

**BARRAGEM FEIJÃO**

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

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

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

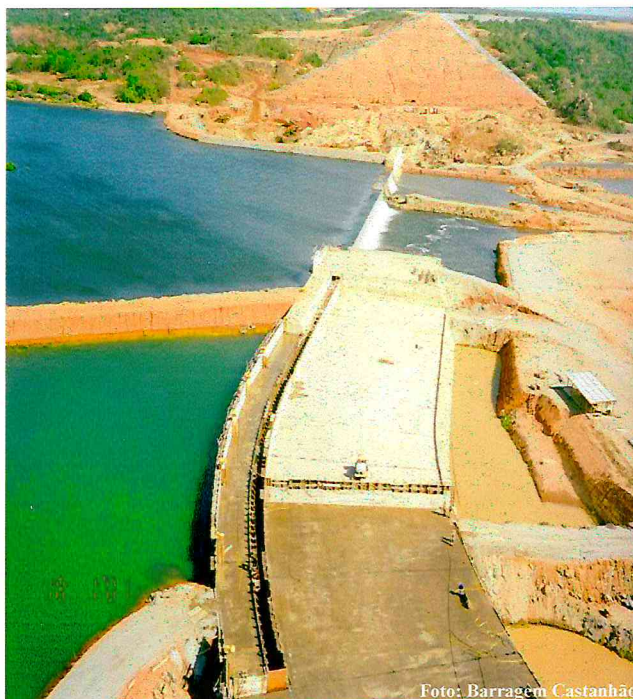


Foto: Barragem Castanhão

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

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

**VOLUME 2 - ANTEPROJETOS**

**TOMO 2.1 - Relatório Geral**

0289/02/02/02/01



**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.....	17
4.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas.....	17
4.2.2 – Cotas dos eixos do vertedouro, da barragem e do dique .....	17
4.2.3 – Locação, estaqueamento e nivelamento dos eixos do vertedouro, da barragem e do dique .....	17
4.2.4 – Levantamento de seções transversais aos eixos do vertedouro, da barragem e do dique .....	17
4.2.5 – Levantamento cadastral .....	17
4.2.6 – 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 .....	28
<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/VERTEDOIRO.....	32
<b>10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS.....</b>	<b>33</b>
10.1 – VAZÃO PELO VERTEDOIRO .....	34

10.2 – BORDA LIVRE .....	36
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: Distrito de Boa Água (Morada Nova) .....</b>	<b>49</b>
<b>15.3.2 – População alvo: Distrito de Nova Vida (Ibaretama).....</b>	<b>51</b>
15.4 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS .....	52
15.5 – ESTUDO POPULACIONAL.....	52
15.6 – PARÂMETROS DE PROJETO.....	54
15.7 – VAZÕES DE PROJETO .....	54
15.8 – CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO .....	55
<b>15.8.1 – Captação .....</b>	<b>55</b>
<b>15.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta .....</b>	<b>55</b>
<b>15.8.3 – Adutora de Água Bruta .....</b>	<b>55</b>
<b>15.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada.....</b>	<b>56</b>
<b>15.8.5 – Reservatórios de Distribuição.....</b>	<b>56</b>
15.9 – SISTEMA PROPOSTO .....	56
<b>15.9.1 – Fonte Hídrica.....</b>	<b>59</b>
<b>15.9.2 – Captação .....</b>	<b>59</b>
<b>15.9.3 – Estação elevatória de água bruta.....</b>	<b>64</b>
<b>15.9.4 – Estação de Tratamento de Água .....</b>	<b>64</b>
<b>15.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada .....</b>	<b>64</b>
<b>15.9.6 – Adutora.....</b>	<b>65</b>
<b>15.9.7 – Reservação.....</b>	<b>65</b>
<b>16 – CRONOGRAMA DE OBRAS .....</b>	<b>70</b>
<b>17 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS.....</b>	<b>73</b>
<b>18 – RESENHA FOTOGRÁFICA .....</b>	<b>77</b>
<b>19 – ANEXO (DESENHOS) .....</b>	<b>82</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 Feijão, localizada no município de Morada Nova, 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 Adutoras**
  - Tomo 2.1 – Localização dos Eixos

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

- **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 Adutoras, VOLUME 2 – Anteprojetos), dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Feijão, localizada no município de Morada Nova, 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 Feijão, localizada no município de Morada Nova, 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

O local escolhido para o estudo da Barragem Feijão localiza-se no riacho de mesmo nome, afluente pela margem direita do rio Pirangi, no município de Morada Nova, Estado do Ceará.

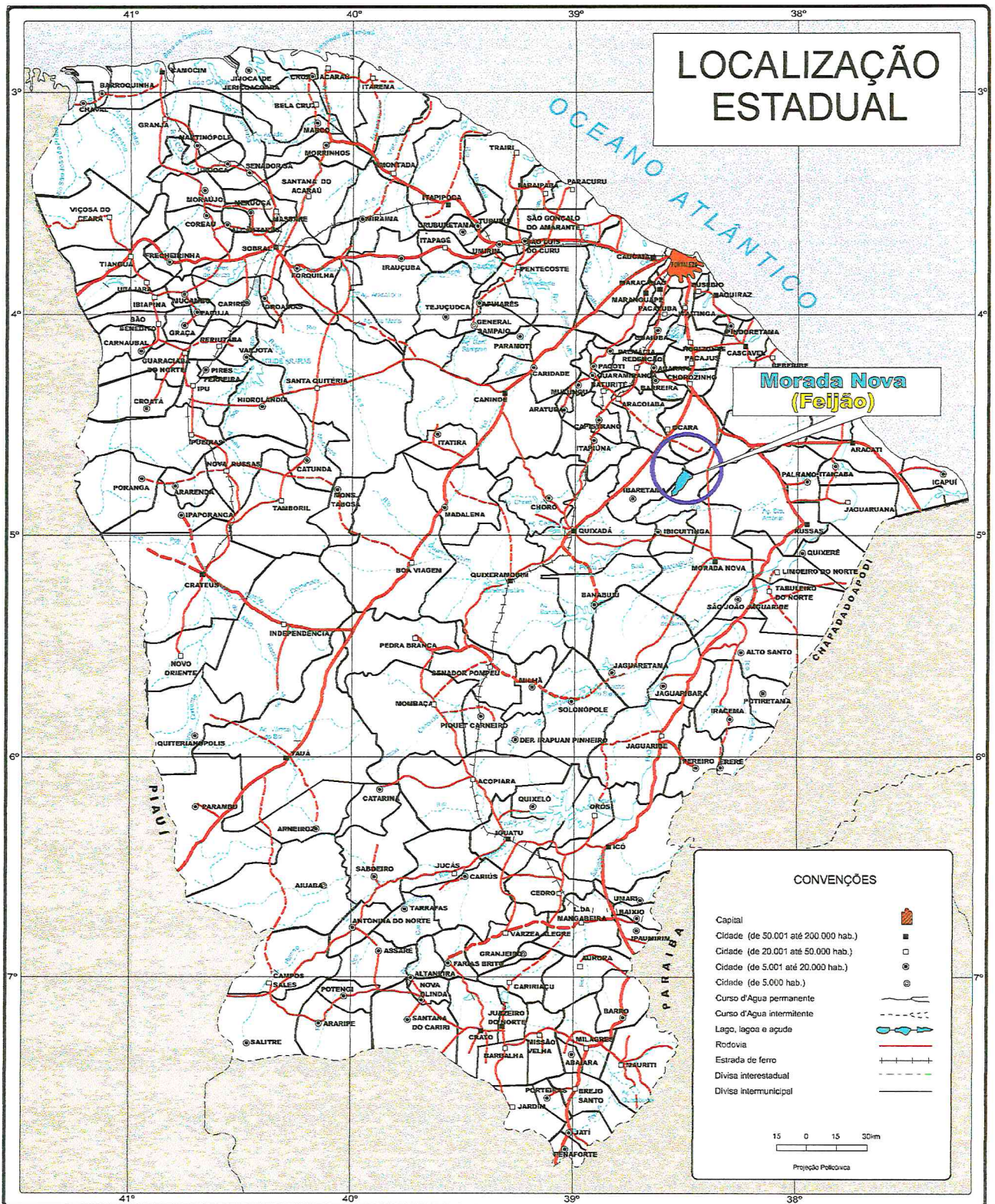
O município de Morada Nova localiza-se na região Centro Leste do Estado do Ceará com latitude 5° 06' 24" S e longitude 38° 22' 21" W, ocupa uma área de 2796,6 Km<sup>2</sup>, com altitude média da sede em torno de 89 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com Russas, Beberibe, Cascavel e Ocara, ao Sul com Jaguaribama, Jaguaribara, Alto Santo e São João do Jaguaribe, ao Leste com São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte e Russas e a Oeste com Ocara, Ibaretama, Quixadá, Ibicuitinga e Banabuiú.

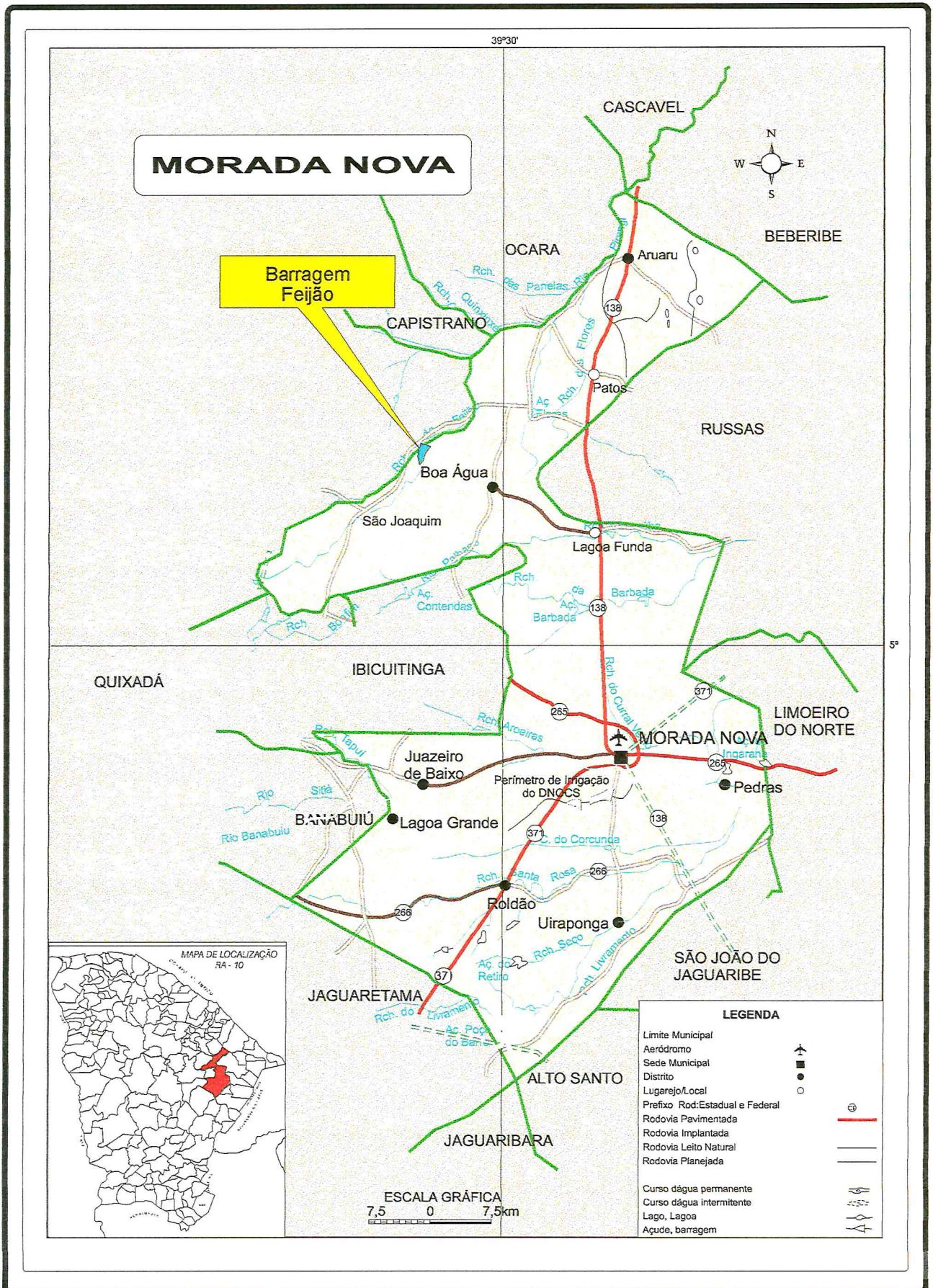
O acesso à sede do município de Morada Nova, a partir de Fortaleza, se faz pela rodovia federal BR-116 e pela rodovia estadual CE-138, percorrendo-se 144 km.

Para o acesso ao eixo selecionado a partir da sede do município toma-se a rodovia estadual CE-138, no sentido Norte, trafega-se por 30 km, até uma localidade conhecida como Lagoa Funda, onde toma-se no sentido Oeste uma estrada de terra que alcança a localidade de Boa-água após 15 km, prosseguindo-se no acesso a Nova Vida trafega-se por mais 15 km e alcança-se o sítio selecionado, próximo da propriedade do Sr. Genival.

O percurso entre a sede municipal de Morada Nova e o local do barramento é, portanto, cerca de 60 km.

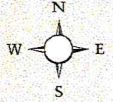
As figuras apresentadas a seguir, mostram o mapa de localização e acessos no contexto estadual e o mapa do município de Morada Nova.





**MORADA NOVA**

Barragem Feijão



**LEGENDA**

Limite Municipal	▲
Aeródromo	■
Sede Municipal	●
Distrito	○
Lugarejo/Local	○
Prefixo Rod: Estadual e Federal	⊕
Rodovia Pavimentada	—
Rodovia Implantada	—
Rodovia Leito Natural	—
Rodovia Planejada	—
Curso água permanente	—
Curso água intermitente	—
Lago, Lagoa	—
Açude, barragem	—

ESCALA GRÁFICA  
7,5 0 7,5km

### **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 vertedouro, do eixo barrável e do eixo do dique, através do uso de GPS;
- Locação e nivelamento do eixo do vertedouro, com estaqueamento a cada 20m – Estaca S00 à Estaca S11, com extensão de 220,00 metros;
- Levantamento de seções transversais ao longo do eixo vertedouro, com uma faixa variando de 140 a 180 m, com um número de 11 seções levantadas, com a respectiva extensão de 1.600,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo do vertedouro, abrangendo toda sua faixa, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas, estradas, etc.;
- Locação e nivelamento do eixo da transição entre o eixo do vertedouro e o eixo da barragem, com estaqueamento variável – Estaca TR0=S11 à Estaca TR3=E0, numa extensão de 214,76 metros;
- Locação e nivelamento do eixo da barragem, com estaqueamento a cada 20m (unid.(est.)=20m) – Estaca E00 à Estaca E40, totalizando uma extensão de 800,00 metros;
- Levantamento de seções transversais ao longo do eixo da barragem, com faixa variando de 20 a 140m, a cada 20m, com um número de 40 seções levantadas, com a respectiva extensão de 4.145,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo da barragem, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas, riacho, etc.;
- Locação e nivelamento do eixo da transição entre o eixo da barragem e o eixo do dique, com estaqueamento variável – Estaca TRD0= E35 à Estaca TRD12, numa extensão de 1.228,53 metros;
- Locação e nivelamento do eixo do Dique, com estaqueamento a cada 20m – Estaca D00 à Estaca D28, com extensão de 560,00 metros;
- Levantamento de seções transversais ao longo do eixo do Dique, com uma faixa média de 30m, com um número de 14 seções levantadas a cada 40m, com a respectiva extensão de 410,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo do Dique, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas, estradas, etc..

## 4.2 – METODOLOGIA ADOTADA

### 4.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas

Foram materializados marcos nas margens esquerda e direita do vertedouro, nas ombreiras esquerda e direita da barragem e no eixo do dique, conforme apresenta-se na planta baixa. As coordenadas verdadeiras destes marcos foram obtidas através da utilização de rastreadores de satélites GPS, marca Garmim, dispondo de 12 canais, frequência L1e código CA. O datum horizontal de referência é o CÓRREGO ALEGRE - MG.

### 4.2.2 – Cotas dos eixos do vertedouro, da barragem e do dique

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 dos eixos do vertedouro, da barragem e do dique

Os referidos eixos foram levantados com estaqueamento a cada 20m (unid.(est.)=20m), inclusive com levantamento dos pontos notáveis como riachos, rio e vértices; as estacas foram então niveladas para dar origem ao levantamento das seções, enquadrando-se na precisão tolerável de  $10\text{mm} \sqrt{k}$ , onde k = km nivelados. Este serviço foi executado através do uso de estação total TopCon – GTS 229 e prisma.

### 4.2.4 – Levantamento de seções transversais aos eixos do vertedouro, da barragem e do dique

Nas estacas dos referidos eixos locados foram abertas seções transversais, variando de acordo com a necessidade de cada, com pontos levantados a cada 20m e detalhamento dos pontos críticos. Nos eixos do vertedouro e da barragem as seções foram levantadas a cada 20m, enquanto que no eixo do dique foram levantadas a cada 40m;

### 4.2.5 – Levantamento cadastral

Em função da locação dos eixos, foi realizado o levantamento cadastral pelo método de irradiação, com utilização de estação total TopCon – GTS 229 e Prisma. Neste levantamento foram considerados os nomes dos proprietários, o detalhamento de cercas, estradas, riachos, etc.

### 4.2.6 – 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 em cotas superiores à cota 114,00 m, sendo que da cota 110,00 m para baixo o vale é mais encaixado do que desta cota para cima.

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 113,00 m. Assim, estabeleceu-se a cota do nível d'água máximo normal do reservatório como sendo **110,00 m**.

**6 – RESERVATÓRIO**

## 6 – RESERVATÓRIO

O reservatório a ser formado com a construção da Barragem Feijão, cuja planta pode ser vista no Desenho FJ-01, ocupará uma área em sua superfície, para o nível d'água máximo normal de 110,00m, igual a  $8,167 \times 10^6 \text{ m}^2$ , acumulado um volume total nesta cota de  $35,884 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

No Desenho FJ-05 é apresentada a curva cota x área x volume do reservatório Feijão.

Com base na série de volumes afluentes médios mensais do período histórico de 1912 a 1988, verifica-se que o reservatório apresenta uma relativa capacidade de regularização, equivalente a 55,86% da vazão média, com 10,1 % 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

Para os estudos geológico-geotécnicos foram utilizados os documentos relacionados a seguir:

- Mapa da Bacia Hidráulica com Resenha Fotográfica, elaborado com base em levantamento da SUDENE na escala 1:25.000
- Mapa da Bacia Hidráulica com curvas de nível (5 x 5m), produzido pela ANB, na escala 1:10.000
- Reconhecimento geológico-geotécnico de campo
- Nove sondagens a pá e picareta, denominadas SPP-01 a SPP-09, oito sondagens à percussão (SP) denominadas SP-01 a SP-09, e ensaios de infiltração (Le Franc) realizados ao longo do eixo da barragem e sangradouro.

### 7.2 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS

O local do sítio barrável é aberto, com longa planície aluvial no seu fundo plano. O comprimento total possível do barramento é de 800 metros, com altura máxima de 16 metros.

A geologia local é representada por quartzitos do Complexo Nordestino, de idade pré-cambriana. A planície aluvial apresenta espesso corpo de aluvião, constituído por camadas de areias siltosas e argilas escuras com matéria orgânica.

Nas ombreiras foram observadas afloramentos de rocha e exposições de solo residual, os quais devem apresentar espessuras reduzidas.

O vertedouro para essa alternativa localiza-se após a ombreira esquerda, aproveitando-se uma sela topográfica existente.

A existência de uma sela topográfica após a ombreira direita deverá exigir a construção de um dique de solo compactado com altura máxima de 3,0 metros.

Quanto às condições do leito aluvial, dispõe-se de poucas informações. Os solos aluviais deverão ser totalmente removidos quando para a execução da trincheira de vedação na porção à montante da barragem e nas profundidades com SPT < 7.

O vertedouro deverá ser escavado em rocha com um cordão de fixação da crista da soleira em concreto, face a pequena profundidade do topo rochoso no local.



## **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 Adutoras, 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 Morada Nova, bem como a curva Cota x Volume do Açude Feijão e suas vazões mensais afluentes, determinou-se sua curva de garantia (%) x Vazão regularizada ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ ) para a capacidade de  $35,884 \text{ hm}^3$  (cota = 110,0 m). A Tabela 8.1 e a Figura 8.1 apresentam os valores de Garantia x Vazão regularizada do Açude Feijão.

Tabela 8.1 – Garantia versus Vazão Regularizada do Açude Feijão, para a Capacidade de  $35,884 \text{ hm}^3$  (cota = 110,0 m).

SANGRIA(%) – ANUAL	SANGRIA(%)	GARANTIA(%)	VAZÃO REGUL. ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ )
41,7	12,8	100,0	9,519840
41,5	12,2	99,0	9,875640
36,4	10,8	95,0	11,259840
35,1	10,1	90,0	13,246920
32,5	9,3	85,0	15,216120

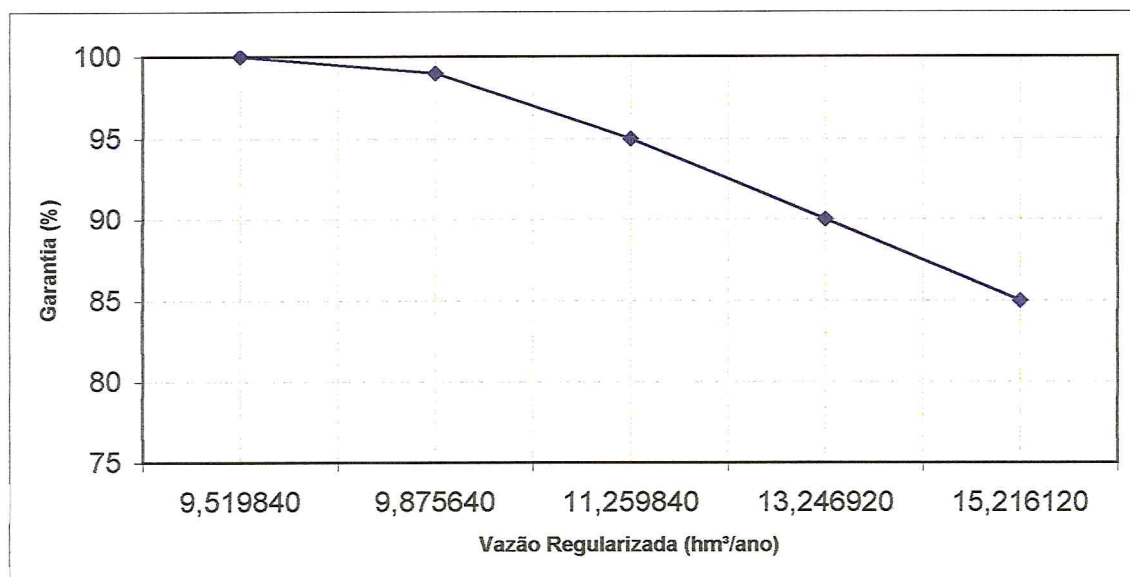


Figura 8.1 – Curva Garantia versus Vazão Regularizada do açude Feijão, para a Capacidade de  $35,884 \text{ hm}^3$  (cota = 110,0 m).

## 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 Feijão, obteve-se o valor CN igual a 78.

### 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:

$$t_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,387} = 57 \times (26,67 / 142,0)^{0,387} = 375,0 \text{ min.} = \mathbf{6,25 \text{ horas}}$$

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:

$$t_r = t_c / 6 = 6,25 / 6 \cong \mathbf{1,04 \text{ horas}}$$

$$t_p = 0,5 \times t_r + 0,6 \times t_c = 0,5 \times 1,04 + 0,6 \times 6,25 \cong \mathbf{4,27 \text{ horas}}$$

$$t_b = 2,667 \times t_p = 2,667 \times 4,27 \cong \mathbf{11,41 \text{ horas}}$$

$$Q_p = (0,2081 \times A_{\text{bacia}} \times 1\text{mm}) / t_p = (0,2081 \times 173,633) / 4,27 \cong \underline{8,45 \text{ m}^3/\text{s}}$$

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 1,04 horas do SCS, para o caso da bacia do Açude Feijão.

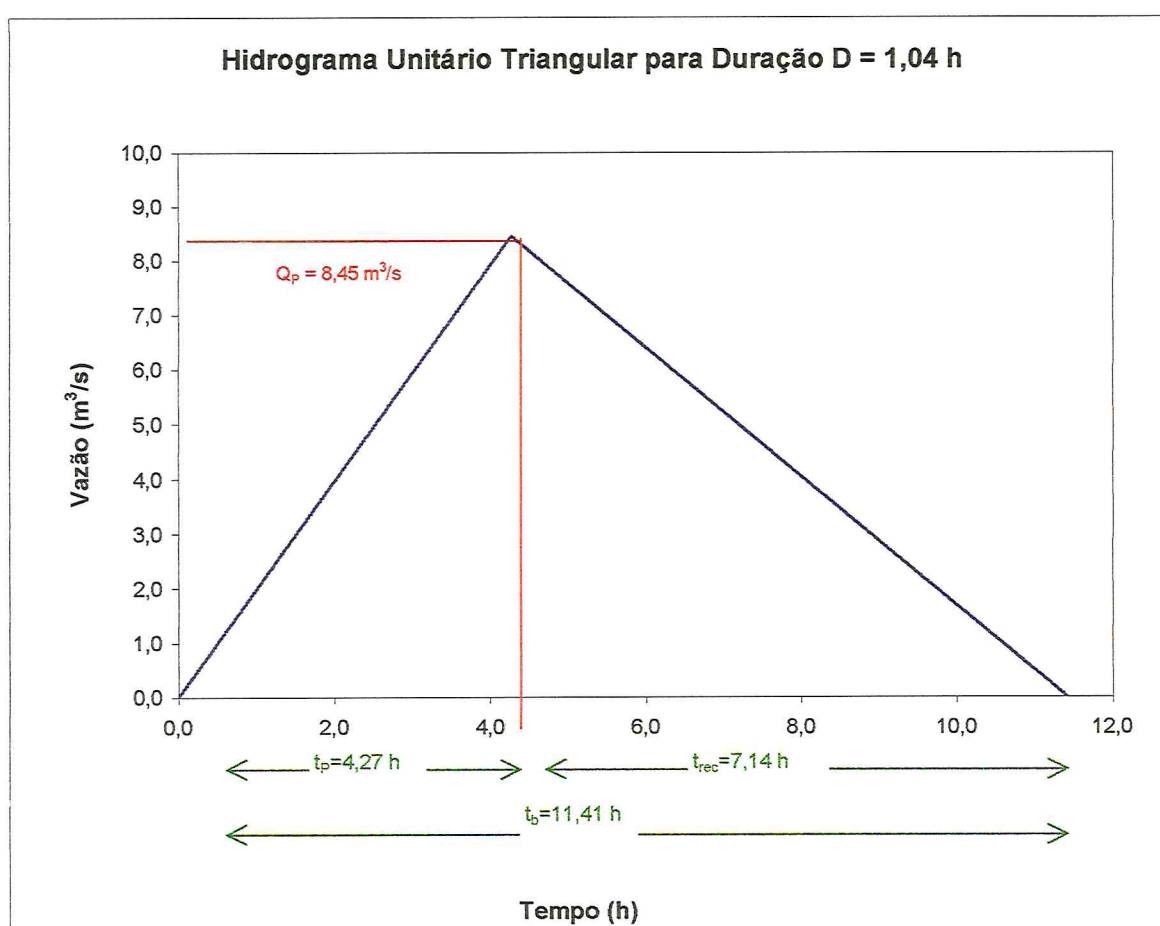


Figura 8.2 - Hidrograma unitário triangular do SCS para duração de 1,04 horas

### 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 hietograma 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 = 78 - 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 Feijão, 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)
1,04	100,29	46,89	46,89	7,08	8,59
2,08	130,08	71,50	24,61	8,59	15,10
3,13	147,51	86,59	15,10	10,94	46,89
4,17	159,87	97,53	10,94	15,10	24,61
5,21	169,46	106,12	8,59	24,61	10,94
6,25	177,30	113,20	7,08	46,89	7,08

Tabela 8.3 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Feijão, 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)
1,04	140,74	80,69	80,69	9,62	11,71
2,08	179,64	115,33	34,64	11,71	20,85
3,13	202,39	136,18	20,85	14,99	80,69
4,17	218,53	151,17	14,99	20,85	34,64
5,21	231,05	162,88	11,71	34,64	14,99
6,25	241,28	172,50	9,62	80,69	9,62

Aplicando os hietogramas efetivos balanceados da bacia do açude Feijão ao H.U.T. de 1,04 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	777,89
10.000	1210,27

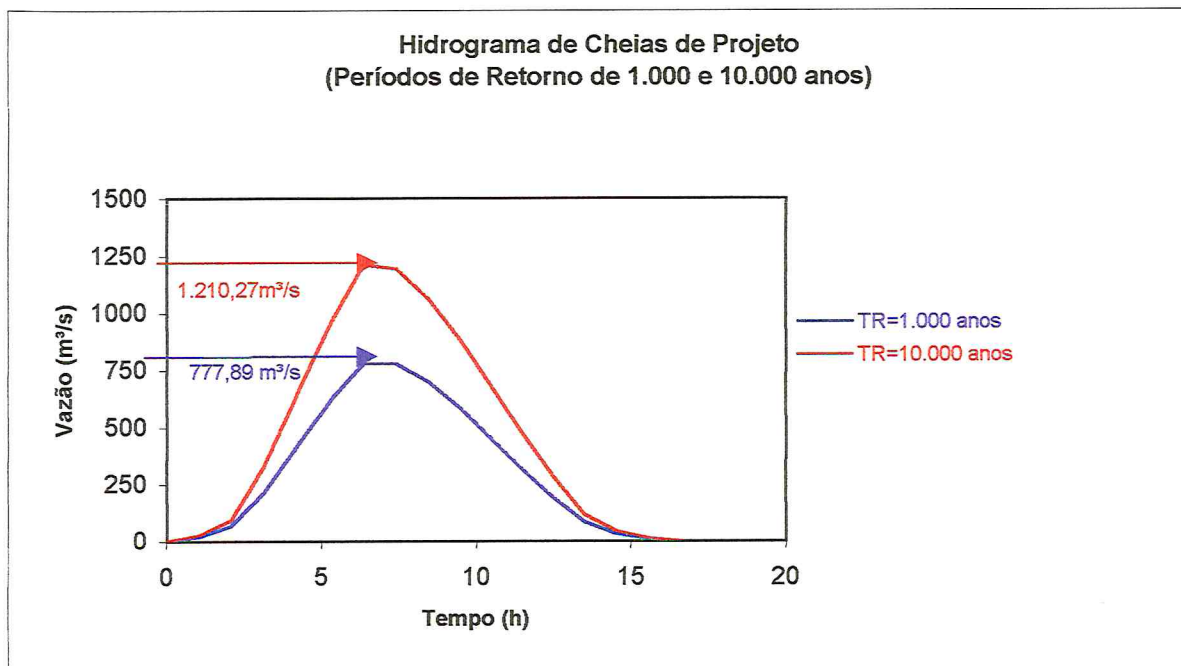


Figura 8.3 - Hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

## 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 da estaca 45 do eixo da barragem e foi investigada através de 19 furos de sondagem a trado. A jazida no. 2 dista 4000m a montante do eixo, sentido do povoado de Boa Água e foi investigada através de 2 furos a trado. Os furos de sondagem foram rasos com profundidade média de 1,00 m.

O material encontrado é constituído por areia silto argilosa.

Foram realizados 6 ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e Limites de Atterberg) e 6 ensaios de compactação.

Os ensaios mostraram que a fração granulométrica predominante é constituída por areia (15 a 59%), seguida da fração silto-argilosa (23 a 85%), complementada pela fração pedregulho (0 a 26%).

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

Os ensaios de compactação mostraram umidade ótima variando de 12,8 a 15,0% e densidade seca máxima variando de 1,778 a 1,852 kg/m<sup>3</sup>.

Nos Desenhos FJ-07 e FJ-08, podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

#### **9.1.2 – Areia**

Foi selecionado um trecho do riacho Feijão, próximo do eixo, onde observava-se uma concentração de sedimentos arenosos com características adequadas para o emprego como agregado miúdo de concretos e como elemento do sistema de drenagem interna do maciço terroso. O trecho escolhido, dito areal A-01, situa-se imediatamente a montante e a jusante do eixo, sendo demarcada uma extensão da calha do rio de 2.000 m e com uma largura representativa de 10 m. neste areal foram realizadas 7 sondagens manuais que revelaram um pacote de areia fina a média com cerca de 1,30 m de espessura.

Nos Desenhos FJ-07 e FJ-08, podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.



### 9.1.3 – Pedreiras

Foi localizada uma extensa área de ocorrência de afloramentos rochosos com a finalidade de suprir as necessidades das obras para a análise do Projeto. O local situa-se a cerca de 4.000 m à montante do eixo, na margem direita do caminho de acesso a localidade de Retiro, onde foram identificados graníticos. Estes afloramentos foram chamados de Pedreira P-01 e foram avaliados como são.

### 9.2 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM/VERTEDOURO

Ensaio de infiltração realizados nas sondagens executadas na fundação da barragem mostraram valores de permeabilidade variando de  $4,9 \times 10^{-6}$  a  $2,3 \times 10^{-5}$  cm/s.

Várias sondagens realizadas ao longo do eixo da barragem mostraram a ocorrência de camada aluvionar superficial constituída de areia média e grossa junto a calha do riacho e nas laterais silte argiloso e areia fina. Mais em profundidade (máxima de 4,80 m) dá-se ocorrência de areia fina siltosa e argila siltosa.

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

## 10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

## 10 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

### 10.1 – VAZÃO PELO VERTEDOIRO

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 100 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 10.1 e da metodologia de Puls, que é dada pela equação:

$$V_{i+1} + \frac{1}{2}(QE_{i+1})xDT = (QE_i)xDT + \frac{1}{2}(QE_i)xDT + \frac{1}{2}(QA_i + QA_{i+1})xDT$$

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 Feijão.

COTA (m)	ACUMULADO (hm <sup>3</sup> )
97	0,000000
98	0,086772
99	0,281703
100	0,678387
101	1,369793
102	2,448261
103	4,005506
104	6,132615
105	8,920048
106	12,457640
107	16,834596
108	22,139496
109	28,460292
110	35,884311
111	44,498251
112	54,388184
113	65,639555
114	78,337182
115	92,565256
116	108,407340
117	125,946373
118	145,264664
119	166,443896
120	189,565127

Considerando o volume do Açude Feijão em sua cota de sangria de 110,0 metros, com largura do sangradouro de 100 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 <sub>pico_afluente</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>pico_efluente</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Lâmina efluente (m)	Q <sub>pico_afluente</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>pico_efluente</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Lâmina efluente (m)
777,89	336,42	1,41	1210,27	549,58	1,96

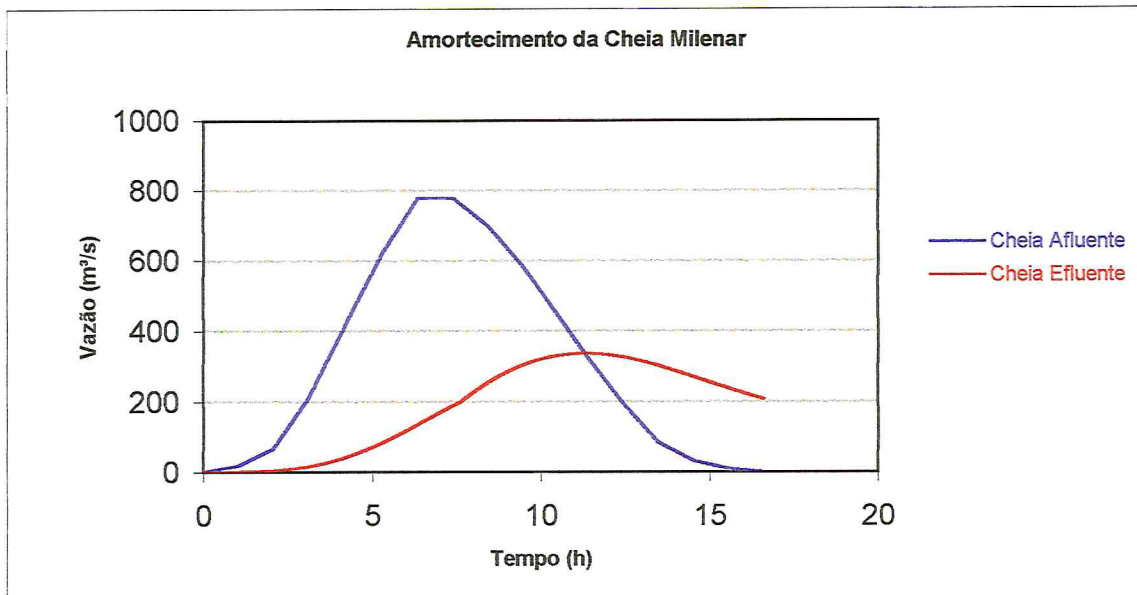


FIGURA 10.1 – Amortecimento da cheia milenar para cotas do sangradouro do Açude Feijão

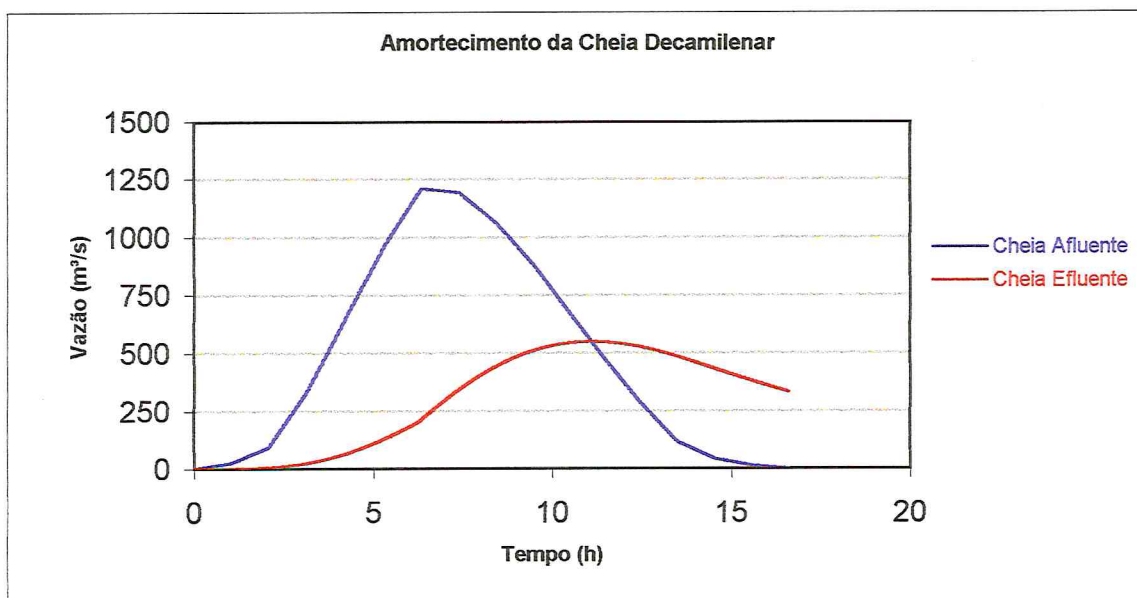


FIGURA 10.2 – Amortecimento da cheia decamilenar para cotas do sangradouro do Açude Feijão

## 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 FJ-06, tendo sido obtido o valor de 1,77 km.

#### b) Cálculo da Altura da Onda

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

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

sendo:

$$h = \text{altura da onda (m)}$$

$$F = \text{comprimento máximo da área de influência (km)}$$

Portanto, vem:

$$h = 0,75 + 0,34(1,77)^{1/2} - 0,26(1,77)^{1/4}$$

$$h = 0,90 \text{ m}$$

#### c) Cálculo da Velocidade da Onda

A velocidade da onda é pela expressão:

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

sendo:

$$v = \text{velocidade da onda (m/s)}$$

$$h = \text{altura da onda (m)}$$

$$v = 1,5 + 2.0,90$$

$$v = 3,30 \text{ m/s}$$

#### 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)

$$f = 0,75 \cdot 0,92 + \frac{(3,30^2)}{2g}$$

$$f = 1,23 \text{ m}$$

#### 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 vista 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:

$$c = 1,41 + 1,23 + 110,00$$

$$c = 112,64 \text{ m}$$

- 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:

$$C = 1,96 + 0,60 + 110,00$$

$$C = 112,56m$$

Portanto, a cota da crista da barragem foi estabelecida na el. **112,64 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 aberto, sendo que as ombreiras apresentam inclinação suave nas extremidades da barragem.

O vertedouro terá 100 m de extensão e será executado todo em canal escavado numa cela topográfica situada após a ombreira direita.

O maciço da barragem será de solo compactado, com filtro vertical e tapete horizontal interligado a um dreno de pé “rock fill”.

Deverá ser retirada parte da fundação em argila siltosa e areia fina e média e para o controle da percolação deverá ser executado um “cut-off” face a pequena a média de profundidade do aluvião (máximo 4,8 metros).

Dado o caráter não perene do riacho Feijão, 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.

Na ombreira esquerda 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 FJ -03.

**12 – BARRAGEM**

## 12 – BARRAGEM

A barragem acha-se sobreposta a solos residuais/alteração de rocha nas ombreiras e junto ao canal do rio por camadas aluvionares. A maior espessura de solo aluvionar foi encontrada na sondagem SP - 03, com uma espessura de 4,80 m.

Na escavação da fundação da barragem de terra deve-se remover os aluviões arenosos/siltosos fofos superficiais (SPT<7).

A barragem poderá ser assente sobre os solos aluvionares subjacentes devido sua altura módica.

O maciço será constituído pelas areias silto-argilosas com cascalho investigadas nas áreas de empréstimo devidamente compactadas e a jusante do filtro vertical por solos provenientes das escavações obrigatórias do vertedouro (“random”).

O sistema de drenagem interna da barragem será constituído por filtro vertical de areia de 1,00 m de espessura e filtro horizontal de 1,00 m de espessura. O filtro horizontal descarrega no dreno de pé (rock fill).

Os taludes da barragem serão de 1,0V:2,5H a montante e 1,0V:2,3H a jusante.

A montante os taludes serão protegidos por enrocamento com diâmetro médio das pedras de 0,50m com espessura de 1,00m.

É prevista uma camada de transição bem graduada entre a camada de enrocamento e o maciço de terra compactado.

Este material de transição protegerá a crista da barragem bem como o talude de jusante contra a ação das águas pluviais.

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

**13 – VERTEDOURO**

### 13 – VERTEDOURO

O vertedouro será implantado numa sela topográfica após a ombreira direita, aproximadamente centrado em relação à sela, com condições de fundação apropriadas para suportar o efeito erosivo do fluxo de sangria.

O vertedouro terá soleira livre em canal escavado em rocha com cordão de fixação na cota 110 m e comprimento de 100 m.

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	777,89	336,42	1,41
Decamilenar	1210,27	549,58	1,96

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

## 14 – TOMADA D'ÁGUA

## 14 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água para a adutora será implantada na ombreira direita da barragem. A vazão a ser aduzida é de 0,42 m<sup>3</sup>/s considerando-se a garantia de 90%.

A tomada d'água estará incorporada na própria estrutura do vertedouro, sendo dotada de grade removível e comporta plana tipo adufa com dimensões 0,70 x 0,70m.

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 0,70 m. Este tubo atravessa a fundação da barragem transversalmente, e logo a jusante do pé da barragem prevê-se a instalação de um registro de gaveta e válvula borboleta no interior de uma caixa de dissipação de energia.

A cota do eixo da tomada d'água está prevista na el. 102 m, de modo a deixar um pequeno volume no fundo do reservatório cuja cota é aproximadamente 98,00m, para acúmulo de sedimentos.

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





## 15 – ADUTORA

### 15.1 – JUSTIFICATIVA

A população das localidades a serem beneficiadas pelas adutoras, não dispõem de água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas. O abastecimento daquelas comunidades é feito a partir de fontes pouco seguras. Tratam-se de pequenos reservatórios que captam as águas no período chuvoso e que na estação seca praticamente esvaziam.

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 ela alcançadas em termos de quantidade e qualidade. 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: Distrito de Boa Água (Morada Nova)

A população a ser beneficiada pelo projeto é a população do distrito de Boa Água composta de 200 residências, em Morada Nova. 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.

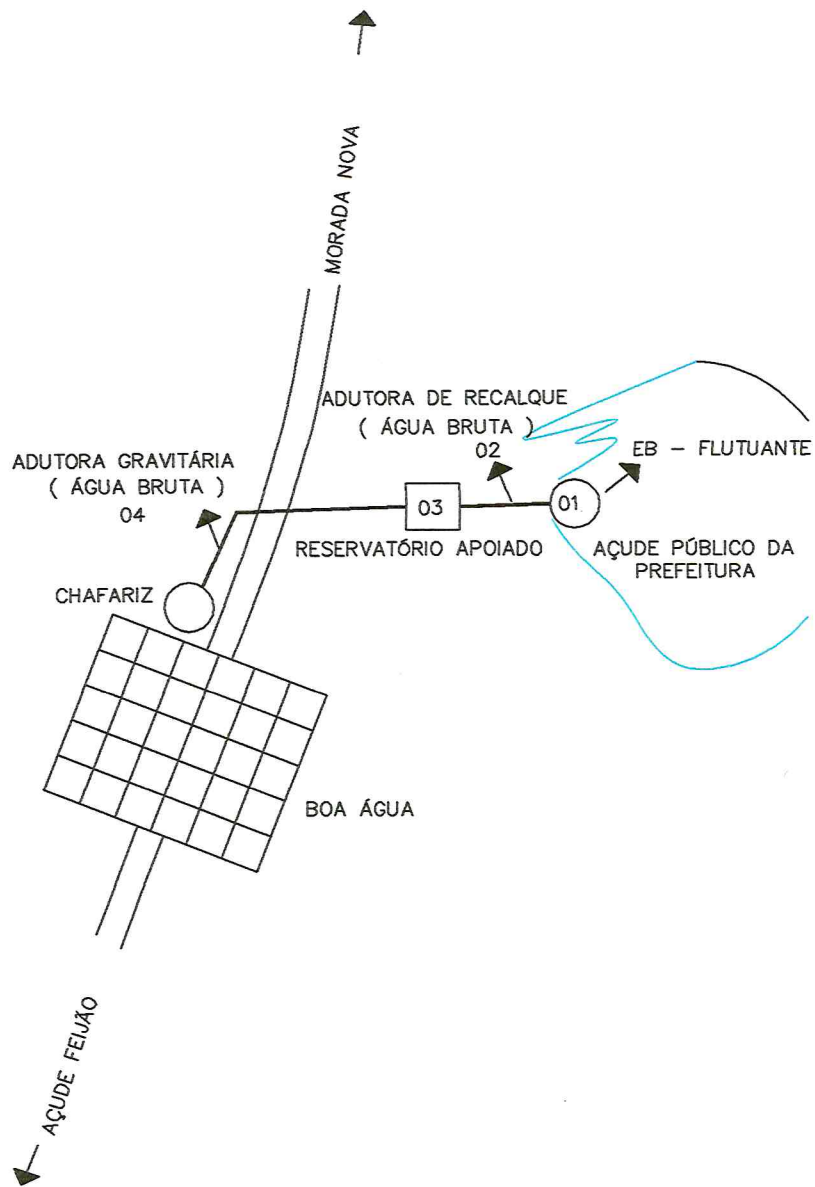
A localidade de Boa Água conta com sistema de abastecimento de água conforme descrito a seguir.

Os componentes do sistema são:

Manancial: ..... Açude público do Riacho do Garrote, com capacidade de armazenamento de 2,50 hm<sup>3</sup>. Este foi concluído em 1986 e o máximo que atingiu foi 80% de sua capacidade, no mesmo ano de conclusão.

Captação e recalque: ..... 01 bomba, sem reserva.

Adutora de água bruta: ..... Tubulação (PVC) de recalque medindo 70,00 m, diâmetro de 75mm; Tubulação (PVC) trecho gravitário, medindo 800,0 m, diâmetro de 50mm (pouca pressão devido o diâmetro do tubo).



01	1 CONJUNTO MOTOBOMBA (1+0)
	POTÊNCIA - 5,0 CV
	VAZÃO - 20 m <sup>3</sup> /h
	ALTURA MANOMÉTRICA - 15,0 m.c.a.

03	1 RESERVATÓRIO APOIADO (V=40 m <sup>3</sup> )
----	---

02	COMPRIMENTO - 70 m
	DIÂMETRO - 75 mm ( PVC )

04	COMPRIMENTO - 800 m
	DIÂMETRO - 50 mm ( PVC )

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

Projeto :	TÍTULO: LEVANTAMENTO CADASTRAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA DE BOA ÁGUA (MORADA NOVA)	Data :	JANEIRO/2003
Visto :		Escala :	SEM ESCALA
Verificado :		Arquivo :	
Aprova :		ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA	Nº do Desenho :

**Estação elevatória**

(captação e recalque): ..... Estação de bombeamento com um conjunto eletrobomba acionado por motor com potência 5,0 CV; Vazão de 20,0 m<sup>3</sup>/h; e altura manométrica de 15 m.c.a.

**Estação de Tratamento**

de Água (ETA): ..... Não existe.

Reservação: ..... 01 reservatório apoiado com capacidade de 40 m<sup>3</sup>, situado a 800 m da sede do distrito de Boa Água.

Distribuição: ..... Dispõe de rede em cerca de 55 % da localidade, sendo um total de 110 (100%) de ligações domiciliares ativas, não sendo dotadas de hidrômetros.

**15.3.2 – População alvo: Distrito de Nova Vida (Ibaretama)**

A população a ser beneficiada pelo projeto é a população urbana do distrito de Nova Vida, composta de 115 residências, em Ibaretama. 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 Nova Vida conta com sistema de abastecimento de água conforme descrito a seguir.

Os componentes do sistema são:

Manancial: ..... Poço tubular público. Barreiro particular (a 0,6 km), do qual paga-se frete de R\$ 2,50/300 litros pelo transporte da água até a sede do distrito. O barreiro é antigo e secou por várias vezes. No presente momento (dezembro de 2002) tem apenas 30% da capacidade de seu volume.

Captação: ..... Bomba submersa.

Estação elevatória (captação): ..... Estação de bombeamento com um conjunto eletrobomba acionado por motor com potência 5,0 CV; Vazão de 1,0 m<sup>3</sup>/h; e altura manométrica de 65 m.c.a.

**Estação de Tratamento**

de Água (ETA): ..... Dessalinizador, com capacidade de 1,0 m<sup>3</sup>/h.

Reservação: ..... Dois reservatórios apoiados (s/ pressão – utilizados como chafariz), com capacidade de 5m<sup>3</sup> cada.

#### 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 Feijão.

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:

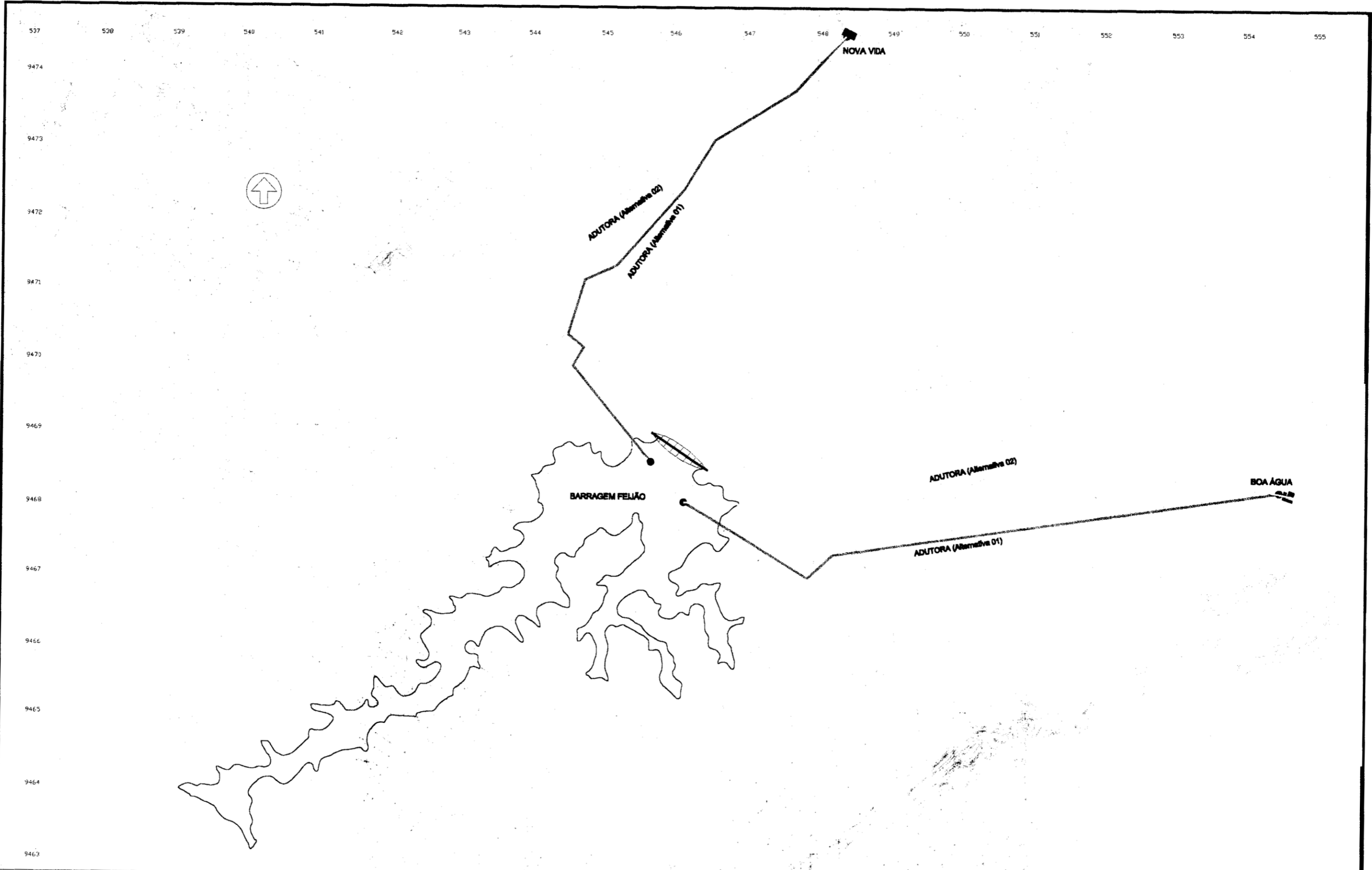
- a) A topografia no seu traçado é mais favorável, possibilitando um menor número de dispositivos de controle e segurança da tubulação;
- b) O traçado acompanha, sempre que possível, estradas existentes o que facilita o acesso aos locais da adução, e as operação e manutenção dos sistemas;
- c) Os desníveis 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) 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.



FONTE:  
**DNOS**

NOTA:  
 - - - - - ALTERNATIVA 01 (selecionada)  
 \_\_\_\_\_ ALTERNATIVA 02

ESCALA:  
**1/50.000**  
 DATA:  
**OUTUBRO/2002**

**BARRAGEM FEIJÃO**  
**ADUTORAS DE BOA ÁGUA E NOVA VIDA (ALTERNATIVAS)**  
 ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.

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.

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

$$Q = \text{vazão} - \text{m}^3/\text{s}$$

- 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

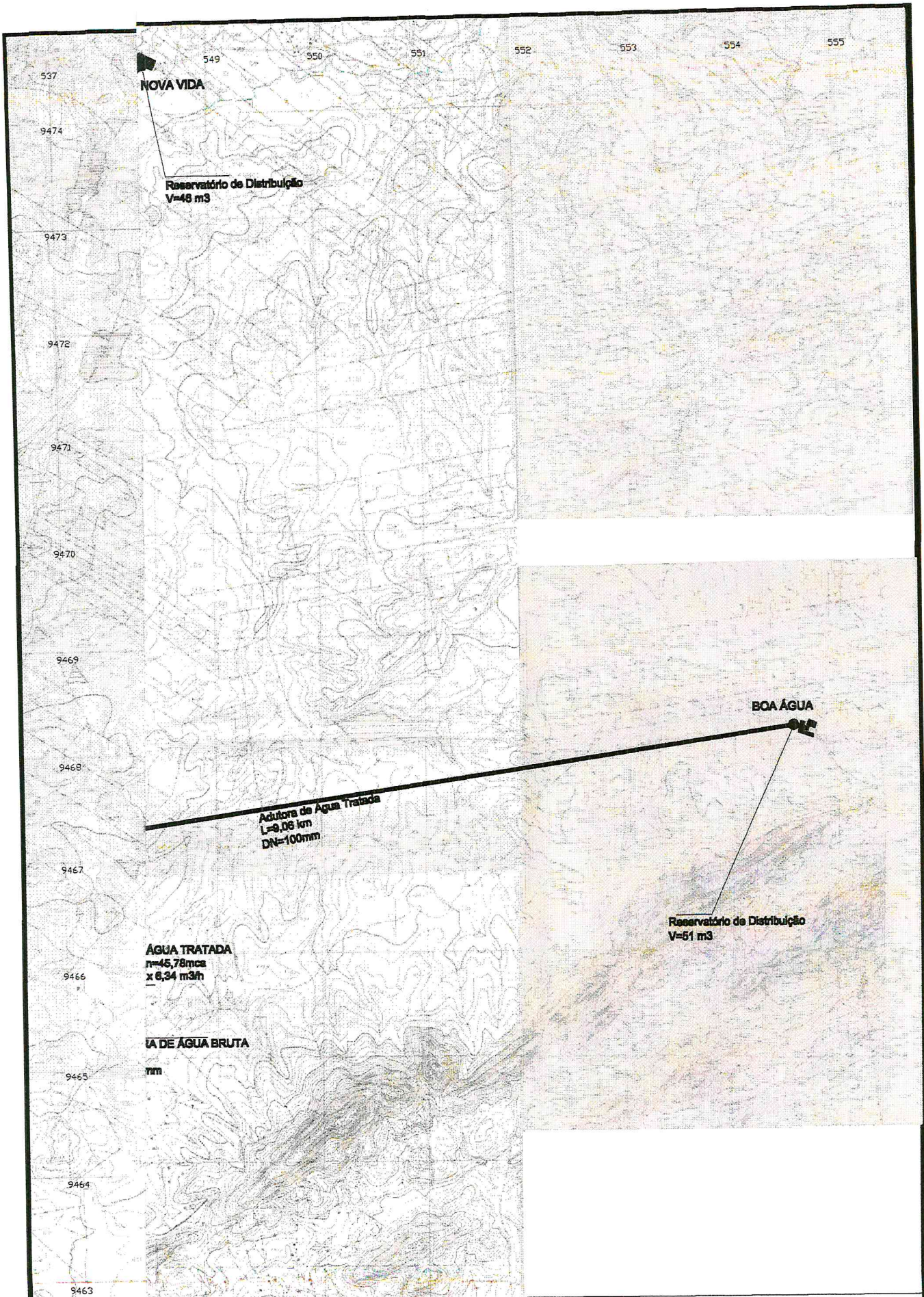
#### 15.8.5 – Reservatórios de Distribuição

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.



FONTE:

**DNOS**

**BARRAGEM FEIJÃO**  
**ADUTORAS DE BOA ÁGUA E NOVA VIDA (Planta Baixa)**

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

300.

250.

200.

150.

100.

90.

PLANO DE REFERÊNCIA:

ESTACAS
COTA TERRENO NATURAL
DISTÂNCIA PARCIAL (m)
DISTÂNCIA ACUMULADA (m)

300.

250.

200.

150.

100.

90.

PLANO DE REFERÊNCIA:

ESTACAS
COTA TERRENO NATURAL
DISTÂNCIA PARCIAL (m)
DISTÂNCIA ACUMULADA (m)

FONTE:

## ADUTORAS DE BOA ÁGUA E NOVA VIDA PERFIS LONGITUDINAIS

ANB - Águas do Nordeste do Brasil Ltda.

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 dos distritos de Boa Água e Nova Vida é o açude Feijão. Este reservatório barra o riacho Feijão, na bacia hidrográfica do rio Pirangi. O reservatório tem uma capacidade de armazenamento de 35,884 hm<sup>3</sup> e uma descarga regularizada com 90 % de garantia de 420,06 l/s. Tal descarga é superior a vazão de dimensionamento da adutora que é de 1,76 l/s (Boa Água) e de 1,60 l/s (Nova Vida).

### **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 – 152 m<sup>3</sup>/dia (Boa Água) e 138 m<sup>3</sup>/dia (Nova Vida).

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

Diâmetro – 100 mm

Extensão aproximada – 100 m

Pressão de serviço – 60 mca

QUADRO 15.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SISTEMA (ADUTORA DE NOVA VIDA - IBARETAMA)

Ano	População	Taxa (%)	Consumo per capita (l/pessoa/dia)		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)	Tempo de adução armazenado (m3)	Capacidade de Armazenamento (m3)
			SEM PERDAS	COM PERDAS								
2000	348	2,5	120	150	52,19	62,63	138,03	1,60	0,47	21	46	
2001	357	2,5	120	150	53,50	64,20	138,03	1,60	0,49	21	46	
2002	366	2,5	120	150	54,84	65,80	138,03	1,60	0,50	22	46	
2003	375	2,5	120	150	56,21	67,45	138,03	1,60	0,51	22	46	
2004	384	2,5	120	150	57,61	69,13	138,03	1,60	0,52	23	46	
2005	394	2,5	120	150	59,05	70,86	138,03	1,60	0,54	24	46	
2006	404	2,5	120	150	60,53	72,63	138,03	1,60	0,55	24	46	
2007	414	2,5	120	150	62,04	74,45	138,03	1,60	0,56	25	46	
2008	424	2,5	120	150	63,59	76,31	138,03	1,60	0,58	25	46	
2009	435	2,5	120	150	65,18	78,22	138,03	1,60	0,59	26	46	
2010	445	2,5	120	150	66,81	80,17	138,03	1,60	0,61	27	46	
2011	457	2,5	120	150	68,48	82,18	138,03	1,60	0,62	27	46	
2012	468	2,5	120	150	70,19	84,23	138,03	1,60	0,64	28	46	
2013	480	2,5	120	150	71,95	86,34	138,03	1,60	0,65	29	46	
2014	492	2,5	120	150	73,75	88,50	138,03	1,60	0,67	29	46	
2015	504	2,5	120	150	75,59	90,71	138,03	1,60	0,69	30	46	
2016	517	2,5	120	150	77,48	92,98	138,03	1,60	0,70	31	46	
2017	529	2,5	120	150	79,42	95,30	138,03	1,60	0,72	32	46	
2018	543	2,5	120	150	81,40	97,68	138,03	1,60	0,74	33	46	
2019	556	2,5	120	150	83,44	100,13	138,03	1,60	0,76	33	46	
2020	570	2,5	120	150	85,52	102,63	138,03	1,60	0,78	34	46	
2021	584	2,5	120	150	87,66	105,20	138,03	1,60	0,80	35	46	
2022	599	2,5	120	150	89,85	107,83	138,03	1,60	0,82	36	46	
2023	614	2,5	120	150	92,10	110,52	138,03	1,60	0,84	37	46	
2024	629	2,5	120	150	94,40	113,28	138,03	1,60	0,86	38	46	
2025	645	2,5	120	150	96,76	116,12	138,03	1,60	0,88	39	46	
2026	661	2,5	120	150	99,18	119,02	138,03	1,60	0,90	40	46	
2027	678	2,5	120	150	101,66	121,99	138,03	1,60	0,92	41	46	
2028	695	2,5	120	150	104,20	125,04	138,03	1,60	0,95	42	46	
2029	712	2,5	120	150	106,81	128,17	138,03	1,60	0,97	43	46	
2030	730	2,5	120	150	109,48	131,37	138,03	1,60	0,99	44	46	
2031	748	2,5	120	150	112,22	134,66	138,03	1,60	1,02	45	46	
2032	767	2,5	120	150	115,02	138,03	138,03	1,60	1,04	46	46	

De acordo com o censo demográfico de 2000 do IBGE

### Volumes de adução da adutora de Nova Vida (Ibaretama)

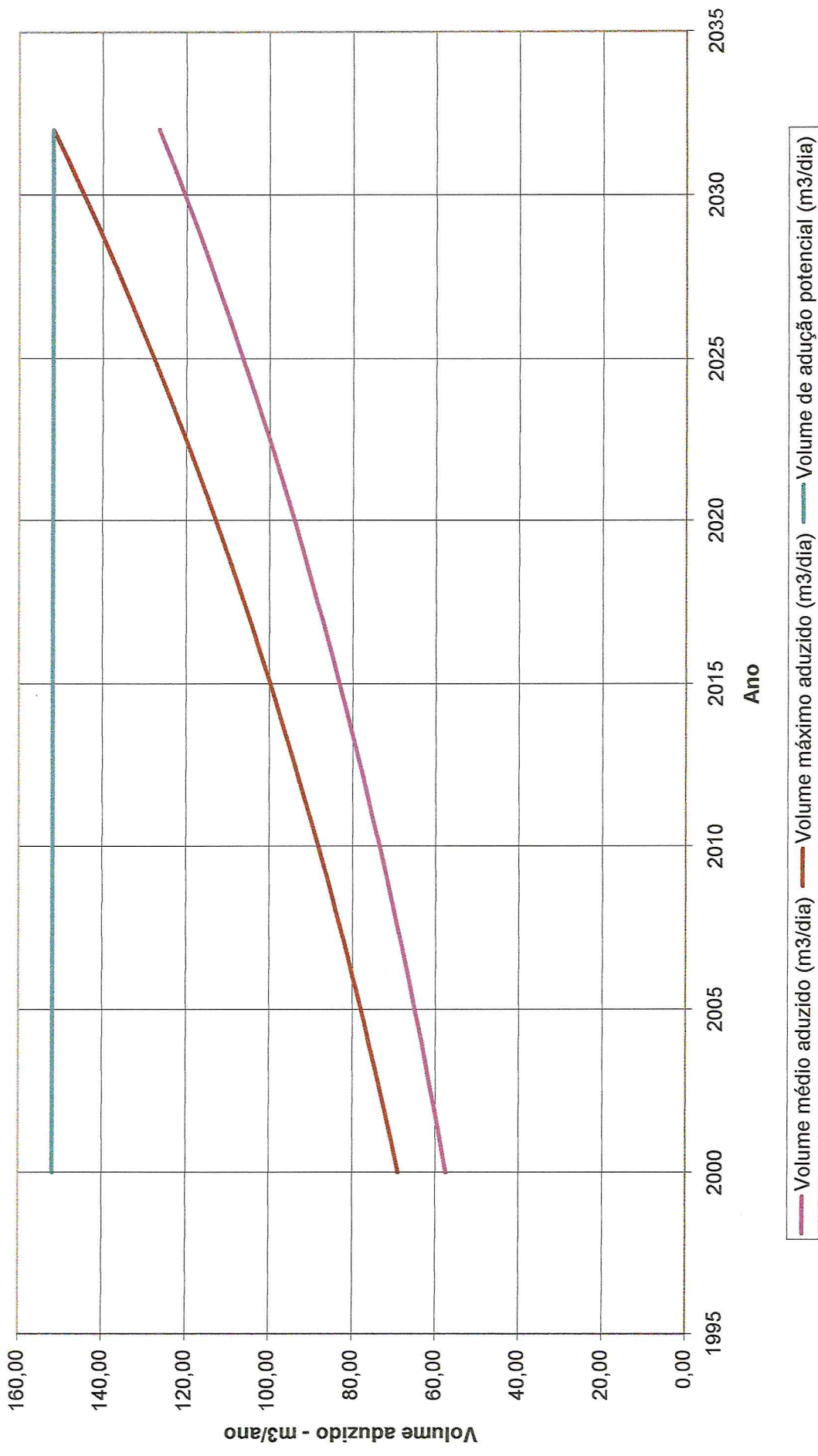


QUADRO 15.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SISTEMA (ADUTORA DE BOA ÁGUA - MORADA NOVA)

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	383	2,5	120	150	57,42	68,91	151,86	1,76	1,76	0,52	23	51
2001	392	2,5	120	150	58,86	70,63	151,86	1,76	1,76	0,53	24	51
2002	402	2,5	120	150	60,33	72,40	151,86	1,76	1,76	0,55	24	51
2003	412	2,5	120	150	61,84	74,21	151,86	1,76	1,76	0,56	25	51
2004	423	2,5	120	150	63,39	76,06	151,86	1,76	1,76	0,58	25	51
2005	433	2,5	120	150	64,97	77,96	151,86	1,76	1,76	0,59	26	51
2006	444	2,5	120	150	66,59	79,91	151,86	1,76	1,76	0,60	27	51
2007	455	2,5	120	150	68,26	81,91	151,86	1,76	1,76	0,62	27	51
2008	466	2,5	120	150	69,97	83,96	151,86	1,76	1,76	0,64	28	51
2009	478	2,5	120	150	71,71	86,06	151,86	1,76	1,76	0,65	29	51
2010	490	2,5	120	150	73,51	88,21	151,86	1,76	1,76	0,67	29	51
2011	502	2,5	120	150	75,34	90,41	151,86	1,76	1,76	0,68	30	51
2012	515	2,5	120	150	77,23	92,67	151,86	1,76	1,76	0,70	31	51
2013	528	2,5	120	150	79,16	94,99	151,86	1,76	1,76	0,72	32	51
2014	541	2,5	120	150	81,14	97,37	151,86	1,76	1,76	0,74	32	51
2015	554	2,5	120	150	83,17	99,80	151,86	1,76	1,76	0,75	33	51
2016	568	2,5	120	150	85,25	102,30	151,86	1,76	1,76	0,77	34	51
2017	583	2,5	120	150	87,38	104,85	151,86	1,76	1,76	0,79	35	51
2018	597	2,5	120	150	89,56	107,47	151,86	1,76	1,76	0,81	36	51
2019	612	2,5	120	150	91,80	110,16	151,86	1,76	1,76	0,83	37	51
2020	627	2,5	120	150	94,10	112,91	151,86	1,76	1,76	0,85	38	51
2021	643	2,5	120	150	96,45	115,74	151,86	1,76	1,76	0,88	39	51
2022	659	2,5	120	150	98,86	118,63	151,86	1,76	1,76	0,90	40	51
2023	676	2,5	120	150	101,33	121,60	151,86	1,76	1,76	0,92	41	51
2024	692	2,5	120	150	103,86	124,64	151,86	1,76	1,76	0,94	42	51
2025	710	2,5	120	150	106,46	127,75	151,86	1,76	1,76	0,97	43	51
2026	727	2,5	120	150	109,12	130,95	151,86	1,76	1,76	0,99	44	51
2027	746	2,5	120	150	111,85	134,22	151,86	1,76	1,76	1,02	45	51
2028	764	2,5	120	150	114,65	137,58	151,86	1,76	1,76	1,04	46	51
2029	783	2,5	120	150	117,51	141,01	151,86	1,76	1,76	1,07	47	51
2030	803	2,5	120	150	120,45	144,54	151,86	1,76	1,76	1,09	48	51
2031	823	2,5	120	150	123,46	148,15	151,86	1,76	1,76	1,12	49	51
2032	844	2,5	120	150	126,55	151,86	151,86	1,76	1,76	1,15	51	51

De acordo com o censo demográfico de 2000 do IBGE

### Volumes de adução da adutora de Boa Água (Morada Nova)





### **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 - 6,34 m<sup>3</sup>/h (Boa Água) e 5,76 m<sup>3</sup>/h (Nova Vida).

Altura manométrica estimada – 30 mca

Potência de cada conjunto – 1,17 cv (Boa Água) e 1,07 cv (Nova Vida)

### **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 – 10,0 m<sup>3</sup>/h (Boa Água) e 10,0 m<sup>3</sup>/h (Nova Vida)

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 – 6,34 m<sup>3</sup>/h (Boa Água) e 5,76 m<sup>3</sup>/h (Nova Vida)

Altura manométrica total – 45,78 mca (Boa Água) e 24,26 mca (Nova Vida)

Potência por conjunto – 1,82 cv (Boa Água) e 0,87 cv (Nova Vida)

### **15.9.6 – Adutora**

A tubulação adutora deverá chegar até o reservatório de distribuição nas localidades de Boa Água e Nova Vida, tendo os seguintes elementos:

Extensão – 9.055 m (Boa Água) e 8.197 m (Nova Vida)

Diâmetro da tubulação – 100 mm

Pressão de serviço – 100 m.c.a

Desnível geométrico – 39,50 m (Boa Água) e 19,50 m (Nova Vida)

A seguir, apresentamos o perfil topográfico e piezométrico das adutoras de Boa Água e Nova Vida.

### **15.9.7 – Reservação**

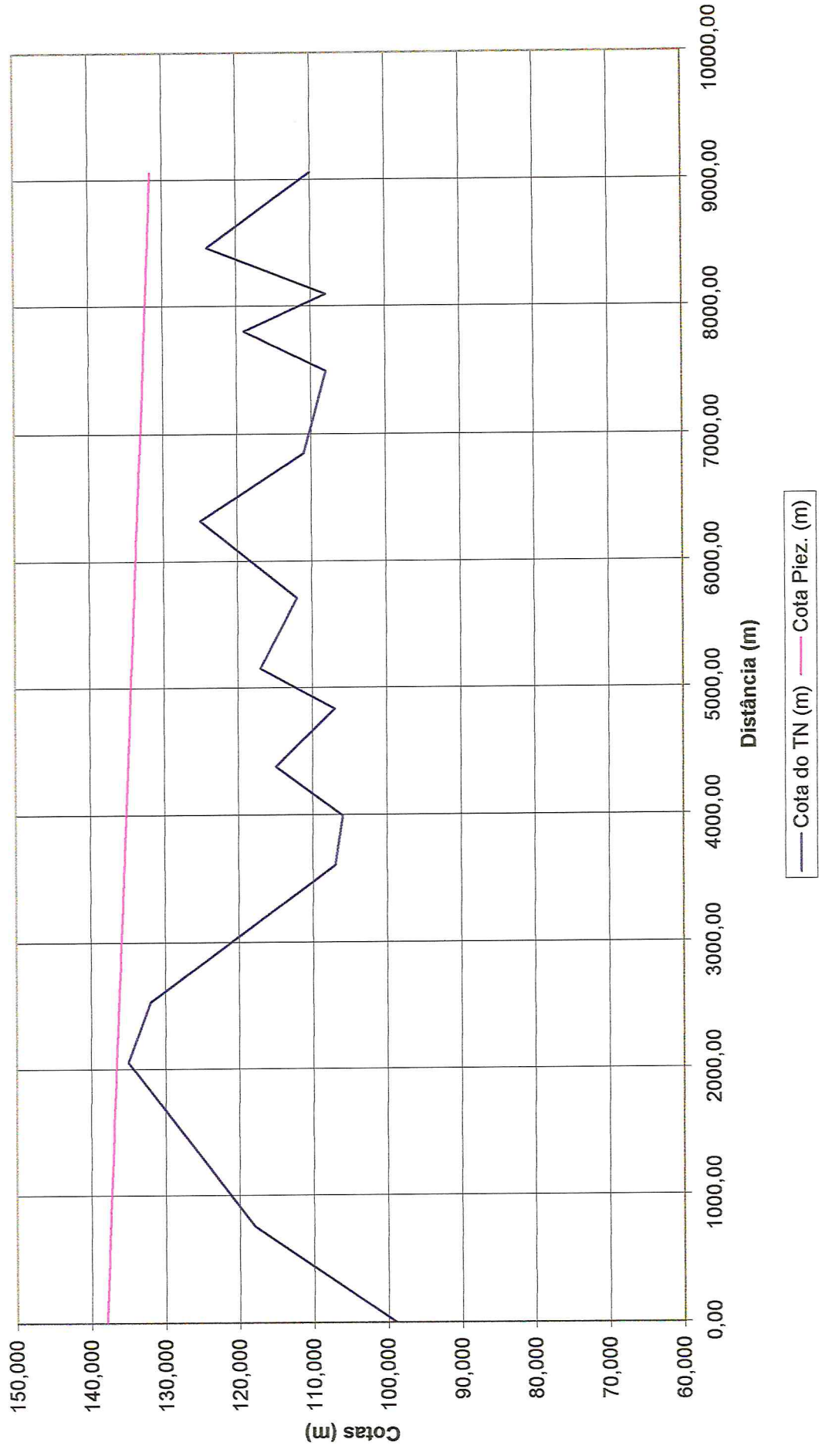
Foi previsto um reservatório de distribuição elevado a ser implantado em ponto estratégico nas localidades de Boa Água e Nova Vida, dimensionado para 1/3 do consumo máximo diário no ano de 2032. A sua capacidade de armazenamento é de 51 m<sup>3</sup> (Boa Água) e 46 m<sup>3</sup> (Nova Vida).

**ADUTORA FEIJÃO/BOA ÁGUA**  
**Perfil Piezométrico da Adutora Principal em regime normal de operação**

<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	0,00176
<b>C</b>	140
<b>D (m)</b>	0,1
<b>J (m/m)</b>	0,000675825
<b>V (m/s)</b>	0,223899482
<b>HI (%)</b>	5,00
<b>Hg (m)</b>	36,00
<b>PD max (m)</b>	39,00
<b>PD min (m)</b>	1,54

<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	99,000	138,00	39,00	100,00
1,00	757,00	118,000	137,46	19,46	100,00
2,00	2052,00	135,000	136,54	1,54	100,00
3,00	2535,00	132,000	136,20	4,20	100,00
4,00	3605,00	107,000	135,44	28,44	100,00
5,00	3992,00	106,000	135,17	29,17	100,00
5,00	4376,00	115,000	134,89	19,89	100,00
5,00	4829,00	107,000	134,57	27,57	100,00
5,00	5150,00	117,000	134,35	17,35	100,00
5,00	5710,00	112,000	133,95	21,95	100,00
5,00	6320,00	125,000	133,52	8,52	100,00
5,00	6847,00	111,000	133,14	22,14	100,00
5,00	7491,00	108,000	132,68	24,68	100,00
5,00	7801,00	119,000	132,46	13,46	100,00
5,00	8095,00	108,000	132,26	24,26	100,00
5,00	8460,00	124,000	132,00	8,00	100,00
5,00	9055,00	110,000	131,57	21,57	100,00

### Adutora Feijão/Boa Água - Perfil piezométrico da adutora - 100 mm

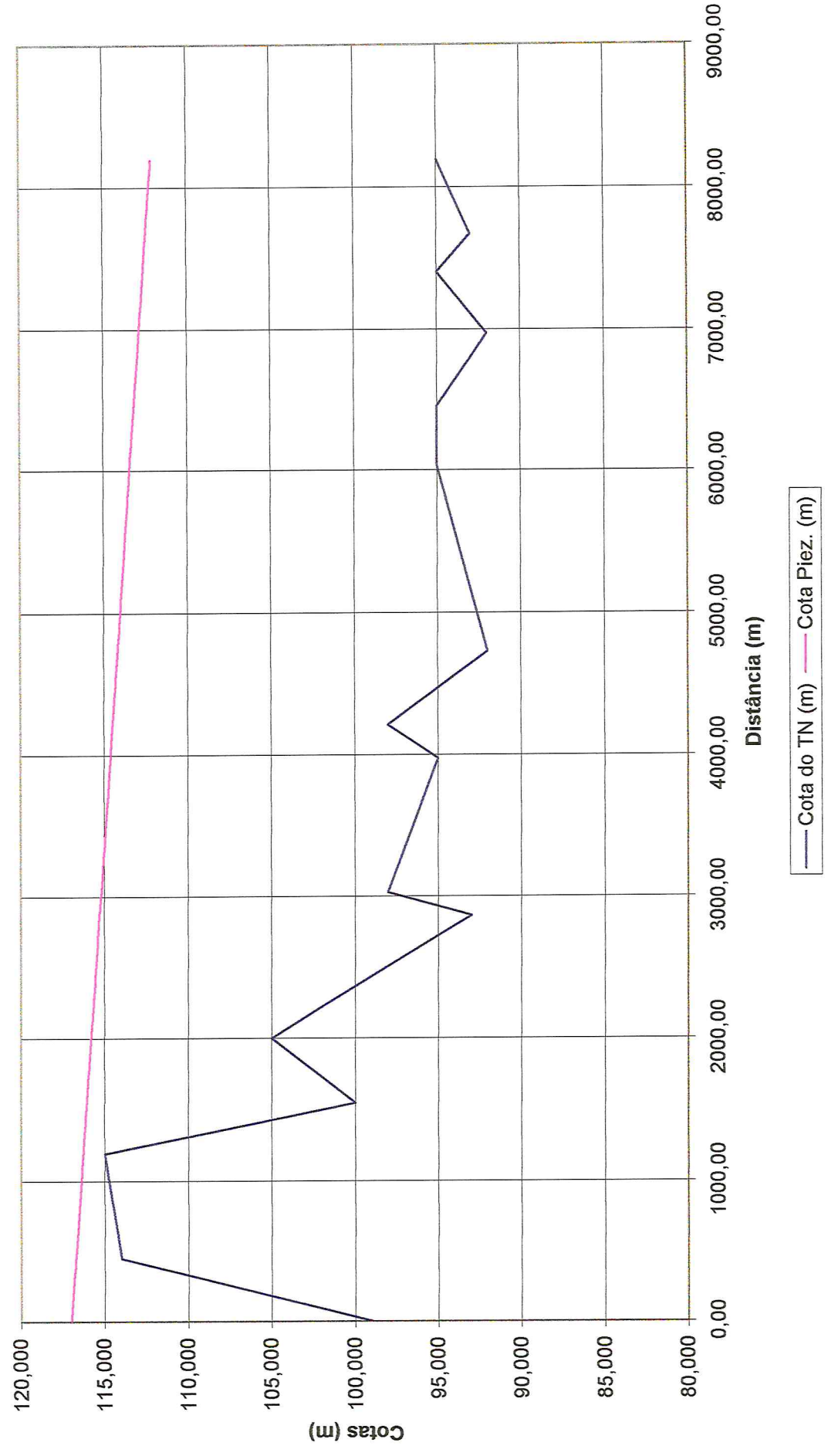


**ADUTORA FEIJÃO/NOVA VIDA**  
**Perfil Piezométrico da Adutora Principal em regime normal de operação**

<b>Q (m3/s)</b>	0,00160
<b>C</b>	140
<b>D (m)</b>	0,1
<b>J (m/m)</b>	0,000566372
<b>V (m/s)</b>	0,203505373
<b>HI (%)</b>	5,00
<b>Hg (m)</b>	16,00
<b>PD max (m)</b>	22,30
<b>PD min (m)</b>	1,29

Estaca	Dist. Acum (m)	Cota do TN (m)	Cota Piez. (m)	P disp (m)	Pserviço (mca)
0,00	0,00	99,000	117,00	18,00	100,00
1,00	447,00	114,000	116,73	2,73	100,00
2,00	1192,00	115,000	116,29	1,29	100,00
3,00	1547,00	100,000	116,08	16,08	100,00
4,00	2002,00	105,000	115,81	10,81	100,00
5,00	2224,00	102,000	115,68	13,68	100,00
5,00	2864,00	93,000	115,30	22,30	100,00
5,00	3026,00	98,000	115,20	17,20	100,00
5,00	3976,00	95,000	114,64	19,64	100,00
5,00	4214,00	98,000	114,49	16,49	100,00
5,00	4727,00	92,000	114,19	22,19	100,00
5,00	6027,00	95,000	113,42	18,42	100,00
5,00	6457,00	95,000	113,16	18,16	100,00
5,00	6972,00	92,000	112,85	20,85	100,00
5,00	7404,00	95,000	112,60	17,60	100,00
5,00	7671,00	93,000	112,44	19,44	100,00
5,00	8197,00	95,000	112,13	17,13	100,00

### Adutora Feijão/Nova Vida - Perfil piezométrico da adutora - 100 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 BOA ÁGUA (MORADA NOVA)**

**Cronograma para Implantação das Obras**

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						█

**ADUTORA DE NOVA VIDA (IBARETAMA)**

**Cronograma para Implantação das Obras**

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\$ 6.184.157,65.

## BARRAGEM FEIJÃO

### RESUMO GERAL

ITEM	SERVIÇO	CUSTO TOTAL R\$
1	BARRAGEM FEIJÃO	4.153.696,80
2	ADUTORA DE BOA ÁGUA	1.057.041,18
3	ADUTORA DE NOVA VIDA	973.419,66
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>6.184.157,65</b>

## BARRAGEM FEIJÃO

### 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>RESERVATÓRIO</b>				
1.1	Aquisição de Terras	1.259	ha	400,00	503.600,00
1.2	Despesas Legais	10	%		50.360,00
1.3	Ações Ambientais		vb		100.000,00
1.4	Eventuais	10	%		65.396,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>719.356,00</b>
<b>2</b>	<b>BARRAGEM</b>				
2.1	Escavação em Solo	31.000	m3	3,70	114.700,00
2.2	Limpeza e Tratamento de Fundação	32.000	m2	8,00	256.000,00
2.3	Aterro Compactado	201.500	m3	5,40	1.088.100,00
2.4	Enrocamento de Proteção	7.574	m3	16,00	121.184,00
2.5	Transição Graduada	10.282	m3	10,00	102.820,00
2.6	Filtro Vertical de Areia	20.626	m3	16,00	330.016,00
2.7	Eventuais	10	%		201.282,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>2.214.102,00</b>
<b>3</b>	<b>VERTEDOURO</b>				
3.1	Escavação em Solo	92.000	m3	3,70	340.400,00
3.2	Concreto	30	m3	90,00	2.700,00
3.3	Eventuais	10	%		34.310,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>377.410,00</b>
<b>4</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>				
4.1	Escavação em Solo	600	m3	3,70	2.220,00
4.2	Limpeza e Tratamento de Fundação	960	m2	24,00	23.040,00
4.3	Concreto	220	m3	180,00	39.600,00
4.4	Tubo de Aço D=0,70m	50	m	700,00	35.000,00
4.5	Grade	1	vb	2.000,00	2.000,00
4.6	Comporta	1	vb	7.000,00	7.000,00
4.7	Registro D= 0,70	2	un	14.000,00	28.000,00
4.8	Eventuais	10	%		13.686,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>150.546,00</b>
	<b>CUSTOS INDIRETOS</b>	20	%		<b>692.282,80</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>4.153.696,80</b>

**Dados da adução**

Extensão (m)	9055
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)	100

**ESTIMATIVA DE CUSTO DA ADUTORA DE BOA ÁGUA (MORADA NOVA)**

Item	Discriminação	ud	Qt	P unit R\$	P total R\$
<b>1</b>	<b>INSTALAÇÃO E CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>43.769,82</b>
1.1	Canteiro, instalação, placas alusivas, mobilização e desmobilização da obra	ud	1,00	43.769,82	43.769,82
<b>2</b>	<b>ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS</b>				<b>39.540,00</b>
2.1	Obras Cíveis 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	6.270,00	12.540,00
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>734.356,42</b>
<b>3.1</b>	<b>Obras Cíveis</b>				
3.1.1	Desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de construção	m2	28.523,25	0,72	20.536,74
3.1.2	Locação completa com estaqueamento espaçado no máximo 20m, e nivelamento geométrico	m2	9.507,75	0,54	5.134,19
3.1.3	Escavação de vala em material de 1a categoria	m3	4.563,72	1,72	7.849,60
3.1.4	Escavação de vala em material de 2a categoria	m3	1.369,12	2,38	3.258,50
3.1.5	Escavação de vala em material de 3a categoria	m3	3.194,60	31,75	101.428,68
3.1.6	Leito de areia no fundo da vala	m3	855,70	12,44	10.644,88
3.1.7	Reaterro controlado, compactado manualmente de material selecionado	m3	2.966,42	8,74	25.926,49
3.1.8	Reaterro de vala com material proveniente das escavações	m3	5.305,32	7,37	39.100,24
3.1.9	Caixas de registros de descarga ou de ventosas	ud	36,22	150,00	5.433,00
3.1.10	Blocos de ancoragem em concreto simples	m3	7,24	240,00	1.738,56
3.1.11	Envelopamento de tubulação	m3	488,97	210,00	102.683,70
3.1.12	Assentamento e montagem de tubulação com mão de obra, equipamentos, ferramentas, lubrificantes, incluindo tubos, peças, conexões, registros, válvulas e acessórios	m	9.507,75	0,35	3.327,71
<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=100mm	m	9.507,75	42,47	403.794,14
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 cíveis 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 cíveis 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 Cíveis 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>919.166,24</b>
				<b>Eventuais (15%)</b>	<b>137.874,94</b>
				<b>Total geral</b>	<b>1.057.041,18</b>



**Dados da adução**

Extensão (m)	8197
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)	100

**ESTIMATIVA DE CUSTO DA ADUTORA DE NOVA VIDA (IBARETAMA)**

Ítem	Discriminação	ud	Qt	P unit R\$	P total R\$
<b>1</b>	<b>INSTALAÇÃO E CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>40.307,23</b>
1.1	Canteiro, instalação, placas alusivas, mobilização e desmobilização da obra	ud	1,00	40.307,23	40.307,23
<b>2</b>	<b>ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS</b>				<b>39.540,00</b>
2.1	Obras Civas 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	6.270,00	12.540,00
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>665.104,65</b>
<b>3.1</b>	<b>Obras Civas</b>				
3.1.1	Desmatamento, destocamento e limpeza da faixa de construção	m2	25.820,55	0,72	18.590,80
3.1.2	Locação completa com estaqueamento espaçado no máximo 20m, e nivelamento geométrico	m2	8.606,85	0,54	4.647,70
3.1.3	Escavação de vala em material de 1a categoria	m3	4.131,29	1,72	7.105,82
3.1.4	Escavação de vala em material de 2a categoria	m3	1.239,39	2,38	2.949,74
3.1.5	Escavação de vala em material de 3a categoria	m3	2.891,90	31,75	91.817,88
3.1.6	Leito de areia no fundo da vala	m3	774,62	12,44	9.636,23
3.1.7	Reaterro controlado, compactado manualmente de material selecionado	m3	2.685,34	8,74	23.469,85
3.1.8	Reaterro de vala com material proveniente das escavações	m3	4.802,62	7,37	35.395,33
3.1.9	Caixas de registros de descarga ou de ventosas	ud	32,79	150,00	4.918,20
3.1.10	Blocos de ancoragem em concreto simples	m3	6,56	240,00	1.573,82
3.1.11	Envelopamento de tubulação	m3	442,64	210,00	92.953,98
3.1.12	Assentamento e montagem de tubulação com mão de obra, equipamentos, ferramentas, lubrificantes, incluindo tubos, peças, conexões, registros, válvulas e acessórios	m	8.606,85	0,35	3.012,40
<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=100mm	m	8.606,85	42,47	365.532,92
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 Civas 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>846.451,88</b>
				<b>Eventuais (15%)</b>	<b>126.967,78</b>
				<b>Total geral</b>	<b>973.419,66</b>

**18 – RESENHA FOTOGRÁFICA**



FOTO 01 - Vista do aluvião a partir da ombreira esquerda



FOTO 02 - Vista da ombreira direita a partir do aluvião



FOTO 03 - Calha do riacho Feijão junto ao eixo barrável



FOTO 04 - Solo residual pedregulhoso na ombreira direita



FOTO 05 - Estrada junto à ombreira direita (solo residual)



FOTO 06 - Rocha aflorante na ombreira direita



FOTO 07 - Localidade de Água Boa, distante 7km do eixo barrável



FOTO 08 - Açude público da prefeitura (Boa Água – Morada Nova)  
(Açude quase seco / E. B. Flutuante - Reservatório Apoiado)

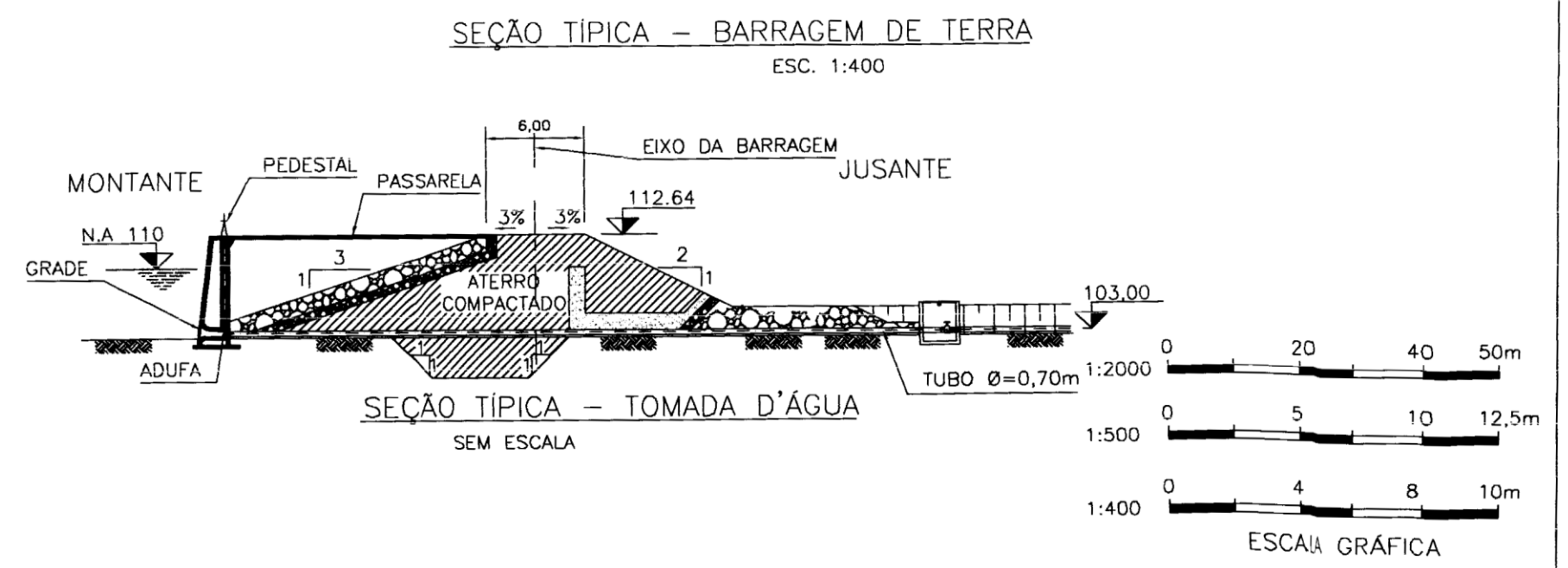
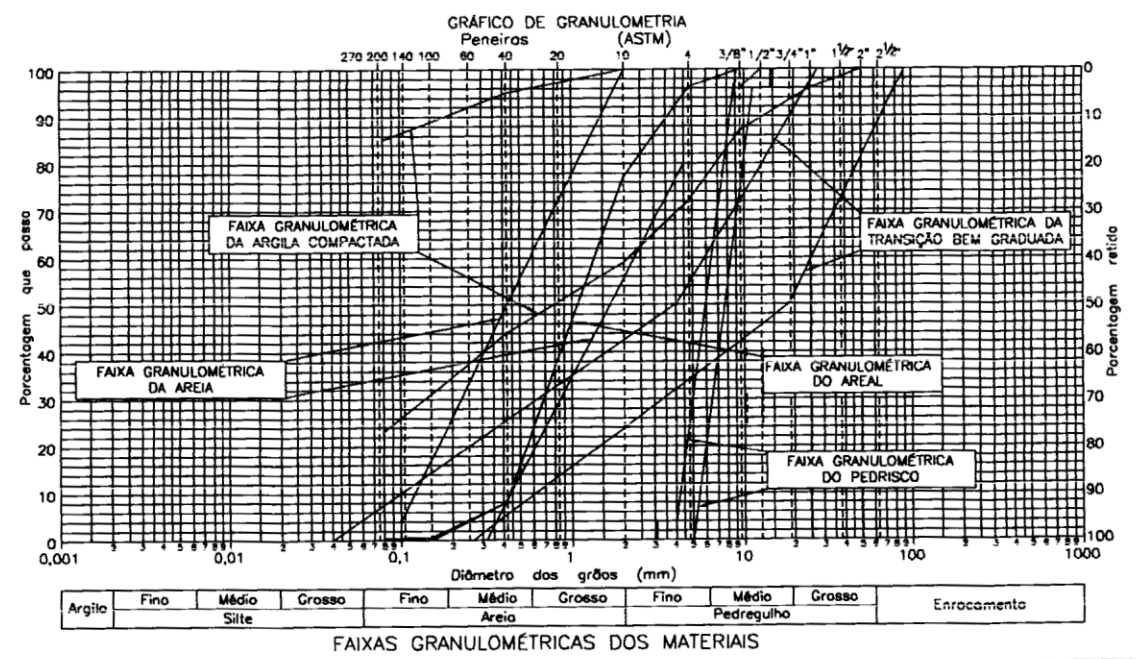
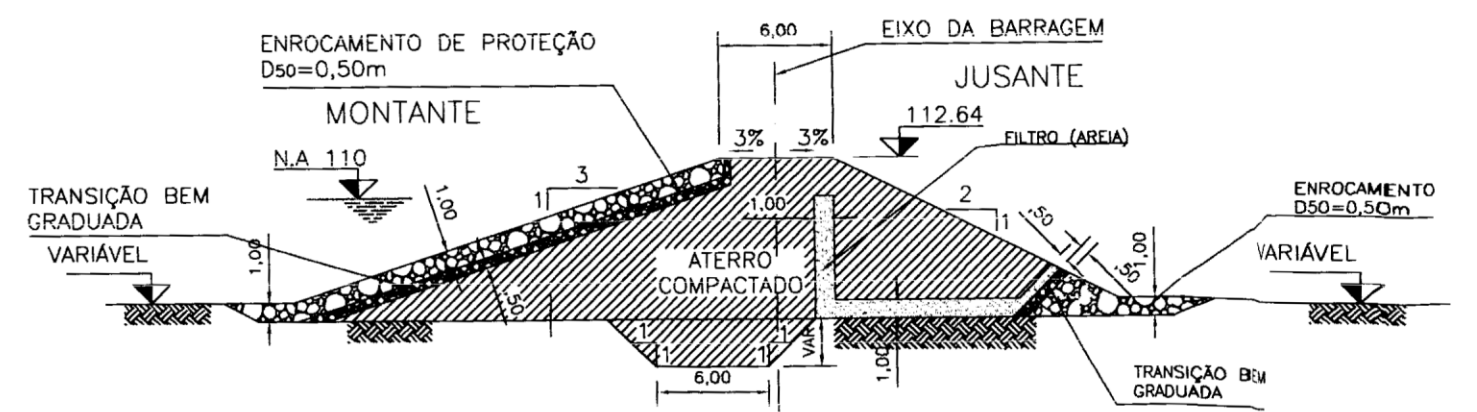
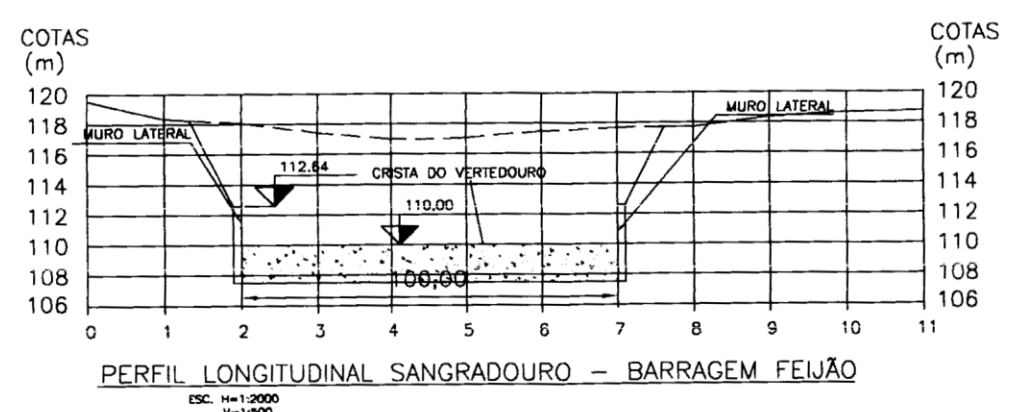
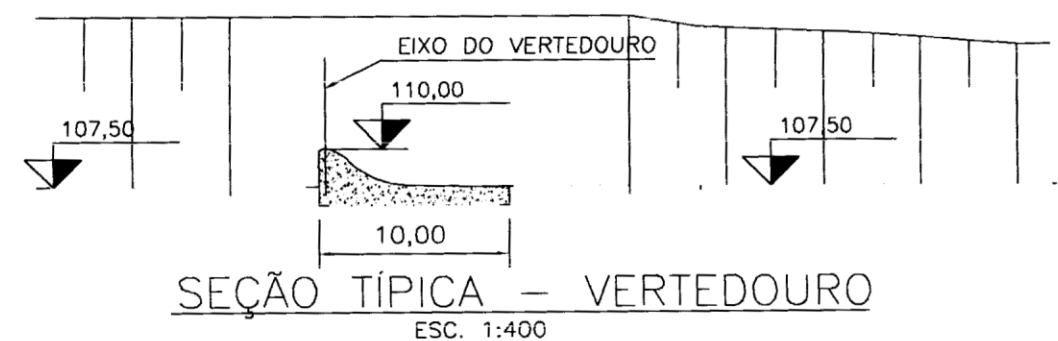
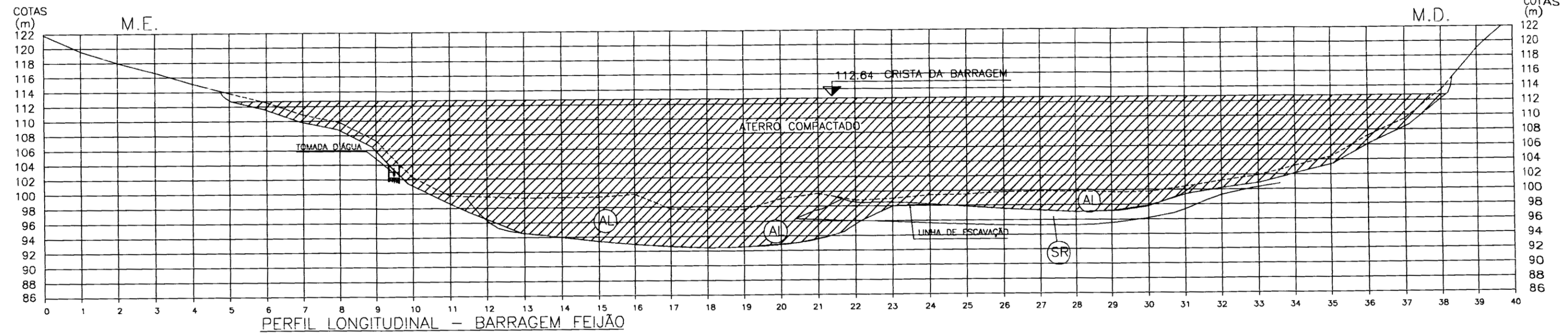
**19 – ANEXO (DESENHOS)**

## RELAÇÃO DE DESENHOS

DESENHO\_ FJ-01 - RESERVATORIO.dwg  
DESENHO\_ FJ-02 - PERFIL-GEOLOGICO.dwg  
DESENHO\_ FJ-03 - IMPLANTACAO.dwg  
DESENHO\_ FJ-04 - SECOES-PERFIL.dwg  
DESENHO\_ FJ-05 - CURVA-COTA-VOL.dwg  
DESENHO\_ FJ-06 - FETCH.dwg  
DESENHO\_ FJ-07 - ENSAIOS.dwg  
DESENHO\_ FJ-08 - ENSAIOS-LOC.dwg

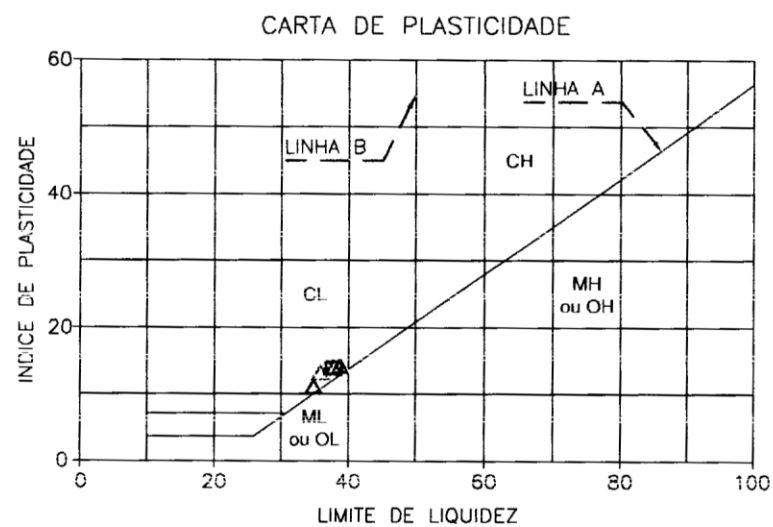


F2-106/04  
11/10/03

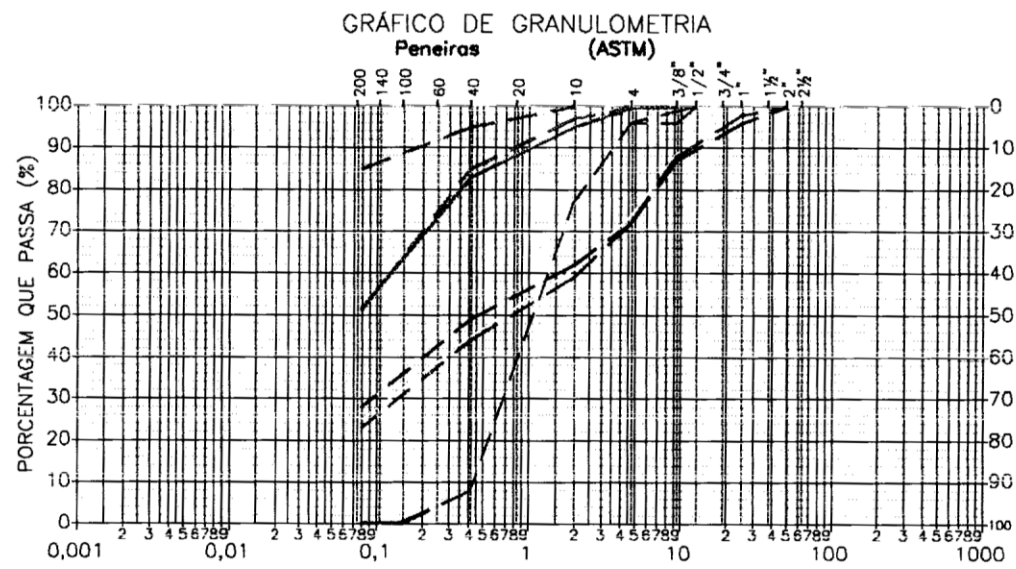


LEGENDA	NOTAS 1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO. 2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° CM-04.	DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH	
			No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO	BARRAGEM FEIJÃO MORADA NOVA-CURÁ
						PROJETO: VISTO: VERIFICADO: APROVO:	DESENHISTA: JORGE DATA DA EMISSÃO: JAN/03 ESCALA: INDICADA REV: A
						ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.	No DO DESENHO: FJ-04

ÁREA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO

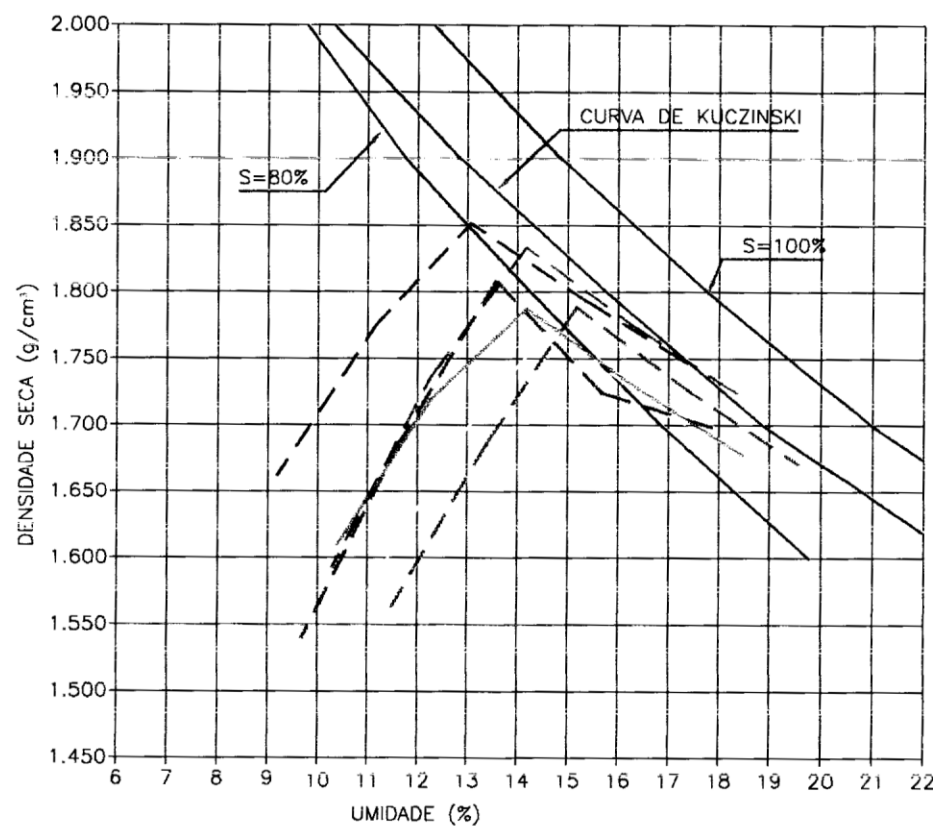


- LEGENDA:
- JAZIDA 1:
    - △ FURO 7
    - △ FURO 9
    - △ FURO 13
    - △ FURO 16
    - △ FURO 19
  - JAZIDA 2:
    - FURO 2



- LEGENDA:
- JAZIDA 1:
    - FURO 7
    - FURO 9
    - FURO 13
    - FURO 16
    - FURO 19
  - JAZIDA 2:
    - FURO 2
  - AREAL 1:
    - FURO 1
    - FURO 3
    - FURO 5
    - FURO 7
  - AREAL 2:
    - FURO 2

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLO



- LEGENDA:
- JAZIDA 1:
    - FURO 7
    - FURO 9
    - FURO 13
    - FURO 16
    - FURO 19
  - JAZIDA 2:
    - FURO 2

Diâmetro dos grãos (mm)

Argila	Fino	Médio	Grosso	Fino	Médio	Grosso	Fino	Médio	Grosso	Enrocamento
	Site			Areia			Pedregulho			

FAIXAS GRANULOMÉTRICAS DOS MATERIAIS

LEGENDA

NOTAS

1. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° RA-04.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES

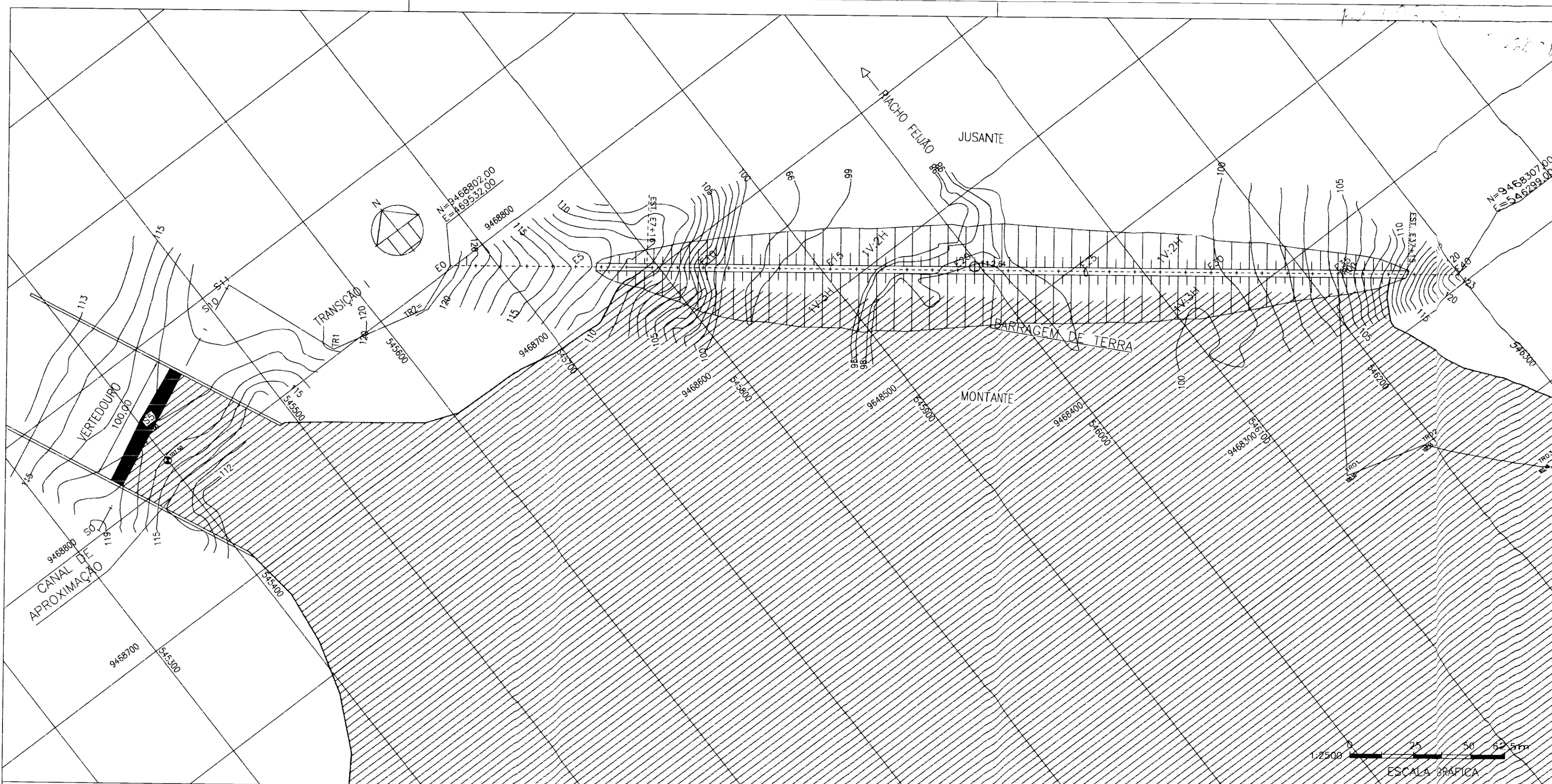
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

BARRAGEM FEIJÃO  
MORADA NOVA-CEARÁ

ENSAIOS GEOTÉCNICOS

PROJETO:	DESENHISTA: JORGE
VISTO:	DATA DA EMISSÃO: JAN/03
VERIFICADO:	ESCALA: S/ESCALA
APROVO:	REV.: A
ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA. No DO DESENHO: FJ-07	



**LEGENDA**

**NOTAS**

1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO.
2. PARA CORTES VER DESENHO N° CM-05.
3. O CANAL DE JUSANTE DO VERTEDOURO DEVERÁ TER O FUNDO EM ROCHA SÁ EM EXTENSÃO DE 10,00m A JUSANTE DA SOLEIRA. LOCALMENTE ONDE ESTA CONDIÇÃO NÃO OCORRA O MATERIAL SERÁ REMOVIDO EM ESPESSURA MÍNIMA DE 1,50m E SUBSTITUIDO POR ENROCAMENTO D<sub>50</sub>=0,50m.

**DESENHOS DE REFERÊNCIA**

REVISÕES			
No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

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

**BARRAGEM FEIJÃO**  
MORADA NOVA-CEARÁ

**IMPLANTAÇÃO**

PROJETO:	DESENHISTA:
VISTO:	JORGE
VERIFICADO:	DATA DA EMISSÃO:
APROVO:	JAN/03
	ESCALA:
	1:2.500
	REV.:
	A

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

F2 1.06/04

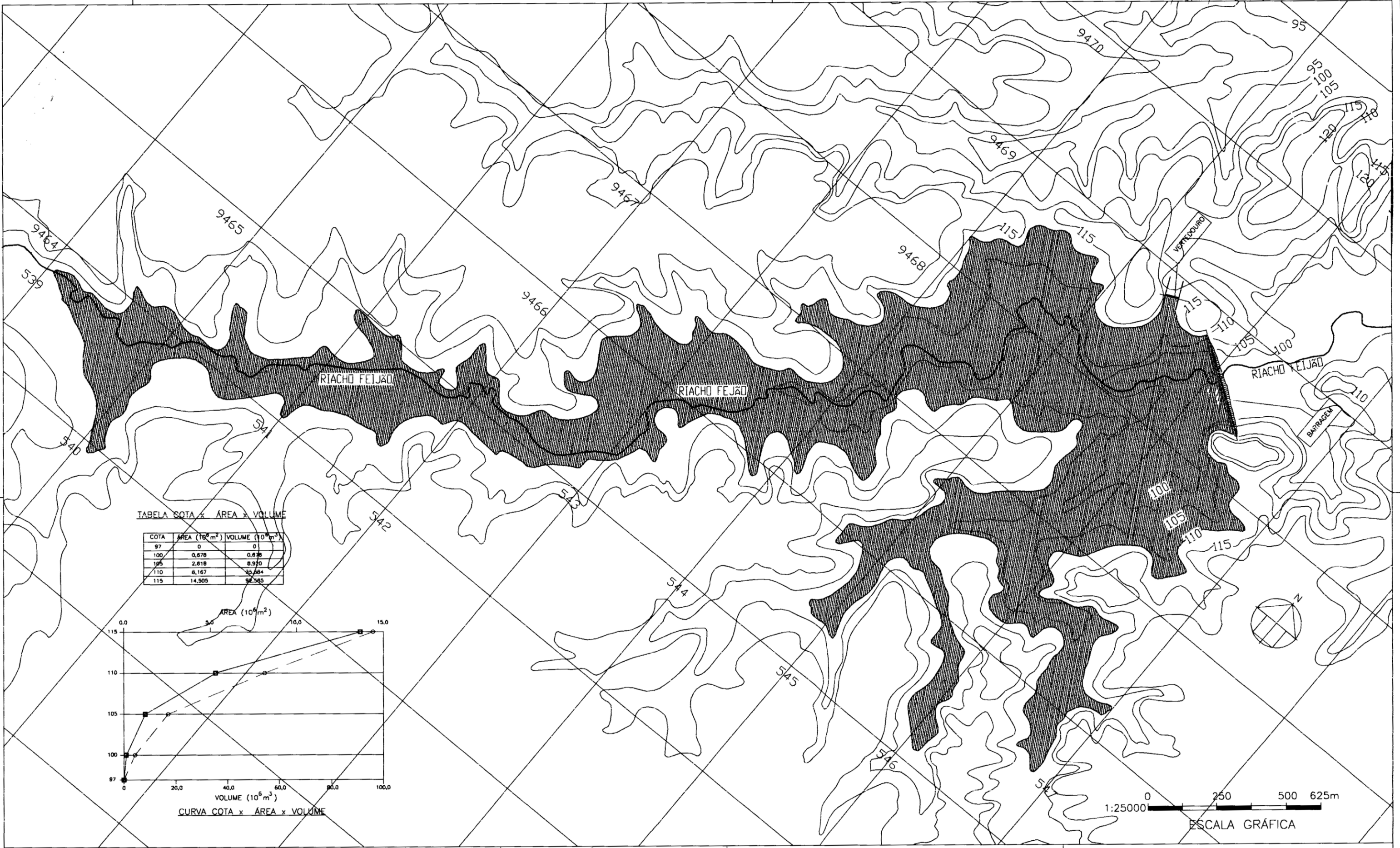
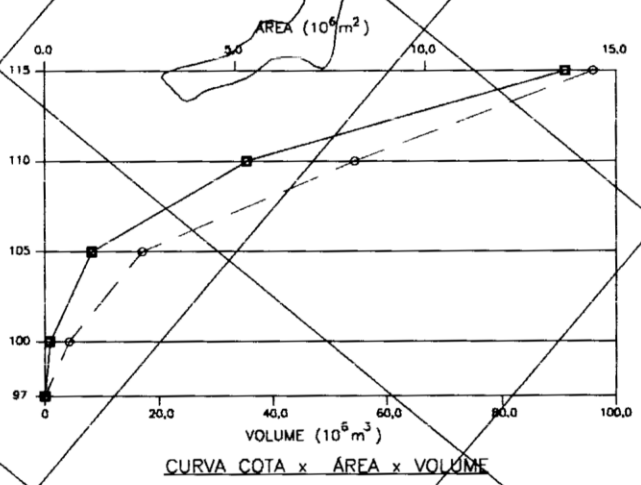


TABELA COTA x ÁREA x VOLUME

COTA	ÁREA (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> )	VOLUME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
97	0	0
100	0,678	0,678
105	2,618	8,970
110	6,167	25,694
115	14,505	94,345



0 250 500 625m  
1:25000  
ESCALA GRÁFICA

**LEGENDA**

- ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 110,00 m
- ÁREA
- VOLUME

**NOTAS**

- CÓTAS E DIMENSÕES EM METRO.
- 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

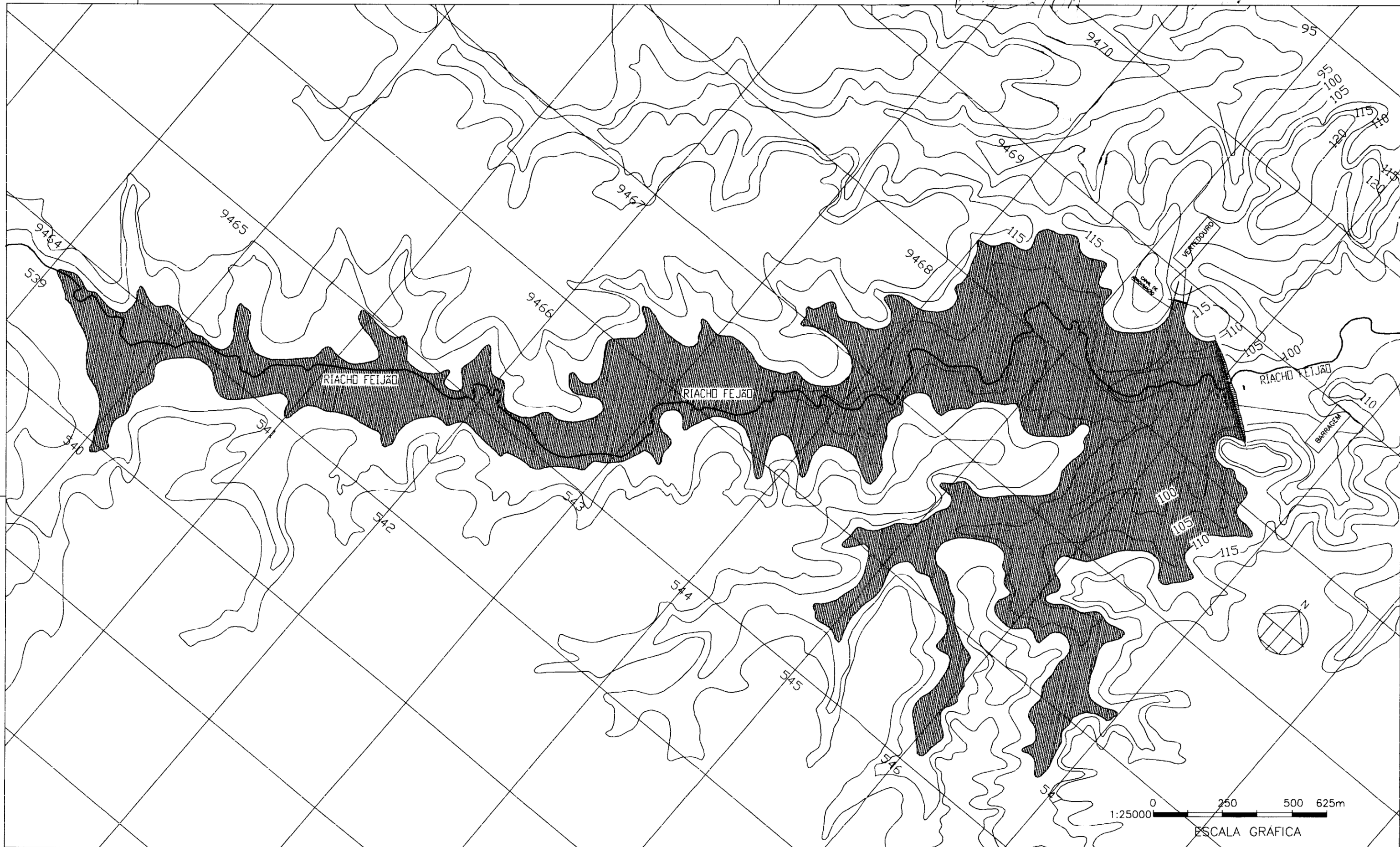
**BARRAGEM FEIJÃO**  
MORADA NOVA-CEARÁ

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


**PLANTA DO RESERVATÓRIO**  
**ÁREA ALAGADA EL. 110,00**  
**E CURVA COTA x ÁREA x VOLUME**

DESENHISTA: JORGE  
DATA DA EMISSÃO: JAN/03  
ESCALA: 1:25000  
REV: A

No DO DESENHO: FJ-05  
ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.



**LEGENDA**

 ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 110,00 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**

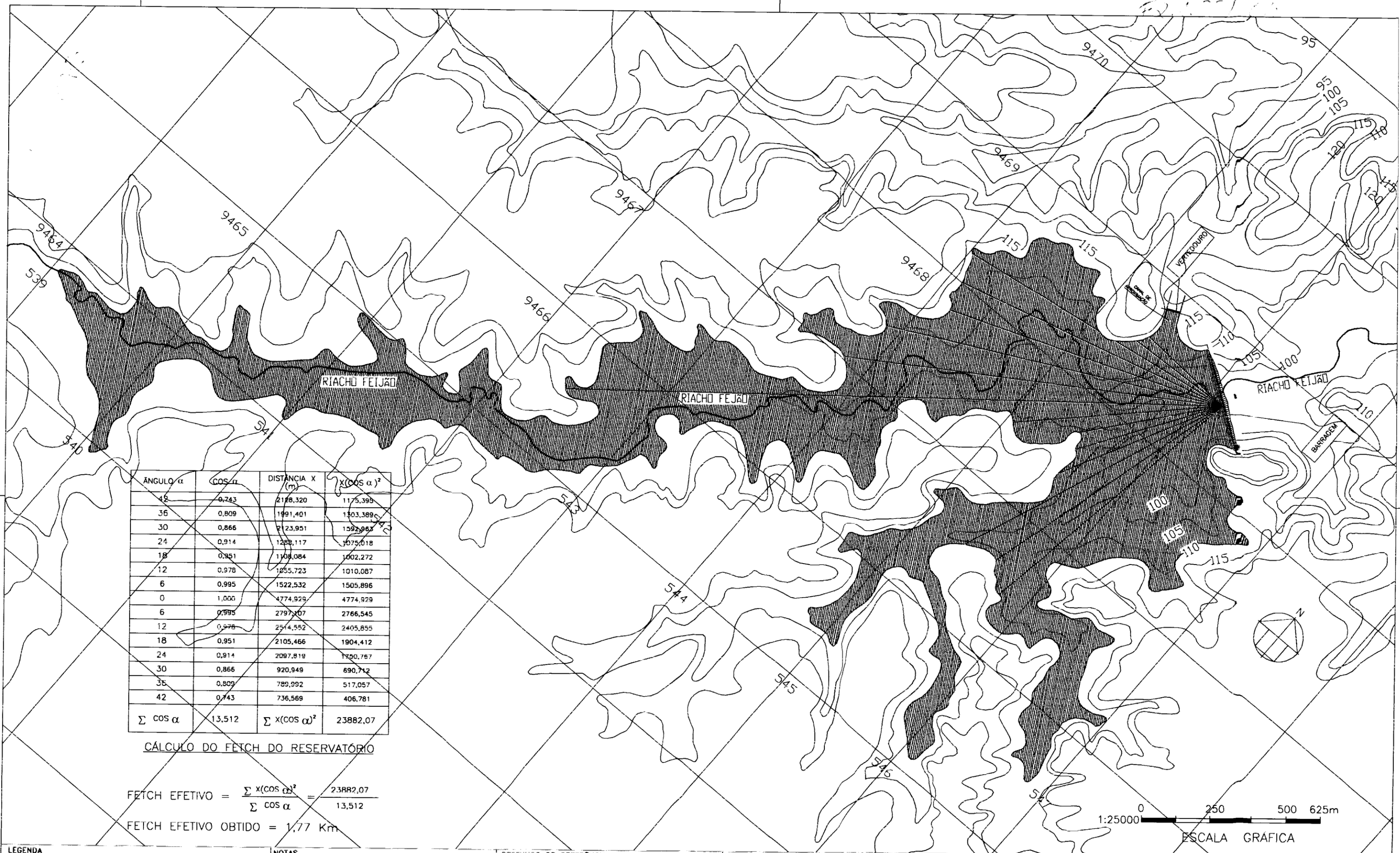
**BARRAGEM FEIJÃO**  
**MORADA NOVA-CEARÁ**

**PLANTA DO RESERVATÓRIO**

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

DESENHISTA: JORGE  
 DATA DA EMISSÃO: JAN/03  
 ESCALA: 1:25000  
 REV.: A  
 No DO DESENHO: FJ-01

ANB – ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

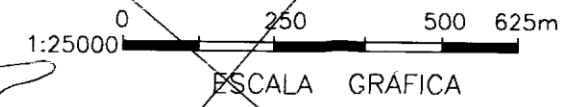


ÂNGULO α	COS α	DISTANCIA X (m)	X(COS α)²
45	0,743	2188,320	1175,399
36	0,809	1991,401	1303,389
30	0,866	2123,951	1592,963
24	0,914	1289,117	1075,018
18	0,951	1109,084	1002,272
12	0,978	1055,723	1010,087
6	0,995	1522,532	1505,896
0	1,000	4774,929	4774,929
6	0,995	2797,207	2766,545
12	0,978	2514,552	2405,855
18	0,951	2105,466	1904,412
24	0,914	2097,819	1720,767
30	0,866	920,949	690,712
36	0,809	789,992	517,057
42	0,743	736,569	406,781
Σ COS α	13,512	Σ X(COS α)²	23882,07

**CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO**

$$\text{FETCH EFETIVO} = \frac{\sum X(\text{COS } \alpha)^2}{\sum \text{COS } \alpha} = \frac{23882,07}{13,512}$$

FETCH EFETIVO OBTIDO = 1,77 Km



**LEGENDA**

ÁREA ALAGADA PARA N.A. NORMAL 110,00 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 FEIJÃO**  
**MORADA NOVA - CEARÁ**

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

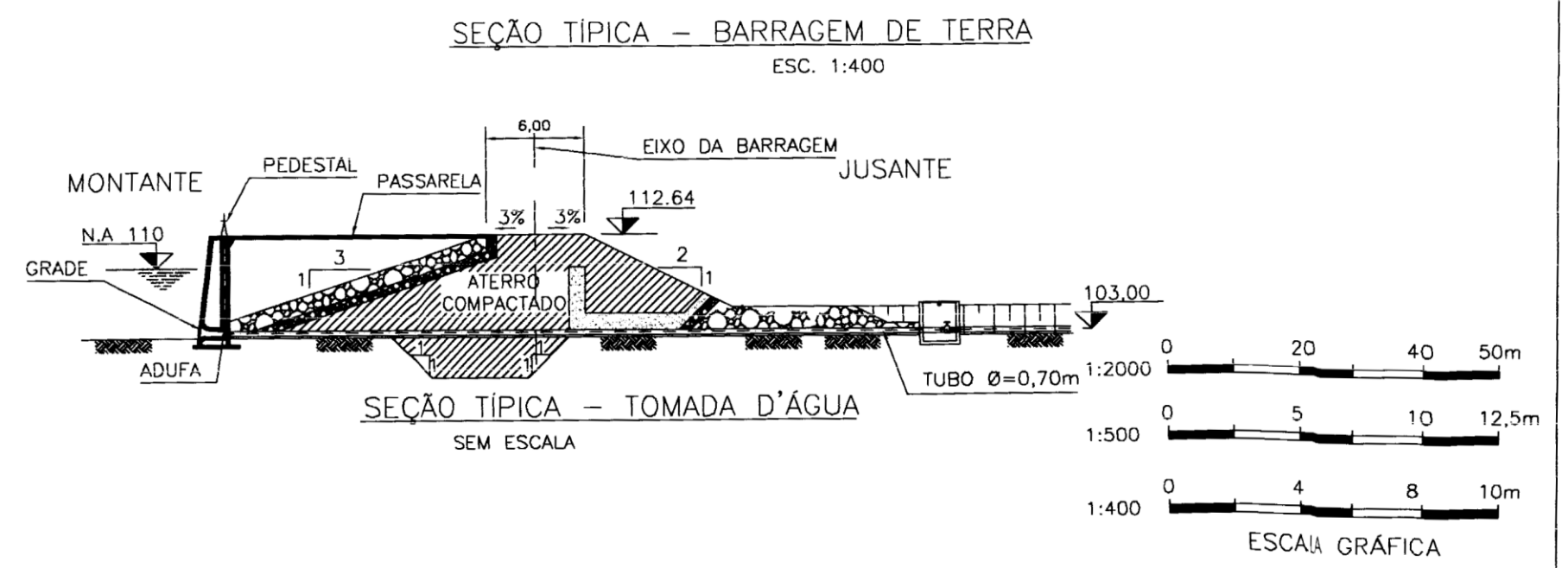
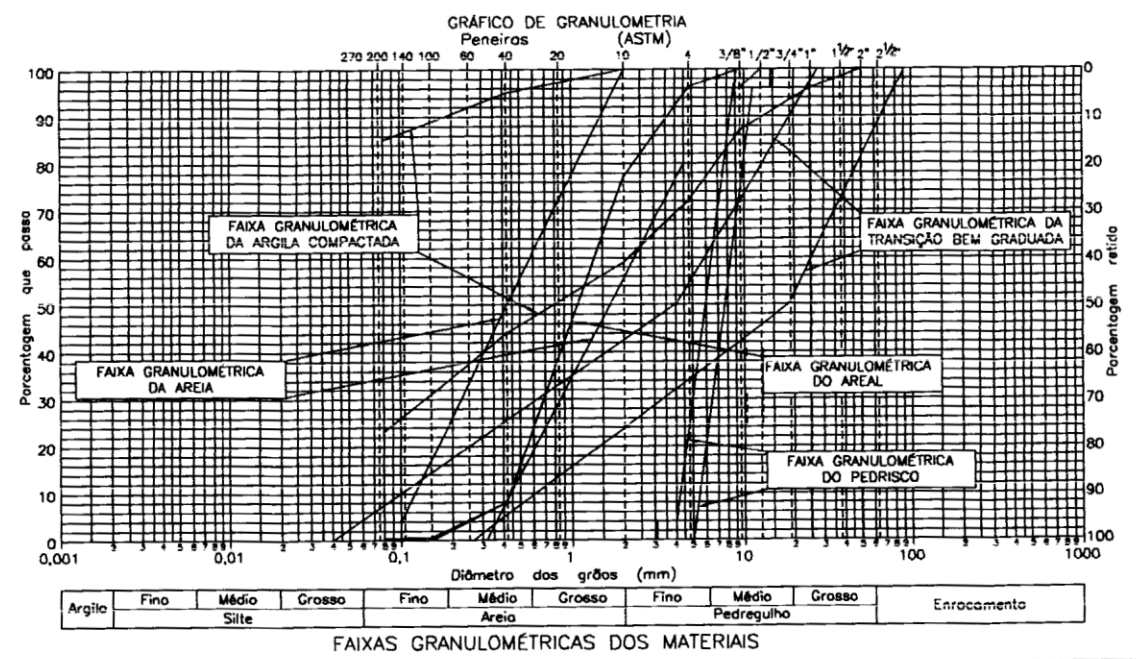
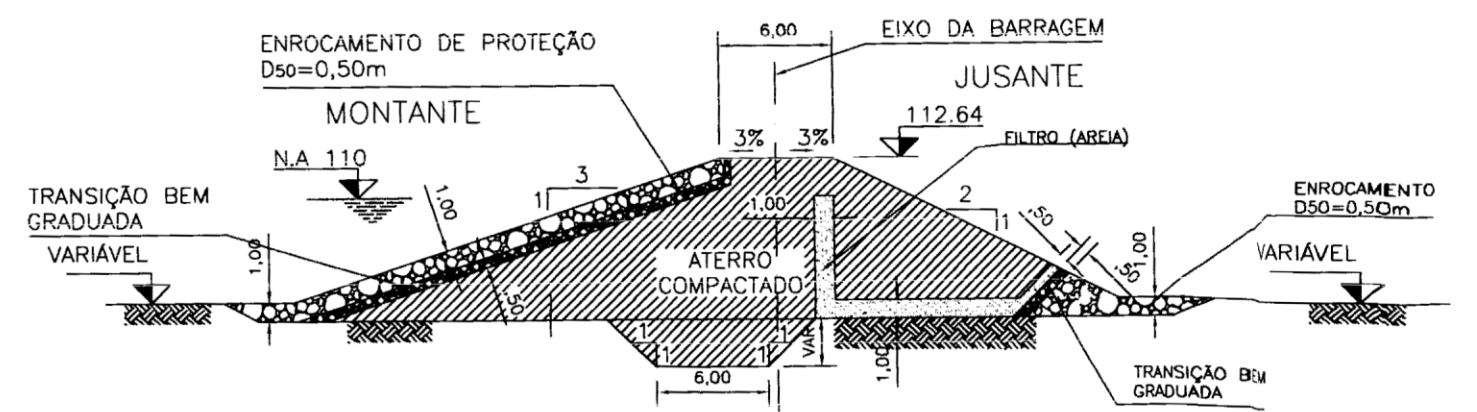
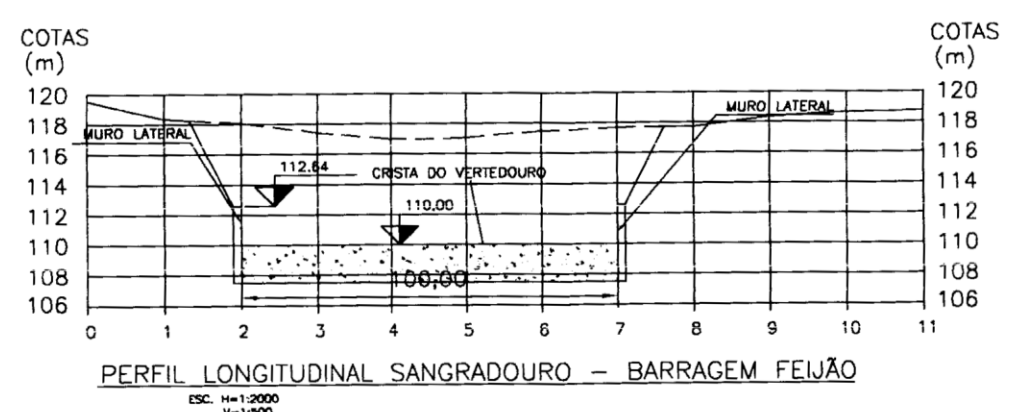
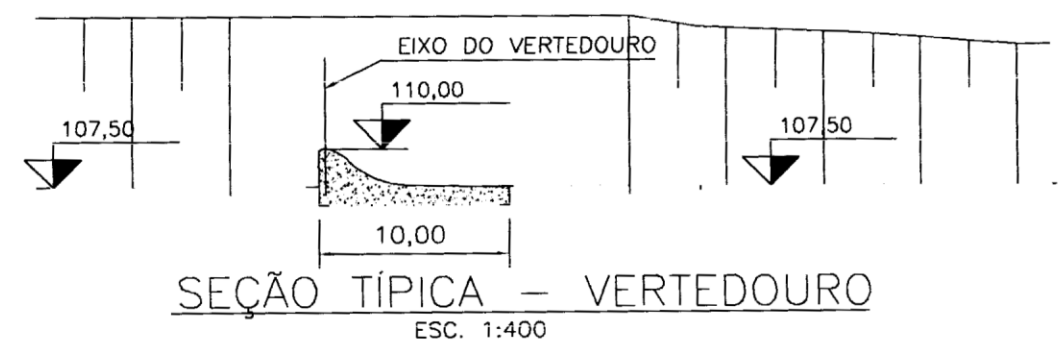
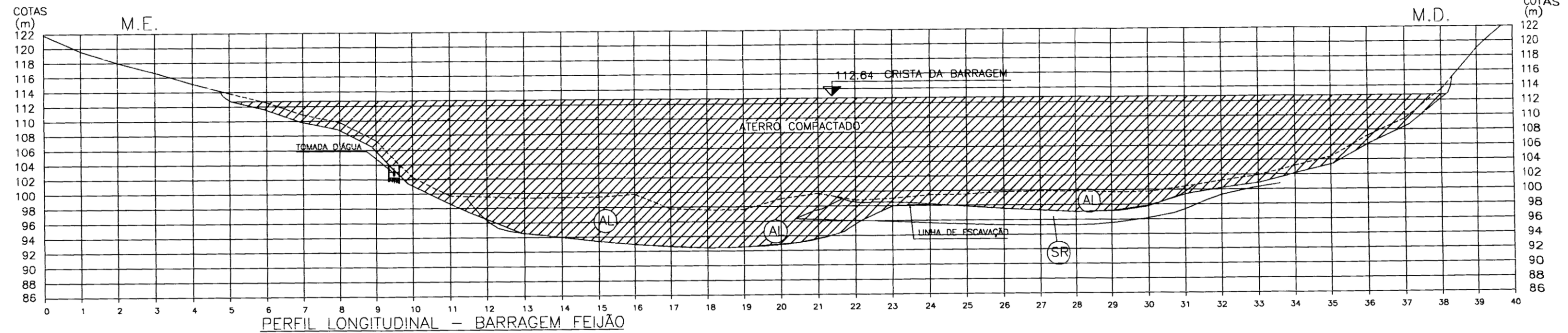
**PLANTA DO RESERVATÓRIO**  
**CÁLCULO DO FETCH DO RESERVATÓRIO**

DESENHISTA: JORGE  
 DATA DA EMISSÃO: JAN/03  
 ESCALA: 1:25000  
 REV.: A

No DO DESENHO: FJ-08

ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA.

F2-106/04  
 1/1/2003



LEGENDA	NOTAS 1. COTAS E DIMENSÕES EM METRO. 2. IMPLANTAÇÃO VER DES. N° CM-04.	DESENHOS DE REFERÊNCIA	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH		
			No	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO	BARRAGEM FEIJÃO MORADA NOVA-CURÁ	
							PROJETO: VISTO: VERIFICADO: APROVO:	DESENHISTA: JORGE DATA DA EMISSÃO: JAN/03 ESCALA: INDICADA REV.: A
						ANB - ÁGUAS DO NORDESTE DO BRASIL LTDA. No DO DESENHO: FJ-04		