



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0001/02/02

**LOTE:**

0018

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICO – SRH; SIRAC; PROURB

**TÍTULO:**

PROJETO UBALDINHO

**SUBTÍTULO:**

TOMO 2 PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM VOLUME 2 ESTUDOS BÁSICOS

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto  
 Identidade GED: 0001/02/02  
 Lote: 00018  
 N° de Registro: 95/0066  
 Autores: SIRAC/SRH/PROURB - ce  
 Programa: PROURB - ce  
 Título: Projeto Ubaluinho  
 Sub-Título 1: projeto básico da barragem  
 Sub-Título 2: Estudos básicos  
 N° de Páginas: 113  
 Volume: II  
 Tomo: II  
 Editor: SRH  
 Data de Publicação (mês/ano): 1993  
 Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

|  |                                |                                  |   |                                |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Barragem | <input type="checkbox"/> Açude | <input type="checkbox"/> Adutora | <input type="checkbox"/> Canal /<br>Eixo de Transp. | <input type="checkbox"/> Outro |
| Rio / Riacho Barrado:                        |                                | Fonte Hídrica:                   |   |                                |
| _____  |                                | _____                            |   |                                |

Rio - Riacho São Miguel  
 Bacia: Jaquaribe  
 Sub-bacia: Salgado  
 Municípios: Cerro  
 Distrito: Ubaluinho  
 Microregião: Sertão do Salgado  
 Estado: Ceará



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO**  
**PRO-URB / CE**

**PROJETO UBALDINHO**

**TOMO 2: PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM**  
**VOLUME 2: ESTUDOS BÁSICOS**

Lote: 00018 - Proj (X) Scan (X) Index ( )  
Projeto Nº 0001/02/02  
Volume 1  
Qtd A4 110 Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd. A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**CIRO FERREIRA GOMES**

**GOVERNADOR**

**SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE**

**MARFISA MARIA DE AGUIAR FERREIRA**

**SECRETÁRIA**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**JOSÉ MOREIRA DE ANDRADE**

**SECRETÁRIO**

**BANCO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PEDRO BRITO DO NASCIMENTO**

**PRESIDENTE**



**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PRO-URB/CE**

**MARCONI MARTINS MORONI DA SILVEIRA**

**GERENTE GERAL**

**000003**

## S U M Á R I O

|  |    |
|--|----|
| 1 - INTRODUÇÃO .....                                       | 04 |
| 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....                            | 06 |
| 3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....                             | 09 |
| 4 - ESTUDOS GEOLÓGICOS .....                               | 11 |
| 4.1 - GEOLOGIA REGIONAL .....                              | 12 |
| 4.2 - GEOLOGIA LOCAL .....                                 | 13 |
| 5 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....                              | 18 |
| 5.1 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS DE SUBSUPERFÍCIE .....           | 19 |
| 5.1.1 - Perfis individuais de sondagens .....              | 22 |
| 5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO ..... | 38 |
| 5.2.1 - Materiais Terrosos (Área de Empréstimo) .....      | 40 |
| 5.2.2 - Materiais granulares (jazida de areia) .....       | 52 |
| 5.2.3 - Materiais Rochosos (pedreira) .....                | 59 |
| 6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS .....                      | 62 |
| 6.1 - INTRODUÇÃO .....                                     | 64 |
| 6.1.1 - Objetivos .....                                    | 64 |
| 6.2 - CLIMATOLOGIA .....                                   | 66 |

1 - INTRODUÇÃO

0232 - 10/93

000005

## 1 - INTRODUÇÃO

A programação e a realização dos estudos básicos, tiveram como meta a obtenção dos elementos necessários à perfeita caracterização dos dados naturais e probabilísticos a serem utilizados na definição dos parâmetros técnicos, nas diretrizes do projeto e no arranjo geral das obras.

Para realização dos estudos básicos, foi enviada ao campo uma equipe a fim de verificar as condições locais de barramento, bem como as características topográficas, geológicas e geotécnicas da área em estudo.

Com base nos resultados destes estudos definiram-se as concepções iniciais para as obras, possibilitando a verificação de sua viabilidade técnica, e que posteriormente, forneceu subsídios para a realização de um programa mais detalhado de investigações, visando a obtenção de dados a níveis que permitissem o detalhamento final das obras.

Os estudos abrangeram as seguintes áreas:

- Topografia
- Geologia
- Geotecnia
- Hidrologia

**2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**



## 2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem UBALDINHO será localizada no riacho São Miguel, na localidade de Ubaldinho, distante 25 km da sede do município de Cedro, no Estado do Ceará.

O acesso ao local da barragem faz-se, a partir de Fortaleza, pela rodovia federal asfaltada BR-116, até a cidade de Icó, percorrendo-se 386 km. Daí, segue-se na direção leste-oeste, por estrada estadual asfaltada 45 km até o município de Cedro, percorrendo-se mais 25 km até a localidade de Ubaldinho, onde está situado o eixo da barragem. O percurso total é de 456 km.

A seguir, é mostrado na Figura 2.1, o mapa de localização e acesso da barragem.

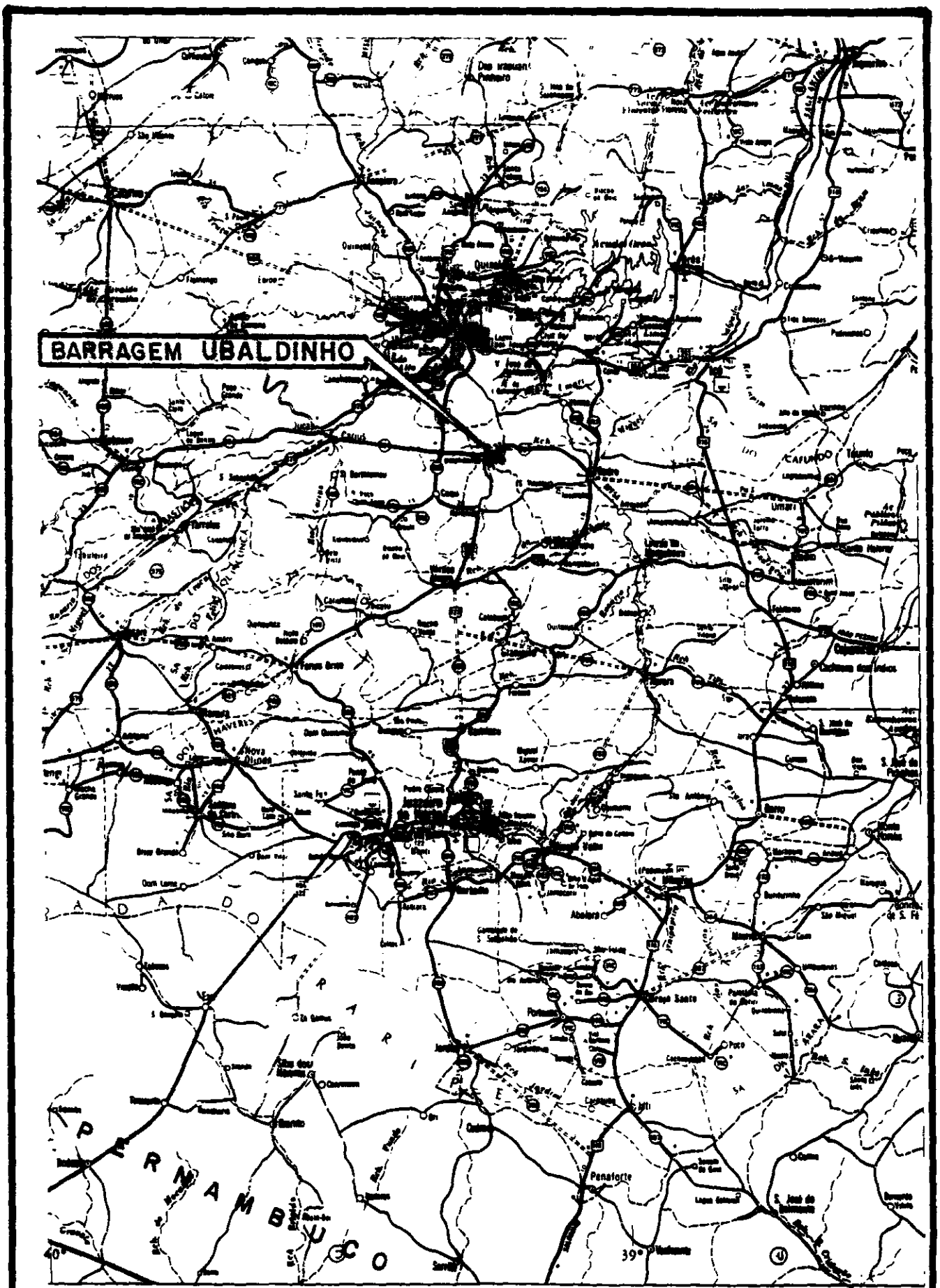


FIGURA - 2.1  
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000009

**3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

0232 - 10/93

**000010**

### 3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos desenvolvidos constaram de levantamentos planialtimétricos da bacia hidráulica e do local da implantação da barragem, que permitiram a confecção de plantas em escalas compatíveis com o grau de detalhamento do projeto.

Na área da bacia hidráulica o levantamento foi realizado com o objetivo de se obter uma planta planialtimétrica na escala 1:10.000, com curvas de nível equidistantes de 5 em 5 metros.

No local de implantação da obra foi executado um levantamento planialtimétrico detalhado, com piquetes locados e nivelados a cada 20 m. Numa faixa de domínio de 100 m foram levantadas seções a cada 20 metros, confeccionando-se uma carta na escala 1:1000 com curvas de nível equidistantes de um metro.

Estes estudos foram complementados com a implantação de marcos topográficos que serviram de base para amarração das obras.

Os levantamentos tiveram suas origens em marcos topográficos do IBGE e obedeceram as especificações usuais para estes serviços.

**4 - ESTUDOS GEOLÓGICOS**

0232 - 10/93

0000i2

#### 4 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

Foram realizados os estudos geológicos da região e da área de implantação da obra, tendo em vista os seguintes objetivos:

- a) Caracterização das principais feições geológicas e geomorfológicas, a nível regional e local, sendo que localmente, foram observadas as implicações que as feições geológicas poderiam exercer sobre o projeto.
- b) Determinação das formações geológicas que possam servir como materiais de empréstimo para construção.
- c) Avaliação do comportamento das formações como fundações.

##### 4.1 - GEOLOGIA REGIONAL

Do ponto de vista geomorfológico, os tipos fundamentais de relevo da região estão diretamente relacionados às formações geológicas existentes. Traços evidentes de pediplanação são encontrados, pois trata-se de relevo bastante comum aos terrenos cristalinos de constituição variada. A região apresenta superfície topográfica ligeiramente ondulada com altitudes variando entre 200 e 600 metros.

Os domínios morfológicos encontrados são planaltos isolados, relevos residuais e mais raramente planaltos sedimentares, onde a compartimentação do relevo é predominantemente superfícies de planalto, dissecadas em morros, cristas e patamares e nos relevos sedimentares dissecados e morros arredondados.

O embasamento cristalino predomina em toda a região: distinguindo-se os gnaisses e migmatitos diversos (PX)/PI(B), corpos intrusivos constituídos por rocha granítica grosseira (PSy), que encerram jazimentos de metacalcários e quartzitos.

Outro constituinte litológico existente na região é o complexo de filitos, micaxistos com metacalcários e dolomitos, quartzitos e xistos magnesianos, que representam os principais constituintes dos complexos Novo Oriente e Lavras da Mangabeira (Pl/Plf)).

Ao longo dos principais rios e riachos da região tem-se a ocorrência de depósitos aluviais recentes (QHa) que recobrem principalmente as rochas do embasamento cristalino.

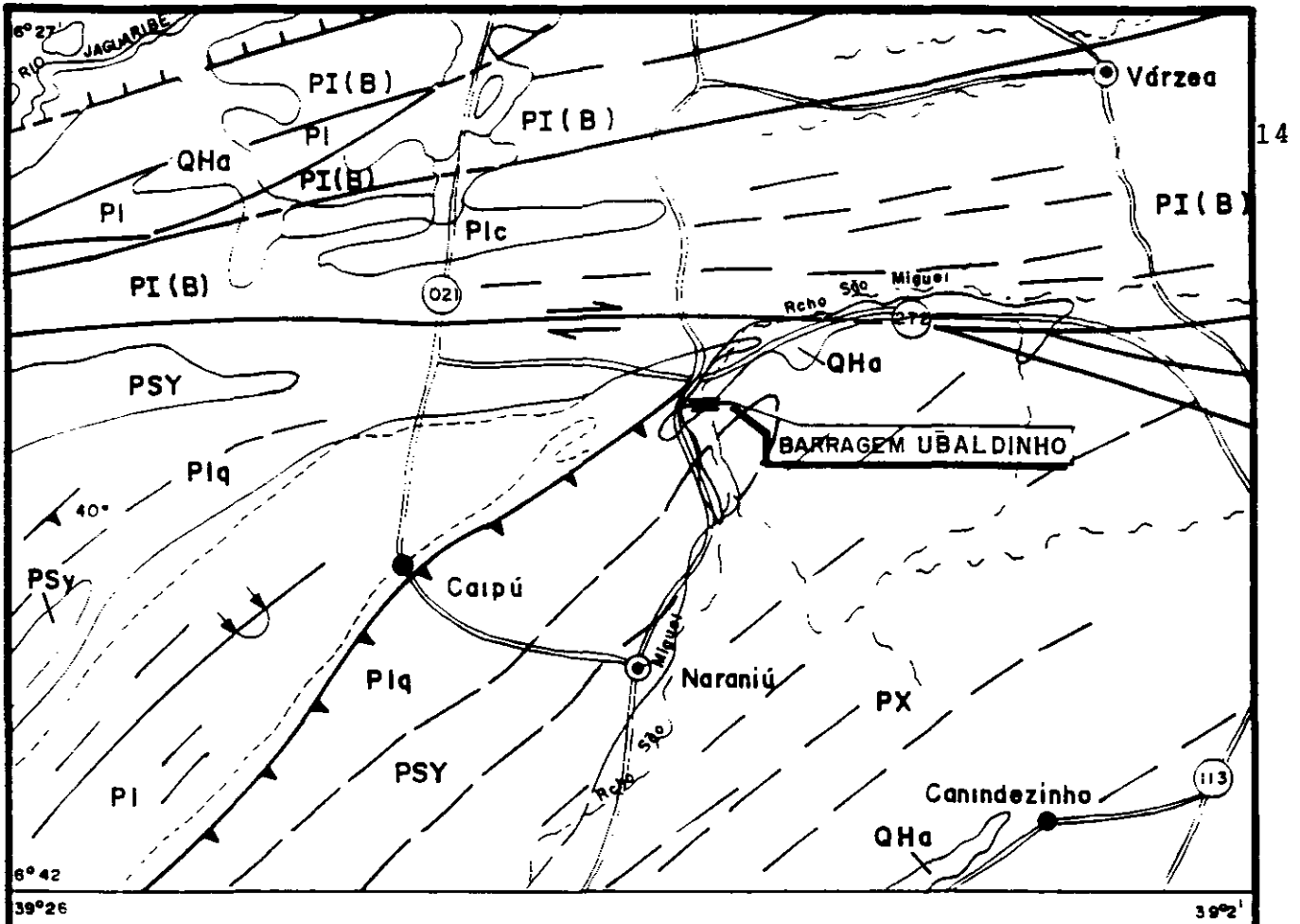
O mapa geológico regional, Figura 4.1, mostra com maior clareza a distribuição dos principais litotipos e estruturas geológicas existentes na região.

#### 4.2 - GEOLOGIA LOCAL

Mais restritamente, as obras do projeto, serão assentes sobre um embasamento rochoso, composto por uma associação de rochas gnaisses-graníticas de textura média e granodiorítica, pertencentes ao pré-cambriano indiferenciado.

De posse dos dados obtidos do mapeamento geológico local, bem como das informações adquiridas através das investigações de subsuperfície, foi elaborado um mapa geológico local, (Figura 4.2), do qual se extrai as seguintes informações:

O embasamento apresenta, em seu topo, uma faixa de rocha alterada que passa a rocha sã a medida que se aprofunda, e está encoberto nas ombreiras e no local do sangradouro por um solo de alteração e nas partes mais baixas pelos recobrimentos



- QHa SEDIMENTOS ALUVIAIS LOCALMENTE COLUVIAIS ARGILAS, AREIAS ARGILOSAS, ARGILAS ORGÂNICAS, AREIAS QUARTZO - FELDSPÁTICAS E CONGLOMERÁTICAS
- PSy GRANITÓIDES PEREIRO GRANITÓIDES DE COMPOSIÇÃO GRANÍTICA E GRANODIORÍTICA DE GRÃ MEDIA A GROSSEIRA COM PORFIROBLASTOS OU NÃO
- PI PIf COMPLEXOS DE FILITOS MICAXISTOS COM METACALCÁRIOS E DOLOMITOS QUARTZITOS E XISTOS MAGNESIANOS
- PX UNIDADE SEM DENOMINAÇÃO GNAISSES E MAGMATITOS DIVERSOS SECUNDARIAMENTE ENCERRANDO JAZIMENTOS DE METACALCÁRIOS, QUARTZITOS E ROCHAS CALCÁRIAS

FONTE MAPA GEOLÓGICO DO CEARÁ  
CPRM-1982 - ESC 1 500 000

**LEGENDA**

- CONTATOS GEOLÓGICOS
- - - FALHAS E FRATURAS
- ▲▲▲ FALHA INVERSA OU DE EMPURRÃO
- 40° FOLIAÇÃO INCLINADA
- FALMA TRANSCORRENTE

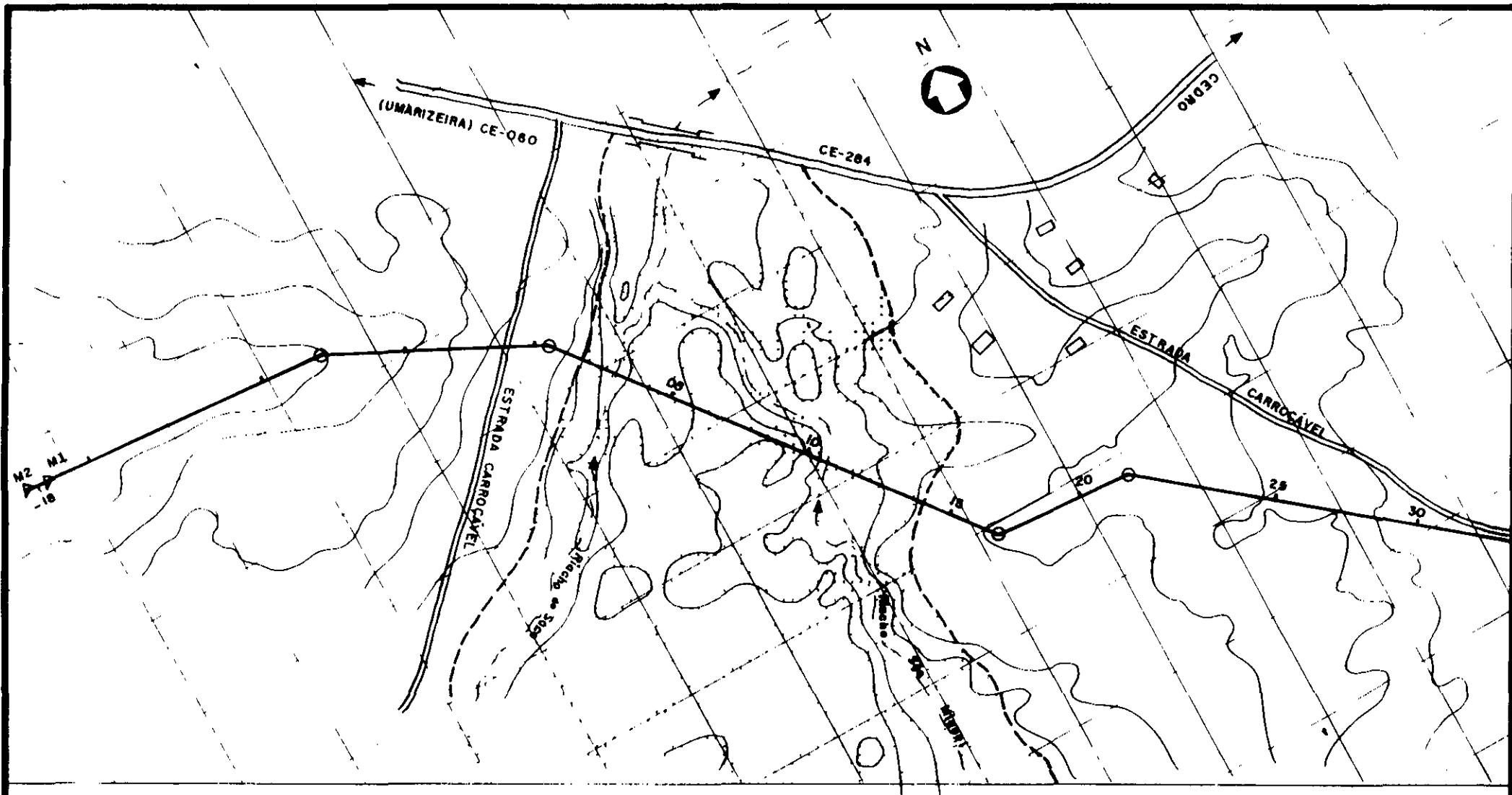


ALINHAMENTO ESTRUTURAL

FIGURA - 41  
**MAPA GEOLÓGICO REGIONAL**  
ESCALA - 1 250 000

000015





SOLO ALUVIONAR ( AREIAS , SILTES E ARGILAS )



ALTERAÇÃO DE ROCHA / ROCHA ALTERADA ( GNAISSE GRANÍTICO )

FIGURA - 42

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

ESCALA APROXIMADA 1 4 000

000016

quaternários denominadas de depósitos aluviais, o que pode ser verificado no Desenho 03 - "Seção Geológica/Geotécnica" do Volume IV.

No local de implantação do sangradouro, especificamente na cota de escavação para a fundação das estruturas de concreto o substrato apresenta características geomecânicas compatíveis com as cargas previstas.

O sistema de fraturamento seguem as direções estruturais da região. Uma visualização do comportamento das direções dos faturamentos, pode ser observada no diagrama de setor, da Figura 4.3 a seguir.

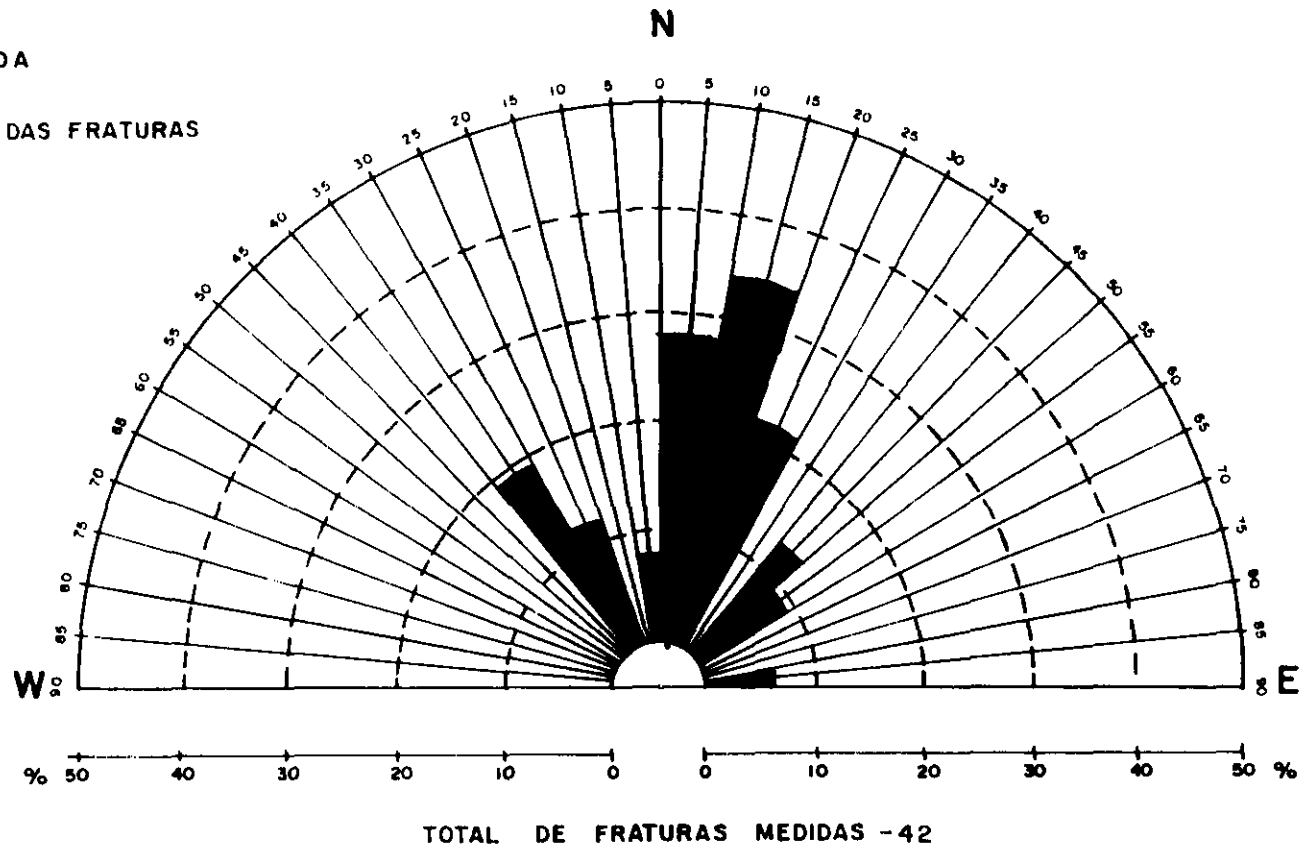
O objetivo destas medidas de fraturas é analisar o comportamento estrutural das rochas e que, correlacionados com as estruturas regionais, apresentam praticamente as mesmas direções, que são predominantemente NE-SW.



FIGURA - 43  
BARRAGEM UBALDINHO  
DIAGRAMA DE SETOR

LEGENDA

■ DISTRIBUIÇÃO DAS FRATURAS



000018

5 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

## 5 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos de detalhe tiveram como principal objetivo fornecer subsídios para o projeto final, contribuindo para um melhor dimensionamento da obra.

Essas investigações foram divididas em estudos de superfície, através do mapeamento geológico/geotécnico, e de subsuperfície através da realização de sondagens a percussão, rotativa e mista.

Foram também identificados e caracterizados os materiais terrosos, granulares e rochosos que serão utilizados na execução das obras.

Com base nestas investigações foi possível apresentar uma seção geológica/geotécnica, pelo eixo da Barragem e Sangradouro, como é mostrado no Desenho 03 do Volume IV.

### 5.1 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS DE SUBSUPERFÍCIE

Para a caracterização geotécnica da área de implantação da Barragem e Sangradouro, foi realizada uma campanha de sondagens sendo: 7 sondagens mista ao longo da extensão do eixo.

Com os elementos resultantes destas investigações, constata-se que na área de implantação das obras, o substrato rochoso é formado predominantemente por gnaisses com características graníticas que, associados aos sistemas de fraturamentos definem uma compartimentação do maciço rochoso, isolando blocos, que trabalhando em conjunto emprestam uma excelente característica geomecânica aos esforços de compressão.

Estes gnaisses-graníticos apresentam-se geralmente homogêneos sob o aspecto geomecânico, medianamente a muito

fraturado, com coloração cinza a róseo, podendo apresentar em pontos localizados uma coloração variegada devido a presença de veios de quartzo. As fraturas se encontram normalmente preenchidas, podendo existir casos de fraturas abertas. O baixo grau de condutividade hidráulica mostra o preenchimento das fraturas, todavia o grau de alteração e a intensidade do fraturamento, indica que pode existir fraturas abertas em pontos localizados não identificados.

O percentual de recuperação da rocha é relativamente baixo, variando entre 0 e 49%, podendo ser melhor observado nos boletins de sondagens.

Sob o ponto de vista hidráulico o maciço rochoso apresenta as seguintes características:

- As fraturas se encontram em grande parte seladas, podendo ocorrer fraturas não preenchidas, que, embora se encontrem abertas, a perda d'água específica nestes trechos não é significativa.
- As fraturas observadas nos testemunhos de sondagens são em sua grande maioria de orientação horizontal e sub-horizontal, ocorrendo também, em menor escala, fraturas verticais, sub-verticais e inclinadas. O número de fraturas é relativamente grande, ocorrendo trechos com maior e menor intensidade.
- Apesar dos sistemas de fraturamentos existentes, a percolação de água através destas feições atinge valores baixos, apresentando uma percolação máxima de  $0,8 \text{ l/min/m/kg/cm}^2$  na SM-8. Existem trechos com perda d'água nula.

Como é visto no Desenho 03 do Volume IV, o substrato rochoso possui, de uma maneira geral, boas características hidráulicas, pois apresenta condutividade hidráulica relativamente baixa.

A descrição dos parâmetros obtidos nas investigações de subsuperfície pode ser observada nos perfis individuais das sondagens apresentados a seguir.

**5.1.1 - Perfis individuais de sondagens**



### **5.1.1 - Perfis individuais de sondagens**

Para cada sondagem realizada é apresentada uma ficha na qual se faz a descrição dos perfis dos materiais, a percentagem de recuperação, os parâmetros geomecânicos e os ensaios de permeabilidade e perda d'água.

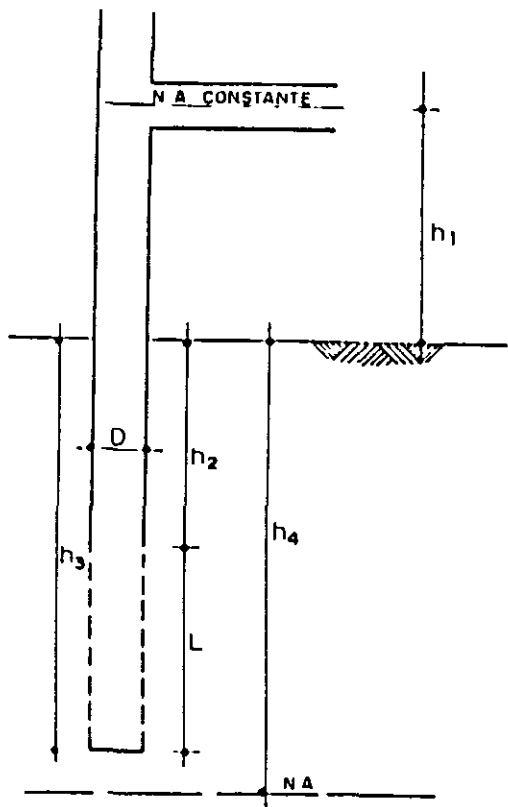
| PERCUSSÃO |        |        |             | ND ROTATIVA  |     | ENSAIO |         | INIBITU  |    | PROFUNDIDADE  | CONVENÇÃO GRÁFICA | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO |   |   |
|-----------|--------|--------|-------------|--------------|-----|--------|---------|--|----|---|-------------------|----------------------|---|---|
| M.MOLE    | M.MEIA | M.RIJA | M.RIJA DURA | REGIM NORMAL | f/m | TIPO   | PRESSÃO | ABSORÇÃO   | 24 |   |                   |                      |   |   |
| 10        | 20     | 30     | 40          | 50           | 20  | 40     | 60      | 80   |    | 100   | 8                 | 10                   | kg/cm <sup>2</sup>  | 10 <sup>-4</sup>  |
|           |        |        |             |              |     |        |         | LF<br>C<br>A<br>R<br>G<br>S<br>T<br>A<br>N<br>T<br>E |    | $3,06 \times 10^{-4}$<br>$8,19 \times 10^{-5}$<br>$8,19 \times 10^{-6}$ |                   | 1                    | AREIA ARGILO SILTOSA<br>FINA A MÉDIA COM<br>PEDRILHOS TOTA E<br>PARCIAIS MENOR QUE 2MM    |   |
|           |        |        |             |              |     |        |         |  |    |   |                   | 2                    |   | Z.60  |
|           |        |        |             |              |     |        |         |  |    |   |                   | 3                    | NA<br>AREIA ARGILOSA<br>MÉDIA A GROSSA COM<br>PEDRILHOS MENOR QUE 2MM<br>E ALGUNS ATÉ 5MM |   |
|           |        |        |             |              |     |        |         |  |    |   |                   | 4                    | 5.80  | ALGUNS PEDRILHOS<br>E ATÉ 100% DE<br>(SEM RECUPI. REC.) |
|           |        |        |             |              |     |        |         |  |    |   |                   | 5                    |   |   |
|           |        |        |             |              |     |        |         |  |    |   |                   | 6                    | TIPO DE SUBSOLO   |   |

| ESPECIFICAÇÕES   |  |  |  | ADOTADAS |  |  |  |
|--|--|--|--|----------|--|--|--|
| PERCUSSÃO 2 1/2"<br>ROTATIVA DIAM BX BARRILETE<br>ENSAIO   |  |  |  |          |  |  |  |
| <b>OBSERVAÇÕES</b><br>- TIPO REVETIL 2 1/2"<br>- NO INTERVALO DE 5.80 A 5.40 M.<br>HOUVE RECUPI. REC.<br>- LF ESTA EM C/1-25 |  |  |  |          |  |  |  |
| <b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAEM</b>  |  |  |  |          |  |  |  |
| OBRA: BARRAGEM URBANIZADA  |  |  |  |          |  |  |  |



000025

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



- D = DIÂMETRO DO FURO = 6,50 cm  
 h<sub>1</sub> = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO  
 h<sub>2</sub> = PROFUNDIDADE REVESTIDA  
 L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO  
 h<sub>3</sub> = PROFUNDIDADE DO FURO  
 Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO  
 TEMPO NECESSARIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q
- $$K = \frac{Q}{2\pi L (h_1 - h_2)} \ln \left( \frac{2L}{D} \right)$$
- $h_0 = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$
- h<sub>4</sub> = PROFUNDIDADE DO NIVEL D'ÁGUA =

| SONDAGEM | h <sub>1</sub><br>(cm) | h <sub>2</sub><br>(cm) | h <sub>3</sub><br>(cm) | L<br>(cm) | Q<br>(cm <sup>3</sup> ) | t<br>(seg) | h <sub>c</sub><br>(cm) | K<br>(cm/seg)           |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| SM-01    | 10                     | 0                      | 100                    | 100       | 5650,0                  | 1680       | 60                     | 3,06 × 10 <sup>-4</sup> |
|          | 8                      | 100                    | 200                    | 100       | 4280,0                  | 1680       | 158                    | 8,79 × 10 <sup>-5</sup> |
|          | 8                      | 200                    | 300                    | 100       | 650,0                   | 1680       | 258                    | 8,18 × 10 <sup>-6</sup> |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |

000026

BARRAGEM UBALDIXIHO SM-01

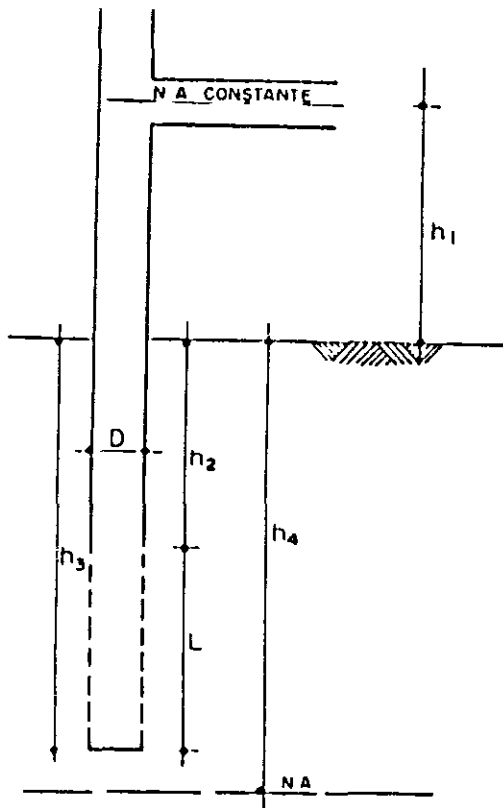
ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

GIIG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.



| PERCUSSÃO              |      |                   |         |                  | IND. ROTATIVA       |   | ENSAIO                           |                           | INBITU  | PROFUNDIDADE            | CONVENÇÃO GRÁFICA   | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO |    |   |   |
|------------------------|------|-------------------|---------|------------------|---------------------|---|----------------------------------|---------------------------|---|-------------------------|---|----------------------|----|---|---|
| CONSISTÊNCIA           |      |                   |         |                  | GRUP. NORMAL %      |   | TIPO                             | PRESSÃO kg/cm²            | ABSORÇÃO ESPECÍFICA $K (cm/s) 10^{-4}$  |                         |   |                      |    |   |   |
| M MOLE                 | MOLE | MEDIA             | RÍJIDA  | M RÍJIDA         | DURA                | N |                                  |                           |   | 20                      | 40  | 60                   | 80 | 100   | 5   |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   | LF                               | C O M P A C T A M E N T E | 3.61 x 10 <sup>-4</sup>   | 8.74 x 10 <sup>-5</sup> | 2.64 x 10 <sup>-6</sup>   | 1                    |    | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |   |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 2                    |    | NA 273  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 3                    |    | 5.05  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 4                    |    | 3.80  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 5                    |    | 5.10  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 6                    |    | 5.90  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 7                    |    | 7.10  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 8                    |    |   | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 9                    |    |   | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 10                   |    | 9.78  | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 10                   |    | 10.18   | ARÉIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEQUELHO, POUCO A MUITA COMPACTADA |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   | 11                   |    | 11.18   | ALTERAÇÃO DO GRANITO E GRANITO ALTERADO (SEM RECUPERADO)                  |
| 12                     |      | FINAL DA SONDAÇÃO |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         |   |                      |    |   |   |
|                        |      |                   |         |                  |                     |   |                                  |                           |   |                         | <b>ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS</b><br>PERCUSSÃO 2 1/2"<br>ROTATIVA DIAM 75 BARRILETE DUPLO MÓVEL<br>ENSAIO LE FRANC |                      |    |   |   |
| LOCAL ON HILTA RESERVA |      |                   |         |                  | LG=LUGEM LF=LEFRANC |   | ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min.Am/atm |                           | <b>OBSERVAÇÕES</b><br>- FUBO REVICI O ATE 10.18"<br>- NO INTERVALO DE 10.15 A 11.15 NÃO HOUVE REPERAÇÃO<br>- LF ESTA EM CM/S² |                         |   |                      |    |   |   |
| FURO Nº SM-02          |      |                   |         |                  | DATA                |   |                                  |                           | <b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAÇÃO</b><br>OBRA: BARRAGEM UBALDINO   |                         |   |                      |    |   |   |
| ESTACA 06              |      | COTA 283,0        | NA 2.73 | INICIAL 20/11/94 | FINAL 22/11/94      |   |                                  |                           |   |                         |   |                      |    |   |   |





D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

h<sub>1</sub> = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h<sub>2</sub> = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h<sub>3</sub> = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

$$K = \frac{Q}{2\pi L t h_0} \ln \left( \frac{r_0^2}{D^2} \right)$$

$$h_0 = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$$

h<sub>4</sub> = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

| SONDAGEM | h <sub>1</sub><br>(cm) | h <sub>2</sub><br>(cm) | h <sub>3</sub><br>(cm) | L<br>(cm) | Q<br>(cm <sup>3</sup> ) | t<br>(seg) | h <sub>4</sub><br>(cm) | K<br>(cm/seg)           |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| SM-02    | 12                     | 0                      | 100                    | 100       | 6890,0                  | 1680       | 62                     | 361 x 10 <sup>-4</sup>  |
|          | 10                     | 100                    | 200                    | 100       | 4310,0                  | 1680       | 160                    | 874 x 10 <sup>-5</sup>  |
|          | 8                      | 200                    | 300                    | 100       | 210,0                   | 1680       | 258                    | 2,64 x 10 <sup>-6</sup> |
|          | 10                     | 300                    | 400                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 360                    | 0,0                     |
|          | 10                     | 400                    | 500                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 460                    | 0,0                     |
|          | 7                      | 500                    | 600                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 557                    | 0,0                     |
|          | 9                      | 600                    | 700                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 659                    | 0,0                     |
|          | 11                     | 700                    | 800                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 761                    | 0,0                     |
|          | 10                     | 800                    | 900                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 860                    | 0,0                     |
|          | 12                     | 900                    | 1000                   | 100       | 0,0                     | 1680       | 962                    | 0,0                     |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |



GIIG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

BARRAGEM UBALDINO

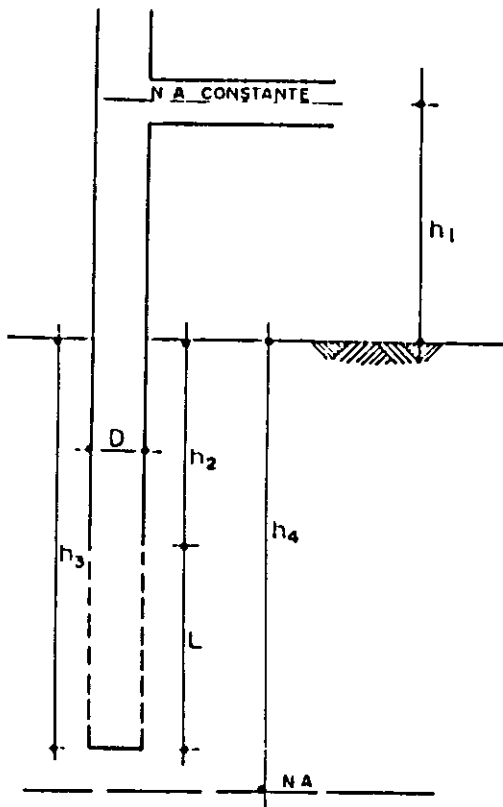
SM - 02

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

000028

| PERCUSSÃO   |        |            |        |           | IND. ROTATIVA    |                   | ENSAIO  |                 | INSITU   |      | PROFUNDIDADE  | CONVENÇÃO GRÁFICA | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO   |
|---|--------|------------|--------|-----------|------------------|-------------------|---|-----------------|--|------|---|-------------------|--|
| M MOLE  | M MOLA | M MOLA     | M MOLA | M MOLA    | REFORMA NORMAL % | 1/m               | TIPO  | PRESSÃO kg/cm²  | ABSORÇÃO ESPECÍFICA N (cm/s) 10 <sup>-4</sup>  |      |   |                   |  |
| 10  | 20     | 30         | 40     | 50        | 20               | 40                | 60  | 80              | 100  | 5    | 10  |                   |  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 | <p>447 x 10<sup>-4</sup></p> <p>2,69 x 10<sup>-5</sup></p> <p>1,24 x 10<sup>-7</sup></p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> <p>0</p> |      | 1   | 0,75              | AREIA GROSSA, CI PEDREGULHO, CINZA   |
|   |        |            |        |           |                  |                   | C A F R A   |                 |  |      | 2   | 0,86              | AREIA SILTOSA, FOLTA, COM PLETO DE FOLTA COM PACTO, CINZA                                  |
|   |        |            |        |           |                  |                   | C O N S T A N T E                                 |                 |  |      | 3   | 2,95              | AREIA SILTOSA, FOLTA, COM PLETO DE FOLTA, CINZA  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 4   | 3,70              | AREIA SILTOSA, FOLTA, COM PLETO DE FOLTA, CINZA  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 5   |                   | AREIA SILTOSA, FOLTA, COM PLETO DE FOLTA, CINZA  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 6   | 6,05              | AREIA ARGILOSA, FOLTA, FOLTA, CINZA.   |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 7   | 7,17              | AREIA ARENOSA, MÉDIA, CINZA  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 8   | 8,10              | AREIA ARGILOSA SILTOSA MÉDIA A GROSSA, MED COMP CI PEDREGULHO, CINZA.                      |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 9   | 8,92              | AREIA SILTOSA, MÉDIA A GROSSA, POUCO COMPACTA CREME.                                       |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 10  | 9,70              | AREIA SILTOSA, MÉDIA A GROSSA, CI PEDREGULHO E SEIRO DE QUARTZO, MEDIAN COMPACTA, VARIADO. |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 11  | 11,60             | AREIA, MÉDIA A GROSSA, MEDIAN COMPACTO, CREME/CINZA.                                       |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 12  | 12,30             | AREIA, MÉDIA A GROSSA, CI PEDREGULHO, MEDIAN COMPACTA, CREME/CINZA.                        |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 13  | 13,37             | ALTERAÇÃO DE GRANITO E GRANITO ALTERADO.   |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 14  | 14,37             |  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | 15  |                   | FINAL DA SONDAAGEM   |
| <p>FOFA P. COMP. MEDIAN COMPACTA COMPACTA</p> <p>RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO</p> <p>COMPACTIDADE</p> |        |            |        |           |                  |                   | <p>LE=LUGEON</p> <p>LF=LEFRANC</p> <p>FRATURA</p> |                 | <p>ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min./cm²/atm</p>  |      | <p>ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS</p> <p>PERCUSSÃO 2 1/2"</p> <p>ROTATIVA DIAM 2X BARRILETE LUGO Nº 1111</p> <p>ENSAIO LE FRANC</p> |                   |  |
| LOCAL LLITO   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | OBSERVAÇÕES   |                   |  |
| FURO Nº CM-03   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | <p>- TURO REVISTO ATÉ 13,37m</p> <p>- NO INTERVALO DL 13,37 / 14,37m NÃO HOUVE RECIPERTEÇÃO</p> <p>- LF ESTA COM 10</p>       |                   |  |
| ESTACA 09   |        | COTA 282,0 |        | N.A. 0,96 |                  | INICIAL 15/11/194 |   | FINAL 19/11/194 |  | DATA |   |                   |  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM  |                   |  |
|   |        |            |        |           |                  |                   |   |                 |  |      | OBRA BARRAGEM UBALDINHO   |                   |  |

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

h<sub>1</sub> = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h<sub>2</sub> = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h<sub>3</sub> = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

$$K = \frac{Q}{2\pi L t h_0} \ln \left( \frac{2L}{D} \right)$$

$$h_0 = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$$

h<sub>4</sub> = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

| SONDAGEM | h <sub>1</sub><br>(cm) | h <sub>2</sub><br>(cm) | h <sub>3</sub><br>(cm) | L<br>(cm) | Q<br>(cm <sup>3</sup> ) | t<br>(seg) | h <sub>c</sub><br>(cm) | K<br>(cm/seg)         |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|------------------------|-----------------------|
| SM-03    | 12                     | 0                      | 100                    | 100       | 8530,0                  | 1680       | 62                     | 4,47x10 <sup>-4</sup> |
|          | 12                     | 100                    | 200                    | 100       | 1340,0                  | 1680       | 162                    | 2,69x10 <sup>-5</sup> |
|          | 12                     | 200                    | 300                    | 100       | 10,0                    | 1680       | 262                    | 124x10 <sup>-7</sup>  |
|          | 10                     | 300                    | 400                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 360                    | 0,0                   |
|          | 12                     | 400                    | 500                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 462                    | 0,0                   |
|          | 12                     | 500                    | 600                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 552                    | 0,0                   |
|          | 10                     | 600                    | 700                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 660                    | 0,0                   |
|          | 11                     | 700                    | 800                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 761                    | 0,0                   |
|          | 9                      | 800                    | 900                    | 100       | 0,0                     | 1680       | 859                    | 0,0                   |
|          | 10                     | 900                    | 1000                   | 100       | 0,0                     | 1680       | 960                    | 0,0                   |
|          | 10                     | 1000                   | 1100                   | 100       | 0,0                     | 1680       | 1060                   | 0,0                   |
|          | 12                     | 1100                   | 1200                   | 100       | 0,0                     | 1680       | 1152                   | 0,0                   |
|          | 10                     | 1200                   | 1300                   | 100       | 0,0                     | 1680       | 1260                   | 0,0                   |



GHG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

BARRAGEM UBALDINO

SM - 03

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

000030

| PERCUSSÃO    |        |        |          |        | IND ROTATIVA   |     | ENSAIO | INBITU   | PROFUNDIDADE            | CONVENÇÃO GRÁFICA | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO |                               |  |
|--------------|--------|--------|----------|--------|----------------|-----|--------|--|-------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--|
| CONSISTÊNCIA |        |        |          |        | REGUP NORMAL % |     |        | ABSORÇÃO ESPECÍFICA                            |                         |                   |                      |                               |  |
| M MOLE       | M MOLE | M MOLE | M MOLE   | M MOLE | N              | 1/m | TIPO   | PRESSÃO kg/cm <sup>2</sup>                     | 10 <sup>-4</sup>        |                   |                      |                               |  |
| MOLE         | MEDIA  | RÍJIDA | M RÍJIDA | DURA   |                |     |        |  |                         |                   |                      |                               |  |
| 10           | 20     | 30     | 40       | 50     | 20             | 40  | 60     | 80   | 100                     | 5                 | 10                   |                               |  |
|              |        |        |          |        |                |     | LF     | C<br>C<br>O<br>N<br>S<br>T<br>A<br>N<br>T<br>E | 1,26 x 10 <sup>-4</sup> | 1                 |                      | SILTE ARGILOSO, MÉDIO, MORROM |  |
|              |        |        |          |        |                |     |        |  | 2,22 x 10 <sup>-5</sup> | 2                 |                      | 1,70                          | AREIA SILTOSA, FINA A MÉDIA, COM PEDREGULHO, FOFO, PLME            |
|              |        |        |          |        |                |     |        |  | 1,11 x 10 <sup>-5</sup> | 3                 |                      | 3,10                          | AREIA ARGILOSA FINA A MÉDIA, C/ PEDREGULHO, MÉDIA, COMPACTA, CRIME |
|              |        |        |          |        |                |     |        |  | 1,23 x 10 <sup>-6</sup> | 4                 |                      | 4,30                          | ALTERAÇÃO DE GRANITO E GRANITO ALTERADO                            |
|              |        |        |          |        |                |     |        |  |                         | 5                 |                      | 5,30                          |  |
|              |        |        |          |        |                |     |        |  |                         | 6                 |                      |                               | FINAL DE SONDAGEM  |

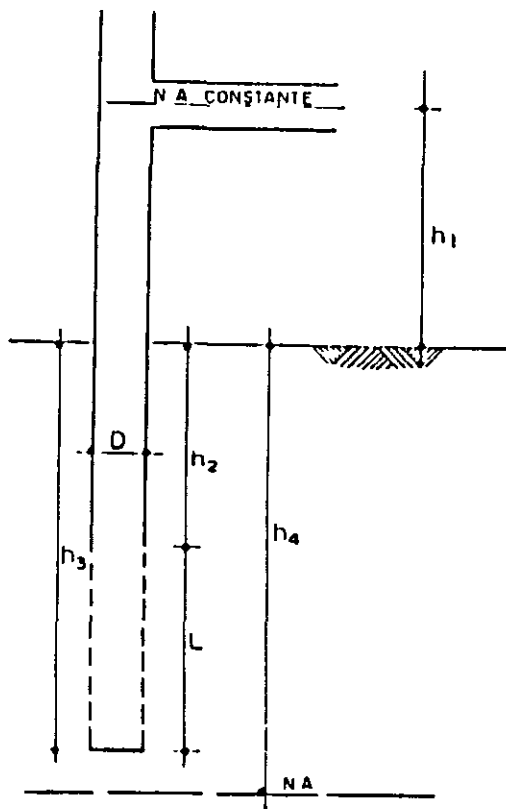
|                |        |                  |          |                                 |             |  |         |                         |   |   |  |
|----------------|--------|------------------|----------|---------------------------------|-------------|--|---------|-------------------------|---|---|--|
| 10 20 30 40 50 |        |                  |          |                                 | 20 40 60 80 |  | 0 10 20 | LG=LUGEON<br>LF=LEFRANC | ABSORÇÃO ESPECÍFICA<br>L/min/m <sup>2</sup> /cm | ESPECIFICAÇÕES A DOTADAS  |  |
| FOFA           | P COMP | MEDIANA COMPACTA | COMPACTA | ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A BENTRAC | R Q D - %   |  | FRATURA |                         |   | PERCUSSÃO 2 1/2"<br>ROTATIVA DIAM. BX BARRILETE DUPLO MÓVEL<br>ENSAIO LEFRANC |  |

|                        |            |         |                  |                |  |  |
|------------------------|------------|---------|------------------|----------------|--|--|
| LOCAL UMBREIRA DIREITA |            |         |                  |                | OBSERVAÇÕES  |  |
| FURO Nº SM-04          |            |         | DATA             |                | - FURO REVESTIDO ATÉ 4,30 m<br>- NO INTERVALO DE 4,30 a 5,30 m NÃO HOUVE RECUPERAÇÃO<br>- LF ESTÁ EM cm/100g |  |
| ESTACA 09              | COTA 282,2 | NA SECO | INICIAL 23/11/94 | FINAL 23/11/94 |  |  |

|  |  |  |  |  |                               |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM |  |
|  |  |  |  |  | OBRA: BARRAGEM UBALDINHO.     |  |



ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



- D = DIÂMETRO DO FURO = 6,50 cm
- h<sub>1</sub> = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO
- h<sub>2</sub> = PROFUNDIDADE REVESTIDA
- L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO
- h<sub>3</sub> = PROFUNDIDADE DO FURO
- Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO
- t = TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q
- $$K = \frac{Q}{2\pi L r h_e} \ln\left(\frac{2L}{D}\right)$$
- $$h_e = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$$
- h<sub>4</sub> = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

| SONDAGEM | h <sub>1</sub><br>(cm) | h <sub>2</sub><br>(cm) | h <sub>3</sub><br>(cm) | L<br>(cm) | Q<br>(cm <sup>3</sup> ) | t<br>(seg) | h <sub>e</sub><br>(cm) | K<br>(cm/seg)           |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------|------------------------|-------------------------|
| SM.04    | 5                      | 0                      | 100                    | 100       | 2130,0                  | 1680       | 55                     | 1,26 × 10 <sup>-4</sup> |
|          | 5                      | 100                    | 200                    | 100       | 1060,0                  | 1680       | 155                    | 2,22 × 10 <sup>-5</sup> |
|          | 5                      | 200                    | 300                    | 100       | 872,0                   | 1680       | 255                    | 1,11 × 10 <sup>-5</sup> |
|          | 5                      | 300                    | 400                    | 100       | 135,0                   | 1680       | 355                    | 1,23 × 10 <sup>-6</sup> |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |
|          |                        |                        |                        |           |                         |            |                        |                         |



BARRAGEM UBALDINI

SM - 04

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

GEOLÓGIA DE ENGENHARIA LTDA.

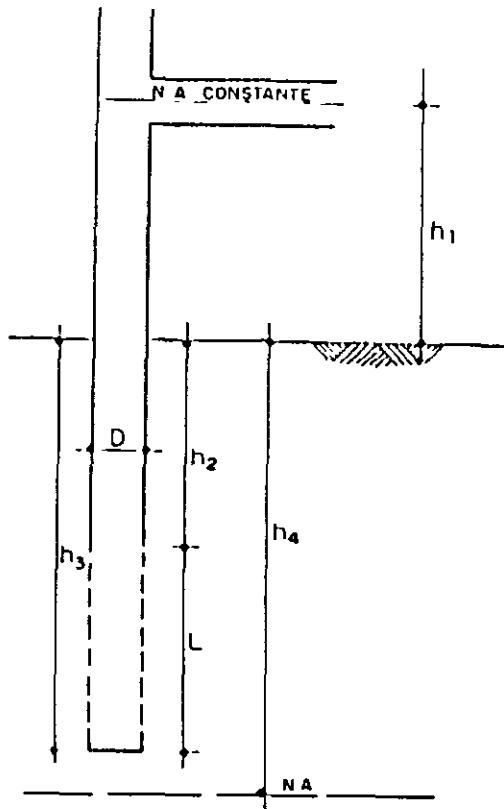
| PERCUSSÃO          |       |        |      | IND ROTATIVA   |    | ENSAIO |                | INSITU  |     | PROFUNDIDADE | CONVENÇÃO GRÁFICA | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO                               |
|--------------------|-------|--------|------|----------------|----|--------|----------------|---|-----|--------------|-------------------|--|
| CONSISTÊNCIA       |       |        |      | REGUL NORMAL % |    | TIPO   | PRESSÃO kg/cm² | ABSORÇÃO ESPECÍFICA N (cm/s) 10 <sup>-6</sup> |     |              |                   |  |
| M MOLE             | MÉDIA | RÍGIDA | DURA | N              |    |        |                |   | 1/m |              |                   |  |
| 10                 | 20    | 30     | 40   | 50             | 20 | 40     | 60             | 80  |     | 100          | 5                 | 10   |
|                    |       |        |      |                |    | LF     | 20000          | 1.63 x 10 <sup>-4</sup>                       | 1   | 1.60         |                   | ARGILA SILTOSA FINA A MÉDIA, POUCA COMPACTA MARROM |
|                    |       |        |      |                |    |        |                |   | 2   | 1.95         |                   | ARGILA ARGILOSA FINA A MÉDIA, C/ PERLITOLITO CRÚME |
|                    |       |        |      |                |    |        |                |   | 3   | 3.00         |                   | ALTERAÇÃO DE GRANITO E GRANITO ALTERADO            |
| FINAL DA SONDAAGEM |       |        |      |                |    |        |                |   |     |              |                   |  |

| ESPECIFICAÇÕES   |  |  |  | ADOTADAS              |  |  |  |
|------------------|--|--|--|-----------------------|--|--|--|
| PERCUSSÃO 2 1/2" |  |  |  | BARRILETE DUTLO MÓVEL |  |  |  |
| ROTATIVA DIAM BX |  |  |  | ENSAIO LE FRANC       |  |  |  |

| OBSERVAÇÕES  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| - FURO REVESTIDO ATÉ 1,95 m                          |  |  |  |  |  |
| - NO INTERVALO DE 1,95 a 3,0 m NÃO HOUVE RECUPERAÇÃO |  |  |  |  |  |
| - LF ESTA EM CM/Soy                                  |  |  |  |  |  |

|                                |             |         |                  |                |  |
|--------------------------------|-------------|---------|------------------|----------------|--|
| LOCAL OMBREIRA DIREITA         |             |         |                  |                |  |
| FURO Nº SM-05                  |             |         | DATA             |                |  |
| ESTACA 12                      | COTA 295,20 | NA 3660 | INICIAL 24/11/94 | FINAL 26/11/94 |  |
| PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM |             |         |                  |                |  |
| OBRA BARRAGEM UBALDINHO        |             |         |                  |                |  |





D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

$h_1$  = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

$h_2$  = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3$  = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

$$K = \frac{Q}{2\pi L t h_e} \ln \left( \frac{2L}{D} \right)$$

$$h_e = h_1 + h_2 + \frac{L}{2}$$

$h_4$  = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA =

| SONDAGEM | $h_1$<br>(cm) | $h_2$<br>(cm) | $h_3$<br>(cm) | L<br>(cm) | Q<br>(cm <sup>3</sup> ) | t<br>(seg) | $h_c$<br>(cm) | K<br>(cm/seg)         |
|----------|---------------|---------------|---------------|-----------|-------------------------|------------|---------------|-----------------------|
| SM-05    | 5             | 0             | 100           | 100       | 2595,0                  | 1680       | 55,0          | $1,53 \times 10^{-4}$ |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |
|          |               |               |               |           |                         |            |               |                       |



BARRAGEM UBAUÍTIPO

SM - 05

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

GHG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

| PERCUSSÃO   |        |                          |        |                       | IND. ROTATIVA  |                                | ENSAIO "INBITU"       |                            | PROFUNDIDADE  | CONVENÇÃO GRÁFICA | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO |   |
|---|--------|--------------------------|--------|-----------------------|--|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|---|-------------------|----------------------|---|
| CONSISTÊNCIA  |        |                          |        |                       | REGUP. NORMAL %                                      |                                | TIPO                  | PRESSÃO kg/cm <sup>2</sup> |   |                   |                      | Absorção específica h (cm/s) 10 <sup>-4</sup>                     |
| M MOLE  | H MOLE | MEDIA                    | RÍJIDA | M.RÍJIDA              | DURA   | N                              |                       |                            | t/m   | T                 | P                    |   |
| 10  | 20     | 30                       | 40     | 50                    | 20   |                                | 40                    | 60                         |   |                   |                      | 80  |
|   |        |                          |        |                       |  |                                | T                     | P                          | A   | 0,20              | SOLO RESIDUAL        |   |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 1                 | +                    | ALTERAÇÃO DE GRANITO  |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 2                 | +                    | 2,14  |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 3                 | +                    | GRANITO SÃO MUITO FRATURADO, COERENTE ROSEO (COM VEIOS PEGMATÍDE) |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 4                 | +                    | 3,67  |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 5                 | +                    | GRANITO SÃO, MUITO FRATURADO, COERENTE, CINZA ESBRANQUIÇADO.      |
|   |        |                          |        |                       |  |                                | T                     | P                          | A   | 6,00              | FINAL DA SONDAGEM    |   |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            |   | 6                 | +                    |   |
|   |        |                          |        |                       |  |                                |                       |                            | <b>ESPECIFICAÇÕES ADOADAS</b>   |                   |                      |   |
| <b>FOFA</b><br>P COMP<br>MEDIANAM<br>COMPACTA<br>COMPACTA |        |                          |        |                       | <b>INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAC</b><br>R Q D - % |                                | <b>FRATURA</b><br>t/m |                            | LG=LUGEON<br>LF=LEFRANC<br>ABSORÇÃO ESPECÍFICA<br>L/min Am/sqm                            |                   |                      |   |
| <b>COMPACTAÇÃO</b>  |        |                          |        |                       | <b>R Q D - %</b>                                     |                                | <b>FRATURA</b>        |                            | <b>PERCUSSÃO</b><br><b>ROTATIVA</b> DIAM 3X <b>BARRILETE DUPLO MÓVEL</b><br><b>ENSAIO</b> |                   |                      |   |
| <b>LOCAL</b> <i>SANGRADURO</i>                            |        |                          |        |                       | <b>OBSERVAÇÕES</b><br><i>- NÃO ATINGIU O NA</i>      |                                |                       |                            |   |                   |                      |   |
| <b>FURO Nº</b> <i>SM-06</i>                               |        |                          |        |                       | <b>DATA</b>  |                                |                       |                            |   |                   |                      |   |
| <b>ESTACA</b> <i>4</i>                                    |        | <b>COTA</b> <i>300,8</i> |        | <b>NA</b> <i>SECO</i> |  | <b>INICIAL</b> <i>25/11/94</i> |                       | <b>FINAL</b>               |   |                   |                      |   |
|   |        |                          |        |                       | <b>PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM</b>                 |                                |                       |                            |   |                   |                      |   |
|   |        |                          |        |                       | <b>OBRA</b> <i>BARRAGEM UBALDIHO</i>                 |                                | <i>000035</i>         |                            |   |                   |                      |   |

000036

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº 1

| ENSAIO Nº 1                      | DE 0,00 m A 8,00 m      | TRECHO 3,00 m | DIAM FURO 0,059 m | CANALIZAÇÃO DIAM = 3/4" COMP = 4 90 m | ALT MANOM 0,40 m | N A ADOTADO - | ENSAIO ACIMA DO ABAIXO DOS ARTES C2 C3 |                                   |                                  |    |                     |  |                                |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|----|---------------------|--|--------------------------------|
| PRESSÃO MANOM kg/cm <sup>2</sup> | ABSORÇÕES A CADA MINUTO |               |                   |                                       |                  | VAZÃO l/min   | FATOR F = 1,10                         | PERDA DE CARGA kg/cm <sup>2</sup> | CARGA EFETIVA kg/cm <sup>2</sup> | CE | VAZÃO ESPEC l/min/m | PERDA D'ÁGUA ESP l/min/m/kgcm <sup>2</sup> | COEFICIENTE DE PERMEABIL. cm/s |
| 0,100                            | 2                       | 2             | 1                 | 1                                     | 1                | 1,39          | COLUNA D'ÁGUA 0,62 m/s                 | 0                                 | 0,72                             |    | 0,46                | 0,63                                       | $6,8 \times 10^{-5}$           |
| 0,52                             | 2                       | 0             | 0                 | 0                                     | 1                | 0,60          |  | 0                                 | 1,20                             |    | 0,20                | 0,16                                       | $1,82 \times 10^{-5}$          |
| 1,04                             | 2                       | 2             | 3                 | 3                                     | 2                | 2,40          |  | 0                                 | 1,76                             |    | 0,80                | 0,45                                       | $4,9 \times 10^{-5}$           |
| 0,52                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0             |  | 0                                 | 1,20                             |    | 0                   | 0  | 0                              |
| 0,100                            | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0             |  | 0                                 | 0,74                             |    | 0                   | 0  | 0                              |
|                                  |                         |               |                   |                                       |                  |               |  |                                   |                                  |    |                     |  |                                |

OBSERVAÇÕES

SONDAGEM Nº SM-06

| ENSAIO Nº 2                      | DE 0,00 m A 6,00 m      | TRECHO 3,00 m | DIAM FURO 0,059 m | CANALIZAÇÃO DIAM = 3/4" COMP = 7,80 m | ALT MANOM 0,40 m | N A ADOTADO - | ENSAIO ACIMA DO ABAIXO DOS ARTES C2 C3 |                                   |                                  |    |                     |  |                                |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|---------------------------------------|------------------|---------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|----|---------------------|--|--------------------------------|
| PRESSÃO MANOM kg/cm <sup>2</sup> | ABSORÇÕES A CADA MINUTO |               |                   |                                       |                  | VAZÃO l/min   | FATOR F = 1,10                         | PERDA DE CARGA kg/cm <sup>2</sup> | CARGA EFETIVA kg/cm <sup>2</sup> | CE | VAZÃO ESPEC l/min/m | PERDA D'ÁGUA ESP l/min/m/kgcm <sup>2</sup> | COEFICIENTE DE PERMEABIL. cm/s |
| 0,10                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0,0           | COLUNA D'ÁGUA 0,93 m/s                 | 0,0                               | 1,040                            |    | 0,0                 | 0,0  | 0,0                            |
| 0,92                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0,0           |  | 0,0                               | 1,877                            |    | 0,0                 | 0,0  | 0,0                            |
| 1,84                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0,0           |  | 0,0                               | 2,815                            |    | 0,0                 | 0,0  | 0,0                            |
| 0,92                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0,0           |  | 0,0                               | 1,877                            |    | 0,0                 | 0,0  | 0,0                            |
| 0,10                             | 0                       | 0             | 0                 | 0                                     | 0                | 0,0           |  | 0,0                               | 1,040                            |    | 0,0                 | 0,0  | 0,0                            |
|                                  |                         |               |                   |                                       |                  |               |  |                                   |                                  |    |                     |  |                                |

OBSERVAÇÕES

|             |            |           |           |            |           |
|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| FISCAL DATA | VERIF DATA | RESP DATA | CALC DATA | VERIF DATA | RESP DATA |
|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|

| PERCUSSÃO                                      |        |         |          |        | IND. ROTATIVA   |    |    | ENSAIO             |                            | INIBITIVO                   | PROFUNDIDADE | CONVENÇÃO GRÁFICA              | DESCRIÇÃO DO SUBSOLO |   |                      |  |
|--|--------|---------|----------|--------|---|----|----|--------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|----------------------|---|----------------------|--|
| CONSISTÊNCIA                                   |        |         |          |        | REGUP. NORMAL %   |    |    | TIPO               | PRESSÃO kg/cm <sup>2</sup> |                             |              |                                |                      | ABSORÇÃO ESPECÍFICA N (cm/s) 10 <sup>-4</sup> |                      |  |
| M MOLE   | M MOLE | M MÉDIA | M RÍJIDA | M DURA | N   |    |    |                    |                            | f/m                         |              |                                |                      |   |                      |  |
| 10   | 20     | 30      | 40       | 50     | 20  | 40 | 60 | 80                 | 100                        | 5                           | 10           |                                |                      |   |                      |  |
| [Vertical lines representing soil consistency] |        |         |          |        | [Rotational index scale with handwritten '172' and '497'] |    |    | [Fracture diagram] |                            | [Type and Pressure columns] |              | [Absorption and Depth columns] |                      | 1   | ALTERAÇÃO DO GRANITO |  |
|  |        |         |          |        |   |    |    |                    |                            |                             |              |                                |                      | 2   | 1,85                 | GRANITO GROSSOIRO, MUITO ALTERADO, MUITO FRATURADO, POUCO COERENTE COM VEIOS TEGMATÓIDES ROSÉO       |
|  |        |         |          |        |   |    |    |                    |                            |                             |              |                                |                      | 3   |                      |  |
|  |        |         |          |        |   |    |    |                    |                            |                             |              |                                |                      | 4   | 3,65                 | GRANITO GROSSOIRO, MUITO ALTERADO, MUITO FRATURADO, POUCO COERENTE, COM PASSAGENS TEGMATÓIDES, ROSÉO |
|  |        |         |          |        |   |    |    |                    |                            |                             |              |                                |                      | 5   |                      |  |
|  |        |         |          |        |   |    |    |                    |                            |                             |              |                                |                      | 6   | 6,00                 | FINAL DA SONDAGEM  |

|                           |          |   |          |                                     |
|---------------------------|----------|---|----------|-------------------------------------|
| ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS  |          |   |          |                                     |
| FOFA                      | P. COMP. | MEDIANAM. COMPACTA                                      | COMPACTA | INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAC. A |
| [Soil compaction diagram] |          |   |          | FRATURA                             |
| COMPACTAÇÃO               |          | R 9 D - 5/2   |          | FRATURA                             |
| LG=LUGEON                 |          | ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min.Am/Atm                        |          |                                     |
| LF=LEFRANC                |          | PERCUSSÃO ROTATIVA DIAM 2X BARRILETE DUPLO MÓVEL ENSAIO |          |                                     |

|                   |  |                   |  |                      |  |
|-------------------|--|-------------------|--|----------------------|--|
| LOCAL SANGRADOURO |  |                   |  | OBSERVAÇÕES          |  |
| FURO Nº SM-08     |  |                   |  | - NÃO ATINGIU O N.A. |  |
| ESTACA 25+10      |  | COTA 303,50       |  | DATA                 |  |
| M.A. 5/20         |  | INICIAL: 28/11/94 |  | FINAL: 29/11/94      |  |

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM |                    |
| OBRA:                         | BARRAGEM UBALDINHO |



000037

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº SM - 08

SONDAGEM Nº

| ENSAIO Nº 1                         | DE 0,00 m A 3,65 m      | TRECHO 3,65 m | L DIAM FURO 0,059 m | CANALIZAÇÃO DIAM 3/4" COMP. | C ALT MANOM 0,65 m | NA ADOTADO - | ENSAIO ACIMA Nº1 ABAIXO Nº2 ARTES Nº3 |                                   |                                  |                        |                     |  |     |                             |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|--|-----|-----------------------------|
| PRESSÃO P- MANOM kg/cm <sup>2</sup> | ABSORÇÕES A CADA MINUTO |               |                     |                             |                    | VAZÃO l/min  | FATOR "P" x 10 <sup>4</sup>           | PERDA DE CARGA kg/cm <sup>2</sup> | CARGA EFETIVA kg/cm <sup>2</sup> | CEZ kg/cm <sup>2</sup> | VAZÃO ESPEC l/min/m | PERDA D'ÁGUA ESP l/min/m/kgcm <sup>2</sup> | PEZ | COEFICIENTE PERMEABIL. cm/s |
| 0,10                                | 1                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0,20         | 1,10                                  | 0                                 | 1,61                             | 0,06                   | 0,06                | 0,040                                      |     | 4,5 x 10 <sup>-6</sup>      |
| 1,60                                | 0                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0            | 1,50                                  | 0                                 | 3,13                             | 0                      | 0                   | 0  |     | 0                           |
| 3,20                                | 1                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0,20         |                                       | 0                                 | 4,7                              | 0,06                   | 0,06                | 0,013                                      |     | 1,5 x 10 <sup>-6</sup>      |
| 1,60                                | 0                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0            |                                       | 0                                 | 3,13                             | 0                      | 0                   | 0  |     | 0                           |
| 0,10                                | 0                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0            |                                       | 0                                 | 1,60                             | 0                      | 0                   | 0  |     | 0                           |

OBSERVAÇÕES

| ENSAIO Nº 2                         | DE 3,65 m A 6,0 m       | TRECHO 2,40 m | L DIAM FURO 0,059 m | CANALIZAÇÃO DIAM 3/4" COMP. | C ALT MANOM 0,60 m | NA ADOTADO - | ENSAIO ACIMA Nº1 ABAIXO Nº2 ARTES Nº3 |                                   |                                  |                        |                     |  |     |                             |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|--|-----|-----------------------------|
| PRESSÃO P- MANOM kg/cm <sup>2</sup> | ABSORÇÕES A CADA MINUTO |               |                     |                             |                    | VAZÃO l/min  | FATOR "P" x 10 <sup>4</sup>           | PERDA DE CARGA kg/cm <sup>2</sup> | CARGA EFETIVA kg/cm <sup>2</sup> | CEZ kg/cm <sup>2</sup> | VAZÃO ESPEC l/min/m | PERDA D'ÁGUA ESP l/min/m/kgcm <sup>2</sup> | PEZ | COEFICIENTE PERMEABIL. cm/s |
| 0,10                                | 0                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0,0          | 1,10                                  | 0                                 | 0,43                             | 0,00                   | 0,00                | 0,00                                       |     | 0                           |
| 1,17                                | 1                       | 1             | 1                   | 1                           | 1                  | 0,5          | 1,33                                  | 0                                 | 0,50                             | 0,31                   | 0,31                | 0,61                                       |     | 5,8 x 10 <sup>-5</sup>      |
| 2,34                                | 2                       | 2             | 1                   | 2                           | 2                  | 0,9          |                                       | 0                                 | 0,62                             | 0,56                   | 0,56                | 0,8  |     | 7,7 x 10 <sup>-5</sup>      |
| 1,17                                | 1                       | 1             | 1                   | 1                           | 1                  | 0,5          |                                       | 0                                 | 0,50                             | 0,31                   | 0,31                | 0,61                                       |     | 5,8 x 10 <sup>-5</sup>      |
| 0,10                                | 0                       | 0             | 0                   | 0                           | 0                  | 0,0          |                                       | 0                                 | 0,43                             | 0,00                   | 0,00                | 0,00                                       |     | 0                           |

OBSERVAÇÕES

|             |            |           |           |            |           |
|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| FISCAL DATA | VERIF DATA | RESP DATA | CALC DATA | VERIF DATA | RESP DATA |
|-------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|

000038

**5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO**



## 5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO

Inicialmente foi feito um reconhecimento de toda a área de empréstimo, jazidas de areia e pedreira, examinando-se a qualidade e estimando-se os volumes dos materiais disponíveis em relação aos volumes necessários.

**5.2.1 - Materiais Terrosos (Área de Empréstimo)**

### 5.2.1 - Materiais Terrosos (Área de Empréstimo)

Foi estudada uma área de empréstimo de material argiloso, para a qual se fez um reconhecimento quantitativo e qualitativo dos materiais existentes. Para tanto foram executadas sondagens a pá e picareta, com o objetivo de definir a espessura da camada de material aproveitável.

Para área de empréstimo foi feita a descrição das características "in situ" dos materiais provindos dos poços de inspeção. Foi elaborado também um croqui de localização e determinada a potencialidade e a distância média de transporte, como se mostra no Quadro 5.2 e na Figura 5.1.

As características geotécnicas do material amostrado foram determinadas em laboratório através de ensaios de granulometria, índices físicos, parâmetros de compactação e ensaios de permeabilidade com carga variável.

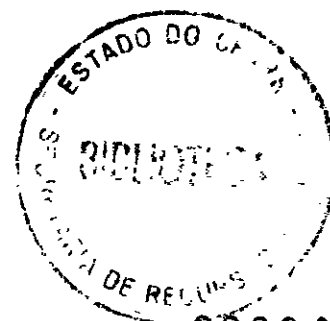
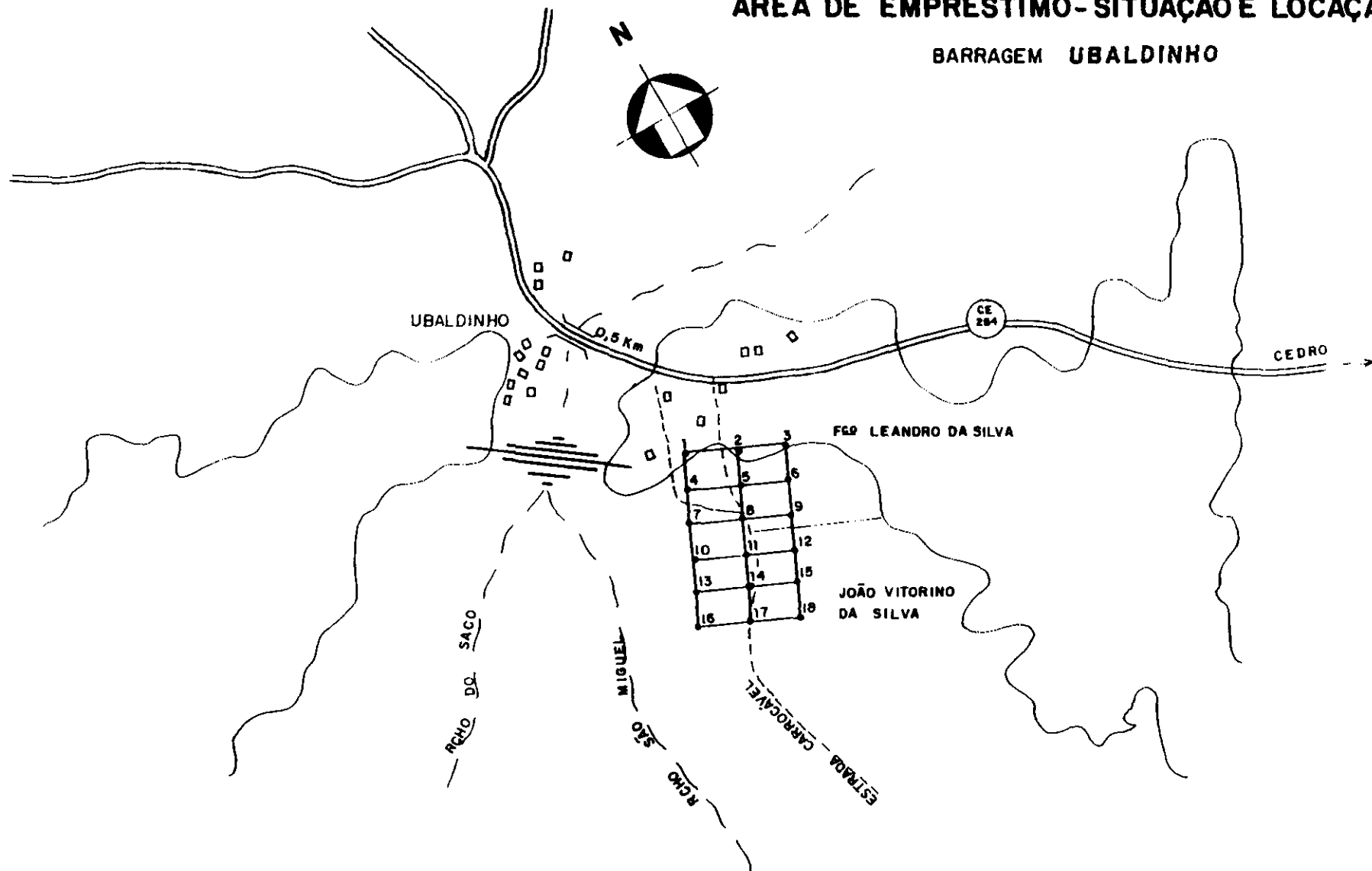


FIGURA 51

# ÁREA DE EMPRÉSTIMO - SITUAÇÃO E LOCAÇÃO

## BARRAGEM UBALDINHO



000043

QUADRO RESUMO - 5.2

ÁREA DE EMPRÉSTIMO

|                    | VALOR  | PLASTICIDADE |      |      | COMPACTAÇÃO             |         | CLASSIFICAÇÃO<br>(USBR) | VOLUME<br>DISPONÍVEL<br>(m <sup>3</sup> ) | DISTÂNCIA<br>DE<br>TRANSPORTE<br>(km) |
|--------------------|--------|--------------|------|------|-------------------------|---------|-------------------------|---|---------------------------------------|
|                    | LIMITE | LL           | LL   | LL   | SM (g/cm <sup>3</sup> ) | hot (%) |                         |   |                                       |
| ÁREA DE EMPRÉSTIMO | MÁXIMO | 35           | 26   | 16   | 1913                    | 17,1    | CL                      | 460.000                                   | 0,70                                  |
|                    | MÉDIO  | 38           | 24,7 | 13,3 | 1811                    | 15,3    | CL                      |   |                                       |
|                    | MÍNIMO | 35           | 23   | 10   | 1725                    | 12,7    | CL                      |   |                                       |

000044

| FURO<br>(Nº) | Densidade<br>Real das<br>Partículas | UMIDADE<br>NATURAL | DENSIDADE<br>"IN SITU" | GRANULOMETRIA (% QUE PASSA) |        |     |      |      |      |      |       |       |        |              |       |       |       | PLASTICIDADE<br>% |      |      | COMPACTAÇÃO                          |        | CLASSI-<br>FICAÇÃO<br>(USC) |
|--------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------------|--------|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------------------|------|------|--------------------------------------|--------|-----------------------------|
|              |                                     |                    |                        | PENEIRAMENTO                |        |     |      |      |      |      |       |       |        | SEDIMENTAÇÃO |       |       |       | LL                | LP   | IP   | γ <sub>SM</sub> (g/cm <sup>3</sup> ) | he1(%) |                             |
|              |                                     |                    |                        | 2"                          | 1 1/2" | 1"  | 3/4" | 1/2" | 3/8" | Nº 4 | Nº 10 | Nº 40 | Nº 200 | 0,01         | 0,005 | 0,002 | 0,001 |                   |      |      |                                      |        |                             |
| 01           | 2,58                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99   | 98   | 96    | 81    | 64     | -            | -     | -     | -     | 36                | 24   | 12   | 1865                                 | 15,0   | CL                          |
| 03           | 2,58                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99   | 95   | 90    | 77    | 62     | -            | -     | -     | -     | 38                | 25   | 13   | 1855                                 | 14,4   | CL                          |
| 05           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 97   | 92   | 89    | 77    | 65     | -            | -     | -     | -     | 38                | 25   | 13   | 1840                                 | 15,6   | CL                          |
| 07           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 99   | 98    | 86    | 75     | -            | -     | -     | -     | 40                | 25   | 15   | 1725                                 | 17,1   | CL                          |
| 09           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 100  | 98    | 84    | 72     | -            | -     | -     | -     | 40                | 24   | 16   | 1750                                 | 16,1   | CL                          |
| 10           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 100  | 97    | 72    | 50     | -            | -     | -     | -     | 38                | 26   | 12   | 1913                                 | 12,7   | CL                          |
| 12           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 100  | 99    | 87    | 74     | -            | -     | -     | -     | 39                | 25   | 14   | 1755                                 | 15,5   | CL                          |
| 14           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 99   | 98    | 85    | 73     | -            | -     | -     | -     | 37                | 23   | 14   | 1737                                 | 16,2   | CL                          |
| 16           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99   | 96   | 98    | 65    | 47     | -            | -     | -     | -     | 35                | 25   | 10   | 1907                                 | 13,3   | SC                          |
| 18           | 2,60                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 99   | 97    | 82    | 70     | -            | -     | -     | -     | 37                | 25   | 14   | 1760                                 | 16,9   | CL                          |
| MÉDIA        | 2,59                                | -                  | -                      | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99,4 | 97,8 | 96    | 79,6  | 65,2   | -            | -     | -     | -     | 38                | 24,7 | 13,3 | 1811                                 | 15,3   | CL                          |

000045



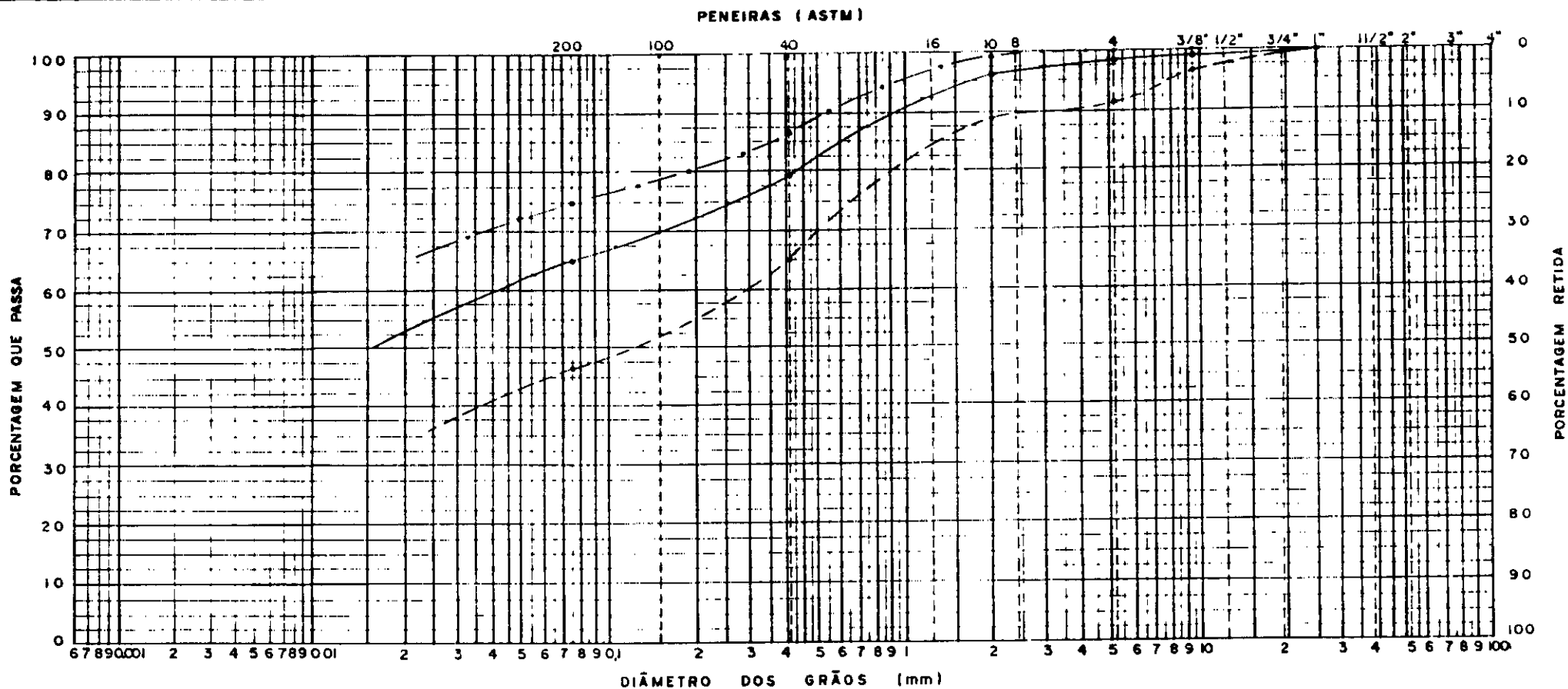
BARRAGEM UBALDINHO

ÁREA DE EMPRÉSTIMO

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA.

DES Nº



|      |        |       |            |             |              |            |
|------|--------|-------|------------|-------------|--------------|------------|
| ABNT | Argila | Silte | Areia fina | Areia média | Areia Grossa | Pedregulho |
| MIT  | Argila | Silte | Areia fina | Areia média | Areia Grossa | Pedregulho |
| USCS | Argila | Silte | Areia fina | Areia média | Areia Grossa | Pedregulho |

**LEGENDA**

- ..... CURVA MÁXIMA
- CURVA MÉDIA
- CURVA MÍNIMA

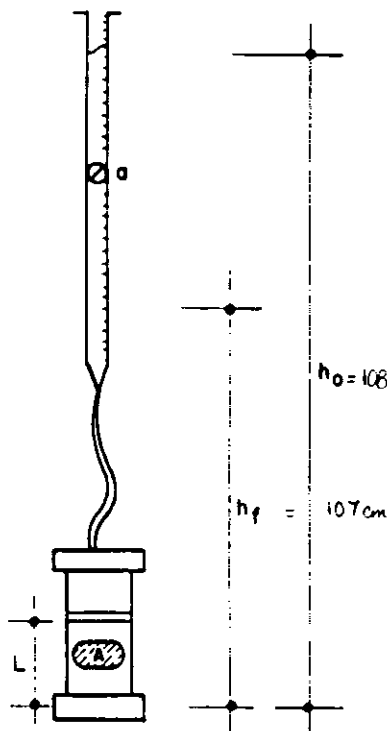
000046

**BARRAGEM UBALDINHO**

*AREA DE EMPRESTIMIO*

**CURVA GRANULOMÉTRICA**

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº



PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO =  $\gamma_s$

UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO =  $h$

ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA =  $h_0$

ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA =  $h_f$

TEMPO DECORRIDO NO ENSAIO =  $t$

ALTURA DO CORPO DE PROVA =  $L$

COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE =  $K$

ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA =  $a = 6,4 \text{ cm}^2$


$h_0 = 108 \text{ cm}$  ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA =  $A = 183 \text{ cm}^2$

$$K = \frac{2,3 a}{A t} L \log \frac{h_0}{h_f}$$

PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA JAZIDA  $\gamma_{SM} = 1811 \text{ (MÉDIA)}$

UMIDADE ÓTIMA DA JAZIDA  $w_{ot} = 15.3 \text{ (MÉDIA)}$

| DATA   | AREA DE EMPRÉSTIMO | FURO | $\gamma_s (\text{g/cm}^3)$ | $h (\%)$ | $h_0 (\text{cm})$ | $h_f (\text{cm})$ | $t (\text{seg})$ | $K (10^{-5} \text{ cm/s})$ |
|--------|--------------------|------|----------------------------|----------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| ABR/92 | 01                 | 3    | 1.855                      | 14.4     | 108               | 107               | 12300            | $1,8 \times 10^{-7}$       |
| ABR/92 | 01                 | 12   | 1.755                      | 15.5     | 108               | 107               | 12600            | $1,8 \times 10^{-7}$       |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |
|        |                    |      |                            |          |                   |                   |                  |                            |



**SARRAGEM**      **UBALDINHO**

ÁREA DE EMPRÉSTIMO

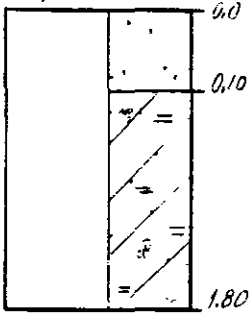
ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

SERVICOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA      FIG Nº



ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

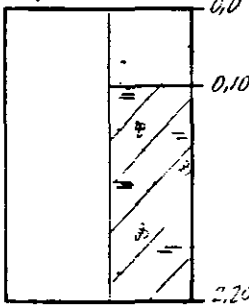
POÇO Nº 01



DESCRIÇÃO

|             |   |
|-------------|---|
| 0.0 - 0.10  | EXPURGO                                       |
| 0.10 - 1.80 | ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA |

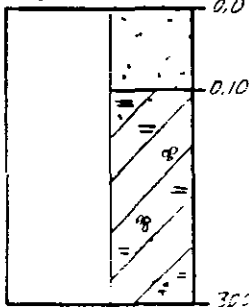
POÇO Nº 02



DESCRIÇÃO

|             |   |
|-------------|---|
| 0.0 - 0.10  | EXPURGO                                       |
| 0.10 - 2.20 | ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA |

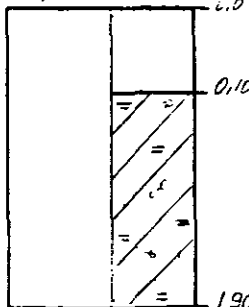
POÇO Nº 03



DESCRIÇÃO

|             |   |
|-------------|---|
| 0.0 - 0.10  | EXPURGO                                       |
| 0.10 - 3.50 | ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA |

POÇO Nº 04



DESCRIÇÃO

|             |   |
|-------------|---|
| 0.0 - 0.10  | EXPURGO                                       |
| 0.10 - 1.90 | ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA |



BARRAGEM UBALDINHO

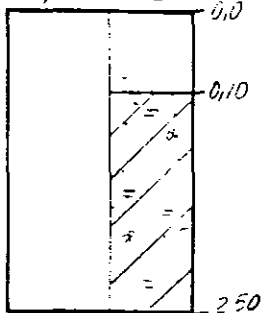
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000048

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

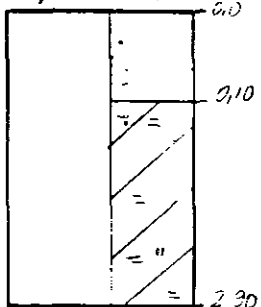
POÇO Nº 05



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |

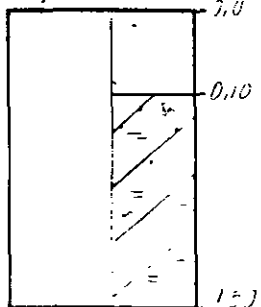
POÇO Nº 06



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |

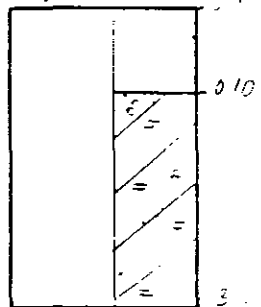
POÇO Nº 07



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |

POÇO Nº 08



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |



BARRAGEM

UBALDINHO

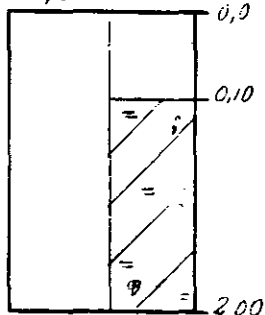
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000049

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

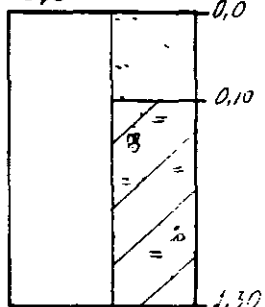
POÇO Nº 09



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 2,00 |   |

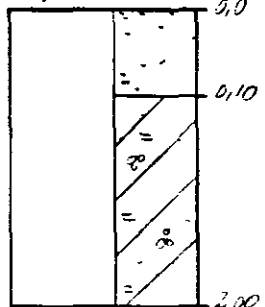
POÇO Nº 10



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 1,30 |   |

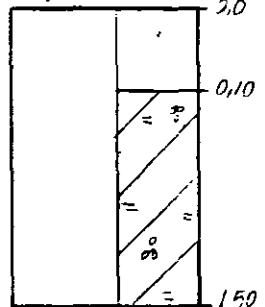
POÇO Nº 11



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 2,00 |   |

POÇO Nº 12



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 1,50 |   |



BARRAGEM UBALDINHO

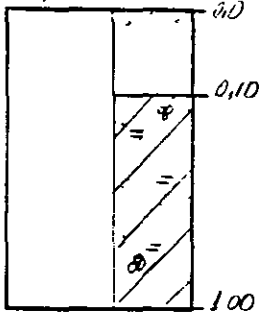
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000050

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

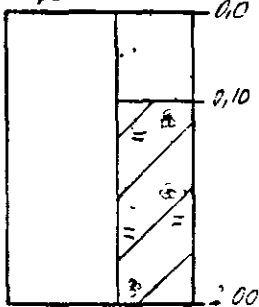
POÇO Nº 13



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 1,00 |   |

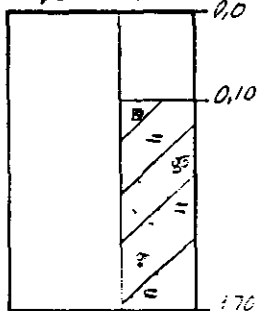
POÇO Nº 14



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 2,00 |   |

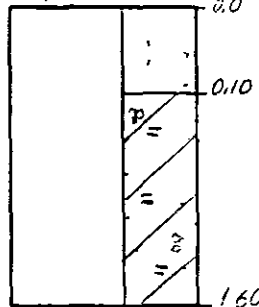
POÇO Nº 15



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 1,70 |   |

POÇO Nº 16



DESCRIÇÃO

|      |   |
|------|---|
| 0,0  | EXPURGO                                     |
| 0,10 | ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA |
| 1,60 |   |



BARRAGEM UBALDINHO

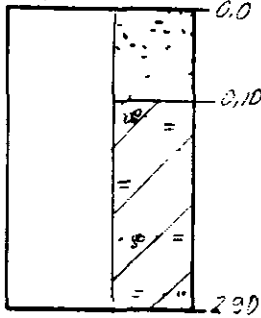
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

000051

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

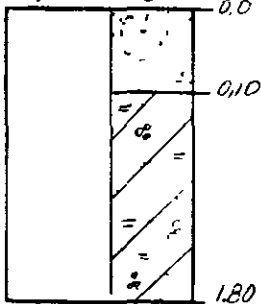
POÇO Nº 17



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA e/ PEDREGULHO VERMELHA |

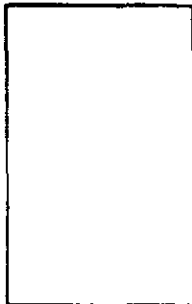
POÇO Nº 18



DESCRIÇÃO

|   |
|---|
| EXPURGO                                     |
| ARGILA ARENO SILTOSA e/ PEDREGULHO VERMELHA |

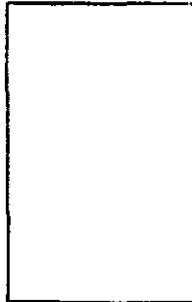
POÇO Nº



DESCRIÇÃO

|  |
|--|
|  |
|  |

POÇO Nº



DESCRIÇÃO

|  |
|--|
|  |
|  |



BARRAGEM UBALDINHO

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

**5.2.2 - Materiais granulares (jazida de areia)**

### 5.2.2 - Materiais granulares (jazida de areia)

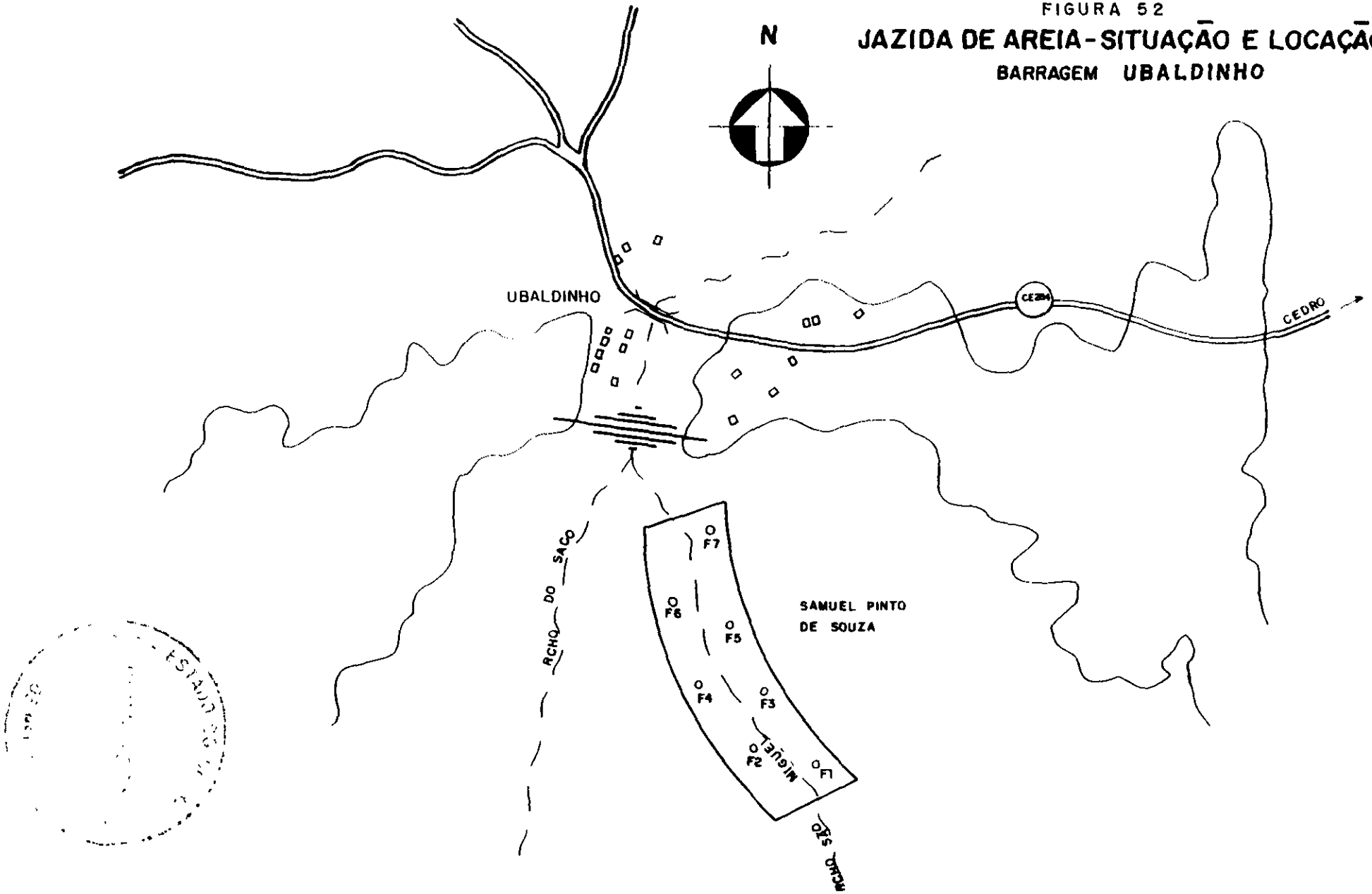
Os materiais granulares, com características adequadas a serem usadas nas obras de concreto e nos drenos, são provenientes de jazida localizada no leito do Riacho São Miguel, como é visto no croqui de localização a seguir

Este depósito, com espessura que atinge 1,2 m de profundidade é formado por areia média a grossa. Os estudos desses materiais se processaram através da abertura de poços de inspeção e coleta de amostras para realização dos ensaios de granulometria.

**TABELA RESUMO  
JAZIDA DE AREIA**

| CLASSIFICAÇÃO                     | VOLUME<br>(m <sup>3</sup> ) | DISTÂNCIA MÉDIA<br>(km) | PROPRIETÁRIO             |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| AREIA QUARTZOZA<br>MÉDIA A GROSSA | 8.400                       | 0,20                    | SAMUEL PINTO<br>DE SOUZA |

FIGURA 52  
JAZIDA DE AREIA - SITUAÇÃO E LOCAÇÃO  
BARRAGEM UBALDINHO



000033



| FURO<br>Nº | AMOSTRA<br>Nº | GRANULOMETRIA (% QUE PASSA) |        |     |      |      |      |      |       |       |        | hot (%) | γSmin(g/cm <sup>3</sup> ) | γSmax (g/crr <sup>3</sup> ) |
|------------|---------------|-----------------------------|--------|-----|------|------|------|------|-------|-------|--------|---------|---------------------------|-----------------------------|
|            |               | 2"                          | 1 1/2" | 1"  | 3/4" | 1/2" | 3/8" | Nº 4 | Nº 10 | Nº 40 | Nº 200 |         |                           |                             |
| 01         | -             | -                           | -      | 100 | -    | -    | 100  | 99   | 96    | 23    | 4      | -       | -                         | -                           |
| 04         | -             | -                           | -      | 100 | -    | -    | 98   | 94   | 19    | 15    | 3      | -       | -                         | -                           |
| 07         | -             | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99   | 98   | 86    | 10    | 5      | -       | -                         | -                           |
| MÉDIA      | -             | -                           | -      | 100 | -    | -    | 99   | 97   | 87    | 19    | 4      | -       | -                         | -                           |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |
|            |               |                             |        |     |      |      |      |      |       |       |        |         |                           |                             |

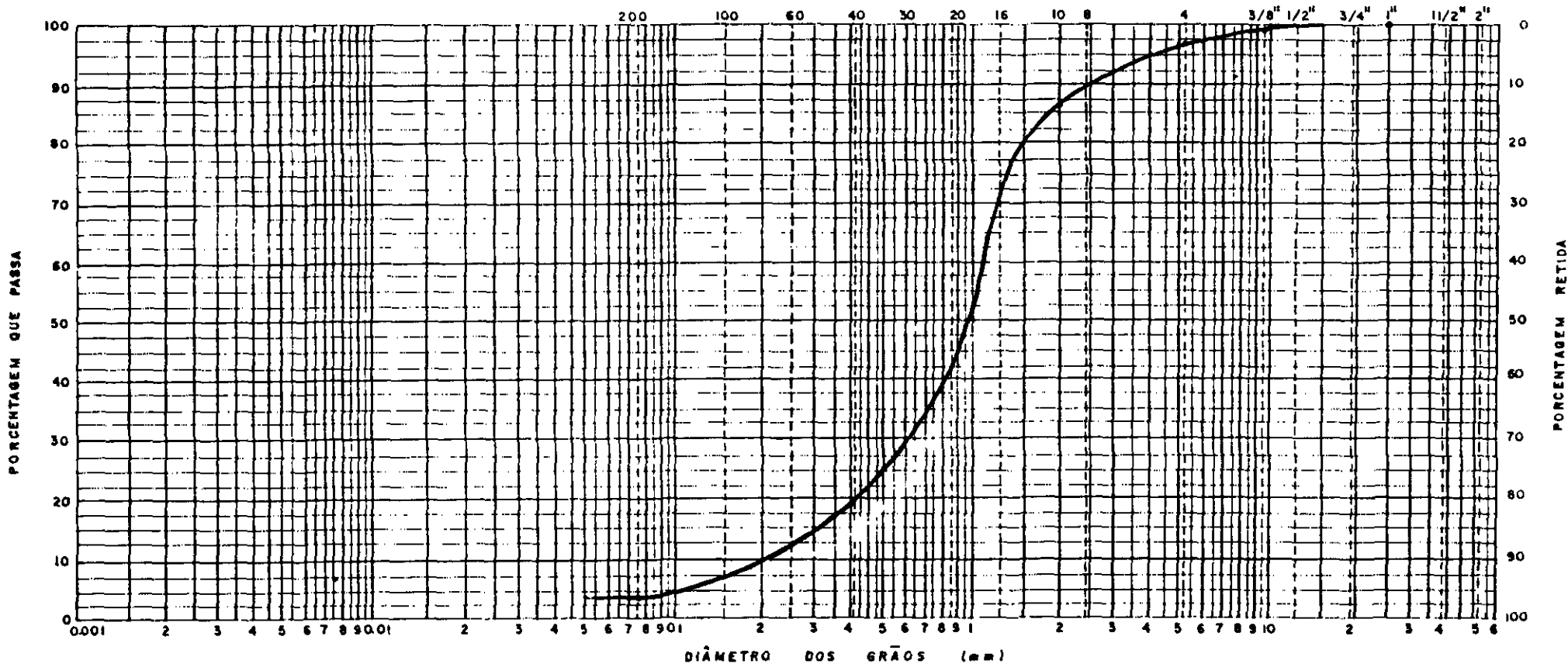
000056



BARRAGEM UBALDINHO  
 JAZIDA DE AREIA  
 QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

PENEIRAS (ASTM)



|      |        |       |            |             |              |            |
|------|--------|-------|------------|-------------|--------------|------------|
| ABNT | Argila | Silte | Areia fina | Areia media | Areia grossa | Pedregulho |
| MIT  | Argila | Silte | Areia fina | Areia media | Areia grossa | Pedregulho |
| USCS | Argila | Silte | Areia fina | Areia media | Areia grossa | Pedregulho |

000057

OBS CURVA MÉDIA



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

CURVA GRANULOMÉTRICA

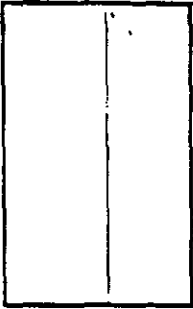
SERVICIOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº

POÇO Nº 01

0,0

DESCRIÇÃO



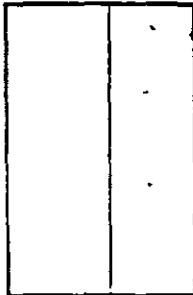
1.50

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 02

0,0

DESCRIÇÃO



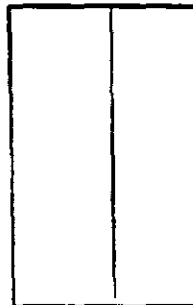
1.90

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA

POÇO Nº 03

0,0

DESCRIÇÃO



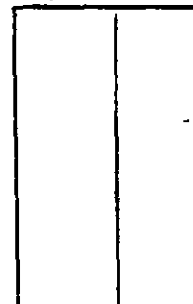
1.80

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA

POÇO Nº 04

0,0

DESCRIÇÃO



2.00

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

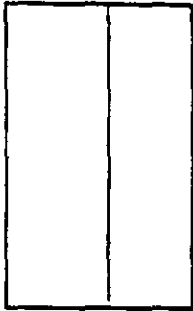
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

000038

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº

POÇO Nº 05 2,0

DESCRIÇÃO

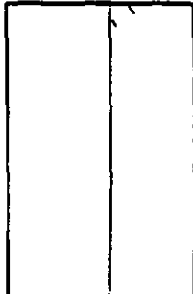


1.40

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 06 2,0

DESCRIÇÃO

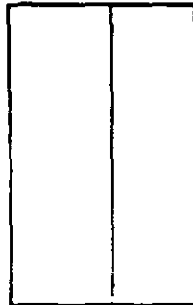


1.90

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 07 2,0

DESCRIÇÃO

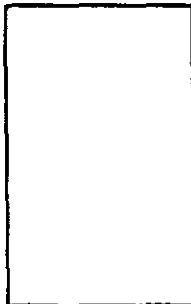


1.80

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº

DESCRIÇÃO



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000059

**5.2.3 - Materiais Rochosos (pedreira)**

### 5.2.3 - Materiais Rochosos (pedreira)

Os materiais rochosos a serem utilizados na construção das obras de concreto e no enrocamento, são provenientes de uma pedreira localizada a 4,0 km do eixo, na margem direita do Riacho São Miguel, como mostra o croqui a seguir.

Todo o material rochoso é de composição gnáissica-granítica bastante compacto, pouco fraturado e de fácil exploração, além de oferecer volume suficiente para suprir as necessidades da obra.

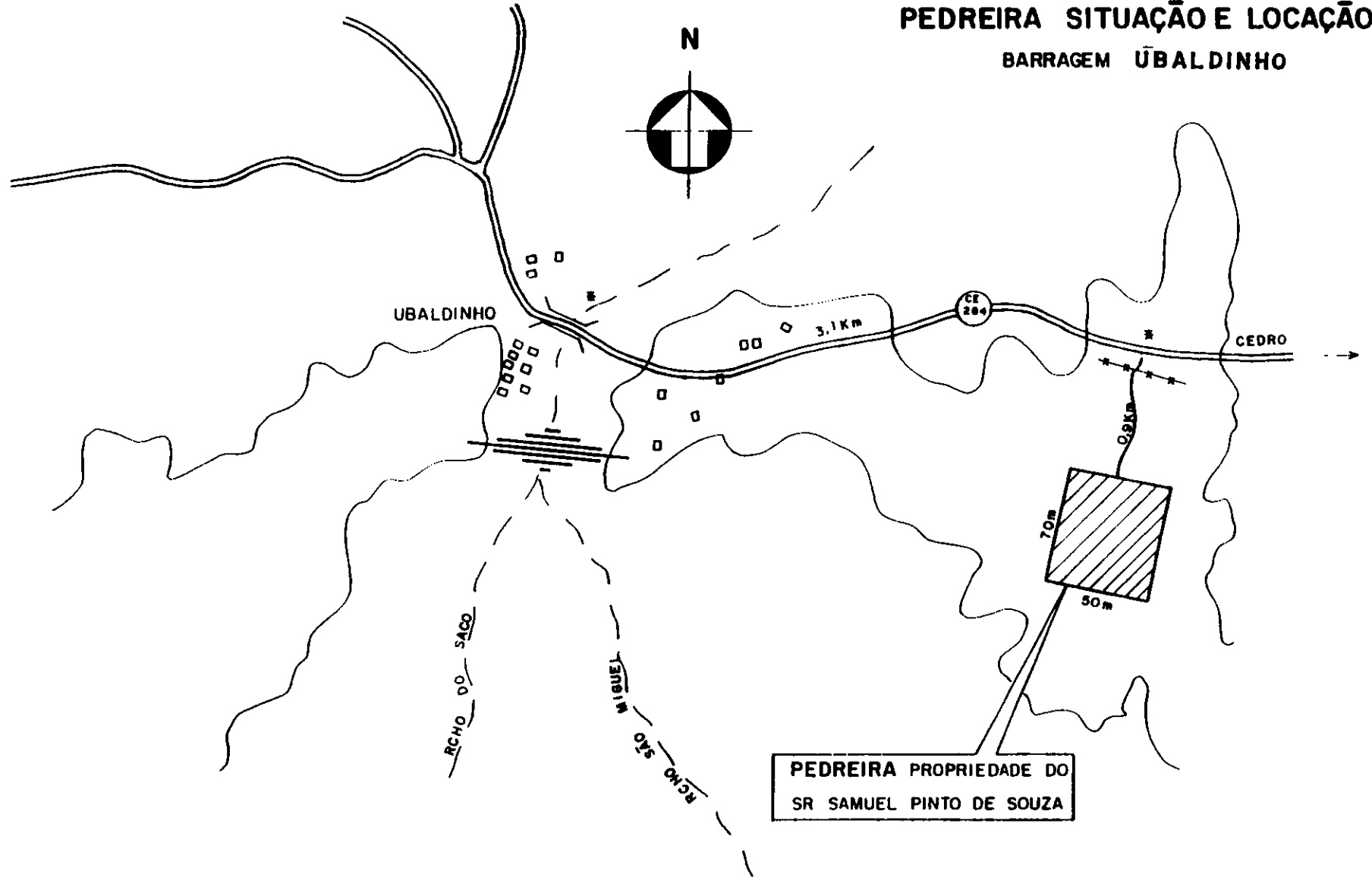
**TABELA RESUMO  
PEDREIRA**

| CLASSIFICAÇÃO         | VOLUME<br>(m <sup>3</sup> ) | DISTÂNCIA MÉDIA<br>(km) | PROPRIETÁRIO             |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| GNAISSE/<br>GRANÍTICO | 14.000                      | 4,0                     | SAMUEL PINTO<br>DE SOUZA |

FIGURA 53

**PEDREIRA SITUAÇÃO E LOCAÇÃO**

**BARRAGEM ŪBALDINHO**



000062



**6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS**



## 6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

### 6.1 - INTRODUÇÃO

#### 6.1.1 - Objetivos

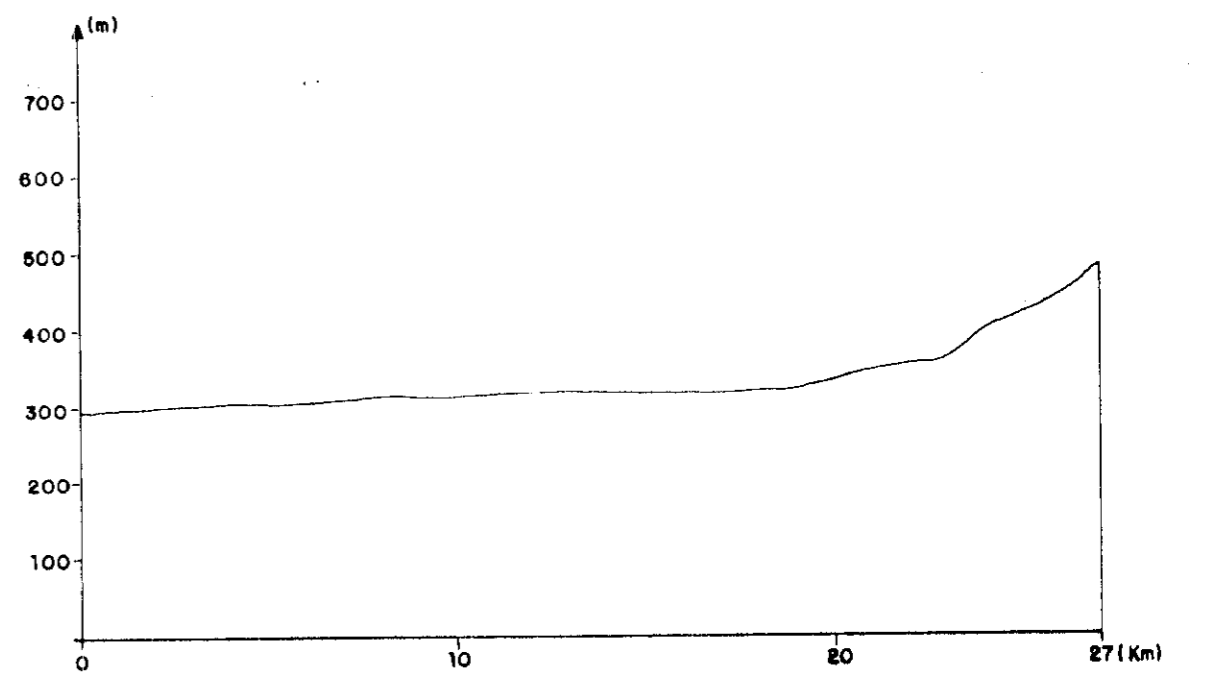
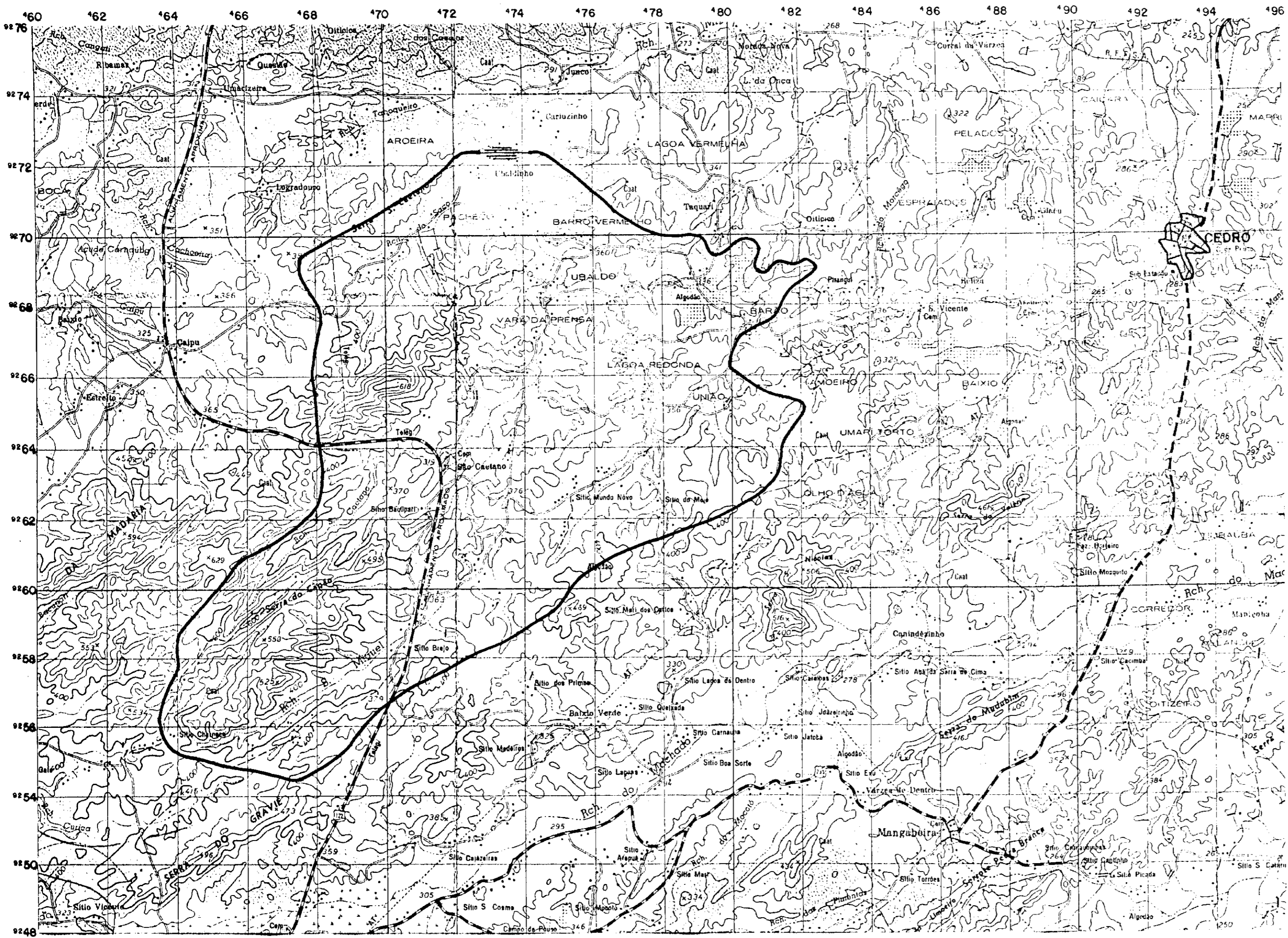
Os estudos hidroclimatológicos objetivaram fornecer informações relativas ao relevo, clima e recursos hídricos de superfície referentes a bacia hidrográfica do Açude São Miguel, com vistas ao seu dimensionamento e suas possibilidades de abastecimento humano e de áreas irrigáveis a jusante.

#### 6.1 1.2 - Fisiografia e Vegetação

Com uma área de 176 km<sup>2</sup>, a bacia hidrográfica do Açude São Miguel se encontra na microrregião dos sertões do Salgado se desenvolvendo sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina com relevos do tipo R<sub>5</sub> e R<sub>6</sub>.

O vale até a seção do barramento tem sentido sul-norte, com 27 km de comprimento, se desenvolvendo numa rede de drenagem dendrítica, com altitude inicial de 600 m e declividade média 0,74%. O Mapa da figura 6.1 apresenta a caracterização física da bacia

A vegetação da região enquadra-se predominantemente no tipo "caatinga", característica das zonas áridas e semi-áridas do Nordeste. A presença de caatinga arbustiva de porte considerável ocorre em função do relevo de cotas mais elevadas, onde as condições físicas ambientais se mostram mais favoráveis ao seu desenvolvimento. Contrastando com este tipo de caatinga, desenvolve-se o tipo herbáceo, de forma mirrada, muito degredada, pouco alta e espinhosa.



PERFIL DO TALVEGUE

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA

|                         |       |                         |
|-------------------------|-------|-------------------------|
| ÁREA                    | _____ | A = 176 Km <sup>2</sup> |
| COMPRIMENTO DO TALVEGUE | _____ | L = 27 Km               |
| ÍNDICE DE COMPACIDADE   | _____ | Kc = 0.10               |
| FATOR DE FORMA          | _____ | Kf = 0.24               |
| DECLIVIDADE MÉDIA       | _____ | D = 0.74%               |
| TIPO DE RELEVO          | _____ | R5 e R6                 |

FIGURA 6.1  
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO  
 FÍSICA DO AÇUDE UBALDINHO

## 6.2 - CLIMATOLOGIA

A bacia do Açude São Miguel apresenta, predominantemente, um único tipo climático, o tropical semi-árido, com chuvas de outono, correspondendo ao tipo de BWx' Koppen, com precipitações inferiores 1.000 mm anuais.

A seguir serão estudados alguns parâmetros caracterizadores do clima da região.

### 6.2.1 - Estudos pluviométricos

#### 6.2.1.1 - Objetivos

Os estudos pluviométricos visam fundamentalmente:

- caracterizar o regime pluviométrico a nível anual e mensal, bem como o relativo às chuvas intensas;
- fornecer os elementos indispensáveis aos estudos subsequentes de deflúvios e cheias.

#### 6.2.1.2 - Caracterização Pluviométrica

A rede pluviométrica da região é razoavelmente densa, porém possui alguns postos com registros de curta duração que foram descartados. No interior e na circunvizinhança, apenas 6 se mostraram aproveitáveis. As principais características destes postos se encontram no Quadro 6.1.

Os postos de Várzea e Cedro são os mais representativos da região e foram usados para caracterizar a pluviometria. A Figura 6.2 extraída do PERH apresenta de forma pormenorizada esta caracterização.

**QUADRO 6.1**  
**AÇUDE SÃO MIGUEL - PLUVIOMETRIA**

| CÓDIGO DA ESTAÇÃO | NOME DA ESTAÇÃO | MUNICÍPIO            | LATITUDE |      | LONGITUDE |     | ALTITUDE (m) |
|-------------------|-----------------|----------------------|----------|------|-----------|-----|--------------|
|                   |                 |                      | GR.      | MIN. | GR.       | MIN |              |
| 3831352           | Naranjú         | V. Alegre            | 06       | 40   | 39        | 15  | 320          |
| 3831106           | Boq. Poço Paus  | Cariús               | 06       | 35   | 39        | 29  | 240          |
| 3831578           | Mangabeira      | Lavras da Mangabeira | 06       | 46   | 39        | 07  | 390          |
| 3831287           | Cedro           | Cedro                | 06       | 36   | 39        | 04  | 246          |
| 3831543           | Várzea Alegre   | V. Alegre            | 06       | 49   | 39        | 18  | 345          |
| 383154            | Várzea Alegre   | V. Alegre            | 06       | 45   | 39        | 17  | 345          |

# CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

FIG. 6.2

## I - POSTOS REPRESENTATIVOS

| POSTO  | CÓDIGO  | PLUVIOMETRIA<br>MÉDIA ANUAL (mm) |
|--------|---------|----------------------------------|
| VÁRZEA | 3821978 | 938                              |
| CEDRO  | 3831287 | 895,3                            |

## II - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL

| POSTO  | PROBABILIDADE P(N < Hp) (%) |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
|--------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|        | 1                           | 2     | 5     | 10    | 20    | 50    | 80     | 90     | 98     | 99     |
| VÁRZEA | 301,5                       | 377,6 | 417,3 | 530,0 | 580,4 | 883,1 | 1209,8 | 1409,4 | 1811,4 | 1969,6 |
| CEDRO  | 208,8                       | 316,6 | 368,5 | 501,1 | 556,1 | 841,4 | 1097,4 | 1237,5 | 1493,2 | 1586,5 |

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

## III - FREQUÊNCIA DE PELO MENOS n DIAS COM OCORRÊNCIA DE CHUVA

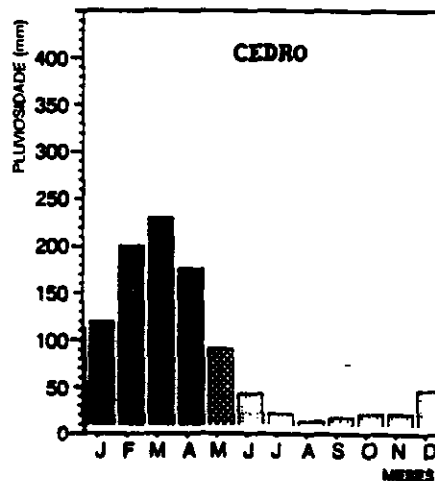
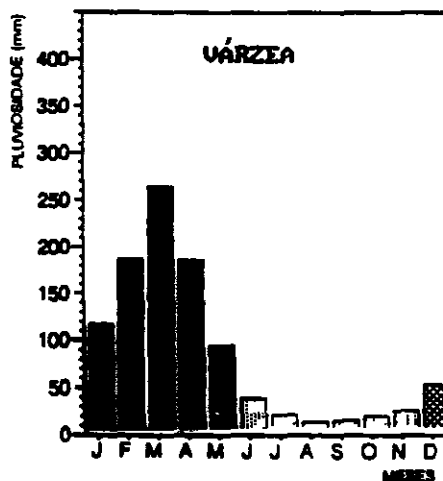
| POSTO   | MES | NUMERO DE DIAS |      |      |      |      |      |      |     |     |     |
|---------|-----|----------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
|         |     | 1              | 2    | 4    | 8    | 12   | 15   | 18   | 20  | 22  | 25  |
| 3821978 | JAN | 88,5           | 82,0 | 59,0 | 18,0 | 8,2  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | FEV | 90,2           | 90,2 | 82,0 | 50,8 | 18,0 | 9,8  | 4,9  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | MAR | 90,2           | 90,2 | 88,5 | 75,4 | 50,8 | 31,1 | 13,1 | 6,6 | 3,3 | 0,0 |
|         | ABR | 90,2           | 90,2 | 88,5 | 50,8 | 24,6 | 9,8  | 6,6  | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
|         | MAI | 88,5           | 80,3 | 63,9 | 23,0 | 1,6  | 1,6  | 1,6  | 1,6 | 0,0 | 0,0 |
|         | JUN | 75,4           | 59,0 | 32,8 | 4,9  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | JUL | 55,7           | 32,8 | 14,8 | 3,3  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | AGO | 31,1           | 16,4 | 1,6  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | SET | 47,5           | 26,2 | 6,6  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | OUT | 41,0           | 21,3 | 4,9  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | NOV | 44,3           | 24,6 | 9,8  | 1,6  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
|         | DEZ | 63,9           | 49,2 | 21,3 | 1,6  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

## IV - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA PARA MAIORES PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

| POSTO  | PERÍODO DE RETORNO (ANOS) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 5                         | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 40    | 50    | 75    | 100   |
| VÁRZEA | 114,1                     | 131,0 | 140,1 | 146,2 | 150,9 | 154,6 | 160,4 | 164,8 | 172,6 | 178,1 |
| CEDRO  | 104,6                     | 122,3 | 131,6 | 137,8 | 142,5 | 146,3 | 152,0 | 156,4 | 164,1 | 169,5 |

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

## V - HIETOGRAMAS



000068

### 6.2.1.3 - Chuvas Intensas

#### - Caracterização do regime de chuva diária

Os dados utilizados nesta fase de estudo são os de precipitação diária do posto de Naraniú, com 27 anos de observação, que se mostrou o mais adequado da região em estudo para caracterizá-la sobre este aspecto, por se situar no centro geométrico da bacia.

As precipitações diárias no posto de Naraniú foram ajustadas às diversas leis de probabilidade de valores extremos e verificado o melhor ajuste através do teste do "CHI-SQUARE".

A distribuição que melhor se ajustou à série foi a Log Pearson Tipo III, segundo pode-se observar nos Quadros 6.2, 6.3 e 6.4

#### - Intensidade de chuva

#### ● Metodologia

A metodologia utilizada é a das "Isozonas" 1/ e descreve-se a seguir a sua aplicação:

- compilou-se os dados das máximas chuvas diárias, para o posto de Naraniú, no centro da área do projeto;
- calculou-se para o posto, pelo método estatístico Log Pearson III, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto para 100, 200, 500 e 1000 anos;
- converteu-se a chuva de um dia em chuva de 24 horas, multiplicando-se a primeira pelo fator 1,10;
- determinou-se na Figura 6.3 a isozona correspondente ao projeto (ISOZONA G);

1/ TABORGA TORRICO, Jaime - Prática Hidrológica - 2ª ed Rio de Janeiro, 1975, 120 p

## QUADRO 6.2

BACIA DA BARRAGEM DO SAO MIGUEL, CEARA  
 ESTATISTICA DAS PLUVIOMETRIAS MAXIMAS OBSERVADAS.

| MONTH | DAY | WAT. YR | PEAK VALUE<br>(mm) | RANK | WEIBULL | RETURN PERIOD |            |            |         |
|-------|-----|---------|--------------------|------|---------|---------------|------------|------------|---------|
|       |     |         |                    |      |         | HAZEN         | GRINGORTEN | CHEGODAYEV | CUNNAME |
| jan   | 22  | 961     | 79.00              | 17   | 1.65    | 1.64          | 1.64       | 1.64       | 1.64    |
| dez   | 17  | 962     | 80.40              | 15   | 1.87    | 1.86          | 1.86       | 1.86       | 1.86    |
| mar   | 13  | 963     | 59.00              | 26   | 1.08    | 1.06          | 1.06       | 1.07       | 1.06    |
| mar   | 1   | 964     | 68.00              | 23   | 1.22    | 1.20          | 1.20       | 1.21       | 1.20    |
| nov   | 5   | 965     | 81.90              | 14   | 2.00    | 2.00          | 2.00       | 2.00       | 2.00    |
| fev   | 6   | 966     | 103.50             | 6    | 4.67    | 4.91          | 4.88       | 4.81       | 4.86    |
| mai   | 9   | 967     | 69.00              | 21   | 1.33    | 1.32          | 1.32       | 1.32       | 1.32    |
| fev   | 9   | 968     | 66.60              | 24   | 1.17    | 1.15          | 1.15       | 1.16       | 1.15    |
| mai   | 6   | 969     | 78.00              | 18   | 1.56    | 1.54          | 1.54       | 1.55       | 1.55    |
| mar   | 6   | 970     | 103.00             | 7    | 4.00    | 4.15          | 4.13       | 4.09       | 4.12    |
| jan   | 29  | 971     | 73.20              | 19   | 1.47    | 1.46          | 1.46       | 1.47       | 1.46    |
| mar   | 3   | 972     | 91.50              | 10   | 2.80    | 2.84          | 2.84       | 2.82       | 2.83    |
| mar   | 12  | 973     | 90.30              | 11   | 2.55    | 2.57          | 2.57       | 2.56       | 2.57    |
| abr   | 13  | 974     | 101.00             | 8    | 3.50    | 3.60          | 3.59       | 3.56       | 3.58    |
| mar   | 7   | 975     | 104.00             | 5    | 5.60    | 6.00          | 5.95       | 5.83       | 5.91    |
| mar   | 10  | 976     | 69.00              | 22   | 1.27    | 1.26          | 1.26       | 1.26       | 1.26    |
| mai   | 12  | 977     | 106.00             | 4    | 7.00    | 7.71          | 7.62       | 7.41       | 7.56    |
| abr   | 6   | 978     | 108.00             | 3    | 9.33    | 10.80         | 10.59      | 10.15      | 10.46   |
| mar   | 30  | 979     | 51.70              | 27   | 1.04    | 1.02          | 1.02       | 1.03       | 1.02    |
| jan   | 14  | 980     | 85.00              | 12   | 2.33    | 2.35          | 2.35       | 2.34       | 2.34    |
| mar   | 16  | 981     | 62.20              | 25   | 1.12    | 1.10          | 1.10       | 1.11       | 1.11    |
| fev   | 26  | 982     | 80.00              | 16   | 1.75    | 1.74          | 1.74       | 1.75       | 1.74    |
| fev   | 4   | 983     | 145.00             | 1    | 28.00   | 54.00         | 48.43      | 39.14      | 45.33   |
| out   | 11  | 984     | 134.00             | 2    | 14.00   | 18.00         | 17.38      | 16.12      | 17.00   |
| mar   | 28  | 985     | 73.00              | 20   | 1.40    | 1.38          | 1.39       | 1.39       | 1.39    |
| fev   | 27  | 986     | 83.80              | 13   | 2.15    | 2.16          | 2.16       | 2.16       | 2.16    |
| mar   | 22  | 987     | 93.20              | 9    | 3.11    | 3.18          | 3.17       | 3.15       | 3.16    |

000070

QUADRO 63

posto pluviometrico de NARANIU

SAMPLE SIZE = 27

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 86 64 STD DEV = 21 65 COEF OF SKEW = 9379

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 4 43346 STD DEV = 24027 COEF OF SKEW = 2588

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 1 92543 STD DEV = 10434 COEF OF SKEW = 2691

FREQUENCY DISTRIBUTION

| RETURN PERIOD (YRS) | TRUNCATED NORMAL ( mm) | 2-PARAMETER LOGNORMAL ( mm) | 3-PARAMETER LOGNORMAL ( mm) | TYPE I EXTREMAL ( mm) | TYPE I LOG-EXTREMAL ( mm) | PEARSON TYPE III ( mm) | LOG PEARSON TYPE III ( mm) |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| 2 00                | 86 64                  | 84 22                       | 83 57                       | 83 36                 | 81 21                     | 83 34                  | 83 36                      |
| 2 33                | 90 54                  | 87 95                       | 87 32                       | 87 53                 | 85 06                     | 87 16                  | 87 06                      |
| 5 00                | 105 17                 | 103 45                      | 103 31                      | 105 66                | 104 01                    | 103 50                 | 103 09                     |
| 10 00               | 115 11                 | 115 52                      | 116 16                      | 120 42                | 122 53                    | 116 55                 | 116 29                     |
| 20 00               | 123 57                 | 126 88                      | 128 56                      | 134 59                | 143 38                    | 128 97                 | 129 31                     |
| 50 00               | 133 45                 | 141 59                      | 144 99                      | 152 92                | 175 73                    | 145 11                 | 147 01                     |
| 100 00              | 140 31                 | 152 78                      | 157 76                      | 166 65                | 204 66                    | 157 38                 | 161 14                     |
| 200 00              | 146 81                 | 164 20                      | 171 03                      | 180 34                | 238 23                    | 169 88                 | 176 15                     |
| 500 00              | 155 01                 | 179 86                      | 189 57                      | 198 40                | 291 09                    | 186 88                 | 197 72                     |
| 1000 00             | 161 02                 | 192 25                      | 204 52                      | 212 04                | 338 68                    | 200 23                 | 215 61                     |

FREQUENCY DISTRIBUTION

| CLASS INTERVAL   | PROBABILITY | TRUNCATED NORMAL ( mm) | 2-PARAMETER LOGNORMAL ( mm) | 3-PARAMETER LOGNORMAL ( mm) | TYPE I EXTREMAL ( mm) | TYPE I LOG-EXTREMAL ( mm) | PEARSON TYPE III ( mm) | LOG PEARSON TYPE III ( mm) |
|------------------|-------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| 0                | .0000       | 00                     | 00                          | 00                          | 00                    | 00                        | 00                     | 00                         |
| 1                | .2000       | 68 42                  | 68 80                       | 68 47                       | 66 79                 | 67 57                     | 67 78                  | 68 22                      |
| 2                | .4000       | 81 16                  | 79 25                       | 78 62                       | 77 87                 | 76 41                     | 77 81                  | 78 00                      |
| 3                | .6000       | 92 13                  | 89 51                       | 88 90                       | 89 37                 | 86 81                     | 88 26                  | 88 04                      |
| 4                | .8000       | 104 86                 | 103 10                      | 102 94                      | 105 66                | 104 01                    | 102 62                 | 102 02                     |
| 5                | 1 0000      | INFINITY               | INFINITY                    | INFINITY                    | INFINITY              | INFINITY                  | INFINITY               | INFINITY                   |
| CHI-SQUARE VALUE |             | 1 704                  | 222                         | .963                        | 1 704                 | 1 704                     | 1 704                  | 963                        |

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC = 9 492

000071

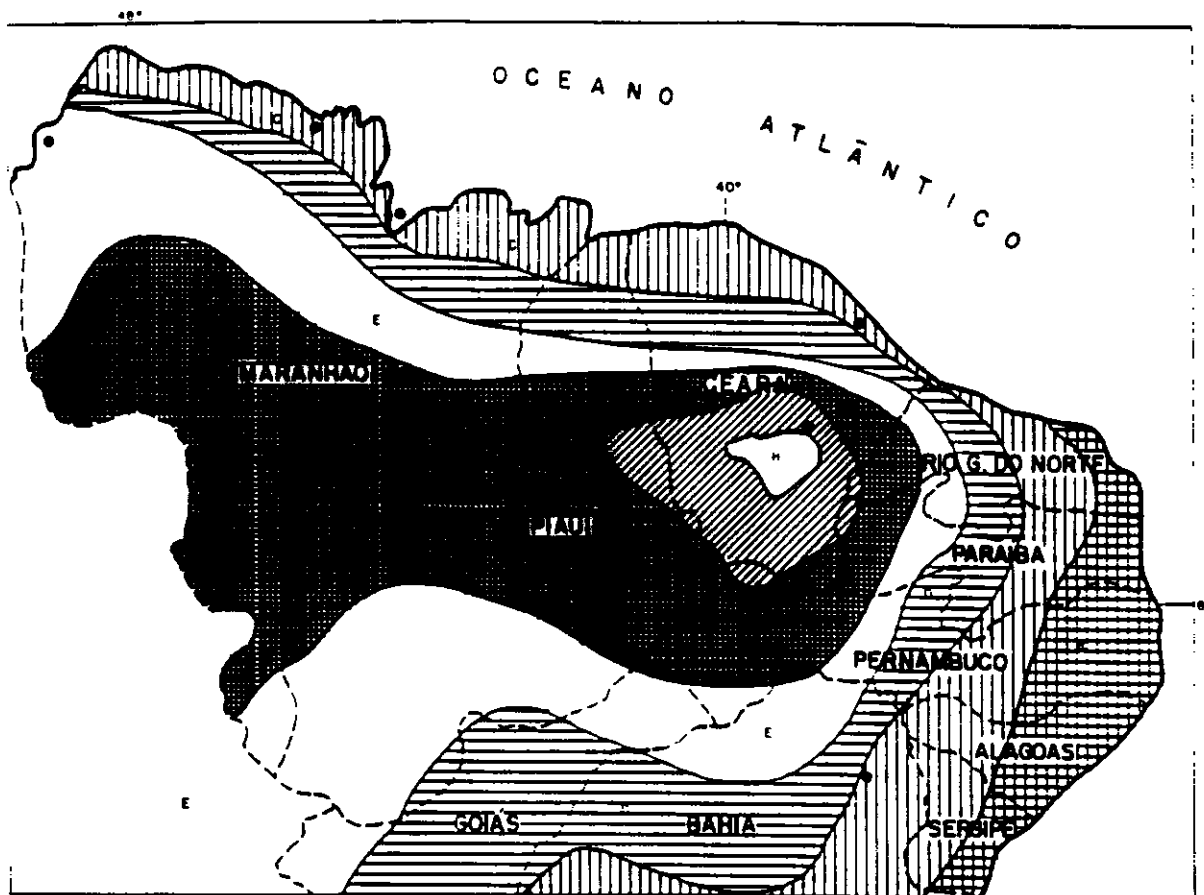




## QUADRO 6 4

| RETURN<br>PERIOD                    | LOG PEARSON<br>TYPE III<br>WITH WEIGHTED<br>REGIONAL SKEW<br>( mm) |      |
|-------------------------------------|--|------|
| (YRS)                               |  |      |
| 2.00                                | 83.69  |      |
| 2.33                                | 87.40  |      |
| 5.00                                | 103.24   |      |
| 10.00                               | 116.01   |      |
| 20.00                               | 128.40   |      |
| 50.00                               | 144.92   |      |
| 100.00                              | 157.88   |      |
| 200.00                              | 171.44   |      |
| 500.00                              | 190.58   |      |
| 1000.00                             | 206.19   |      |
| WEIGHTED SKEW CHI-SQUARE VALUE      |  | .963 |
| COMPUTED SKEW (LOG10)=              |  | 2691 |
| REGIONAL SKEW (LOG10)=              |  | 000  |
| WEIGHTED SKEW (LOG10)=              |  | 1596 |
| MEAN SQUARE ERROR OF LOG10 SKEW=    |  | 2071 |
| MEAN SQUARE ERROR OF REGIONAL SKEW= |  | 3020 |

000072



| TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS |                         |     |     |     |     |     |     |     |      |       |           |     |
|------------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|-----|
| ZONA                         | 1 HORA / 24 HORAS CHUVA |     |     |     |     |     |     |     |      |       | 24h CHUVA |     |
|                              | 5                       | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 50  | 100 | 1000 | 10000 | 5-100     | 100 |
| A                            | 362                     | 358 | 356 | 355 | 354 | 353 | 350 | 347 | 336  | 325   | 79        | 63  |
| B                            | 381                     | 378 | 375 | 374 | 373 | 372 | 369 | 366 | 354  | 343   | 84        | 75  |
| C                            | 401                     | 397 | 395 | 393 | 392 | 391 | 388 | 384 | 372  | 362   | 98        | 86  |
| D                            | 420                     | 416 | 414 | 412 | 411 | 410 | 407 | 403 | 390  | 378   | 112       | 100 |
| E                            | 440                     | 436 | 433 | 432 | 430 | 429 | 426 | 422 | 409  | 396   | 126       | 112 |
| F                            | 460                     | 455 | 453 | 451 | 449 | 448 | 445 | 441 | 427  | 413   | 139       | 124 |
| G                            | 479                     | 474 | 472 | 470 | 468 | 467 | 464 | 459 | 443  | 431   | 154       | 137 |
| H                            | 499                     | 494 | 491 | 489 | 486 | 485 | 483 | 478 | 463  | 448   | 167       | 149 |

FIGURA - 6 3

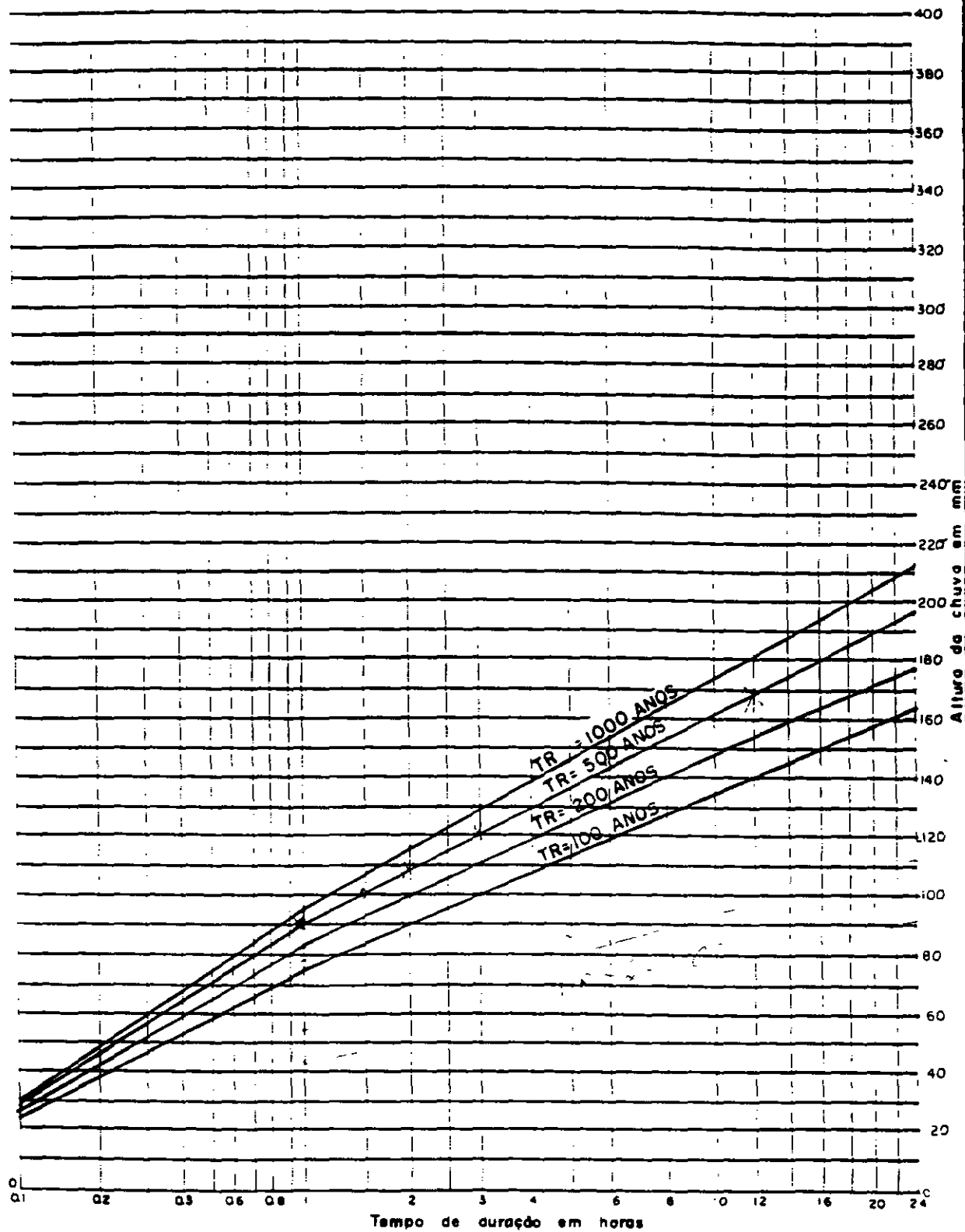
ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

- na tabela da Figura 6.3, fixou-se para a isozona do projeto e para o tempo de recorrência previsto, a percentagem para a chuva de 1 hora;
- calculou-se, com essas percentagens e a chuva de 24 horas (100%), a altura de precipitação para 1 hora;
- delimitou-se no papel de probabilidades, Figura 6.4 as alturas de chuva para 24 horas, 1 hora e 6 minutos de duração para os períodos de recorrência de 100 a 1.000 anos respectivamente;
- traçou-se as retas das precipitações de 1 hora para 24 horas, no papel de probabilidades;
- para qualquer tempo de duração contido entre 1 hora e 24 horas aproximadamente, lê-se a altura correspondente no gráfico do papel de probabilidades;

## **6.2.2 - Outros parâmetros climatológicos**

### **6.2.2.1 - Evaporação**

Segundo os dados da estação de Iguatu, as maiores marcas de evaporação se concentram nos meses de setembro e outubro; as menores ocorrem nos meses de março e abril. O Quadro 6.5 apresenta a média mensal de evaporação registrada no posto referido.



SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

ALTURA DE CHUVA E TEMPO DE DURAÇÃO

**BARRAGEM SÃO MIGUEL**

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA | FIM Nº 64

000075

**QUADRO 6.5**  
**EVAPORAÇÃO MENSAL, MEDIDA EM TANQUE CLASSE "A"**  
**IGUATU (mm)**

| ESTAÇÃO | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ | ANO  |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| IGUATU  | 172 | 111 | 82  | 84  | 105 | 138 | 186 | 224 | 213 | 222 | 204 | 193 | 1938 |

FONTE Plano Estadual dos Recursos Hídricos

#### 6.2.2.2 - Evapotranspiração Potencial

Considerando-se que este meteoro entra na composição do modelo chuva x deflúvio, foi selecionado para efeito de análise evaporimétrica, o posto de Iguatu situado próximo à bacia.

O parâmetro ETP, foi calculado pela fórmula de Hargreaves  $\frac{1}{2}$ , ajustada às condições do Nordeste brasileiro, cuja expressão é a seguinte:

$$ETP = MF \times 0,158 \times (100 - HM)^{1/2} \times (32 + 1,8T),$$

onde.

MF = fator mensal tabelado dependente da latitude;

HM = umidade relativa média mensal, em %;

T = temperatura média mensal, em °C.

Os valores obtidos para a Evapotranspiração Potencial são mostrados no Quadro 6.6.

**QUADRO 6.6**  
**EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL - NARANIÚ (mm)**

| POSTO   | MESES |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ANO  |
|---------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|         | JAN   | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |      |
| NARANIÚ | 192   | 144 | 140 | 125 | 123 | 120 | 142 | 160 | 176 | 190 | 194 | 199 | 1905 |

FONTE HARGREAVES, G 1974 - Disponibilidade e deficiências de umidade para o Ceará -  
Brasil Uthan State University

### 6.3 - ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS

O posto fluviométrico mais próximo à área em estudo fica na localidade de Cariús, no rio de mesmo nome.

Em consequência do posto fluviométrico não pertencer ao riacho São Miguel, tornou-se necessário empregar uma metodologia que permitisse, através do uso de dados de outra bacia hidrologicamente homogênea, a geração das séries históricas de vazões para a secção da barragem em estudo. Tal metodologia consistiu na aplicação de um modelo chuva x deflúvio, a nível mensal, a ser descrito posteriormente, cuja calibragem foi buscada para outras bacias de semelhante comportamento hidrológico.

A área de drenagem controlada pelo posto fluviométrico de Cariús, mostrou-se adequada a representar a região em estudo. Tal posto controla uma superfície de aproximadamente 5.327 km<sup>2</sup> e fica situado na margem do Rio, junto a ponte de entrada da cidade de Cariús.

#### 6.3.1 - O Modelo Chuva - Deflúvio

O Modhac

O Modelo Hidrológico Autocalibrável - MODHAC, desenvolvido no IPH-UFRGS, é um modelo hidrológico do tipo concentrado no espaço, visto que não considera a variação espacial das características fisiográficas intervenientes no processo de transformação chuva x deflúvio.

Os bons resultados fornecidos pelo modelo quando de sua aplicação às condições físicas e climáticas da região nordeste do Brasil, levou à sua escolha. Vale salientar que o MODHAC é resultado do aperfeiçoamento do MOHTSAR (Modelo Hidrológico para o trópico Semi-Árido, Marwell e Lanna, 1986), desenvolvido com vistas à região nordestina.

### Concepção básica do modelo

Na Figura 6.5, obtida junto aos autores do modelo, pode ser observado o esquema da concepção do mesmo.

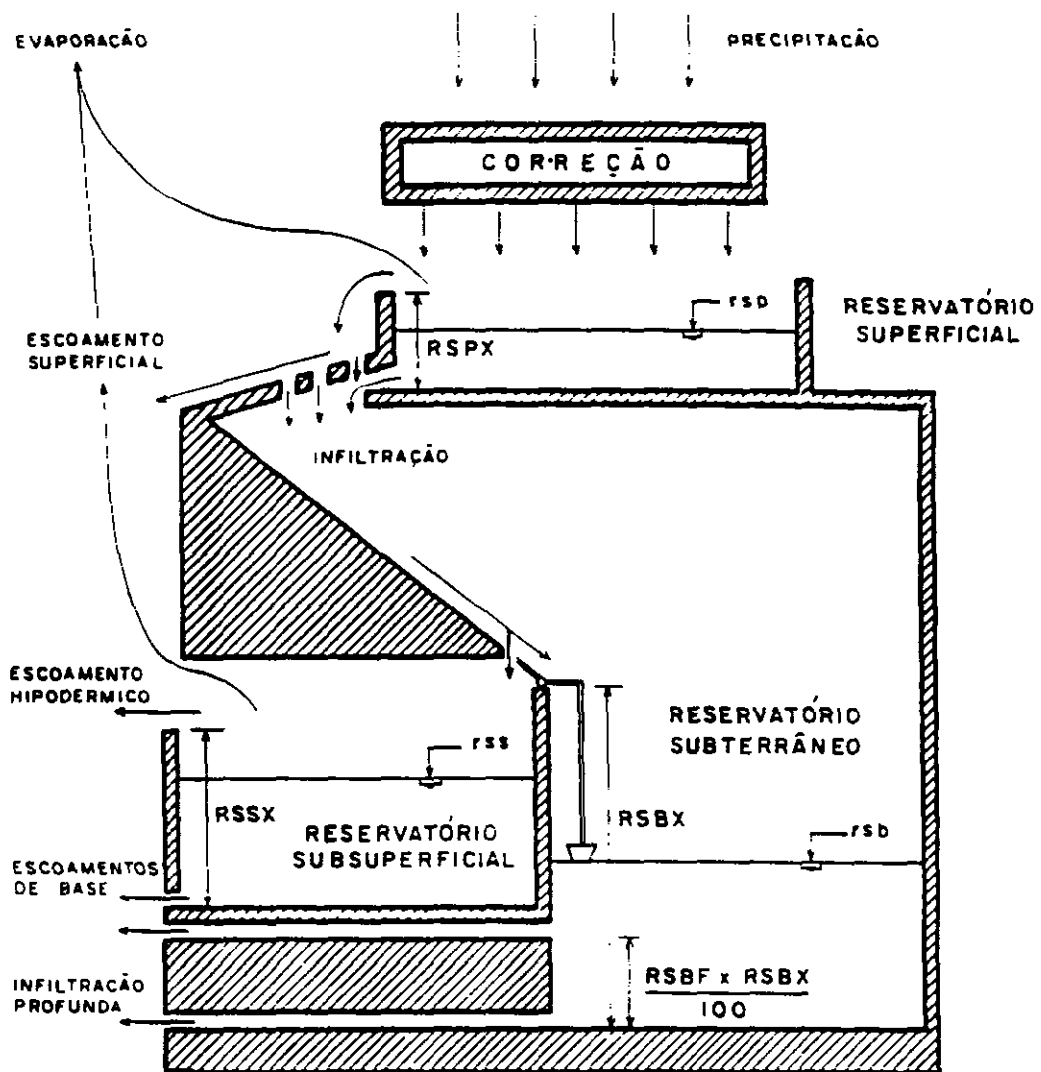
Por essa concepção, o armazenamento da água na bacia é feito por três reservatórios fictícios, quais sejam, os reservatórios superficial, subsuperficial e subterrâneo.

O processo de transformação chuva x deflúvio é descrito a seguir, utilizando-se para isso as considerações dos autores. O texto transcrito a seguir faz parte da publicação sobre o modelo na revista Recursos Hídricos do IPH.

A chuva precipitada passa inicialmente por um filtro de ajuste, que tem por função a introdução de correções de erros de observação originados na baixa densidade de pluviômetros na bacia. O volume corrigido de chuva alimenta inicialmente a evapotranspiração potencial, até ser anulado ou saciá-la. No caso da chuva ser anulada pela evaporação, a bacia se encontra no estágio de ressecamento. Na outra situação o estágio é de umedecimento.

No estágio de ressecamento, a água remanescente no reservatório superficial é inicialmente usada para suprir a evapotranspiração potencial remanescente. Em seguida, é executada a percolação da água do reservatório superficial para o subsuperficial. Caso a evapotranspiração potencial não estiver inteiramente suprida, a água armazenada no reservatório subsuperficial passará a ser apropriada para tal.

000078



## CONCEPÇÃO DO MODHAC

FIGURA - 6.5

000070



Em seqüência, haverá a percolação da água armazenada nos reservatórios subsuperficial e subterrâneo para a superfície, dando origem ao escoamento subterrâneo ou de base. Por último, haverá a fuga de água por infiltração profunda a partir do reservatório subterrâneo.

No estágio de umedecimento, a chuva remanescente, após a evaporação potencial ter sido totalmente suprida, é interceptada pelo reservatório superficial, até enchê-lo. O extravasamento desse reservatório passa por um processo superficial de separação, que o dividirá entre uma parcela que formará o escoamento superficial direto e outra que será infiltrada.

A água infiltrada soma-se à percolação do reservatório superficial. O volume resultante passa por um processo de separação subsuperficial que o distribuirá entre os reservatórios subsuperficial e subterrâneo. Na eventualidade do reservatório subsuperficial encher, seu extravasamento dará lugar à "recusa à infiltração" que formará o escoamento hipodérmico, suplementando o escoamento superficial direto.

Como na fase de ressecamento, a seqüência final será a percolação dos reservatórios subsuperficial e subterrâneo, formando o escoamento subterrâneo ou de base e a infiltração profunda.

Os escoamentos superficial e subterrâneo são propagados de forma simplificada até o exutório da bacia.

#### Alteração da Concepção Original

Por ocasião de uma reunião técnica entre as consultoras que elaboraram o PERH e o Prof. Antônio Eduardo Lanna, optou-se por realizar pequenas modificações na estrutura original do modelo, com vistas a adaptá-lo ainda melhor às condições climáticas do semi-árido nordestino.

Como se sabe, o regime pluviométrico predominante no Nordeste apresenta grandes variações temporais e espaciais, resultantes do fato de a maior parte das chuvas que ocorrem serem dos tipos convectiva e orográfica.

Por isso, a retirada da evapotranspiração média da bacia, da chuva média, tende a subestimar os valores da chuva remanescente. Isso se deve ao fato de que a chuva média diária nas bacias é resultado da ocorrência, na maioria das vezes, de chuvas isoladas, ou seja, considerou-se a evapotranspiração potencial constante em toda a bacia, como se fosse possível retirá-la nos locais onde os valores de precipitação são nulos.

Optou-se, então, por retirar a ETP de cada posto pluviométrico antes de calcular a chuva média, sendo que os valores de ETP remanescentes também foram ponderados, tais quais os valores de chuva, por polígonos de Thiessen.

Os resultados obtidos com base nessa nova concepção foram sempre melhores.

#### 6.3.2.1 - Séries Pluviométricas Diárias

Estavam disponíveis 6 séries pluviométricas diárias, que foram submetidas a uma análise de consistência e homogeneização e tiveram suas falhas preenchidas pelo Método do Vetor Regional. A pluviometria média para toda a bacia foi obtida através dos polígonos de Thiessen determinados pelo Método das Malhas Retangulares, descrito no PERH. O Quadro 6.7, mostrado a seguir apresenta a pluviometria média mensal da bacia do Açude São Miguel.

QUADRO 67  
PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL

BACIA DO BARRAGEM SAO MIGUEL

| ano  | jan   | fev   | mar   | abr   | mai   | jun   | jul  | ago  | set   | out   | nov   | dez   | anual  |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1913 | 27 3  | 284 4 | 353.2 | 180 5 | 45 3  | 56 7  | 17 8 | 4 9  | 23 9  | 31 3  | 0.3   | 70 2  | 1095 8 |
| 1914 | 471 8 | 112 7 | 223.1 | 43 5  | 29 1  | 20 7  | 44 2 | 85 7 | 9 5   | 14 5  | 2 8   | 10.8  | 1068.4 |
| 1915 | 60.3  | 81 9  | 81 5  | 123.2 | 73 2  | 0.0   | 2 1  | 3 0  | 2 9   | 5.5   | 0.5   | 121.8 | 555 9  |
| 1916 | 236.1 | 104.3 | 227.9 | 148.4 | 64 5  | 11.6  | 0 1  | 0 0  | 4 2   | 0 5   | 37.2  | 185.2 | 1020.0 |
| 1917 | 442.6 | 267 6 | 286 5 | 164.6 | 74.0  | 5 0   | 0 1  | 0 0  | 33.3  | 1 6   | 105.9 | 152.5 | 1533.7 |
| 1918 | 141 7 | 136 4 | 303.2 | 222.5 | 217 0 | 61 2  | 41 7 | 0 0  | 0 5   | 12 1  | 49.1  | 42.9  | 1228.3 |
| 1919 | 62 4  | 109 4 | 52.2  | 23.2  | 2 2   | 30.8  | 17 9 | 5 5  | 4 8   | 7 3   | 6 6   | 5 5   | 327 8  |
| 1920 | 9 5   | 167 3 | 467 7 | 178.1 | 44 5  | 15 3  | 31 8 | 0 0  | 17 1  | 29 8  | 3 7   | 157.0 | 1121.8 |
| 1921 | 68.8  | 266 8 | 322.6 | 103 8 | 104.0 | 11.8  | 8.7  | 5 4  | 10 5  | 2.2   | 54.8  | 19.5  | 978 9  |
| 1922 | 29.3  | 125 0 | 69 7  | 282.1 | 97 5  | 97 1  | 12 4 | 8 0  | 0 7   | 3 9   | 84.1  | 23.8  | 833.6  |
| 1923 | 119 2 | 474 6 | 107 2 | 151.2 | 62.4  | 64 4  | 5 1  | 7 0  | 1 0   | 26.7  | 36.4  | 29.4  | 1084.6 |
| 1924 | 119 4 | 323.5 | 369 2 | 395 1 | 120.6 | 84 9  | 2 7  | 0 0  | 2 9   | 78.3  | 5 0   | 36.3  | 1537 9 |
| 1925 | 358.4 | 167 1 | 286.9 | 188.0 | 42.6  | 12 1  | 11 3 | 0 0  | 131.8 | 1 8   | 9 0   | 66.9  | 1275 9 |
| 1926 | 57 3  | 196 8 | 315 6 | 127 0 | 93 1  | 16 5  | 0 0  | 0 0  | 0.0   | 4 9   | 6.7   | 7 0   | 824.9  |
| 1927 | 13.8  | 233.2 | 142 9 | 213 4 | 51 5  | 20.3  | 4 3  | 1 7  | 0 0   | 0 0   | 1 0   | 67 2  | 749 3  |
| 1928 | 124.4 | 14 2  | 465 8 | 166 7 | 51 0  | 30 5  | 0.0  | 0 0  | 4 6   | 17 4  | 17 0  | 68.8  | 960 4  |
| 1929 | 106 0 | 263 8 | 128 6 | 96 6  | 23 1  | 9 3   | 5 1  | 0 0  | 9 8   | 28 7  | 0 3   | 95 1  | 766 4  |
| 1930 | 26.8  | 96 0  | 180 2 | 116 0 | 63.2  | 126 1 | 0 3  | 0 1  | 0 0   | 26 1  | 11 0  | 31 7  | 677 5  |
| 1931 | 117 2 | 264 9 | 213 6 | 170 0 | 33 0  | 5 2   | 1 0  | 2 5  | 11 7  | 12 5  | 0.0   | 6 5   | 838.1  |
| 1932 | 84.5  | 118.7 | 58 5  | 78 1  | 24 9  | 30.3  | 22.5 | 0 0  | 32 3  | 12 7  | 22.0  | 12.0  | 496.5  |
| 1933 | 165 9 | 191 7 | 264 4 | 171 0 | 9 1   | 4 2   | 2.1  | 0 0  | 3 1   | 1 6   | 41 0  | 18 8  | 872.9  |
| 1934 | 264 9 | 277 4 | 347 6 | 229 7 | 123.6 | 32.1  | 0 0  | 0 0  | 2 8   | 3 0   | 11 1  | 137 5 | 1429.7 |
| 1935 | 168.4 | 360.5 | 271 0 | 168.6 | 78.0  | 32.3  | 6 5  | 0 0  | 6 5   | 11.8  | 21.8  | 8 3   | 1133.7 |
| 1936 | 118.0 | 196 8 | 84.8  | 138.9 | 25 8  | 36 2  | 1 5  | 5 0  | 0 0   | 1 5   | 1.0   | 60.7  | 670.2  |
| 1937 | 33.5  | 366.0 | 130.6 | 90.9  | 123.1 | 22.5  | 4 0  | 0.0  | 6 5   | 1 0   | 15.2  | 39.7  | 833.0  |
| 1938 | 133.1 | 14.0  | 321.7 | 184 6 | 28.6  | 14 2  | 0.0  | 9 2  | 2 7   | 18.6  | 13.7  | 0.3   | 740.7  |
| 1939 | 4.5   | 388.1 | 304.8 | 64.6  | 162.1 | 13.0  | 1 7  | 9 6  | 8 0   | 30.3  | 66.0  | 50.4  | 1103.1 |
| 1940 | 140.4 | 184 5 | 389.7 | 190.5 | 130.7 | 7 2   | 5.6  | 4 0  | 16.5  | 4.4   | 15.3  | 22.6  | 1111 4 |
| 1941 | 37 7  | 145 1 | 182.0 | 107 3 | 32 9  | 0.6   | 2.8  | 13 8 | 2 1   | 20.0  | 39 7  | 7 2   | 591 2  |
| 1942 | 35.3  | 196 9 | 108 9 | 89 5  | 36.4  | 5 3   | 0 0  | 1 3  | 0 7   | 31 1  | 10.6  | 138.6 | 654 6  |
| 1943 | 111 3 | 97 8  | 221.7 | 192.8 | 21 3  | 14.3  | 6.8  | 0 0  | 0 1   | 0.0   | 50.9  | 44 1  | 761 1  |
| 1944 | 56.3  | 20 2  | 167 9 | 367 1 | 11 3  | 14 9  | 8 5  | 0 2  | 24 5  | 0 0   | 0 0   | 120 3 | 791 2  |
| 1946 | 155.1 | 120.5 | 221 1 | 155.3 | 65.7  | 128.4 | 0 0  | 1 5  | 0 5   | 0.0   | 154 5 | 59.5  | 1062 1 |
| 1949 | 33 1  | 223 4 | 287 9 | 219 6 | 96 9  | 5 2   | 0 0  | 76 5 | 0 0   | 0 0   | 119 9 | 18 4  | 1080.9 |
| 1950 | 66.0  | 127 3 | 420 4 | 305 4 | 0.0   | 0 0   | 0 0  | 0 0  | 4 5   | 39 5  | 0 0   | 66 4  | 1029 5 |
| 1951 | 46 7  | 108 2 | 114 1 | 174 5 | 91 7  | 23 5  | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 6 2   | 15 7  | 77 7  | 658 3  |
| 1952 | 31 2  | 85 7  | 183 2 | 264 5 | 45 5  | 0 0   | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 0 0   | 83 7  | 693 8  |
| 1953 | 64 3  | 59 0  | 96 9  | 177 3 | 8 2   | 40 0  | 0 0  | 0 0  | 34 0  | 0 0   | 70 7  | 12 8  | 503 2  |
| 1954 | 80 9  | 107 0 | 221 2 | 105 8 | 50 5  | 0 0   | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 0 0   | 4 7   | 570 1  |
| 1955 | 199 7 | 252 7 | 382 0 | 371 6 | 7 5   | 0 0   | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 70 0  | 18 0  | 92 0  | 1393 5 |
| 1956 | 31 0  | 566 7 | 197 5 | 201 5 | 45 0  | 2 0   | 12 0 | 0 0  | 0 0   | 37 0  | 9 0   | 14 2  | 1115 9 |
| 1957 | 74 0  | 134 0 | 261 3 | 194 9 | 0 0   | 18 0  | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 0 0   | 59 0  | 741 2  |
| 1958 | 56.0  | 93 0  | 225 0 | 31 6  | 48 5  | 0 0   | 25.0 | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 0 0   | 81 0  | 560 1  |
| 1959 | 233 0 | 267 5 | 186 0 | 53 6  | 59 5  | 44 0  | 0.0  | 12 0 | 15 0  | 0 0   | 0 0   | 0 0   | 870 6  |
| 1960 | 66.0  | 83 0  | 625 0 | 60.0  | 62 0  | 0 0   | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 16 0  | 16 0  | 928.0  |
| 1961 | 210 2 | 156 2 | 318.6 | 90 4  | 66 5  | 1 7   | 1 7  | 0 0  | 0 0   | 8 7   | 0.0   | 34 2  | 888 2  |
| 1962 | 39.3  | 116.5 | 373 8 | 53 3  | 64 5  | 27.2  | 5 2  | 0 4  | 0.0   | 7 6   | 15.3  | 80 7  | 783.8  |
| 1963 | 192 6 | 262 3 | 247 5 | 122.3 | 28.5  | 13 7  | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 6 1   | 64 9  | 75 4  | 1013 3 |
| 1964 | 169 5 | 173 1 | 295 4 | 267 4 | 114 4 | 37 1  | 27.1 | 21 6 | 45 8  | 2 3   | 14 3  | 7 1   | 1175 1 |
| 1965 | 145.6 | 56 5  | 253 2 | 380.5 | 74 9  | 73 4  | 3 7  | 0.8  | 2 5   | 54 7  | 0.0   | 0 3   | 1046 1 |
| 1966 | 45 0  | 349 6 | 103 7 | 51 7  | 52 7  | 42 1  | 1 0  | 0 0  | 38 0  | 6 2   | 15 1  | 26.3  | 731 4  |
| 1967 | 101 9 | 360 9 | 228 0 | 208 4 | 178 6 | 43.8  | 0 0  | 0 0  | 0 0   | 0 0   | 7 3   | 106.8 | 1235 7 |
| 1968 | 85 8  | 87 0  | 227.2 | 153.6 | 134 5 | 5.5   | 0 1  | 0 0  | 0 0   | 0 5   | 12 7  | 100 6 | 807 5  |
| 1969 | 183 8 | 119 4 | 101 3 | 211 7 | 142 6 | 84 8  | 23.3 | 7 1  | 23.2  | 17 2  | 0 0   | 2 6   | 917 0  |
| 1970 | 140 1 | 221 4 | 339 2 | 44 1  | 0 0   | 6 2   | 5 6  | 7 3  | 4 0   | 3 3   | 18 0  | 0 1   | 789 3  |
| 1971 | 221.8 | 210 7 | 52.4  | 118 1 | 70 6  | 32 3  | 27 6 | 1 0  | 24 2  | 33 2  | 30 7  | 30 2  | 852.8  |
| 1972 | 295 9 | 112 3 | 177 4 | 78 2  | 34 5  | 25 7  | 1 0  | 40 2 | 0 0   | 3 0   | 0 0   | 75 9  | 844 1  |
| 1973 | 130.2 | 153 1 | 279 4 | 347 8 | 89 2  | 70 9  | 86 5 | 1 3  | 24 4  | 45 6  | 0 5   | 115 2 | 1344 1 |
| 1974 | 290 0 | 211 8 | 268.3 | 486 7 | 177 5 | 13 2  | 7 3  | 0 0  | 6 8   | 13 8  | 20 0  | 71 4  | 1566 8 |
| 1975 | 126.9 | 158 1 | 379 3 | 283 7 | 68 7  | 67 6  | 38 4 | 0 0  | 2 5   | 0 0   | 4 1   | 188 2 | 1317 5 |
| 1976 | 30 1  | 335.6 | 424 2 | 73 9  | 1 1   | 19 0  | 0 0  | 0 0  | 4 5   | 169 9 | 67 9  | 57 1  | 1183.3 |
| 1977 | 87 0  | 258 1 | 323.5 | 312 0 | 175 9 | 58 8  | 16.2 | 1 3  | 0 0   | 71 5  | 3 0   | 118 4 | 1425 7 |

000082

QUADRO 6.7  
CONT

BACIA DO BARRAGEM SAO MIGUEL

| ano   | jan   | fev   | mar   | abr   | mai   | jun   | jul  | ago  | set  | out   | nov  | dez   | anual  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|--------|
| 1978  | 183.9 | 243.8 | 117.1 | 185.6 | 187.2 | 14.9  | 45.3 | 8.0  | 17.1 | 0.0   | 50.8 | 19.3  | 1073.0 |
| 1979  | 131.5 | 62.7  | 129.1 | 78.0  | 121.0 | 2.5   | 4.3  | 8.1  | 47.1 | 32.2  | 7.6  | 13.5  | 637.6  |
| 1980  | 176.2 | 287.7 | 110.2 | 44.0  | 73.0  | 6.8   | 25.5 | 0.0  | 0.0  | 47.5  | 13.8 | 30.1  | 814.8  |
| 1981  | 210.0 | 77.7  | 256.4 | 97.0  | 60.2  | 5.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 2.5  | 74.6  | 783.5  |
| 1982  | 144.8 | 325.1 | 72.9  | 138.7 | 30.8  | 12.5  | 12.7 | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 4.0  | 33.4  | 774.9  |
| 1983  | 36.4  | 280.9 | 142.9 | 7.5   | 0.0   | 11.8  | 5.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0   | 0.0  | 10.8  | 495.3  |
| 1984  | 11.5  | 85.5  | 251.1 | 315.6 | 123.1 | 2.7   | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 134.0 | 0.0  | 60.7  | 984.2  |
| 1985  | 203.4 | 397.6 | 339.2 | 287.1 | 139.8 | 126.3 | 58.2 | 25.8 | 0.0  | 0.0   | 15.1 | 173.9 | 1766.4 |
| 1986  | 110.0 | 149.1 | 297.0 | 260.2 | 95.7  | 83.2  | 24.4 | 5.7  | 39.1 | 61.6  | 77.2 | 3.0   | 1206.2 |
| 1987  | 108.0 | 0.0   | 568.5 | 183.1 | 35.5  | 69.8  | 0.0  | 0.0  | 3.1  | 0.0   | 7.7  | 0.0   | 975.7  |
| 1988  | 52.8  | 182.9 | 232.5 | 373.5 | 30.2  | 21.6  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 7.3   | 0.0  | 104.5 | 1005.3 |
| media | 122.6 | 190.6 | 243.6 | 173.7 | 69.2  | 29.4  | 9.9  | 5.3  | 9.7  | 18.1  | 21.9 | 55.6  | 949.5  |

### 6.3.2.2 - Ajuste do Modelo às Séries de Vazões

O ajuste do modelo ao posto de Cariús foi obtido por ocasião da elaboração do PERH. A qualidade global da calibragem foi considerada regular sendo os seguintes os parâmetros calibrados:

| RSPX | RSSX  | IMAX | IMIN  | IDEC | ASS    | CEVA  |
|------|-------|------|-------|------|--------|-------|
| 61.1 | 267.5 | 54.2 | 14.65 | 0.40 | 0.0007 | 0.765 |

A fluviometria média mensal gerada para a bacia do Açude São Miguel é mostrada no Quadro 6.8

Pode-se observar que, para os anos de 1952 e 1953, usualmente reconhecidos como anos secos, o escoamento gerado pelo modelo foi bastante elevado. Procurou-se a causa e descobriu-se que, durante a composição dos polígonos de Thiessen para a obtenção da chuva média, uma única estação possuía dados nesses anos, e com um volume de chuvas bastante alto. Como não foi encontrada qualquer inconsistência nesses valores, já consistidos e homogeneizados no PERH (SRH-1991), os dados foram mantidos.

Dessa forma, a chuva média na bacia está, possivelmente, superdimensionada nesses anos, pois foi considerada igual à chuva localizada em uma única estação (coeficiente de Thiessen igual a 1). Isso a despeito do fato da bacia estar localizada na região do Cariri, bastante úmida.

Resta verificar, na simulação do açude, a influência desses anos na vazão regularizada.

## 6.4 - DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO

### 6.4.1 - Introdução

No semi-árido nordestino onde o déficit hídrico é fator limitante para o desenvolvimento econômico e social da região, os

## QUADRO 68

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM SAO NIGUEL

| ano | jan  | fev   | mar   | abr   | mai  | jun  | jul | ago | set | out  | nov | dez  | anual |
|-----|------|-------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|------|-------|
| 913 | 0.0  | 12.4  | 53.8  | 45.2  | 5.6  | 3.8  | 2.5 | 0.3 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 123.6 |
| 914 | 69.3 | 3.3   | 19.4  | 4.5   | 3.2  | 1.2  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 101.0 |
| 915 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 9.0   | 1.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.1  | 10.1  |
| 916 | 24.7 | 1.4   | 8.8   | 3.0   | 3.0  | 1.8  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 13.1 | 55.8  |
| 917 | 49.7 | 95.1  | 191.3 | 18.9  | 9.8  | 4.1  | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.1 | 0.1  | 370.7 |
| 918 | 0.0  | 0.1   | 13.2  | 17.1  | 30.2 | 5.5  | 4.1 | 1.7 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 72.0  |
| 919 | 0.0  | 0.1   | 0.1   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 0.2   |
| 920 | 0.0  | 0.0   | 62.4  | 25.5  | 5.5  | 3.6  | 1.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 5.3  | 103.9 |
| 921 | 0.6  | 7.9   | 20.7  | 4.9   | 5.1  | 3.5  | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 43.9  |
| 922 | 0.0  | 0.0   | 0.1   | 10.8  | 2.4  | 2.1  | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.1  | 16.3  |
| 923 | 0.0  | 64.4  | 5.1   | 7.0   | 5.0  | 3.9  | 2.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 87.6  |
| 924 | 0.0  | 22.8  | 62.3  | 273.8 | 45.1 | 5.1  | 3.8 | 1.1 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 414.0 |
| 925 | 15.4 | 3.4   | 23.3  | 69.8  | 5.4  | 3.4  | 1.3 | 0.0 | 0.3 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 122.3 |
| 926 | 0.0  | 8.8   | 11.1  | 4.0   | 4.0  | 3.0  | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 31.7  |
| 927 | 0.0  | 12.4  | 2.0   | 25.0  | 3.5  | 1.7  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 44.7  |
| 928 | 0.0  | 0.0   | 86.5  | 22.4  | 5.2  | 3.2  | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 118.3 |
| 929 | 0.0  | 0.4   | 1.5   | 1.3   | 0.8  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 4.0   |
| 930 | 0.0  | 0.0   | 7.5   | 0.9   | 0.8  | 16.9 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 26.2  |
| 931 | 0.0  | 24.2  | 2.6   | 17.2  | 3.9  | 1.8  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 49.8  |
| 932 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 0.0   |
| 933 | 8.2  | 9.0   | 23.1  | 7.2   | 4.2  | 2.1  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 54.0  |
| 934 | 10.9 | 22.9  | 60.3  | 137.3 | 16.3 | 5.0  | 2.8 | 0.4 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 255.7 |
| 935 | 0.0  | 50.9  | 54.7  | 31.9  | 37.2 | 4.3  | 2.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 181.4 |
| 936 | 0.0  | 0.4   | 1.0   | 4.0   | 0.6  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 5.9   |
| 937 | 0.0  | 35.7  | 9.9   | 3.9   | 8.2  | 2.7  | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 61.0  |
| 938 | 0.0  | 0.0   | 29.1  | 23.5  | 3.5  | 1.5  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 57.7  |
| 939 | 0.0  | 44.4  | 61.6  | 5.3   | 29.1 | 4.3  | 2.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 146.6 |
| 940 | 0.0  | 17.7  | 32.6  | 39.4  | 12.1 | 5.3  | 3.2 | 0.7 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 110.9 |
| 941 | 0.0  | 2.2   | 15.1  | 1.4   | 0.8  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 19.6  |
| 942 | 0.0  | 24.5  | 0.5   | 0.2   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.2  | 25.4  |
| 943 | 0.0  | 0.3   | 10.5  | 15.9  | 2.3  | 0.7  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 29.7  |
| 944 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 104.1 | 3.0  | 1.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 108.2 |
| 945 | 0.0  | 0.0   | 14.6  | 1.8   | 1.5  | 16.4 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.2  | 34.9  |
| 946 | 0.0  | 11.2  | 25.2  | 23.3  | 5.1  | 4.0  | 1.6 | 0.1 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 70.5  |
| 947 | 0.0  | 5.4   | 64.3  | 170.9 | 5.2  | 2.8  | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 249.3 |
| 948 | 0.0  | 0.2   | 9.9   | 16.2  | 2.1  | 1.2  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 29.6  |
| 949 | 0.0  | 0.0   | 3.8   | 26.9  | 2.9  | 1.4  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 34.9  |
| 950 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 0.1   |
| 951 | 0.0  | 0.0   | 6.3   | 1.0   | 0.9  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 8.3   |
| 952 | 9.1  | 27.9  | 110.3 | 258.4 | 5.2  | 2.8  | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 1.4  | 415.6 |
| 953 | 0.0  | 105.0 | 60.8  | 91.5  | 5.6  | 3.5  | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 267.7 |
| 954 | 0.0  | 14.4  | 19.5  | 24.4  | 4.1  | 1.9  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 64.4  |
| 955 | 0.0  | 0.0   | 19.1  | 1.1   | 0.2  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 20.4  |
| 956 | 17.7 | 19.7  | 6.5   | 3.5   | 2.6  | 1.2  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 51.4  |
| 957 | 0.0  | 0.0   | 175.1 | 5.6   | 4.6  | 3.0  | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 188.9 |
| 958 | 20.3 | 5.8   | 31.9  | 4.3   | 4.1  | 2.4  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 69.2  |
| 959 | 0.0  | 0.0   | 38.3  | 3.5   | 2.7  | 1.3  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.1  | 45.9  |
| 960 | 11.7 | 18.0  | 40.3  | 5.4   | 4.8  | 2.4  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 82.9  |
| 961 | 20.3 | 5.8   | 31.9  | 4.3   | 4.1  | 2.4  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 69.2  |
| 962 | 0.0  | 0.0   | 38.3  | 3.5   | 2.7  | 1.3  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.1  | 45.9  |
| 963 | 11.7 | 18.0  | 40.3  | 5.4   | 4.8  | 2.4  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 82.9  |
| 964 | 0.0  | 0.0   | 41.3  | 22.6  | 5.4  | 4.9  | 3.2 | 1.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 78.4  |
| 965 | 0.0  | 0.0   | 18.9  | 43.6  | 36.4 | 4.4  | 2.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 106.4 |
| 966 | 0.0  | 73.2  | 3.2   | 2.2   | 0.9  | 0.1  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 79.5  |
| 967 | 0.0  | 28.3  | 9.4   | 82.6  | 68.6 | 4.8  | 2.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 3.1  | 199.7 |
| 968 | 0.2  | 0.0   | 13.3  | 1.8   | 2.3  | 1.8  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 19.7  |
| 969 | 6.4  | 0.6   | 0.2   | 23.6  | 11.4 | 1.6  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 44.4  |
| 970 | 3.2  | 11.4  | 84.5  | 3.8   | 2.2  | 0.3  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 105.3 |
| 971 | 27.7 | 13.8  | 3.2   | 2.2   | 1.9  | 0.7  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 49.5  |
| 972 | 33.4 | 1.5   | 9.3   | 1.7   | 0.8  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 46.7  |
| 973 | 0.0  | 6.9   | 32.8  | 91.6  | 5.7  | 5.1  | 4.1 | 2.3 | 0.2 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 148.7 |
| 974 | 14.5 | 3.8   | 37.9  | 355.0 | 83.5 | 4.9  | 2.7 | 0.4 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 502.7 |
| 975 | 0.0  | 0.0   | 68.6  | 47.9  | 19.4 | 4.3  | 3.3 | 0.9 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 5.0  | 149.4 |
| 976 | 0.0  | 28.8  | 153.8 | 5.5   | 4.3  | 1.9  | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 0.1 | 0.0  | 205.7 |
| 977 | 0.0  | 12.7  | 26.1  | 149.7 | 99.8 | 5.1  | 3.2 | 0.7 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 297.2 |
| 978 | 6.2  | 21.6  | 3.0   | 14.1  | 12.2 | 3.5  | 1.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 62.0  |
| 979 | 0.0  | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.2  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 0.3   |
| 980 | 1.4  | 23.6  | 2.5   | 2.0   | 0.4  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0  | 29.8  |

QUADRO 68  
CONT

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM SAO MIGUEL

| ano   | jan | fev  | mar   | abr   | mai  | jun  | jul | ago | set | out  | nov | dez | anual |
|-------|-----|------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------|
| 981   | 0.4 | 1.0  | 13.9  | 21.6  | 1.9  | 0.4  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 39.2  |
| 982   | 0.0 | 40.4 | 3.0   | 3.0   | 2.2  | 0.5  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 49.1  |
| 983   | 0.0 | 48.3 | 1.6   | 1.1   | 0.0  | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 51.0  |
| 984   | 0.0 | 0.0  | 12.5  | 39.4  | 5.7  | 4.6  | 2.2 | 0.2 | 0.0 | 21.3 | 0.0 | 0.0 | 85.9  |
| 985   | 6.4 | 48.1 | 140.7 | 163.8 | 63.2 | 19.9 | 5.1 | 2.8 | 0.4 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 450.3 |
| 986   | 0.1 | 1.7  | 31.4  | 24.8  | 19.4 | 5.2  | 3.7 | 1.2 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 87.4  |
| 987   | 0.0 | 0.0  | 138.9 | 122.9 | 5.1  | 3.1  | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 271.5 |
| 988   | 0.0 | 0.1  | 5.7   | 51.4  | 4.4  | 2.4  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0  | 0.0 | 0.0 | 64.5  |
| media | 4.9 | 14.0 | 32.4  | 37.7  | 10.2 | 2.9  | 1.0 | 0.2 | 0.0 | 0.4  | 0.0 | 0.4 | 104.1 |

açudes são geralmente construídos para a perenização dos rios. Considerando que as demandas para irrigação e consumo humano superam as potencialidades hídricas da região, em tese, deve-se construir os reservatórios buscando atingir a capacidade máxima possível de regularização da bacia.

A questão fundamental a ser resolvida é compatibilizar o volume de acumulação com os investimentos necessários para garantir uma vazão regularizável que atenda as demandas específicas de cada açude e não comprometa o planejamento global da utilização mais racional dos recursos hídricos.

Do ponto de vista da hidrologia, o objetivo do estudo é informar as relações entre a capacidade do reservatório e a vazão por ele regularizada. De tal forma o reservatório teve a operação simulada a cada 0.5 m de variação da cota da soleira do sangradouro em um intervalo suficiente para demonstrar o comportamento geral da curva capacidade x vazão regularizada.

#### **6.4.2 - Simulação da operação do reservatório**

A simulação da operação do reservatório objetiva estabelecer a capacidade de regularização da oferta d'água do açude, associada ao respectivo nível de garantia.

A definição da curva vazão regularizável x freqüência permite obter, para qualquer volume liberado no açude, o nível de garantia correspondente, considerada uma vazão contínua.

##### **6.4 2.1 - Metodologia**

A simulação da operação foi desenvolvida a nível mensal para o período de 1912/88, portanto abrangendo 77 anos, a partir do seguinte balanço hidráulico do reservatório.



Variação na reserva = volume afluente ao reservatório + precipitação direta sobre o espelho d'água - perdas por evaporação - perdas por sangria - volume retirado para satisfazer as demandas.

Este balanço se traduz através da equação básica:

$$V_i = V_{i-1} + C_i - VE_i - S_i - Qr_i, \text{ onde:}$$

- $V_i$  = volume acumulado na barragem no mês  $i$ ;  
 $V_{i-1}$  = volume acumulado na barragem no mês  $i-1$ ;  
 $C_i$  = volume afluente à barragem, decorrente da bacia de contribuição no mês  $i$ ;  
 $VP_i$  = volume decorrente da precipitação direta sobre o espelho d'água no mês  $i$ ;  
 $VE_i$  = volume correspondente às perdas por evaporação;  
 $S_i$  = volume sangrado no mês  $i$ ;  
 $Qr_i$  = volume retirado no mês  $i$ , correspondente à vazão liberada.

O Fluxograma do modelo de simulação de operação dos reservatórios é mostrado na Figura 6.6

A caracterização geométrica do açude é retratada através das curvas cota x área x volume e da definição dos parâmetros de controle relativos ao volume máximo de acumulação e volume útil mínimo. Ver Figura 6.7

A repartição do procedimento para diferentes  $Qr$  possibilita traçar-se a curva vazão regularizável x frequência ou nível de garantia.

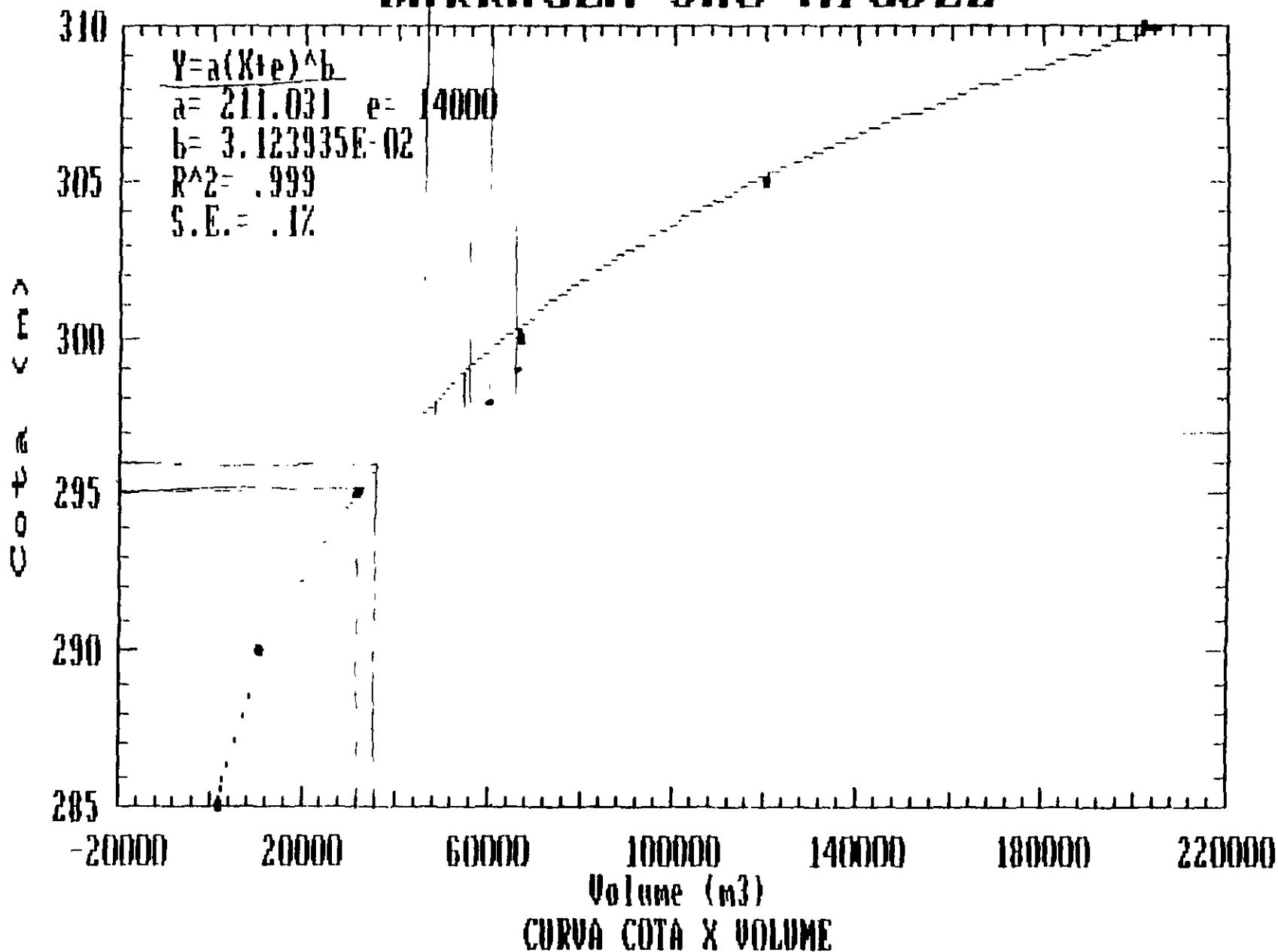
#### 6.4.2.2 - Nível de Alerta

Tendo em vista atender a demanda para abastecimento humano com 100% de garantia e a demanda para irrigação com 90%



FIGURA 67

# BARRAGEM SAO MIGUEL



000030

de garantia, estabeleceu-se um nível de alerta para a operação do reservatório, a partir do qual a vazão liberada pelo reservatório fosse tal que a satisfação do consumo humano nunca ficasse comprometido. O esquema mostrado abaixo facilita o entendimento.

#### 6.4.3 - Análise dos resultados

As vazões regularizáveis com as garantias descritas no item anterior foram sendo computadas mensalmente para um incremento de capacidade da ordem de  $1 \text{ hm}^3$  a partir do volume mínimo de  $5.89 \text{ hm}^3$  até atingir ao máximo de  $207.98 \text{ hm}^3$  (limite da topografia). Tais resultados são mostrados na Figura 6.8, através da curva capacidade por vazão regularizável.

O reservatório começa a regularizar a partir do volume  $12.25 \text{ hm}^3$ , devendo a curva capacidade por vazão regularizável se tornar assintótica ao eixo das vazões por volta dos  $160 \text{ hm}^3$  com disponibilidades sempre inferiores a  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

A bacia hidráulica do açude apresentada na Figura 6.9, contém uma restrição topográfica ao tamanho do açude, isto é, a soleira do sangradouro não poderá ultrapassar a cota 310 m, sob pena de inundar a CE-112 e o Distrito de São Caetano.

Depois de analisada a Figura 6.8, decidiu-se pela elaboração dos anteprojetos da barragem e do sangradouro entre as cotas 287.5 e 300.0 metros.

Os diversos custos de construção foram ajustados a uma curva conforme mostra a Figura 6.10.

As eficiências dos barramentos nas diversas cotas da soleira do sangradouro são mostradas no Quadro 6.9. No Quadro é fácil notar que a barragem construída na cota 295 metros, com volume de  $32 \text{ hm}^3$  é a de menor custo por  $\text{m}^3$  d'água.

As Figuras 6.11 e 6.12 apresentam as curvas vazão regularizável contra Garantia na cota referida com e sem volume de alerta.

FIGURA 68  
BARRAGEM SÃO MIGUEL

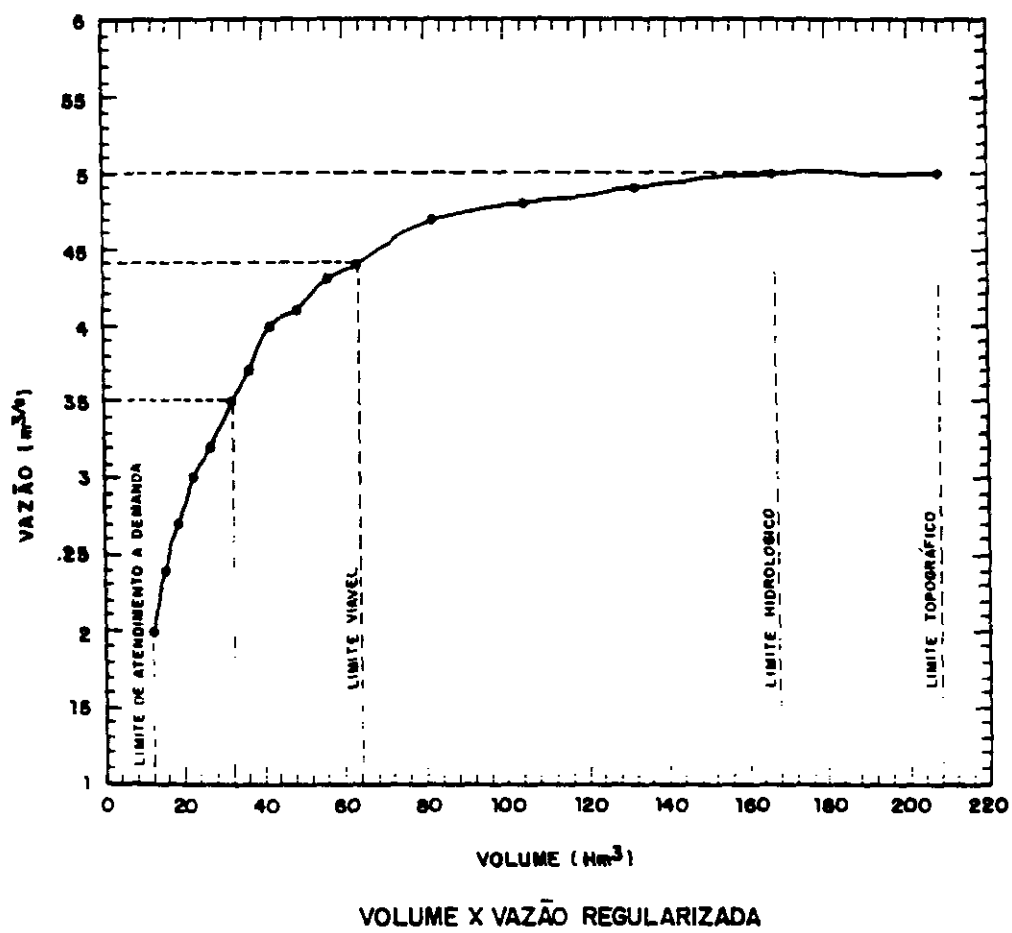


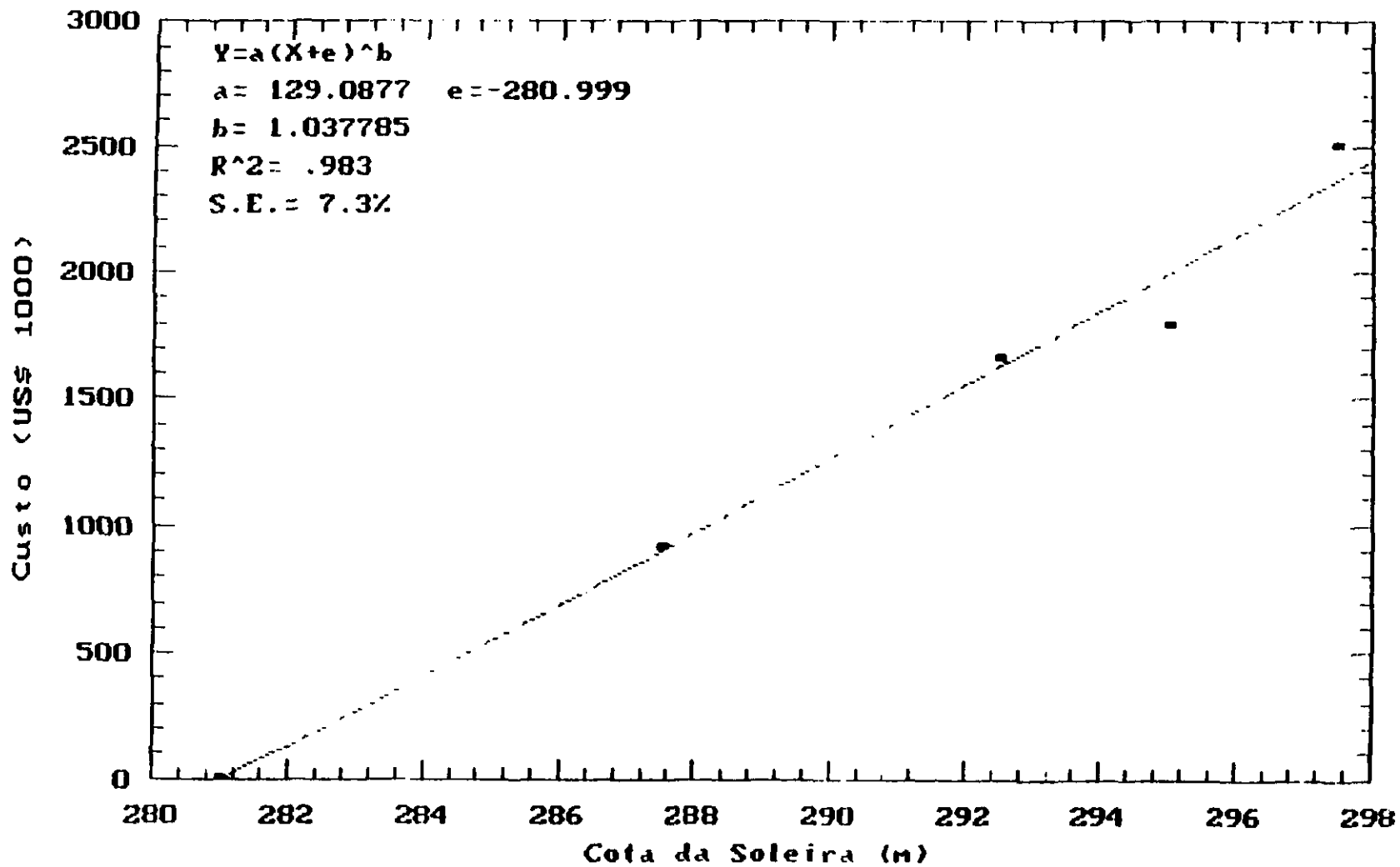
FIGURA - 69  
BACIA HIDRÁULICA - SÃO MIGUEL



000093

FIGURA 610

BARRAGEM SAO MIGUEL



Cota da Soleira (m)

COTA X CUSTOS

000091

FIGURA 6.11

CURVA DE GARANTIA - MARCHA RECUPERATIVA - COM NÍVEL DE SEGURANÇA  
DETOR - HIDRO 13034

VOLUME MÁX. - 20 00 HmC  
COTA MÁX. COLÉTA - 200 00  
GARANTIA - 100 000

MARCHA RECUPERATIVA - GARANTIA MÁX. DE 10% - 20 00 ML

MARCHA RECUPERATIVA - GARANTIA MÁX. DE 10% - 20 00 ML

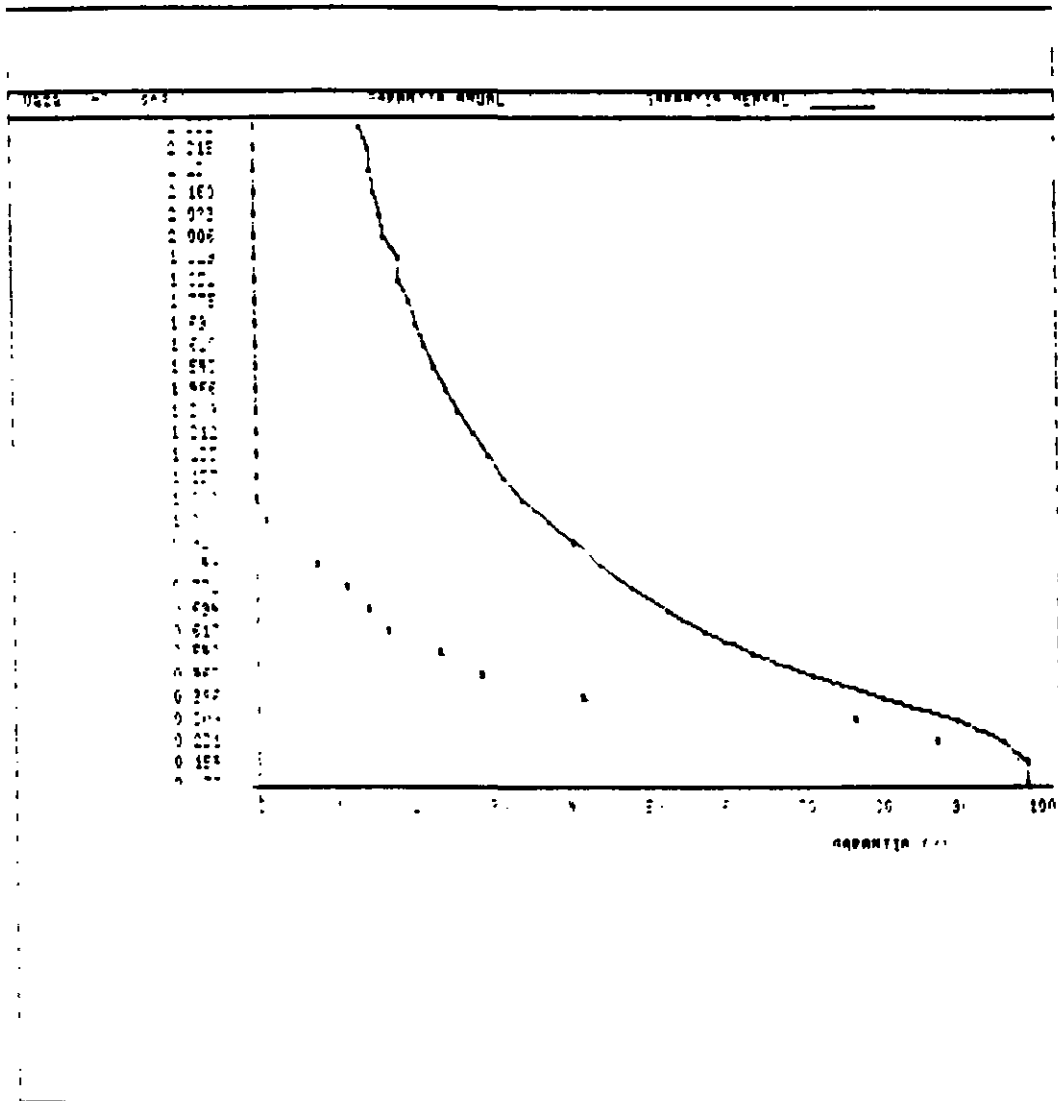




FIGURA 6.12

CURVA DE GARANTIA - TAZA DE REQUERIMIENTO - SEM NIVEL DE SEGURANCA

METODO - HIDROLOGICO

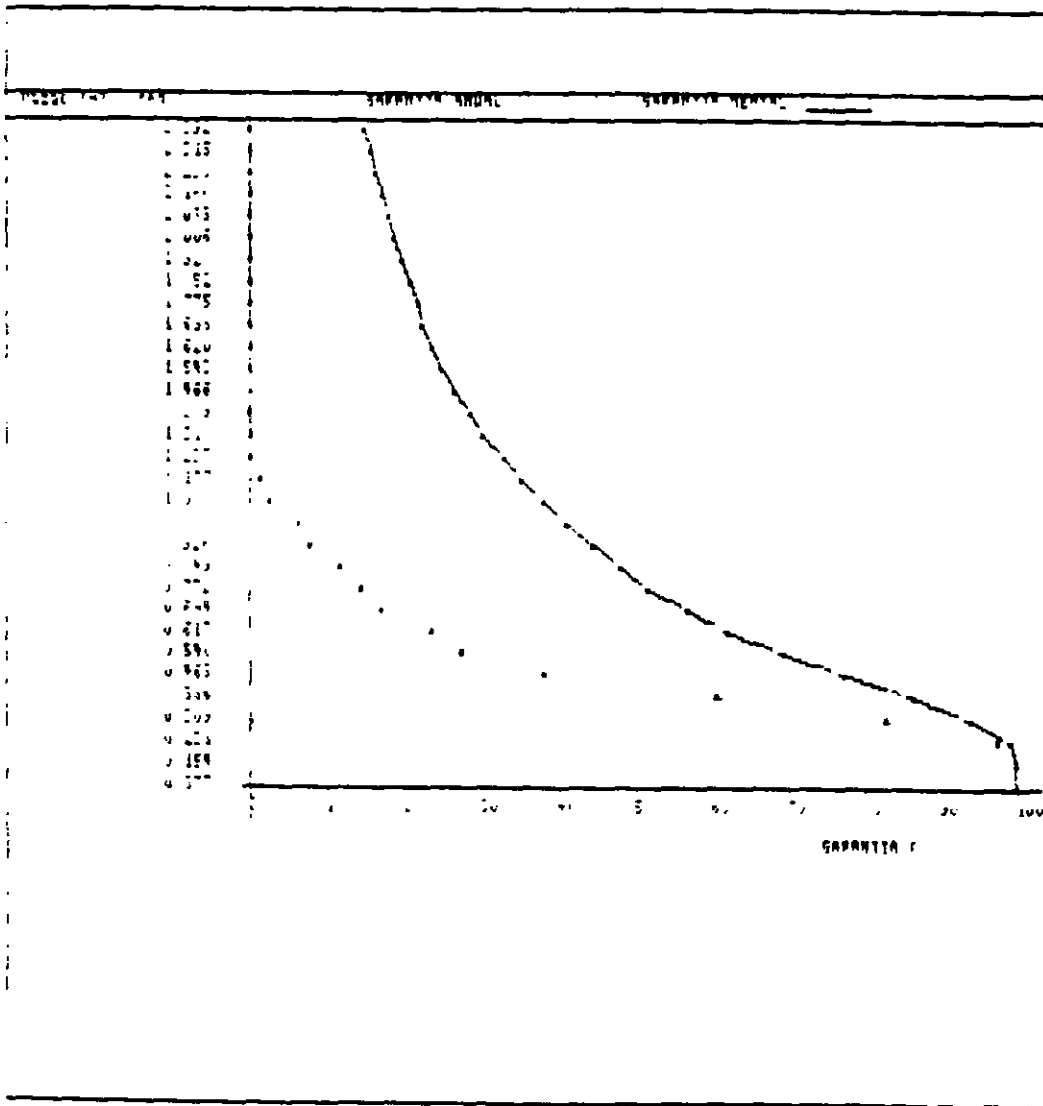
VOLUMEN MAXIMO = 1000000000

COTA DE DISENO = 1000

PERIODO DE GARANTIA = 100

PERIODO DE GARANTIA EN MESES DE 100 = 1000

PERIODO DE GARANTIA EN MESES DE 100 = 1000



**QUADRO 6.9**  
**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA BARRAGEM**

| COTA<br>(m) | VAZÃO                                 |                                       |                   | VOLUMES                         |  |                   | N° DE ANOS<br>COM SANGRIA<br>(%) | CUSTO<br>US\$<br>(1000) | CUSTO DO<br>m <sup>3</sup><br>DE ÁGUA<br>US\$ |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------------|--|-------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
|             | REGULARI-<br>ZADA (m <sup>3</sup> /s) | AFLUENTE<br>MÉDIA (m <sup>3</sup> /s) | RENDIMENTO<br>(%) | ACUMULADO<br>(hm <sup>3</sup> ) | REGULARIZA-<br>DO (hm <sup>3</sup> /ano) | RENDIMENTO<br>(%) |                                  |                         |   |
| 287 5       | 0 06                                  | 0 58                                  | 10 3              | 5 89                            | 1 89                                     | 12 1              | 88                               | 1 180                   | 0 62  |
| 290 0       | 0 20                                  | 0 58                                  | 34 5              | 12 25                           | 6 31                                     | 51 5              | 62                               | 1 612                   | 0 26  |
| 292 5       | 0 29                                  | 0 58                                  | 50 0              | 20 60                           | 9 15                                     | 44 2              | 39                               | 2 130                   | 0 23  |
| 295 0       | 0 35                                  | 0 58                                  | 60 3              | 32 00                           | 11 04                                    | 34 5              | 26                               | 2 290                   | 0 21  |
| 297 5       | 0 41                                  | 0 58                                  | 70 7              | 45 53                           | 12 93                                    | 28 4              | 20                               | 3 202                   | 0 25  |
| 300 0       | 0 44                                  | 0 58                                  | 75 9              | 63 70                           | 13 88                                    | 21 8              | 14                               | 3 498                   | 0 25  |

000097

O nível de alerta correspondente ao volume de  $7.4 \text{ hm}^3$ , a partir do qual só poderá ser retirada do reservatório uma vazão de 60 l/s com 100% de garantia.

#### 6.4.3.1 - Análise da Influência dos Anos 1952 - 1953

Nos estudos dos deflúvios considerou-se a possibilidade dos anos 1952 e 1953 estarem com valores de vazão superdimensionados.

Para avaliar a influência desses anos nos valores de vazão regularizada, decidiu-se testar a situação mais crítica oposta aos valores existentes. Essa situação foi considerar os valores de vazão em 1952-53 igual a zero, e simular o reservatório para comparar-se os resultados obtidos.

Chegou-se, com essa simulação, a valores de vazão regularizada idênticos para o caso da Figura 6.12 (sem nível de alerta). Observou-se que, para a vazão regularizada a 90% (mensal), os valores são coincidentes ( $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Para a garantia de 80% a nível anual, obtêve-se  $0,32 \text{ m}^3/\text{s}$  para a série original e  $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$  para a série alterada.

Não há, portanto, influência significativa desses anos nos estudos de regularização.

#### 6.4.4 - Estudos de Cheias

##### 6.4.4.1 - Objetivo

O estudo de descargas máximas prováveis desenvolvido neste item visa, fundamentalmente, reunir informações para o dimensionamento do sangradouro do açude São Miguel. Para tanto, os estudos foram dirigidos no sentido de determinar os hidrogramas referentes a cada frequência de cheia de interesse do projeto. As frequências adotadas são relativas aos períodos de recorrência de 100 a 1.000 anos.

## 6.4.4.2 - Chuva de Projeto

Para caracterização da bacia do ponto de vista de chuvas intensas, utilizou-se a série histórica das máximas chuvas diárias do posto de Naranjú.

No item chuvas intensas verifica-se que as coordenadas do centro de gravidade da bacia correspondem a Isozona E, onde a chuva de uma hora de duração correspondem a 45,9% para 100 anos e 44,3% da chuva de 24 horas para os períodos de retorno de 200, 500 e 1.000 anos. Deve-se notar que, na realidade, a chuva diária tem duração inferior a 24 horas e, portanto, deve ser acrescida em 10%. As chuvas de projeto são mostradas no quadro 6.10.

**QUADRO 6.10**  
**CHUVAS DE PROJETO (mm)**

| ESTAÇÃO | PERÍODO DE RETORNO (ANOS) |        |          |        |          |        |          |        |
|---------|---------------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|         | 100                       |        | 200      |        | 500      |        | 1.000    |        |
|         | 24 HORAS                  | 1 HORA | 24 HORAS | 1 HORA | 24 HORAS | 1 HORA | 24 HORAS | 1 HORA |
| Naranjú | 173.58                    | 79.67  | 188.58   | 83.54  | 209.64   | 92.87  | 226.81   | 100.48 |

A chuva pontual foi convertida em chuva para toda bacia pela equação.

$$\frac{P_A}{P_o} = (1 - W \log \frac{A}{A_o}) = 0,87$$

$W = 0,15$  (coeficiente regional para zonas áridas e semi-áridas),

$A = 176 \text{ km}^2$  (área da bacia total);

$A_o = 25 \text{ km}^2$  (área base para chuva pontual).

De onde resulta:

| BACIA   | PERÍODO DE RETORNO (ANOS) |           |             |           |             |           |             |           |
|---------|---------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|         | 100                       |           | 200         |           | 500         |           | 1.000       |           |
|         | 24<br>HORAS               | 1<br>HORA | 24<br>HORAS | 1<br>HORA | 24<br>HORAS | 1<br>HORA | 24<br>HORAS | 1<br>HORA |
| Naraniú | 151.01                    | 69.31     | 164.06      | 72.68     | 182.39      | 80.84     | 197.32      | 87.42     |

O tempo de concentração foi calculado segundo a Fórmula de Kirpich

$$T_c = 0,39 \frac{L^{0,385}}{S} \quad (\text{horas})$$

Assim, para a bacia de São Miguel tem-se:

$$L = 27 \text{ km}$$

$$S = 0,74\%$$

$$T_c = 5.6 \text{ horas}$$

onde:

L = Comprimento do talvegue (km);

S = Declividade (%);

T = Tempo de concentração (horas).

#### 6.4.4.3 - Relações Chuva-deflúvio

A ausência de dados da bacia, em especial os referentes às vazões de cheia, só permitem o uso de métodos sintéticos ou empíricos.

Métodos empíricos só devem ser usados nas bacias para as quais foram deduzidos ou para casos especiais em bacias com comprovação.

000100

Dos métodos sintéticos possíveis, o hidrograma unitário do Soil Conservation Service dos U.S. se mostra aceitável, tanto face aos parâmetros e dados que exige, como pela sua satisfatória validade já constatada para as condições regionais.

Outros hidrogramas unitários, além de necessitarem muitas vezes de informações inexistentes, não têm aplicação tradicional no Nordeste.

Assim, para a conversão de chuva em deflúvio, utilizou-se o método preconizado pelo S.C.S. expresso pelas seguintes equações:

$$q_j = \frac{p_j - 0,2S^2}{p_j + 0,8S} \text{ válida para } p_j > 0,2S$$

$$p_j < 0,2S \quad q_j = 0$$

$$S = 25,4 \frac{(1.000 - 10)}{CN}$$

onde:

$p_j$  = precipitação real em mm;

$q_j$  = deflúvio em mm,

$S$  = diferença potencial máxima entre  $p_j$  e  $q_j$  início da precipitação em mm;

CN = número de curva (Curver Nurber) do complexo solo vegetação.

Para a bacia do Açude São Miguel com solo areno argiloso e cobertura vegetal xerófila superior a 60% da área total e com uma altura de precipitação média da somatória dos 5 dias antecedentes do dia da máxima precipitação superior a 20,0 mm, adotou-se um valor de CN = 70. De onde resulta:

$$S = 108.86 \text{ mm}$$

Os hidrogramas sintéticos são apresentados nos Quadros 6.11 a 6.14.

#### 6.4.4.4 - Laminação de cheias

Os hidrogramas de cheias foram estabelecidos para chuvas de 6 horas de duração com períodos de recorrência de 100 a 1.000 anos.

O amortecimento das ondas cheias em reservatórios é obtido pela resolução da equação de armazenamento seguinte:

$$I_n + I_{n+1} \frac{(2S_n - Q_n)}{\Delta t} = \frac{2S_{n+1}}{\Delta t} + Q_{n+1}$$

baseada na equação da lei de continuidade  $(I-Q) dt=ds$

onde:

- $\Delta t$  = incremento finito entre os tempos  $t_n$  e  $t_{n+1}$ ;
- $I_n, I_{n+1}$  = vazões de entrada no início e final de  $\Delta t$ ;
- $Q_n, Q_{n+1}$  = vazões de saída no início e final de  $\Delta t$ ;
- $S_n, S_{n+1}$  = volumes armazenados no início e final de  $\Delta t$ .

A referida equação aplica-se a partir da condição inicial em que o reservatório se encontra com o nível d'água na soleira do sangradouro.

O sangradouro projetado é do tipo labirinto, com dimensões características que podem ser observadas no TOMO 2, Volume 1 - Relatório Geral.

Para os estudos de laminação de cheias, o comportamento hidráulico do sangradouro foi considerado através de sua curva cota x vazão (chuva-chave), que pode ser observada a seguir:

QUADRO 6.11

Estudo Hidrologico para Dimensionamento de Vertedouro  
Secao de entrada ao Acude UBALDINHO

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

|                        |                 |              |                      |           |
|------------------------|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| Area da<br>Bacia (km2) | Parametro<br>CN | Tr<br>(Anos) | Interv.<br>Tempo (h) | Tc<br>(h) |
| 176.00                 | 70.             | 100.         | 1.00                 | 5.6       |

Precipitacao de Projeto

| Duracao<br>(h) | P.Acumulada<br>(mm) | P.Efetiva<br>(mm) |
|----------------|---------------------|-------------------|
| 1.0            | 5.0                 | 0.0               |
| 2.0            | 15.0                | 0.0               |
| 3.0            | 30.2                | 0.6               |
| 4.0            | 105.0               | 35.5              |
| 5.0            | 112.0               | 4.8               |
| 6.0            | 118.0               | 4.3               |

| At (h) | Vazao<br>(m3/s) | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 |
|--------|-----------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1.0)  |                 | + | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 1      | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 2      | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 3      | 1.49            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 4      | 90.09           | . | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   | [   | [   |
| 5      | 190.56          | + | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | [   |
| 6      | 301.17          | . | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 7      | 390.23          | . | .  | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [   |
| 8      | 356.85          | . | .  | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [   |
| 9      | 304.80          | . | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 10     | 238.37          | + | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | [   |
| 11     | 171.95          | . | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 12     | 105.52          | . | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 13     | 39.71           | . | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 14     | 10.36           | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 15     | 1.92            | * | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | [   |
| 16     | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |

Vol. Hidrograma= 7.931 hm3 Vol. Precipitado= 7.947 hm3



## QUADRO 6.12

Estudo Hidrológico para Dimensionamento de Vertedouro  
Secao de entrada ao Acude UBALDINHO

## Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

| Area da<br>Bacia (km <sup>2</sup> ) | Parametro<br>CN | Tr<br>(Anos) | Interv.<br>Tempo (h) | Tc<br>(h) |
|-------------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| 176.00                              | 70.             | 200.         | 1.00                 | 5.6       |

## Precipitacao de Projeto

| Duracao<br>(h) | P.Acumulada<br>(mm) | P.Efetiva<br>(mm) |
|----------------|---------------------|-------------------|
| 1.0            | 6.3                 | 0.0               |
| 2.0            | 14.3                | 0.0               |
| 3.0            | 33.0                | 1.0               |
| 4.0            | 114.3               | 41.5              |
| 5.0            | 125.3               | 8.0               |
| 6.0            | 132.0               | 5.0               |

| At (h) | Vazao<br>(m <sup>3</sup> /s) | 0   | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600            |
|--------|------------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| (1.0)  |                              | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+ |    |     |     |     |     |     |     |     |     |                |
| 1      | 0.00                         | *   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 2      | 0.00                         | *   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 3      | 2.58                         | *   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [[             |
| 4      | 107.03                       | .   | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [[[[[[[[[[[[[[ |
| 5      | 231.03                       | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+ |    |     |     | *   |     |     |     |     |     | [[[[           |
| 6      | 366.71                       | .   | .  | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [[[[           |
| 7      | 476.05                       | .   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | [              |
| 8      | 440.93                       | .   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | [              |
| 9      | 376.21                       | .   | .  | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [              |
| 10     | 294.62                       | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+ |    |     |     | *   |     |     |     |     |     | [              |
| 11     | 213.02                       | .   | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 12     | 131.43                       | .   | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 13     | 50.91                        | .   | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 14     | 13.18                        | .   | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |
| 15     | 2.25                         | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+ |    |     |     |     |     |     |     |     |     | [              |
| 16     | 0.00                         | *   | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [              |

Vol. Hidrograma= 9.741 hm<sup>3</sup> Vol. Precipitado= 9.761 hm<sup>3</sup>

Estudo Hidrologico para Dimensionamento de Vertedouro  
Secao de entrada ao Acude UBALDINHO

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

| Area da<br>Bacia (km2) | Parametro<br>CN | Tr<br>(Anos) | Interv.<br>Tempo (h) | Tc<br>(h) |
|------------------------|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| 176.00                 | 70              | 500.         | 1.00                 | 5.6       |

Precipitacao de Projeto

| Duracao<br>(h) | P.Acumulada<br>(mm) | P.Efetiva<br>(mm) |
|----------------|---------------------|-------------------|
| 1.0            | 6.0                 | 0.0               |
| 2.0            | 16.0                | 0.0               |
| 3.0            | 34.0                | 1.2               |
| 4.0            | 124.0               | 48.3              |
| 5.0            | 136.0               | 9.0               |
| 6.0            | 143.0               | 5.4               |

| At (h) | Vazao<br>(m3/s) | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 |
|--------|-----------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| (1 0)  |                 | + | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 1      | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 2      | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 3      | 3.03            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 4      | 124.68          | . | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 5      | 268.38          | + | +  | +   | +   | +   | *   | +   | +   | +   | +   | [   |
| 6      | 424.64          | . | .  | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | [   |
| 7      | 550.18          | . | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | *   | [   |
| 8      | 507.69          | . | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | [   |
| 9      | 431.91          | . | .  | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | [   |
| 10     | 337.93          | + | +  | +   | +   | +   | +   | *   | +   | +   | +   | [   |
| 11     | 243.96          | . | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 12     | 149.99          | . | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 13     | 57.27           | . | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 14     | 14.39           | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |
| 15     | 2.43            | * | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | [   |
| 16     | 0.00            | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [   |

Vol. Hidrograma= 11.219 hm3 Vol. Precipitado= 11.242 hm3

Estudo Hidrologico para Dimensionamento de Vertedouro  
Secao de entrada ao Acude UBALDINHO

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

| Area da<br>Bacia (km2) | Parametro<br>CN | Tr<br>(Anos) | Interv.<br>Tempo (h) | Tc<br>(h) |
|------------------------|-----------------|--------------|----------------------|-----------|
| 176.00                 | 70              | 1000.        | 1.00                 | 5.6       |

Precipitacao de Projeto

| Duracao<br>(h) | P.Acumulada<br>(mm) | P.Efetiva<br>(mm) |
|----------------|---------------------|-------------------|
| 1.0            | 7.0                 | 0.0               |
| 2.0            | 16.0                | 0.0               |
| 3.0            | 33.0                | 1.0               |
| 4.0            | 131.0               | 53.7              |
| 5.0            | 140.0               | 6.8               |
| 6.0            | 153.0               | 10.2              |

| At (h) | Vazao<br>(m3/s) | 0 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|--------|-----------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| (1.0)  |                 | + | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -    |
| 1      | 0.00            | * | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 2      | 0.00            | * | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 3      | 2.58            | * | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 4      | 136.99          | . | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 5      | 288.23          | + | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | [    |
| 6      | 463.89          | . | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 7      | 606.49          | . | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [    |
| 8      | 564.06          | . | .   | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | [    |
| 9      | 492.90          | . | .   | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 10     | 387.37          | + | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | [    |
| 11     | 281.84          | . | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 12     | 176.31          | . | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 13     | 71.85           | . | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 14     | 22.64           | . | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |
| 15     | 4.58            | * | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | [    |
| 16     | 0.00            | * | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | [    |

Vol. Hidrograma= 12.599 hm3 Vol. Precipitado= 12.624 hm3

QUADRO 6.15

Estudo Hidrológico para Dimensionamento de Vertedouro  
 Secao de saída do Acude UBALDINHO- Propagacao pelo Metodo de Puls

TR=100 ANOS

Curva Vazao-Volume

|   | Vazao<br>(m3/s) | Volume<br>(m3/s) |
|---|-----------------|------------------|
| 1 | 0.0             | 9027.8           |
| 2 | 81.5            | 9444.4           |
| 3 | 116.1           | 9583.3           |
| 4 | 150.8           | 9722.2           |
| 5 | 185.6           | 9819.4           |
| 6 | 220.8           | 9861.1           |
| 7 | 250.3           | 10000.0          |
| 8 | 288.0           | 10138.9          |
| 9 | 327.4           | 10416.7          |

| At (h)<br>(1.0) | Vazao<br>(m3/s) | LAMINA<br>(m) | 0  | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 |
|-----------------|-----------------|---------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1               | 0.00            | 0.00          | *  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 2               | 0.00            | 0.00          | *  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 3               | 0.13            | 0.00          | *  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 4               | 8.27            | 0.03          | *  | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 5               | 31.80           | 0.12          | +* | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 6               | 69.95           | 0.26          | .  | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 7               | 128.25          | 0.43          | .  | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 8               | 202.88          | 0.58          | .  | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 9               | 239.55          | 0.66          | .  | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 10              | 245.69          | 0.68          | +* | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 11              | 237.92          | 0.66          | .  | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 12              | 214.91          | 0.59          | .  | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 13              | 157.41          | 0.51          | .  | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 14              | 126.22          | 0.43          | .  | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 15              | 99.59           | 0.35          | +* | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |
| 16              | 78.49           | 0.29          | .  | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 17              | 64.50           | 0.24          | .  | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 18              | 53.01           | 0.20          | .  | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 19              | 43.56           | 0.16          | .  | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   |
| 20              | 35.80           | 0.13          | +* | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   |

QUADRO 6.16

Estudo Hidrologico para Dimensionamento de Vertedouro  
 Secao de saida do Acude UBALDINHO- Propagacao pelo Metodo de Puls

TR=200 ANOS

Curva Vazao-Volume

|   | Vazao<br>(m3/s) | Volume<br>(m3/s) |
|---|-----------------|------------------|
| 1 | 0.0             | 9027.8           |
| 2 | 81.5            | 9444.4           |
| 3 | 116.1           | 9583.3           |
| 4 | 150.8           | 9722.2           |
| 5 | 185.6           | 9819.4           |
| 6 | 220.8           | 9861.1           |
| 7 | 250.3           | 10000.0          |
| 8 | 288.0           | 10138.9          |
| 9 | 327.4           | 10416.7          |

| At (h) | Vazao<br>(m3/s) | LAMINA<br>(m) | 0 | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 6 |
|--------|-----------------|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| (1.0)  |                 |               | + | +  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | + |
| 1      | 0.00            | 0.00          | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 2      | 0.00            | 0.00          | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 3      | 0.23            | 0.00          | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 4      | 9.96            | 0.04          | * | .  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 5      | 38.31           | 0.14          | + | *  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | + |
| 6      | 85.52           | 0.31          | . | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 7      | 163.43          | 0.53          | . | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 8      | 252.43          | 0.71          | . | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 9      | 289.01          | 0.80          | . | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | . |
| 10     | 295.16          | 0.84          | + | +  | +   | +   | +   | *   | +   | +   | +   | +   | + |
| 11     | 289.68          | 0.81          | . | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | . |
| 12     | 262.90          | 0.73          | . | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | . |
| 13     | 227.46          | 0.62          | . | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 14     | 154.83          | 0.51          | . | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 15     | 121.05          | 0.41          | + | +  | +   | *   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | + |
| 16     | 94.48           | 0.34          | . | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 17     | 75.12           | 0.28          | . | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 18     | 61.73           | 0.23          | . | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 19     | 50.73           | 0.19          | . | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | . |
| 20     | 41.69           | 0.15          | + | *  | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | + |

Estudo Hidrológico para Dimensionamento de Vertedouro  
 Secao de saída do Acude UBALDINHO- Propagacao pelo Metodo de Puls

TR=500 ANOS

Curva Vazao-Volume

|   | Vazao<br>(m3/s) | Volume<br>(m3/s) |
|---|-----------------|------------------|
| 1 | 0.0             | 9027.8           |
| 2 | 81.5            | 9444.4           |
| 3 | 116.1           | 9583.3           |
| 4 | 150.8           | 9722.2           |
| 5 | 185.6           | 9819.4           |
| 6 | 220.8           | 9861.1           |
| 7 | 250.3           | 10000.0          |
| 8 | 288.0           | 10138.9          |
| 9 | 327.4           | 10416.7          |

| At (h)<br>(1.0) | Vazao<br>(m3/s) | LAMINA<br>(m) | 0     | 60    | 120   | 180   | 240   | 300   | 360   | 420   | 480   | 540   | ε     |
|-----------------|-----------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1               | 0 00            | 0.00          | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 2               | 0 00            | 0 00          | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 3               | 0 27            | 0.00          | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 4               | 11 60           | 0.04          | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 5               | 44.56           | 0.16          | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + |
| 6               | 102.45          | 0.36          | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 7               | 216.77          | 0.60          | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 8               | 286.59          | 0.80          | .     | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 9               | 311.49          | 0.92          | .     | .     | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     |
| 10              | 321.22          | 0.97          | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + |
| 11              | 317.21          | 0.95          | .     | .     | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     |
| 12              | 301.29          | 0.87          | .     | .     | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     |
| 13              | 264.68          | 0.74          | .     | .     | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 14              | 211.90          | 0 59          | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 15              | 140.92          | 0.47          | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + |
| 16              | 109.88          | 0.38          | .     | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 17              | 85 56           | 0.31          | .     | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 18              | 69.52           | 0 26          | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 19              | 57 13           | 0.21          | .     | *     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     |
| 20              | 46.95           | 0.17          | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + | + * + |

QUADRO 6.18

Estudo Hidrológico para Dimensionamento de Vertedouro  
 Secao de saida do Acude UBALDINHO- Propagacao pelo Metodo de Puls

TR=1000 ANOS

Curva Vazao-Volume

|   | Vazao<br>(m3/s) | Volume<br>(m3/s) |
|---|-----------------|------------------|
| 1 | 0.0             | 9027.8           |
| 2 | 81.5            | 9444.4           |
| 3 | 116.1           | 9583.3           |
| 4 | 150.8           | 9722.2           |
| 5 | 185.6           | 9819.4           |
| 6 | 220.8           | 9861.1           |
| 7 | 250.3           | 10000.0          |
| 8 | 288.0           | 10138.9          |
| 9 | 327.4           | 10416.7          |

| At (h)<br>(1.0) | Vazao<br>(m3/s) | LAMINA<br>(m) | 0  | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|-----------------|-----------------|---------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1               | 0.00            | 0.00          | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 2               | 0.00            | 0.00          | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 3               | 0.23            | 0.00          | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 4               | 12.63           | 0.05          | *  | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 5               | 48.27           | 0.18          | +* | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 6               | 112.78          | 0.39          | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 7               | 235.63          | 0.65          | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 8               | 303.33          | 0.88          | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 9               | 333.14          | 1.03          | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 10              | 347.31          | 1.10          | +* | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 11              | 345.63          | 1.09          | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 12              | 330.20          | 1.01          | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 13              | 302.90          | 0.88          | .  | .   | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 14              | 253.72          | 0.71          | .  | .   | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 15              | 181.73          | 0.56          | +* | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 16              | 133.58          | 0.45          | .  | .   | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 17              | 103.93          | 0.36          | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 18              | 81.04           | 0.30          | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 19              | 66.60           | 0.25          | .  | *   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |
| 20              | 54.73           | 0.20          | +* | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .   | .    |