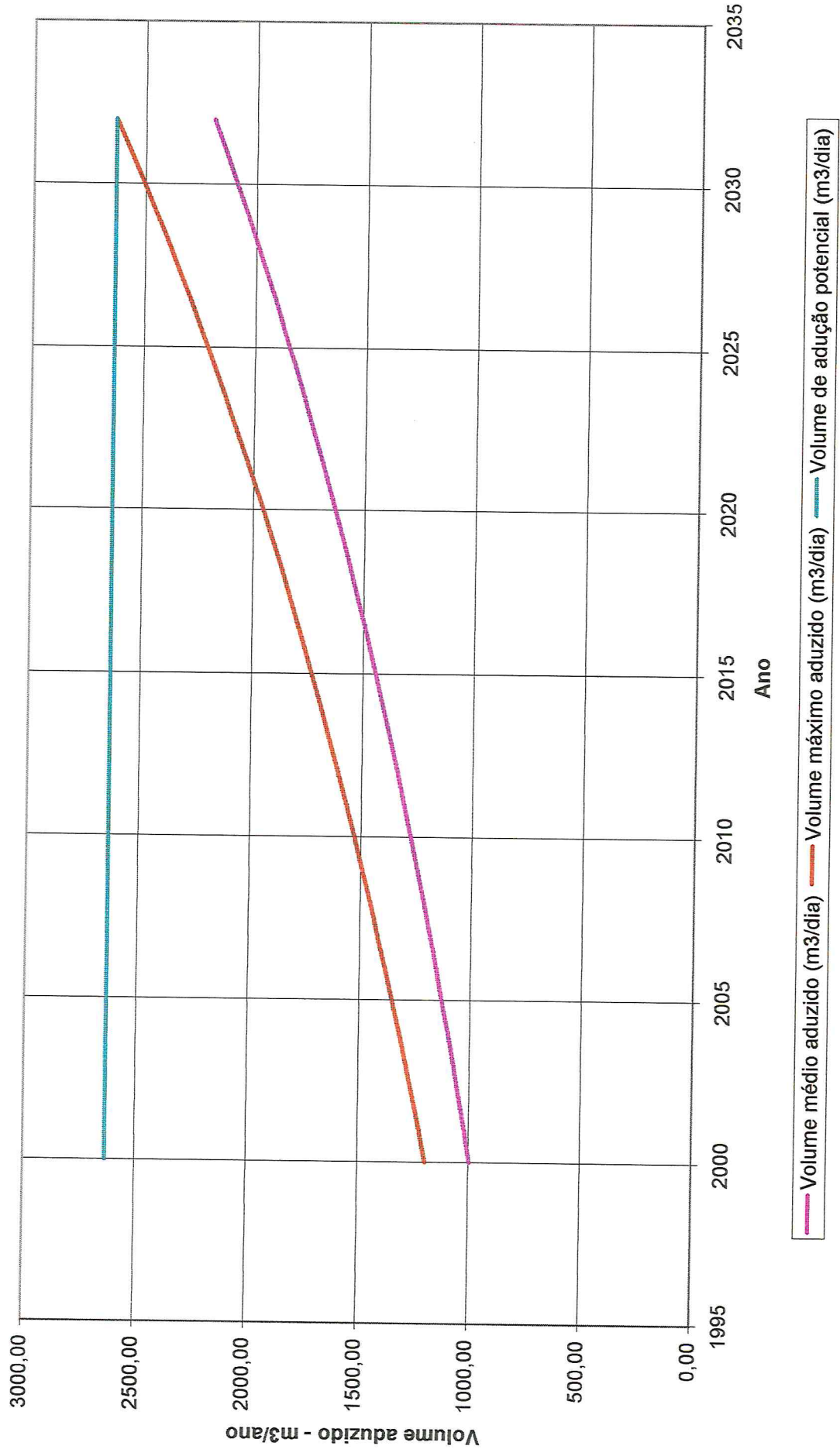
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM BERÉ  
 JARDIM-CEARÁ

LEGENDA  
 SPP-01 SONDAGEM A PÁ E PICARETA

PROJETO:	PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.	DESENHISTA:	JORGE	
VISTO:		DATA DA CRIAÇÃO:	JAN/03	
VERIFICADO:		ESCALA:	INDICADA	REV: A
APROVO:		No DO DESENHO:	BE-02	

### Volumes de adução da adutora de Jardim



2687

2687

ÂNGULO α	COS α	DISTÂNCIA X (m)	X(COS α) <sup>2</sup>
42	0,743	528.369	291.799
36	0,809	483.789	316.644
30	0,866	416.183	312.137
24	0,914	373.130	311.401
18	0,951	337.503	305.275
12	0,978	327.949	313.773
6	0,995	351.984	348.138
0	1,000	521.346	521.346
6	0,995	471.753	466.599
12	0,978	445.712	426.445
18	0,951	443.072	400.763
24	0,914	222.006	185.279
30	0,866	197.930	148.448
36	0,809	215.291	140.910
42	0,743	639.350	353.090
Σ COS α	13,512	Σ X(COS α) <sup>2</sup>	4842,05

9.155.000

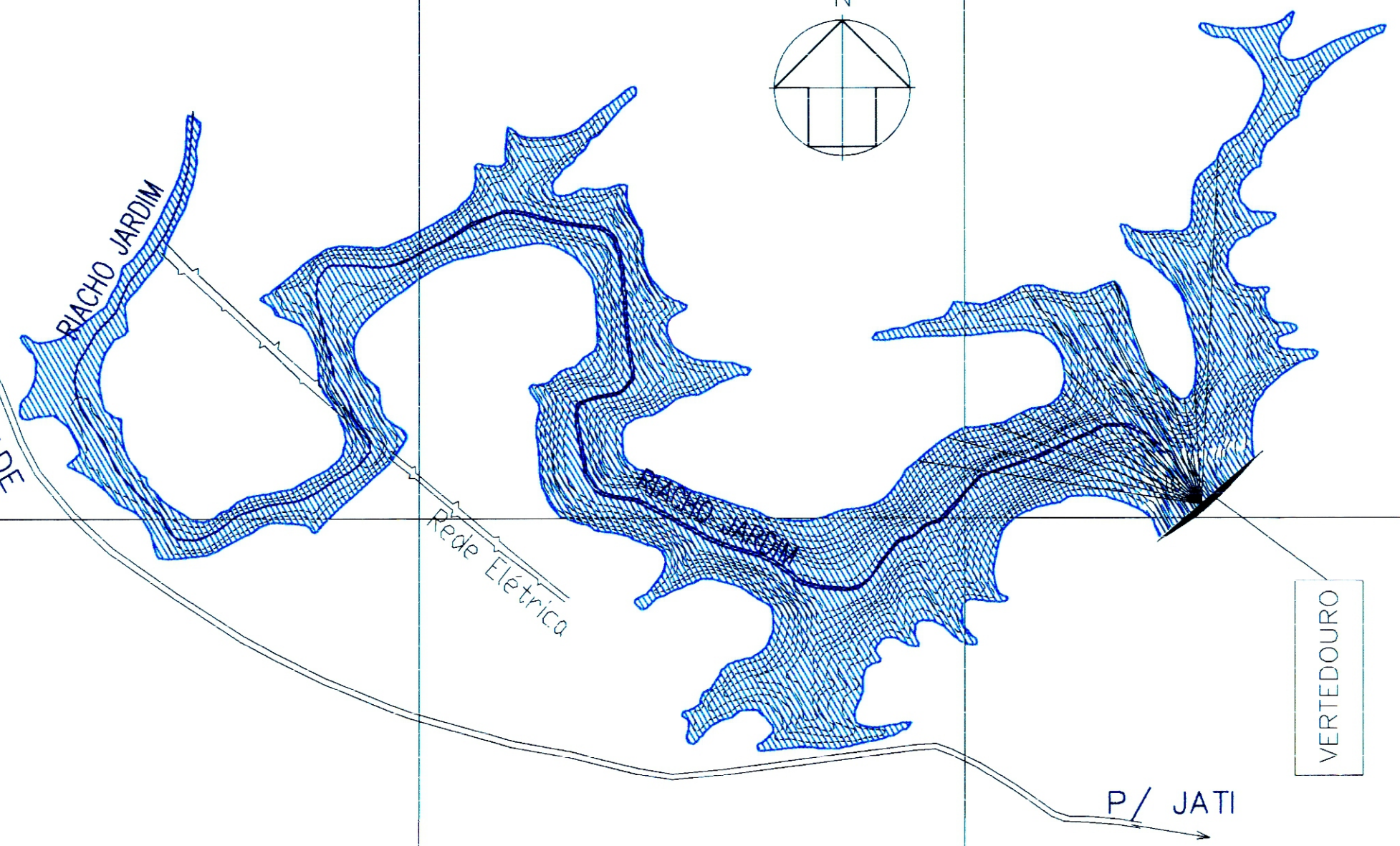
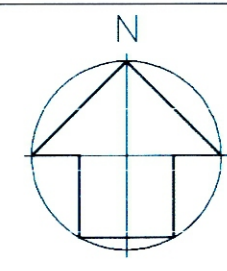
9.154.000

P/ A LOCALIDADE BONSUCESSO

CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO

$$\text{FETCH EFETIVO} = \frac{\sum X(\text{COS } \alpha)^2}{\sum \text{COS } \alpha} = \frac{4842,05}{13,51}$$

FETCH EFETIVO OBTIDO = 0.36 Km

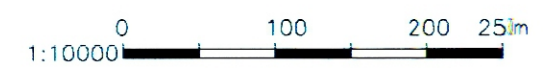


478.000

479.000

480.000

481.000



LEGENDA  
 ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 550,00 m

NOTAS  
 1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.  
 2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM BERE JARDIM-CEARÁ

PROJETO: \_\_\_\_\_  
 VISTO: \_\_\_\_\_  
 VERIFICADO: \_\_\_\_\_  
 APROVO: \_\_\_\_\_

PLANTA DO RESERVATÓRIO  
 CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO

ESCALA: 1:10000  
 REV: A

DESENHISTA: JORGE  
 DATA DA EMISSÃO: JAN/03  
 Nº DO DESENHO: BE-04

ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

9.155.000

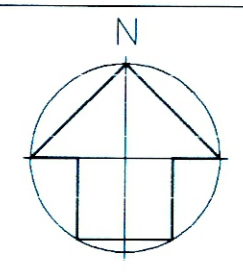
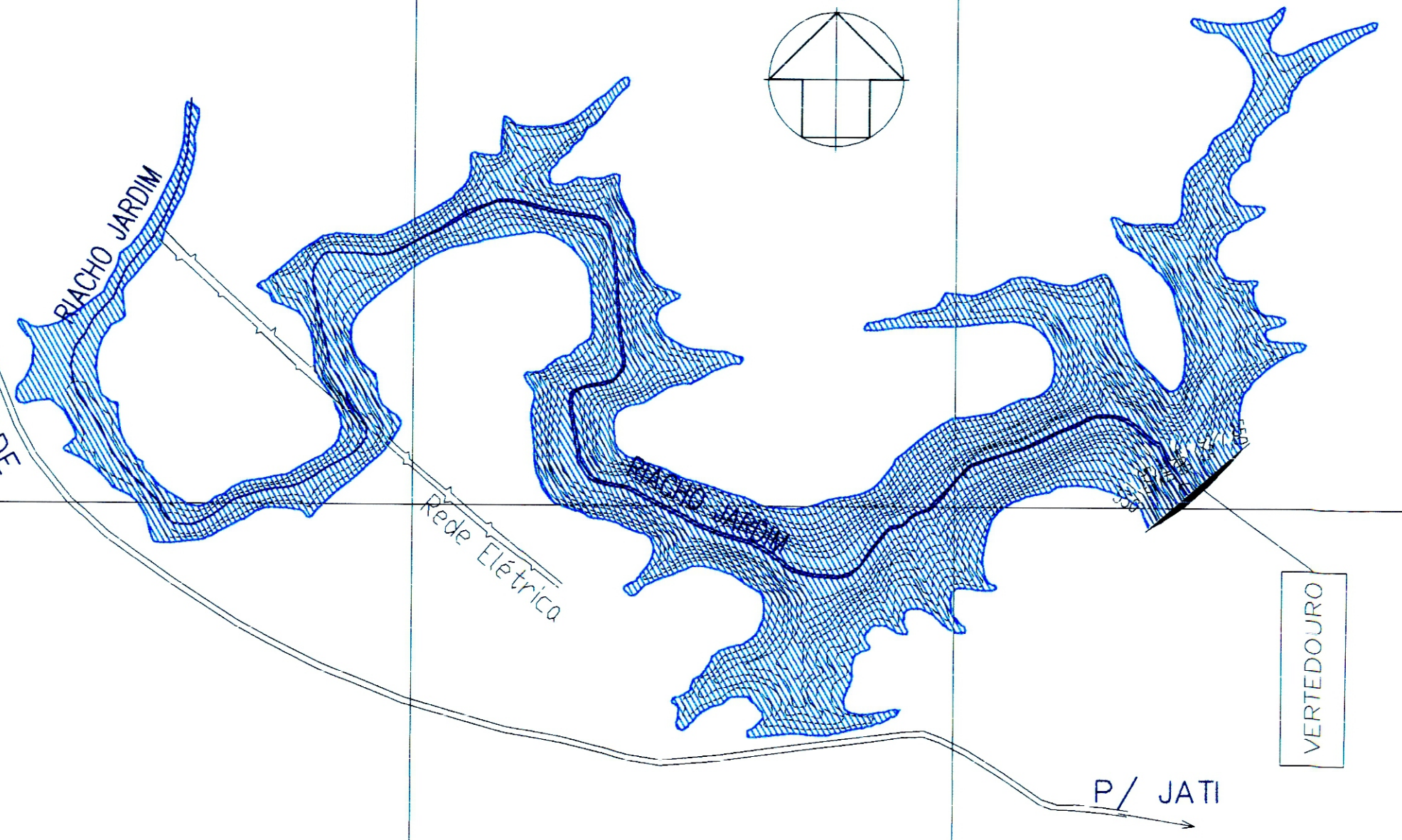


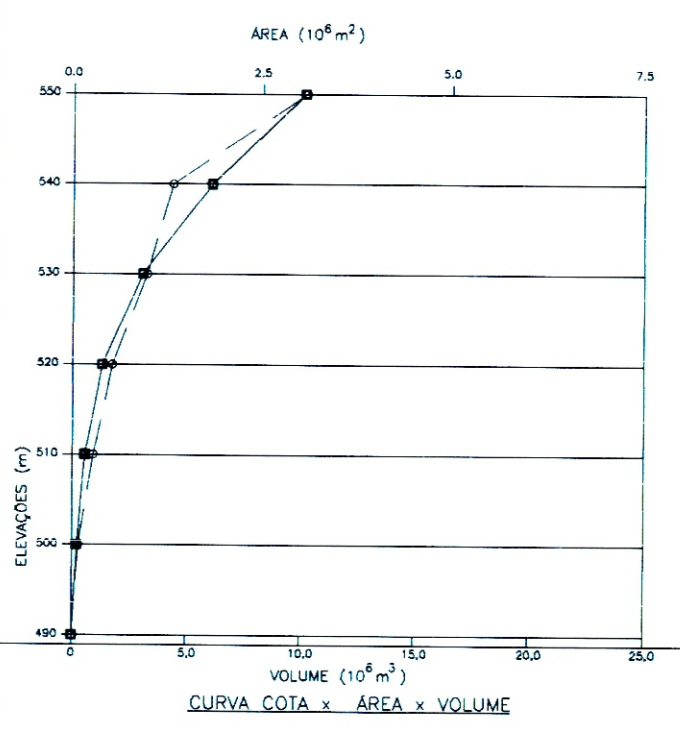
TABELA COTA x ÁREA x VOLUME

COTA	ÁREA (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> )	VOLUME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
490	0	0
495	0,0005	0,00081
500	0,0159	0,0418
505	0,0390	0,179
510	0,0611	0,429
515	0,0886	0,804
520	0,122	1,330
525	0,167	2,051
530	0,230	3,042
535	0,320	4,416
540	0,422	6,273
545	0,554	8,715
550	0,724	11,910

P/ A LOCALIDADE  
BONSUCESO  
9.154.000



P/ JATI



478.000

479.000

480.000

481.000



ESCALA GRÁFICA

- LEGENDA
- ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 550,00 m
  - ÁREA
  - VOLUME

- NOTAS
1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
  2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**BARRAGEM BERÉ**  
JARDIM-CEARÁ

**PLANTA DO RESERVATÓRIO**  
ÁREA ALAGADA EL. 550,00  
E CURVA COTA x ÁREA x VOLUME

PROJETO:	DESENHISTA:
VISTO:	JORGE
VERIFICADO:	DATA DA EMISSÃO:
APROVO:	JAN/03
	ESCALA:
	1:10000
	REV.:
	A
	No DO DESENHO:
	BE-05

ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

### **15.9.3 – Estação elevatória de água bruta**

Esta estação deverá bombear a água do lago do reservatório até o reservatório apoiado a ser construído na margem do açude acoplado à ETA.

Será constituída de conjuntos motobombas elétricos com bombas centrífugas de eixo horizontal a serem instaladas na plataforma flutuante. Suas principais características são:

Número de conjuntos – 2, sendo um em funcionamento e 1 para reserva.

Vazão por conjunto - 109,656 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica estimada – 30 mca

Potência de cada conjunto – 20,31 cv

### **15.9.4 – Estação de Tratamento de Água**

A nível de viabilidade previu-se uma Estação de Tratamento compacta incluindo no mínimo, câmara de carga, filtros, desinfecção e reservatório de água tratada. Seus principais dados são:

Vazão – 115,0 m<sup>3</sup>/h

Altura da câmara de carga – 7,0 m

Diâmetro da câmara de carga – 1,0 m

Diâmetro do filtro ascendente – 2,0 m

Altura total do filtro ascendente – 3,50 m

Capacidade do reservatório apoiado de água tratada – 20 m<sup>3</sup>

### **15.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada**

A água do reservatório de água tratada deverá ser bombeada até os reservatórios de distribuição das localidades a serem beneficiadas por uma estação de bombeamento com bombas centrífugas de eixo horizontal acionadas com motores elétricos com as seguintes características:

Número de conjuntos eletrobombas: 02, sendo um em funcionamento e um para reserva;

Vazão por conjunto - 109,656 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica total – 218,94 mca

Potência por conjunto – 150,50 cv



### **15.9.6 – Adutora**

A tubulação adutora deverá chegar até o reservatório de distribuição na localidade de Jardim tendo os seguintes elementos:

Extensão – 16.146 m

Diâmetro da tubulação – 200 mm

Pressão de serviço (perfil da figura) – 200 m.c.a

Desnível geométrico – 143,50 m

A seguir, apresentamos o perfil topográfico e piezométrico da adutora de Jardim.

### **15.9.7 – Reservação**

Foi previsto um reservatório de distribuição elevado a ser implantado em ponto estratégico da sede municipal de Jardim, dimensionado para 1/3 do consumo máximo diário no ano de 2032. A sua capacidade de armazenamento é de 877 m<sup>3</sup>.

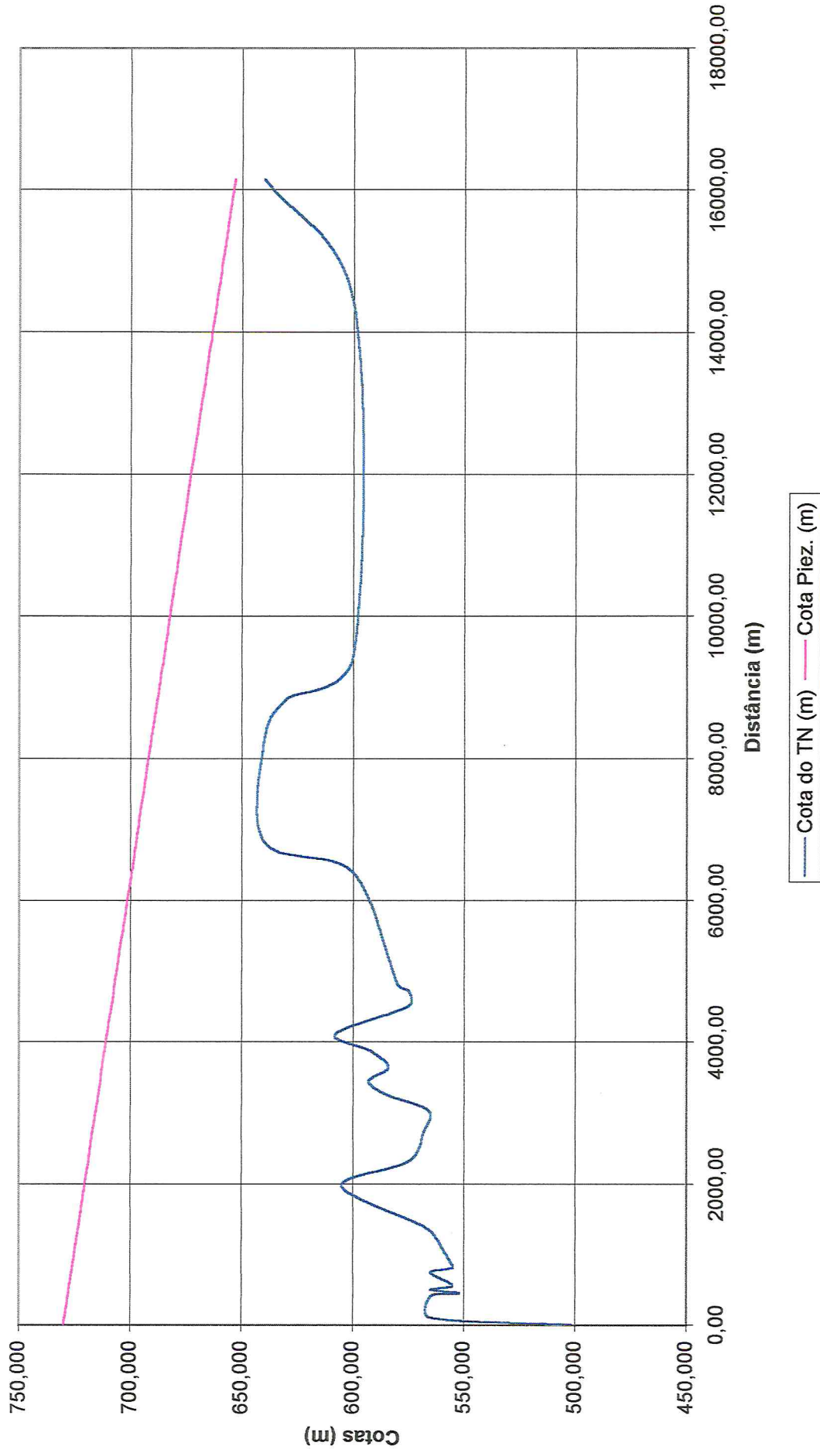
**ADUTORA BERÉ/JARDIM**

**Perfil Piezométrico da Adutora Principal em regime normal de operação**

<b>Q (m3/s)</b>	0,03046
<b>C</b>	140
<b>D (m)</b>	0,2
<b>J (m/m)</b>	0,004525811
<b>V (m/s)</b>	0,970166268
<b>HI (%)</b>	5,00
<b>Hg (m)</b>	140,00
<b>PD max (m)</b>	230,00
<b>PD min (m)</b>	13,27

<b>Estaca</b>	<b>Dist. Acum (m)</b>	<b>Cota do TN (m)</b>	<b>Cota Piez. (m)</b>	<b>P disp (m)</b>	<b>Pserviço (mca)</b>
0,00	0,00	500,000	730,00	230,00	200,00
1,00	104,32	565,000	729,50	164,50	200,00
2,00	410,70	565,000	728,05	163,05	200,00
3,00	450,70	552,000	727,86	175,86	200,00
4,00	503,46	565,000	727,61	162,61	200,00
5,00	559,35	555,000	727,34	172,34	200,00
6,00	745,35	565,000	726,46	161,46	200,00
7,00	812,73	555,000	726,14	171,14	200,00
8,00	892,73	556,000	725,76	169,76	200,00
9,00	1304,73	564,000	723,80	159,80	200,00
10,00	1429,73	570,000	723,21	153,21	200,00
11,00	1979,73	605,000	720,59	115,59	200,00
12,00	2321,73	575,000	718,97	143,97	200,00
13,00	2736,73	568,000	716,99	148,99	200,00
14,00	3036,73	566,000	715,57	149,57	200,00
15,00	3273,73	586,000	714,44	128,44	200,00
16,00	3454,73	593,000	713,58	120,58	200,00
17,00	3638,73	584,000	712,71	128,71	200,00
18,00	3872,73	592,000	711,60	119,60	200,00
19,00	4106,73	608,000	710,48	102,48	200,00
20,00	4497,73	575,000	708,63	133,63	200,00
21,00	4732,73	575,000	707,51	132,51	200,00
22,00	4818,73	580,000	707,10	127,10	200,00
23,00	6394,73	600,000	699,61	99,61	200,00
24,00	6828,73	640,000	697,55	57,55	100,00
25,00	8254,73	640,000	690,77	50,77	100,00
26,00	8849,73	630,000	687,95	57,95	100,00
27,00	9455,73	600,000	685,07	85,07	100,00
28,00	14385,73	600,000	661,64	61,64	100,00
29,00	16145,73	640,000	653,27	13,27	100,00

### Adutora Beré/Jardim - Perfil piezométrico da adutora - 200 mm



**16 – CRONOGRAMA DE OBRAS**

## 16 – CRONOGRAMA DE OBRAS

O principal condicionante na definição do esquema para execução das obras diz respeito ao período e construção da barragem, que deverá estar inserido no período de estiagem, entre os meses de julho e janeiro.

Para os volumes totais dos serviços principais previstos, estima-se o prazo total de 9 meses para execução das obras, conforme cronograma apresentado a seguir:



# ADUTORA DE JARDIM

## Cronograma Físico

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	TEMPO ( DIAS )														
		30	60	90	120	150	180									
1.0.0	INSTALAÇÃO E CANTEIRO DE OBRAS	■														
2.0.0	ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS															
2.1.0	OBRAS CIVIS															
2.2.0	AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E ELÉTRICOS															
2.3.0	MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS E ELÉTRICOS															
3.0.0	ADUTORA															
3.1.0	OBRA CIVIL E MONTAGEM															
3.2.0	FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS															
4.0.0	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA															
4.1.0	OBRA CIVIL E MONTAGEM															
4.2.0	EQUIPAMENTOS															
5.0.0	RESERVAÇÃO															

## 17 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS



## **17 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS**

Com base nos quantitativos de obras, serviços e equipamentos obtidos a partir dos desenhos de concepção das estruturas foi elaborado o orçamento para implantação das obras.

Os preços unitários utilizados são os usualmente empregados em obras deste tipo, tendo sido utilizados preços praticados no Estado do Ceará, e constantes do banco de dados da ANB e da HIDROSTUDIO.

Os preços estão referidos à data base de setembro de 2002, com a taxa de câmbio igual a US\$1,00 = R\$ 3,09.

A seguir apresenta-se a planilha de orçamento, onde pode-se ver que o valor estimado para a implantação das obras é de R\$ 16.828.327,50

## BARRAGEM BERÉ

### RESUMO GERAL

ITEM	SERVIÇO	CUSTO TOTAL R\$
1	BARRAGEM BERÉ	14.350.356,24
2	ADUTORA DE JARDIM	2.477.971,26
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>16.828.327,50</b>

## BARRAGEM BERÉ

### Orçamento das Obras

Data de Referência do Orçamento: Agosto/2002 - Taxa de Câmbio: US\$ 1,00 = R\$ 3,09

ITEM	SERVIÇO	QUANT	UN	CUSTO UN R\$	CUSTO TOTAL R\$
<b>1</b>	<b>RESERVATORIO</b>				
1.1	Aquisição de Terras	145	ha	400,00	58.000,00
1.2	Despesas Legais	10	%		5.800,00
1.3	Ações Ambientais		vb		100.000,00
1.4	Eventuais	10	%		16.380,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>180.180,00</b>
<b>2</b>	<b>BARRAGEM/VERTEDOURO</b>				
2.1	Escavação em Solo	18.480	m3	3,70	68.376,00
2.2	Limpeza e Tratamento de Fundação	5.544	m2	24,00	133.056,00
2.3	Concreto C.C.R.	116.405	m3	90,00	10.476.450,00
2.4	Eventuais	10	%		1.067.788,20
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>11.745.670,20</b>
<b>3</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>				
3,1	Tubo de Aço D=0,60m	40	m	400,00	16.000,00
3,2	Grade	1	vb	1.800,00	1.800,00
3,3	Comporta	1	vb	4.000,00	4.000,00
3,4	Registro D= 0,60	1	un	8.000,00	8.000,00
3,5	Eventuais	10	%		2.980,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>32.780,00</b>
	<b>CUSTOS INDIRETOS</b>	20	%		<b>2.391.726,04</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>14.350.356,24</b>

Dados da adução

Extensão (m)	16146
Largura da vala (m)	0,6
Profundidade da vala (m)	1,6
% material primeira categoria	0,5
% material de segunda categoria	0,15
Diâmetro (mm)	200

**ESTIMATIVA DE CUSTO DA ADUTORA DE JARDIM**

Ítem	Discriminação	ud	Qt	P unit R\$	P total R\$
<b>1</b>	<b>INSTALAÇÃO E CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>102.607,51</b>
1.1	Canteiro, instalação, placas alusivas, mobilização e desmobilização da obra	ud	1,00	102.607,51	102.607,51
<b>2</b>	<b>ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS</b>				<b>55.000,00</b>
2.1	Obras Civis das Estações elevatórias	estação	2,00	12.000,00	24.000,00
2.2	Aquisição de equipamentos hidromecânicos e elétricos das estações elevatórias	estação	2,00	14.000,00	28.000,00
2.3	Montagem de equipamentos hidromecânicos e elétricos das Estações elevatórias	estação	2,00	1.500,00	3.000,00
<b>3</b>	<b>ADUTORA</b>				<b>1.895.650,11</b>
<b>3.1</b>	<b>Obras Civis</b>				
3.1.1	Desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de construção	m2	50.859,90	0,72	36.619,13
3.1.2	Locação completa com estaqueamento espaçado no máximo 20m, e nivelamento geométrico	m2	16.953,30	0,54	9.154,78
3.1.3	Escavação de vala em material de 1a categoria	m3	8.137,58	1,72	13.996,64
3.1.4	Escavação de vala em material de 2a categoria	m3	2.441,28	2,38	5.810,23
3.1.5	Escavação de vala em material de 3a categoria	m3	5.696,31	31,75	180.857,80
3.1.6	Leito de areia no fundo da vala	m3	1.525,80	12,44	18.980,91
3.1.7	Reaterro controlado, compactado manualmente de material selecionado	m3	5.289,43	8,74	46.229,61
3.1.8	Reaterro de vala com material proveniente das escavações	m3	9.459,94	7,37	69.719,77
3.1.9	Caixas de registros de descarga ou de ventosas	ud	64,58	150,00	9.687,60
3.1.10	Blocos de ancoragem em concreto simples	m3	12,92	240,00	3.100,03
3.1.11	Envelopamento de tubulação	m3	871,88	210,00	183.095,64
3.1.12	Assentamento e montagem de tubulação com mão de obra, equipamentos, ferramentas, lubrificantes, incluindo tubos, peças, conexões, registros, válvulas e acessórios	m	16.953,30	0,35	5.933,66
<b>3.2</b>	<b>Fornecimento de Equipamentos</b>				
3.2.1	Aquisição de tubos, peças, conexões e equipamentos para a adutora com tubulação D=200mm	m	16.953,30	77,21	1.308.964,29
3.2.2	Teste hidrostático da adutora	ud	1,00	2.000,00	2.000,00
3.2.3	Limpeza completa da obra incluindo bota fora de materiais	ud	1,00	1.500,00	1.500,00
<b>4</b>	<b>ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA</b>				<b>34.500,00</b>
4.1	Obras civis das ETA	ETA	1,00	20.000,00	20.000,00
4.2	Equipamentos hidromecânicos, elétricos e tubulações da ETA	ETA	1,00	12.000,00	12.000,00
4.3	Montagem dos equipamentos hidromecânicos e tubulações das ETAS	ETA	1,00	2.500,00	2.500,00
<b>5</b>	<b>RESERVAÇÃO</b>				<b>67.000,00</b>
5.1	Obras civis dos reservatórios de distribuição	reservatório	1,00	22.500,00	22.500,00
5.2	Equipamentos hidromecânicos de tubulação dos reservatórios de distribuição	reservatório	1,00	7.500,00	7.500,00
5.3	Montagem de equipamentos hidromecânicos e tubulações dos reservatórios	reservatório	1,00	500,00	500,00
5.4	Obras Civis dos reservatórios unidirecionais	tau	1,00	22.500,00	22.500,00
5.5	Equipamentos hidromecânicos dos reservatórios unidirecionais	tau	1,00	12.000,00	12.000,00
5.6	Montagem dos equipamentos hidromecânicos dos reservatórios unidirecionais	tau	1,00	2.000,00	2.000,00
				<b>Sub-total</b>	<b>2.154.757,62</b>
				<b>Eventuais (15%)</b>	<b>323.213,64</b>
				<b>Total geral</b>	<b>2.477.971,26</b>

## 18 – RESENHA FOTOGRÁFICA



FOTO 01 - Vista da fuga (provável) que poderá ser sangradouro e/ou que se elevará a estrada

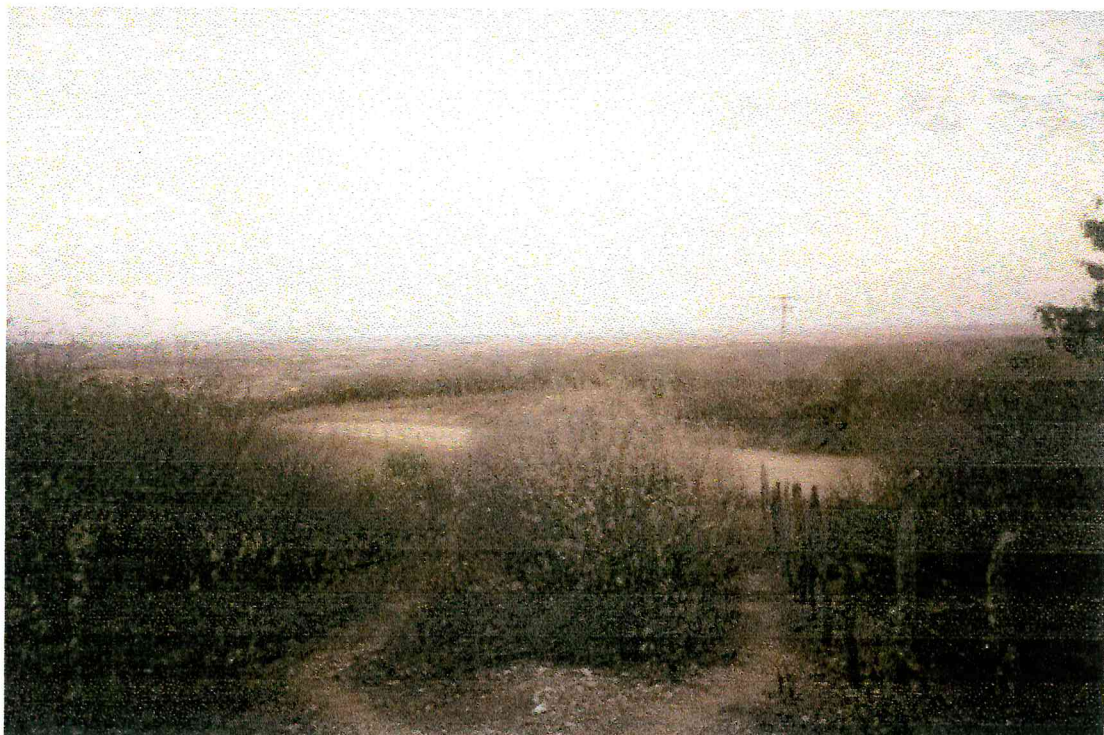


FOTO 02 - Vista panorâmica da mancha de solo à jusante da barragem (a partir da ombreira direita)



FOTO 03 - Barreiro (ombreira direita) de onde se tira água potável pelas famílias.



FOTO 04 - Vista da jazida de solos (margem esquerda da estrada).



FOTO 05 – Reservatórios Apoiados de Jardim



FOTO 06 – Vista panorâmica de Jardim, a partir dos reservatórios apoiados



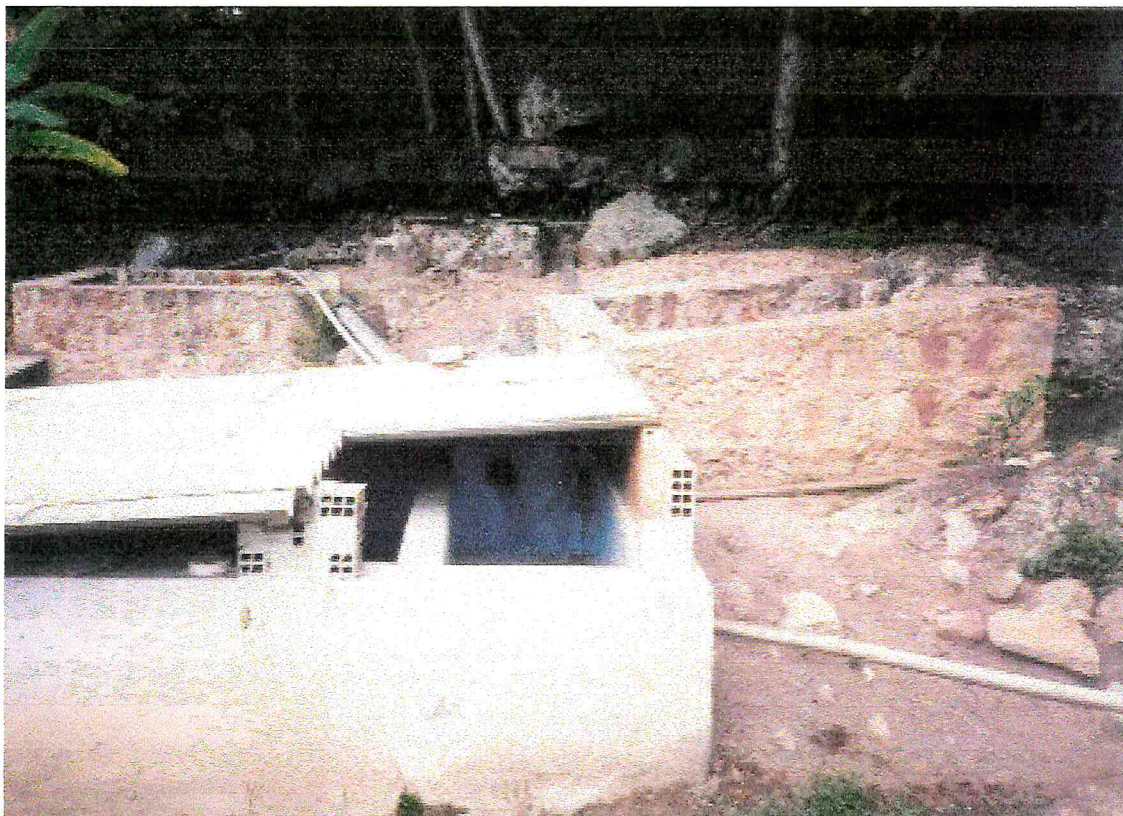


FOTO 07 – Tanque de reunião das águas das fontes (Jardim)



FOTO 08 – Nascente (uma das fontes) que faz parte do sistema que abastece Jardim



FOTO 09 – Estação elevatória do sistema de distribuição d'água de Jardim



FOTO 10 – Localidade de Bom Sucesso



FOTO 11 – Reservatórios apoiados de Bom Sucesso



FOTO 12 – Poço Tubular de Bom Sucesso

**19 – ANEXO (DESENHOS)**

## RELAÇÃO DE DESENHOS

DESENHO\_BE-01 - RESERVATORIO.dwg

DESENHO\_BE-02 - PERFIL-GEOLOGICO.dwg

DESENHO\_BE-03 - IMPLANTACAO.dwg

DESENHO\_BE-04 - SECOES-PERFIL.dwg

DESENHO\_BE-05 - CURVA-COTA-VOL.dwg

DESENHO\_BE-06 - FETCH.dwg

DESENHO\_BE-07 - ENSAIOS.dwg

DESENHO\_BE-08 - ENSAIOS-LOC.dwg