

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS COGERH  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
DO ESTADO DO CEARÁ PROURB/CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM SOUZA  
NO MUNICÍPIO DE CANINDÉ**

**TOMO I  
RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME I  
DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO**

**CONCREMAT**

**FORTALEZA  
DEZEMBRO DE 1996**

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB/CE**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM SOUZA**

**TOMO I**  
**RELATÓRIO GERAL**

**VOLUME I**

**DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO**



**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A.

Lote 01531 - Prep () Scan () Index ( )

Projeto N° \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Volume \_\_\_\_\_

Qtd A4 82/2 Qtd A3 \_\_\_\_\_

Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_

Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_

ORTALEZA  
EZEMBRO/96



**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA

# **PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM SOUZA**

## **TOMO I RELATÓRIO GERAL**

### **VOLUME I DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO**

01/003



## ÍNDICE

### **1 - Apresentação do Projeto**

### **2 - Ficha Técnica do Reservatório, da Barragem e Obras Anexas**

### **3 - Síntese dos Estudos Básicos**

#### *3 1 - Estudos Topográficos*

3 1 1 - Transporte de Coordenadas e de Cotas

3 1 2 - Levantamentos Planialtimétricos

3 1 3 - Locação do Eixo da Barragem e Sangradouro

3 1 4 - Locação do Poligonal de Contorno do Reservatório

3 1 5 - Levantamento de Jazidas

#### *3 2 - Estudos Geológico-Geotécnicos*

3 2 1 - Reconhecimento Geológico Geral e Regional

3 2 2 - Levantamento Geológico de Superfície

3 2 3 - Investigações Geotécnicas

3 2 3 1 - Investigações nas Áreas de Implantação das Estruturas

3 2 3 2 - Investigações de jazidas

#### *3 3 - Estudos Hidrológicos*

3 3 1 - Introdução

3 3 2 - Caracterização Física e Morfologia da Bacia Hidrográfica

3 3 3 - Caracterização Climática

3 3 4 - Estudos de Simulação

3 3 5 - Determinação da Capacidade do Reservatório e da Vazão Regularizada

3 3 6 - Estudos das Cheias

3 3 7 - Dimensionamento Hidráulico do Vertedouro

3 3 8 - Interferência do Açude Souza Sobre a Barragem Pereira de Miranda



## **4 - Concepção do Projeto**

### *4 1 - Barragem de Terra Homogênea*

#### 4 1 1 - Descrição da Fundação da Barragem

4 1 1 1 - Fundação da Ombreira Esquerda

4 1 1 2 - Fundação da Ombreira Direita

4 1 1 3 - Fundação no Leito do Rio

#### 4 1 2 - Maciço Compactado

#### 4 1 3 - Tapete Impermeável

#### 4 1 4 - Sistema de Drenagem Interna

4 1 4 1 Filtro Vertical

4 1 4 2 - Tapete Drenante

4 1 4 3 - Dreno de Pé - "Rock-Fill"

4 1 4 4 - Poços de Alívio

#### 4 1 5 - "Rip-Rap", Proteção do Talude e Revestimento

4 1 5 1 - "Rip-Rap"

4 1 5 2 - Proteção do Talude de Jusante da Barragem

4 1 5 3 - Revestimento Primário do Coroamento de Barragem

### *4 2 - Sangradouro*

#### 4 2 1 - Canal de Acesso

#### 4 2 2 - Canal de Restituição

#### 4 2 3 - Estrutura Vertedoura

4 2 3 1 - Blocos Vertedouros

4 2 3 2 - Lajes de Proteção do Vertedouro

4 2 3 3 - Muros Alas



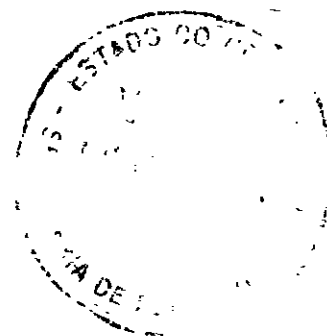
**5 - Quantidades de Serviço**

**6 - Cronograma Geral de Construção e Equipamento Mínimo**

*6.1 - Cronograma Geral de Construção*

*6.2 - Equipamento Mínimo Requerido*

**7 - Especificações Técnicas para Construção e Critérios de Medição e Pagamento**



033006



## 1 - APRESENTAÇÃO DO PROJETO

A Barragem Souza integra o elenco de 40 barragens de pequeno e médio portes que deverão ser implantadas gradualmente pela SRH/COGERH, seguindo prioridade já estabelecida pelo citado órgão, em seu "Estudos de Hierarquização"

Este conjunto de barragens constitui um segmento, do PROURB - Projeto de Desenvolvimento Urbano instituído pelo Governo do Estado do Ceará, cujo objetivo é o de integrar e implementar ações para o desenvolvimento da infra-estrutura básica de vários núcleos existentes no Estado. No caso do conjunto de barragens o objetivo é o de suprir a deficiência de recursos hídricos desses núcleos do interior do Estado.

Especificamente a Barragem Souza será uma das primeiras a serem implantadas, visando o reforço imediato ao abastecimento de água à cidade de Canindé.

O objetivo mais abrangente do açude é o de acumulação de água para o abastecimento humano e animal, além da irrigação de áreas agrícolas próximas ao rio, a jusante da Barragem e piscicultura.

O presente relatório apresenta o conjunto de documentos técnicos elaborado pela Concremat Engenharia e Tecnologia S/A, que consubstanciam o Projeto de Engenharia a nível executivo da Barragem Souza.

São os seguintes os documentos técnicos que compõem o citado Projeto:

- TOMO I - Relatório Geral

- Volume I - Descrição Geral do Projeto*

- Volume II - Especificações Técnicas Para Construção*

- Planilhas de Quantitativos*

- Crêditos Para Medição e Pagamentos*

- Planilhas de Quantitativos, Preços e Orçamento*

- Volume III - Memorial de Cálculo*

- Volume IV - Desenhos do Projeto da Barragem*

- TOMO II - Estudos Básicos

- Volume I - Estudos Topográficos*

- Volume II - Estudos Geológico-Geotécnicos*

- Volume III - Estudos Hidrológicos*

Há que ressaltar os seguintes outros estudos e projetos, também elaborados pela Concremat, que complementam o projeto da Barragem Souza

- Projeto da Adutora Canindé
- Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola
- Levantamento Cadastral da Bacia Hidráulica





## 2 - FICHA TÉCNICA DO RESERVATÓRIO, DA BARRAGEM E OBRAS ANEXAS

O barramento do Rio Junti na localidade denominada Souza, dista cerca de 4 Km da cidade de Caninde

Apresenta-se a seguir um resumo dos principais dados técnicos do reservatório e do próprio barramento

### a) Localização

- Rio Junti, afluente do Rio Canindé
- Sistema Curu
- Município Canindé, na localidade denominada Souza
- Estado Ceara

### b) Características do Reservatório

- |   |                      |
|---|----------------------|
| • Area da Bacia Hidrográfica              | 219,3Km <sup>2</sup> |
| • Área da Bacia Hidráulica                | 400Ha                |
| • Volume Máximo do Reservatório           | 30,84Hm <sup>3</sup> |
| • Volume Morto do Reservatório            | 3,70Hm <sup>3</sup>  |
| • Volume de Alerta                        | 6,9 Hm <sup>3</sup>  |
| • Nível d'água máximo maximorum           | 164,25 m             |
| • Nível d'água máximo normal              | 162,50 m             |
| • Nível d'água de alerta                  | 159,00 m             |
| • Nível d'água mínimo operacional         | 149,25 m             |
| • Vazão com f = 90%, sem volume de alerta | 300 l/s              |
| • Vazão com f = 90%, com volume de alerta | 204 l/s              |
| • Vazão efetiva para abastecimento humano | 102 l/s              |
| • População atendida ( ano 2 016 ) =      | 95 652 hab           |

### c) Características da Barragem

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| • Tipo Barragem de terra, homogênea, |                        |
| • Altura na seção máxima             | 19,90 m                |
| • Volume total do maciço             | 300 000 m <sup>3</sup> |



- Comprimento do coroamento 660 m
- Largura do coroamento 6,0 m
- Cota do coroamento 165.10 m
- Talude de Montante 1 2 (V H)
- Taludes de Jusante 1 2 (V H) com berma de 2,0 na cota 155.0 m  
1 2,5 (V H) abaixo da cota 155,0 m

#### d) Características do Sangradouro

Veterdouro de soleira livre tipo

Perfil de CREAGER.

- Cota da Soleira 162,50.
- Largura 100m.

#### Pico de cheia

- Período de retorno 500 anos - 612 m<sup>3</sup>/s
- Período de retorno 1000 anos - 720 m<sup>3</sup>/s
- Período de retorno 10 000 anos - 1042 m<sup>3</sup>/s

#### Máximas Vazões Efluentes:

- Período de retorno 500 anos - 331 m<sup>3</sup>/s
- Período de retorno 1000 anos - 397 m<sup>3</sup>/s
- Período de retorno 10 000 anos - 606 m<sup>3</sup>/s
- Nível máximomaximorum (10 000 anos) 164,25

#### e) Características da Tomada D'água

- Tipo Galena com contorle a jusante
- Número de conduto 1
- Diâmetro do conduto 500mm.
- Comprimento do condutor 80m.
- Vazão máxima de projeto 300 l/s

000010

### 3 - SÍNTESE DOS ESTUDOS BÁSICOS

A referência inicial dos Estudos Básicos para seleção do sítio e eixo do barramento foi o documento denominado "Relatório e Projeto da Barragem Souza em Canindé-Ce", elaborado pela SRH/SOHIDRA nos anos de 1988/1989

De posse desse documento, procedeu-se ao reconhecimento do sítio da barragem, através de Estudos Cartográficos com base nas cartas da SUDENE (escala 1 100 000 ), no projeto RADAM BRASIL ( escala 1 1 000 000 ) e nas cartas IDACE na escala 1 10 000 Nesta fase foram feitos estudos de interpretação de fotografias aéreas para exame do relevo, quanto a forma, topografia e declividade análise da geologia visando a indicação dos tipos de formação geológica, afloramentos rochosos, fraturamento dominante, apoio aos estudos hidrológicos para delimitação da bacia hidrográfica, rede de drenagem natural, vegetação, etc

Os estudos de gabinete foram complementados com inspeção de campo por equipe de especialistas encarregados de cada um dos estudos básicos

O local escolhido para a barragem foi o boqueirão do Rio Juriti, localizado a montante da confluência com o Riacho Souza

Os estudos básicos desenvolvidos estão consolidados em três documentos, conforme apresentado no capítulo 1 deste relatório, e que são os seguintes

- Estudos Topográficos
- Estudos Geológico-Geotécnicos
- Estudos Hidrológicos

#### 3.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos compreenderam

- transporte de coordenadas e de cotas com implantação de marcos de referência ( Datum Planimétrico e Altimétrico )
- levantamentos planialtimétricos
- locações e nivelamentos de eixos
- implantação de poligonal de contorno do reservatório
- levantamento de jazidas



### 3 1 1 - Transporte de Coordenadas e de Cotas

As coordenadas UTM ( Datum planimétrico ) foram implantadas em três marcos na ombreira direita da barragem

MARCO	COORDENADAS UTM	
	N	E
M1	9 514 477,372	468 950.937
M2	9 514 478.910	469 008.596
M3	9 514 359.393	469 003.598

As cotas de referência do sistema IBGE ( Datum Altimétrico ), foram implantadas em dois dos marcos ( M1 e M2 ) localizados na ombreira direita da barragem, que são

Marco 1 ( M - 1 ) - 175.725 cota IBGE

Marco 2 ( M - 2 ) - 175.697 cota IBGE

### 3 1 2 - Levantamentos Planialtimétricos

Os levantamentos planialtimétrico detalhados, estão apresentados em plantas de curva de nível de metro em metro, na escala 1 1000 e cobrem as faixas onde serão implantadas as obras da barragem, do sangradouro, do canal de restituição e da calha do no a montante da barragem

a) Levantamento das faixas de implantação da barragem e do sangradouro

A partir de linha base ( LB ) locada e nivelada a cada 20 m, ( EST 0+00 a EST 44+00, com deflexão na estaca 33+00), foram levantadas seções transversais, cobrindo uma faixa de 200 m ( 100 m para cada lado da LB ) Ver desenhos BS-TOP- 01 e 02



b) Levantamentos para definição da calha do rio a montante da barragem e dos canais de acesso e de restituição do sangradouro

Foram executados levantamentos planialtimétricos até aproximadamente 400,00 m a montante, partindo da linha base, para determinação da calha do rio, estudos de sondagens, assoreamento etc (Ver desenhos BS - TOP - 003)

O local adequado para definição do canal de restituição foi locado, sendo o eixo estaqueado de 20 em 20 metros e nivelado, com extensão aproximada a partir do eixo do sangradouro de 617 00m. Foram executadas seções transversais com  $\pm$  40m para cada lado, possibilitando uma definição precisa da topografia.

Vale salientar a existência de um pequeno açude no trecho próximo ao encontro com o rio (ver desenho BS - TOP - 004)

O levantamento planialtimétrico para o Canal de Acesso está apresentado no desenho BS - TOP - 005

### 3.1.3. Locação do Eixo da Barragem e Sangradouro

Sendo definido pelo projetista, em planta a exata posição dos eixos da barragem e do sangradouro, foram executados em campo a locação de seus vértices, sendo implantados quatro marcos de concreto, a partir dos "datums" UTM e cotas reais a saber:

Marcos M4 e M5 para a locação do eixo da Barragem,

Marcos M6 e M7 para a locação do eixo do Sangradouro

São as seguintes as coordenadas UTM desses marcos de amarração dos eixos

MARCO	COORDENADAS UTM	
	N	E
M4	9 514 527,450	468 880,562
M5	9 514 499,860	468 314,539
M6	9 514 441,270	468 271,048
M7	9 514 435,499	468 160,905

Azimuthes M4  $\rightarrow$  M5 = 267° 12' 33"

M6  $\rightarrow$  M7 = 267° 00' 01"

0.0015



### 3 1 4 Locação do Poligonal de Contorno do Reservatório

Tendo sido definida a cota de coroamento como parâmetro a ser utilizado para locação da poligonal de contorno, sendo projetada em 165,00m, foi determinado em campo o perímetro, com a implantação de marcos de concreto nos seus vértices determinantes. A poligonal teve seu início no marco 5 com um total de 78 vértices, perímetro total de 20 149,852 metros, área total 421,9351 ha, com seu término no marco 4.

Foram executadas 6 (seis) poligonais fechadas que originaram 72 vértices, que estão implantados e caracterizados por marcos de concreto, no local.

Apresentamos a seguir o quadro resumo das poligonais.

Nº	VERTICES		ESTENÇÃO TOTAL (M)	FECHAMENTO			OBS
	NOMES	QUANT		α	LINEAR	COTA	
1	V BAR V1-V11	11	2 143,837	0°00'53"	1/18 328	0,412	
2	V11-V20	9	2 219,480	0°00'53"	1/30 397	0,126	
3	V20-V35	15	8 955,093	0°00'42"	1/12 774	0,347	
3A	V24-V25	6	1 322,204	0°00'11"	1/55 092	-	TRECHO COMPLEMENTADO POSTERIORMENTE
4	V35-V67	32	8 310,636	0°01'04"	1 13 983	-	
5	V BAR V67 MAR DIR 72	5	2 198,602	0°00'03"	1/42 101	0,137	
Σ		78	20 149,852				



### 3 1 5 Levantamento de Jazidas

Foram efetuadas locações e amarrações das áreas de jazidas, compreendendo empréstimos terroso (oito áreas), areal (uma área) e pedreira (uma área), conforme apresentado no relatório do Estudos Básicos - TOMOII - VOL II

## *3 2 ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS*

Os estudos geológico - geotécnicos tiveram por objetivo conhecer as características gerais regional e do sítio da Barragem através de fotointerpretação, compreendendo análise geral da geologia para identificação dos tipos de formação geológica, pré-locação dos pontos de afloramento, fraturamento, etc conhecimento detalhado da geologia nos locais de implantação dos estudos, através do reconhecimento geológico de superfície, investigações geotécnicas e ensaios de campo e laboratório, além da identificação e caracterização de jazidas de materiais para construção

Foram desenvolvidos os seguintes estudos geológicos e geotécnicos de interesse do projeto

- reconhecimento geológico geral e regional,
- levantamento geológico de superfície de toda área de interesse do projeto,
- investigações geotécnicas nas áreas de implantação das estruturas,
- estudos de jazidas de materiais de construção

Os estudos geológico-geotécnicos estão apresentados com detalhe no relatório constante do TOMO II - VOLUME II - ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

### 3 2 1 Reconhecimento Geológico Geral e Regional

- **Geologia Geral**

A diversidade geológica e estrutural da região onde será construída a Barragem Souza, foi recentemente sintetizada com a designação de Complexo Nordeste, homogeneizando a variada nomenclatura existente para caracterizar uma faixa de metamorfitos de idade pré - cambriana inferior a média (In RADAM BRASIL, Nascimento et al )

Este complexo, juntamente com outras áreas pré-cambrianas, encontra-se posicionado como substrato das seqüências supracrustais

Note-se mesmo assim que o padrão geocronológico obtido demonstra um envolvimento nos eventos do pré-cambriano Superior

Em todo o contexto litológico a petrografia da área em estudo é representada por uma ampla e complexa associação de rochas, basicamente compostas por migmatitos, gnaisses, gnaisses migmatizados, granitóides, anfibolitos e quartzitos. As coberturas terciário-quadernianas estão associadas aos vales dos pequenos rios e riachos e ao rio Curu

Nas rochas mais silicosas e competentes, domina o intemperismo mecânico, possibilitando, como no caso do quartzito a formação de solos pedregosos e arenosos

O micaxisto, o gnaiss e os migmatitos são facilmente desagregados, em razão da diminuição da resistência da rocha, pela decomposição química de seus minerais

As estruturas do embasamento cristalino são bastante simples, não havendo de modo geral, grande variação na direção predominante de orientação das várias rochas oscilando entre o NNW e NNE, evidenciando ter sido EW a direção principal do esforço tectônico desenvolvido

#### • **Geologia Regional**

A bacia hidrográfica de interesse para a Barragem Souza, abrange uma área de 220 Km<sup>2</sup>, é drenada predominantemente pelo rio Jundi, e secundariamente suprida por vários riachos, que quase sempre se encontram encaixados em fendas. A rede hidrográfica principal apresenta como padrões predominantes o subparalelo e o angular, tendo em vista o forte controle exercido pelas estruturas. Esta bacia se encontra inserida em sua totalidade em rochas pré-cambrianas, apresentando um relevo ora arrasado com ondulações muito suaves onde se destacam cristas gnáissicas

#### • **Unidades Geológicas de Interesse Local**

A coluna estratigráfica bem como os tipos litológicos predominantes são apresentados no mapa geológico regional. (figura 1.3)

A litologia ocorrente na área da bacia hidrográfica é um gnaiss-migmatítico, sem denominação segundo o Mapa Geológico do Estado do Ceará (DNPM - 1983). Os gnaisses ocorrentes na região apresentam uma constituição variada, incluindo, anfibolitos, quartzitos e calcário cristalino. Os migmatitos mostram estruturas diversas, desde as foliadas, próprias dos gnaisses, até as mais homogêneas, como a dos anatexitos. É interessante salientar que as diversas fácies migmatíticas não possuem uma zona de predominância rigidamente delimitada, pois facilmente se encontra mais de uma fácies migmatítica dentro de um mesmo afloramento



As facies gnáissicas mais comuns são biotita-gnaïsse e hornblenda-biotita-gnaïsse com variações de gnaïsses facoidais Encaixados de modo concordante, nestes gnaïsses são encontrados lentes anfibolíticas, quartzíticas e de calcáno cristalino

O quadro estrutural desta unidade apresenta um grande numero de falhas de rejeito direcional de pequeno deslocamento, várias siniformes e antiformes com planos axiais sinuosos e presença de falhamento de porte médio cortando a região na direção nordeste As lineações se posicionam primordialmente segundo a direção norte-nordeste

#### • Litologia Dominante

A litologia ocorrente na área onde se formará o lago da Barragem Souza e no local selecionado para a implantação da barragem e sangradouro é constituída pôr rochas metamórficas posicionadas no pré-cambriano e pôr coberturas aluvionares restritas aos leitos do rio e rachos O complexo cnstalino que domina na área é formado essencialmente por rochas gnáissicas e migmatíticas eventualmente cortadas por veios de composição quartzosa ou pigmatítica

Na ombreira direita aflora rocha gnáissica em quase toda sua extensão a partir do patamar aluvionar Localmente esta rocha apresenta geralmente uma coloração cinza clara, granulação fina a media mostrando finas listras que frequentemente alteram-se para espessas bandas félsicas intercaladas com máficas O manto de solo de alteração, que apresenta uma composição silte-areno-argiloso, é bastante raso, não ultrapassando profundidades superiores a 0 60m

Na ombreira esquerda o complexo migmatítico predomina, aflorando somente nas partes topograficamente mais elevadas Poços de inspeção escavados no eixo do barramento, mostram que a camada de solo de alteração e/ou rocha decomposta atinge espessura de até 1.5m, principalmente próximo ao contato dessa com o terraço aluvionar

Os migmatitos são caracterizados pela redução ou mesmo ausência de traços de foliação ou aparecimento de complexos micros dobramentos São rochas leucocráticas, de cor cinza-clara, granulação variando de média a grossa, constituídas de quartzo, feldspato, biotita e muscovita Pode observar-se com freqüência, nestas rochas, microfraturamentos que quase sempre se encontram preenchidos por veios quartzosos e pegmatíticos multidirecionais

O terraço aluvionar praticamente não existe na ombreira direita, enquanto que na margem oposta ele se alarga chegando a atingir cerca de 250m No vale maior do rio o pacote aluvionar chega a atingir cerca de 14.0m de profundidade, constituído por areia fina a grossa que, em áreas concentradas grada para areia siltosa e/ou argilosa de coloração variegada



- **Geomorfologia**

Como se descreve em linhas gerais a geologia regional tem características das depressões sertanejas, com altimetria inferior a 400 metros, esbatida entre os maciços residuais cristalinos. As litologias são representadas por rochas pré-cambrianas. Além disso, apresentam rochas pertencentes as pequenas bacias sedimentares de datações variadas.

Vê-se a topografia diferenciada daquele aspecto esbatido que tão bem caracteriza a chamada superfície sertaneja. Nos locais em que a rede de drenagem se adensa, assumindo um padrão dendrito com cursos inseqüentes e sem qualquer controle estrutural, o sulcamento tende a dissecar o relevo.

De forma a sintetizar as características geomorfológicas locais, destacam-se com maior evidência as seguintes evidências naturais: truncamento indistinto das litologias por processos de morfogênese mecânica que tenderam a aplainar a superfície; ocorrência frequente de pavimentos dendritos; pequena capacidade de erosão linear face a intermitência dos cursos d'água, que justifica a pequena amplitude altimétrica entre os pequenos interflúvios e os fundos dos vales; pequena espessura do manto de alteração das rochas; revestimento vegetal generalizado de caatinga com capacidade mínima de diminuir a ação desgastadora dos processos de erosão.

Comumente, se nota associação de solos litólicos, bruno não cálcicos, vertissolos, planossolos e podzolicos vermelho-amarelo-escuros, recobertos ora por caatinga densa e de porte arbóreo, ora por caatinga arbustiva e esparsa ao lado de um tapete herbáceo de distribuição extensiva na curta estação chuvosa.

### 3.2.2 Levantamento Geológico de Superfície

A partir do reconhecimento geral do sítio da Barragem, conforme descrito anteriormente, partiu-se para o reconhecimento da geologia do local das obras, através de um reconhecimento de superfície, executando um caminhamento ao longo do eixo topográfico locado, abrangendo uma faixa de 200m para montante e jusante, da Barragem e do Sangradouro, tendo sido estudados 21 afloramentos existentes na área dos quais foram obtidas medidas de atitudes de foliação e dos fraturamentos, com uso de bússola.

O desenho BS-GEO 21/25, esc. 1:1000, Levantamento Geológico do Eixo da Barragem e Vertedouro, apresenta graficamente o levantamento geológico de superfície do local das obras.



A coluna lito-estratigráfica em que se encontra a área estudada compõe-se de rochas da era pré-cambriana e de era quaternária

- Pre-Cambriano

A geologia local caracteriza-se pela ocorrência genérica de rochas gnaissicas, por vezes migmatizadas com estruturas diversas e migmatitos, integrantes do "Complexo Nordestino" (denominação do Projeto RADAM-BRASIL). Os gnaisses afloram praticamente ao longo do perfil, tanto no lado direito, como no lado esquerdo da calha do rio. As melhores expressões desse afloramento estão representadas entre as estacas 3 a 4, 7 a 10 (lado direito do Rio Jundi) e estacas 28 a 29, 30 a 31 e 31 a Estaca II. No restante predomina solo de alteração de gnaiss siltico-arenoso a siltico-areno-argiloso, de textura fina a média, cinza-claro a cinza-amarelada, por vezes amarelo amarronzado.

- Quaternário

As aluviões são encontradas no leito do rio Jundi e de seus tributários. São constituídas de cascalhos formados de seixos angulosos de rochas preexistentes, inconsolidadas, e que sofreram pequeno transporte, e por areias puras com granulação variando de fina a grossa. Na fração mais grosseira predominam os seixos de quartzo com porcentagem muito reduzida de material siltico-argiloso.

O contacto das aluviões com as rochas adjacentes (gnaisses-migmatitos) está representado de forma aproximada, tendo sido definido com auxílio de fotografias aéreas e checagem de campo. Ver o desenho - Mapa Fotogeológico - nº BS-GEO 20/25, escala 1:10 000.

A direção de lineação e/ou planos de xistosidade ocorrem em direção variando no nº 340º a 355º, com mergulhos suaves a médios variando de 17º a 45º.

### 3.2.3 Investigações Geotécnicas

São apresentados neste relatório os resultados que definem as características da fundação da barragem Souza e de seu sangradouro, assim como dos materiais construtivos, terrosos, arenosos e pétreos.

Os resultados de todos os estudos realizados, que nortearam o projeto executivo da barragem, os parâmetros básicos a serem seguidos na fundação da obra e as características gerais dos materiais construtivos encontram-se relatados nos estudos geotécnicos de base, em volume



especifico Trazemos a este relatório uma síntese dos resultados e dos trabalhos desenvolvidos

### 3.2.3.1 Investigações nas Áreas de Implantação das estruturas

#### a) Estudo no Eixo da Barragem

Para definir as características geotécnicas da barragem principal, foram executadas

- 08 sondagens a percussão,
- 02 sondagens mistas, com rotativa BX
- 12 sondagens a pá e picareta.

Perfazendo um total de 82,68m de percussão, 7,4m de rotativa BX e 7,05m de sondagens a pá e picareta

Nas duas sondagens mistas foram executados três ensaios de perda d'água tipo Lugeon. dois na SM-01 e um na SM-02

- Sondagens a percussão (SPT)

Foram realizadas seis sondagens no eixo da Barragem, na calha do rio (SP1 a SP6) e duas sondagens a montante do eixo da Barragem sendo uma a 50m (SP7) e outra a 100m (SP8)

No leito do rio as sondagens executadas permitiram a determinação de algumas características geotécnicas do pacote aluvionar, o qual apresenta espessura variável entre 7m e 13m, sendo constituído por camadas de areias bem graduada com pedregulhos, pouco compactas a compactas que se alternam com camadas de argila siltosa-arenosa rijas a duras e siltes arenosos pouco compactos e compactos

Em geral, o impenetrável a percussão ocorreu na camada de solo residual de gnaiss (área fina a grossa, siltosa, amarela variegada)

Na calha do rio, como é esperado, o nível do lençol é quase superficial

Os ensaios de permeabilidade "in situ" indicam as seguintes faixas de valores para os coeficientes de permeabilidade, nas diversas camadas do solo aluvionar

	<u>k (cm / seg)</u>
• Areia fina a grossa	$2,45 \times 10^{-2}$ a $2,00 \times 10^{-3}$
• Argila arenosa	$1,99 \times 10^{-3}$ a $7,97 \times 10^{-4}$
• Argila siltosa	$7,97 \times 10^{-4}$
• Silte arenoso	$2,00 \times 10^{-3}$ a $6,22 \times 10^{-5}$



- Sondagens Mistas (SM)

Foram executadas duas sondagens mistas, uma delas na margem esquerda (SM-1) e outra na margem direita (SM-2), no diâmetro BX, utilizando-se barrilete simples

Na margem esquerda a sondagem SM-1 atingiu a profundidade de 6m, na cota IBGE 140,8m. Esta sondagem confirma os estudos anteriores através de poços de inspeção, quanto a delgada espessura do solo de alteração e/ou rocha decomposta, que recobre a rocha gnaissica numa espessura de 1,6m. Quanto a qualidade da rocha gnaissica, a mesma apresenta-se muito fraturada, com grau de alteração variando de pouco a muito alterada, ocorrendo horizontes decompostos. A percentagem de recuperação nos horizontes menos fraturados chegou a 70%, sendo nula no horizonte decomposto. No que se refere a estanqueidade da rocha até a cota investigada (140,8m), obteve-se coeficiente de perda d'água 14,68 Hv ( $1,63 \times 10^{-3}$  cm/seg) para o trecho de 1,50m a 4,50m e de 4,21 Hv ( $4,34 \times 10^{-4}$  cm/seg) para o trecho de 4,50m a 6,00m.

Na margem direita a sondagem SM-2, com 4,5m de profundidade atingiu a cota IBGE 142,3m, apresentando os seguintes características geotécnicas

- tipo de rocha gnaissic medianamente fraturado, pouco a muito alterado
- reconhecimento de solo 1,50m
- percentagem de recuperação 33% a 53%
- estanqueidade 10,58 Hv ( $1,17 \times 10^{-3}$  cm/seg) no trecho de 1,50m a 4,50m

b) Estudos no Eixo do Sangradouro

Na área de implantação do Sangradouro foram realizadas duas campanhas de sondagens, a saber

- 1ª campanha de sondagens mistas (SM), abrangendo oito sondagens, ( BX e NX, barrilete simples) sendo sete no eixo do vertedouro. A oitava sondagem foi executada em área adjacente à escolhida para implantação do sangradouro
- 2ª Campanha de sondagens rotativas ( NX, barrilete duplo), objetivou complementar a 1ª campanha, com informação de melhor qualidade sobre a rocha de assentamento das estruturas hidráulicas. Nesta 2ª campanha foram executadas três sondagens (SR-9, SR-10 e SR-11)

A análise dos perfis das sondagens e dos ensaios de perda d'água, permitem os seguintes comentários



- tipos de rocha gnaissé com grau de fraturamento variado, diminuindo a intensidade do fraturamento com o aumento da profundidade
- sanidade da rocha o grau de sanidade do gnaissé cresce com o aumento da profundidade, apresentando-se são a partir da cota 155 (SR-10) e 152 (SR-9 e SR-11) Nos horizontes de cotas superiores a rocha apresenta-se gradativamente mais alterada, ocorrendo horizonte decomposto no topo rochoso A maior espessura decomposta foi detectada na sondagem SR-10 com cerca 2.2m
- Porcentagem de recuperação são as seguintes as recuperações obtidas na 2ª campanha de sondagens a jusante do vertedouro

COTA - IBGE	% DE RECUPERAÇÃO		
	SR-9	SR-10	SR-11
158	12 a 20	0	0
155	63	75 a 80	60
152	92	70 a 100	66 a 92

- Grau de estanqueidade da rocha medido em ensaios de perda d'água (eixo vertedouro)

Cota do Trecho	ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA							
	SM-1		SM-2		SM-3		SM-4	
	Hv	K	Hv	K	Hv	K	Hv	K
159	6.04	$6.70 \times 10^{-4}$	-	-	-	-	17,62	$1.96 \times 10^{-3}$
158	-	-	9.90	$1.1 \times 10^{-3}$	2.61	$2.90 \times 10^{-4}$	-	-
157	2.23	$2.39 \times 10^{-4}$	3,54	$3,65 \times 10^{-4}$	-	-	2,32	$2,58 \times 10^{-4}$
156	-	-	-	-	13.10	$1.14 \times 10^{-3}$	-	-

(\*) l/min x m x atm

### 3 2 3 2 - Investigações de Jazidas

Apresentam-se a seguir as plantas de localização e quadros resumos das investigações de empréstimos terrosos areal e pedreira

090902



As informações técnicas detalhadas de cada jazida encontram-se no relatório de Estudos Básicos - TOMO II / Vol II

Apresenta-se nos quadros a seguir os resultados dos ensaios especiais - resistência ao cisalhamento direto lento em corpos de prova compactados referentes as áreas de empréstimo JAZ-01 JAZ-03 JAZ-06 e JAZ-07



# JAZIDA 01

VEGETAÇÃO ..... PORTE MÉDIO  
UTILIZAÇÃO ..... ALGOS E FUNDACÃO  
PROPRIETÁRIO ..... RAJMONDO ZACARIAS  
BENEFITÓRIA EXISTENTE ..... CASAS

**CONVENÇÕES**

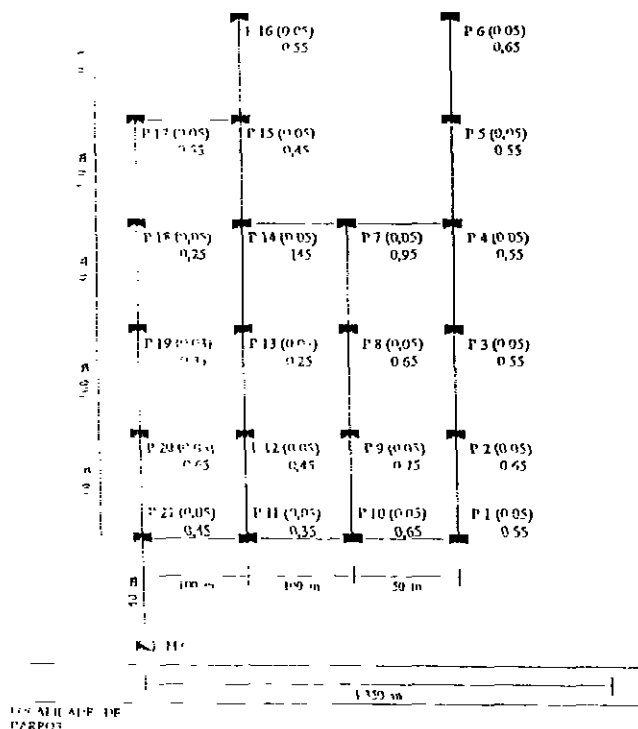
■ P (0,05) POÇO Nº 1 COM 0,05m DE EXPURG. E 0,55m DE RESERVA DE MATERIAL UTILIZÁVEL

ÁREA UTILIZÁVEL

▲ P (0,05) POÇO Nº 2 COM 0,05m DE EXPURG. E 0,55m DE RESERVA DE MATERIAL UTILIZÁVEL

— CAMPEAMENTO

ÁREA SONDADA — 105 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 105 000 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 66 500 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 61 000 m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL - 0,58 m	EXPURGO MÉDIO 0,05 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — CL	







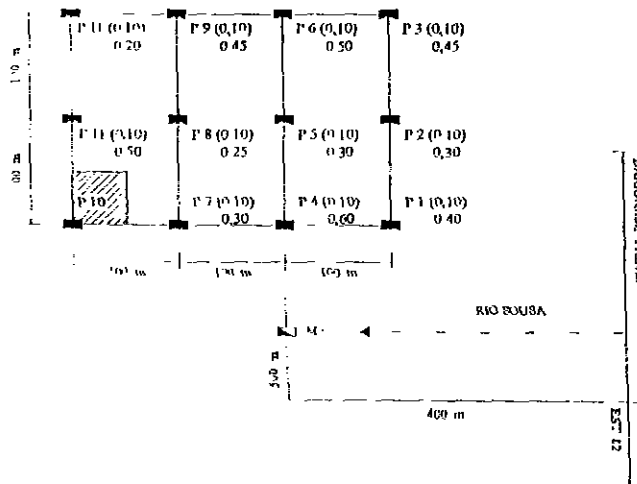
## JAZIDA 02

VEGETAÇÃO	FÓRTE MÉDIO
UTILIZAÇÃO	MARCO E FUNDADAÇÃO
PROPRIETÁRIO	ALDO ANDRADE DE OLIVEIRA
DIRETORIA EXISTENTE	RENTAL

### CONVENÇÃO

- FICHA 1: FICHA 1: COEF 0,10m DE EXPURGO E 0,40m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL.
- ÁREA UTILIZÁVEL
- FICHA 2: FICHA 2: COEF 0,10m DE EXPURGO E 0,40m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL.
- CONTORNO

ÁREA SONDADA — 60 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 57 500 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 28 800 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 20 125 m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL 0,35 m	EXPURGO MÉDIO 0,10 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — 9C	





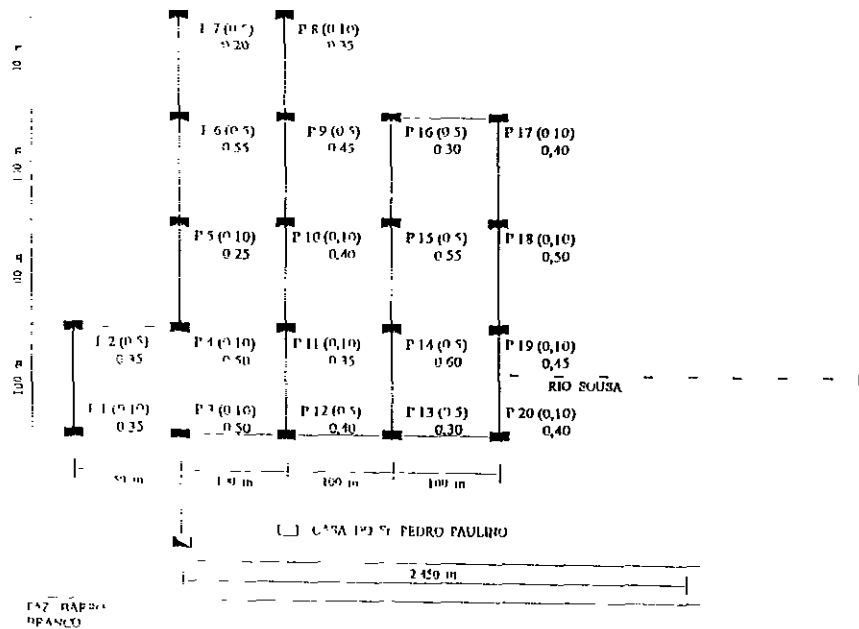
## JAZIDA 03

VEGETAÇÃO	PORTE MÉDIO
UTILIZAÇÃO	MACIÇO E FUNDADO
PROPRIETÁRIO	JOÃO LOPES
	MARIA DE LURDES CUNHA
	ADOLFO QUEIROZ
BENFEITORIA EXISTENTE	NENHUMA

### CONVENÇÕES

- PLO Nº 1 COM 0,3% DE EXCURSO E 0,35m DE PROFUNDURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL
- ÁREA UTILIZÁVEL
- PLO Nº 2 COM 0,40m DE EXCURSO E 0,40m DE PROFUNDURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL
- CONTOURNO

ÁREA SONDADA — 105 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 105 000 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 51 000 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 20 600 m <sup>3</sup>
CANADA MÉDIA UTILIZÁVEL 0,40 m	EXPURGO MÉDIO 0,10 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — 9C	





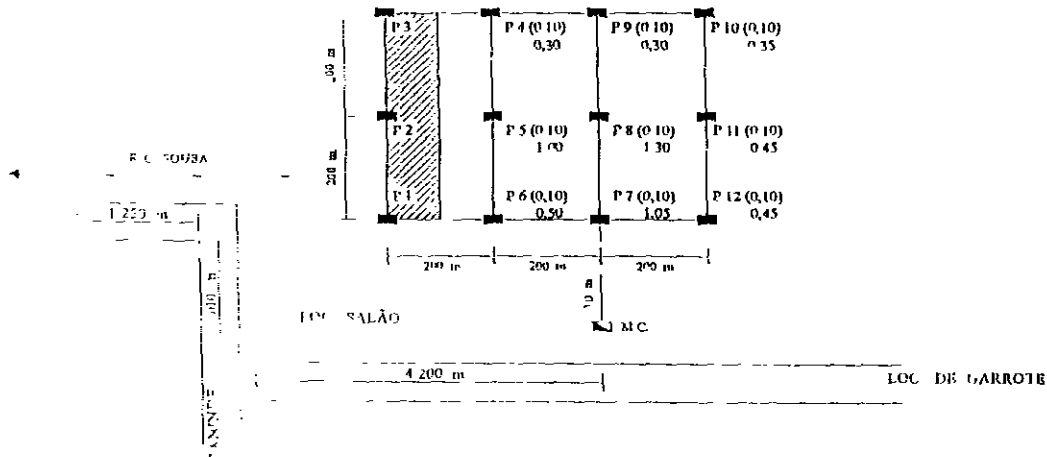
## JAZIDA 04

VEGETAÇÃO	FONTE MÉDIO
UTILIZAÇÃO	MACIÇO
PROPRIETÁRIO	ANGÉLO GOMES ROJIM
BENEFITÓRIA EXISTENTE	MANGEL FREIRE LEITÃO
	CULTURA DE ALGODOÃO

### CONVENÇÕES

- P12 (0,10) / 0,45 POÇO N° 12 COM 0,10m DE EXPURGO E 0,45m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL.
- ÁREA UTILIZÁVEL
- MARCO DE COLEÇÃO
- ÁREA NÃO UTILIZÁVEL
- CONTOURAMENTO

ÁREA SONDADA — 240 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 200 000 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 172.800 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 127 000 m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL 0,75 m	EXPURGO MÉDIO - 0,10 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — SC	





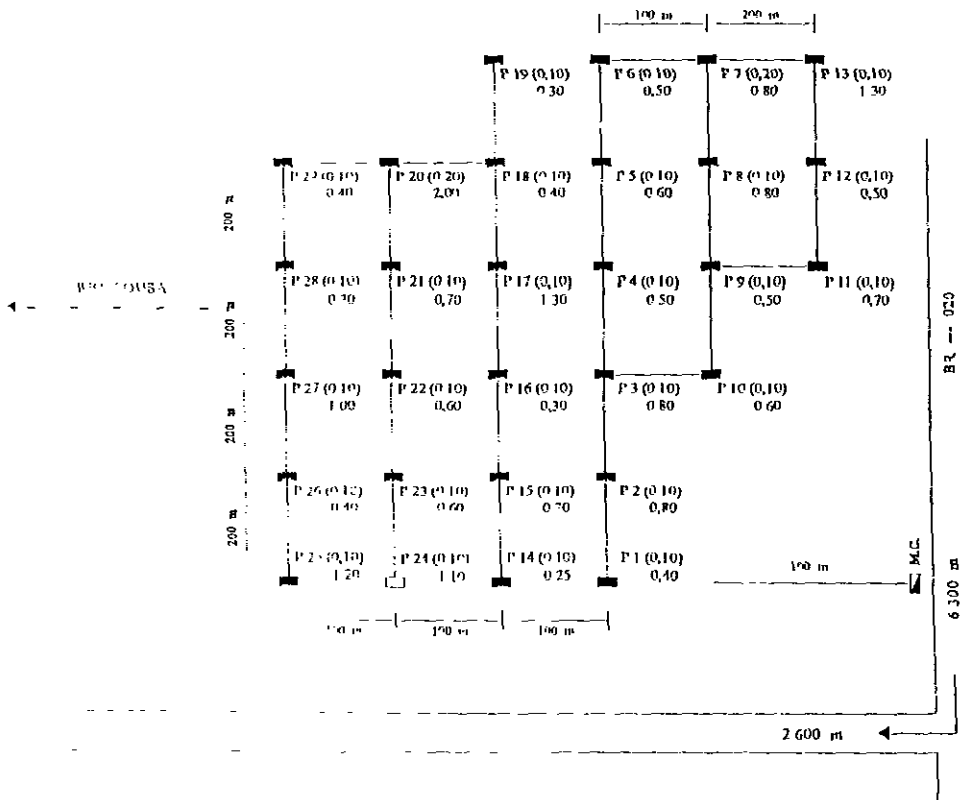
## JAZIDA 06

VEGETAÇÃO	FORTE MÉDIO
UTILIZAÇÃO	MÁGICO E FUNDAÇÃO
PROPRIETÁRIO	SEM PERDIDA BARROS
DESEMPENHO EXISTENTE	(DRE BARROS)
	NENHUMA

### CONVENÇÕES

- PROFUNDIDADE COM COTA DE EXPURGO F 0,40m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL
- ÁREA UTILIZÁVEL
- MARCO DE CONTOURTO
- ALINHAMENTO

ÁREA SONDADA — 400 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 400 000 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 332.000 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 280 000 m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL - 0,70 m	EXPURGO MÉDIO - 0,10 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — SC	





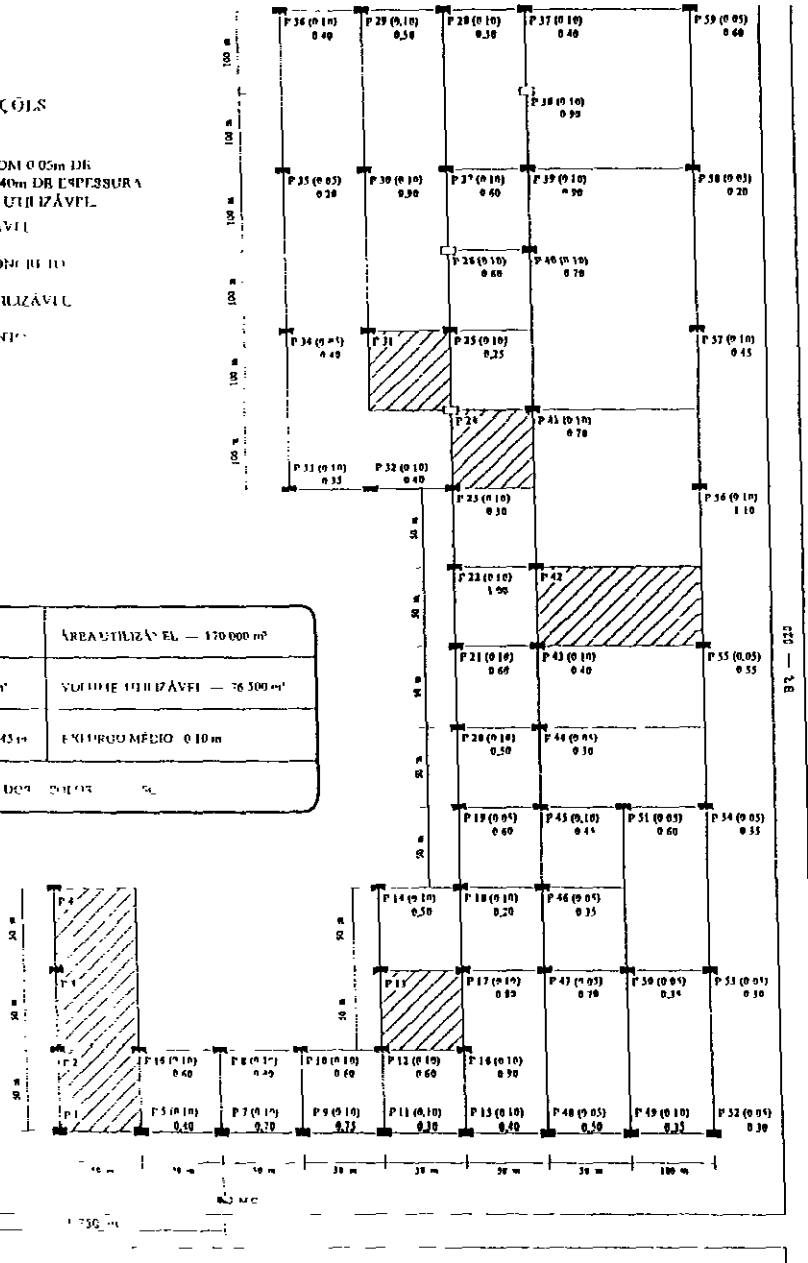
# JAZIDA 07

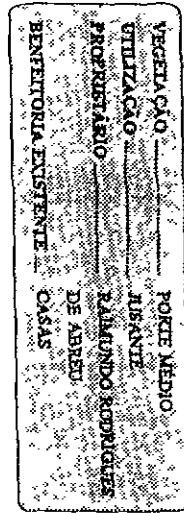
VEGETAÇÃO: MATAGALHO  
UTILIZAÇÃO: MANGUE E FUNDADO  
PROPRIETÁRIO: SIAO SIAO SIAO SIAO  
BENEFICÓRIA EXISTENTE: NENHUMA

### CONVENÇÕES

- POÇO Nº 34 COM 0,05m DE EXFURGADO E 0,40m DE ESPESSURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL.
- ÁREA UTILIZÁVEL
- MARCO DE CONCRETO
- ÁREA NÃO UTILIZÁVEL
- AMBIAMENTO

ÁREA TOTAL DA JAZIDA	192.500 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL	170.000 m <sup>2</sup>
ÁREA DE PRODUÇÃO	162.000 m <sup>2</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL	76.500 m <sup>3</sup>
ESPAÇO MÉDIO UTILIZÁVEL	0,45 m	EXFURGADO MÉDIO	0,10 m
CLASSIFICAÇÃO UNIDADE DE PRODUÇÃO	S.C.		

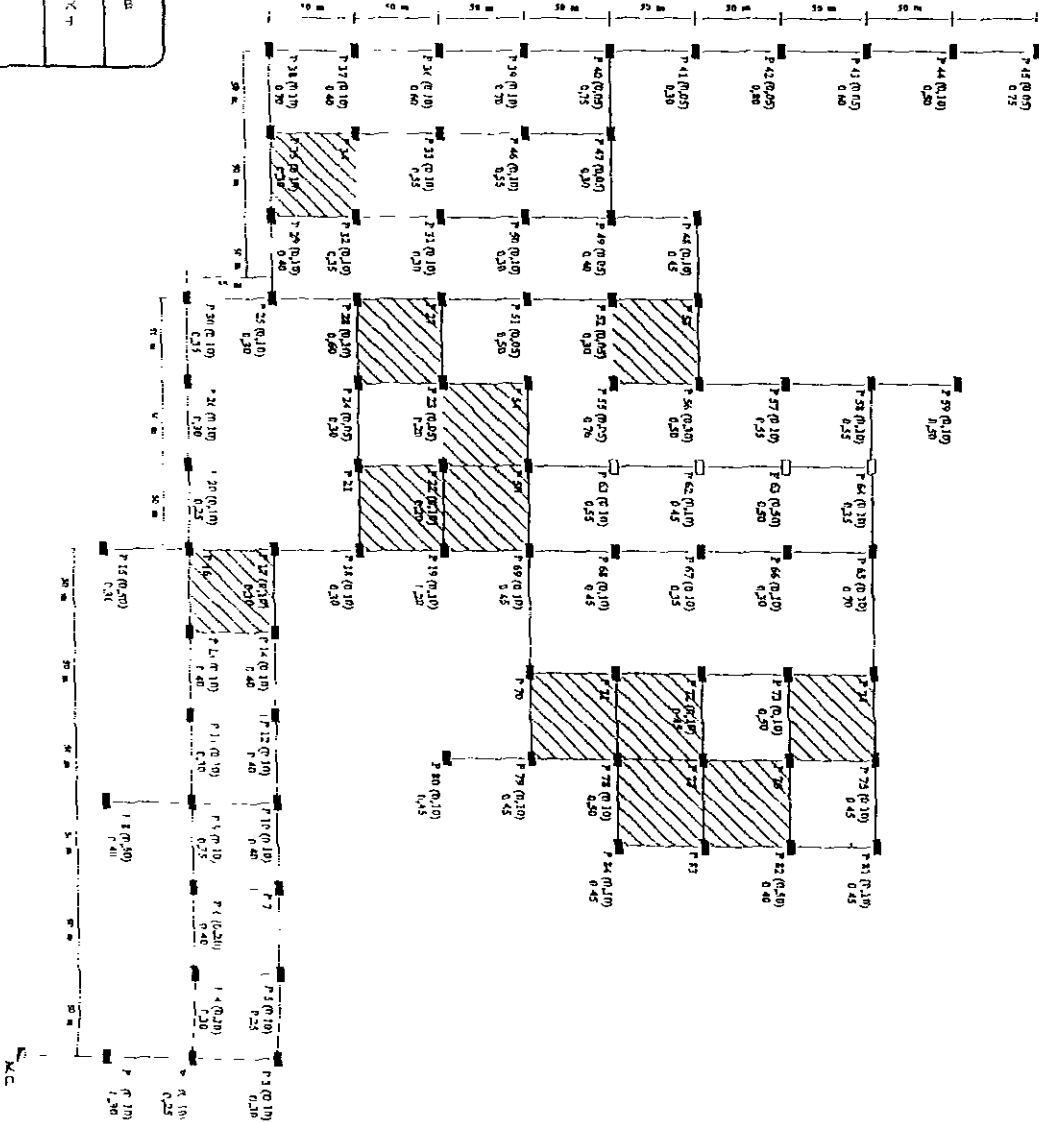




CONVENÇÕES

- P1 (0,10) POÇO Nº 1 COM 0,10m DE DIÂMETRO E 0,30m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL
- ÁREA UTILIZÁVEL
- ▨ M.C. MARCO DE CONCRETO
- ▭ ÁREA NÃO UTILIZÁVEL
- CADEIAMENTO

ÁREA SOTERRADA = 3000 m²	ÁREA UTILIZÁVEL = 20000 m²
VOLUME SOTERRADO 6710 m³	VOLUME UTILIZÁVEL 45000 m³
CAMADA VEGETAL UTILIZÁVEL 1,45 T	EMPREGAMENTO 0,10 m
CLASSIFICAÇÃO: SUBSOLA Nº 1010F	EM





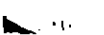
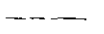
JAZIDA 08

017130

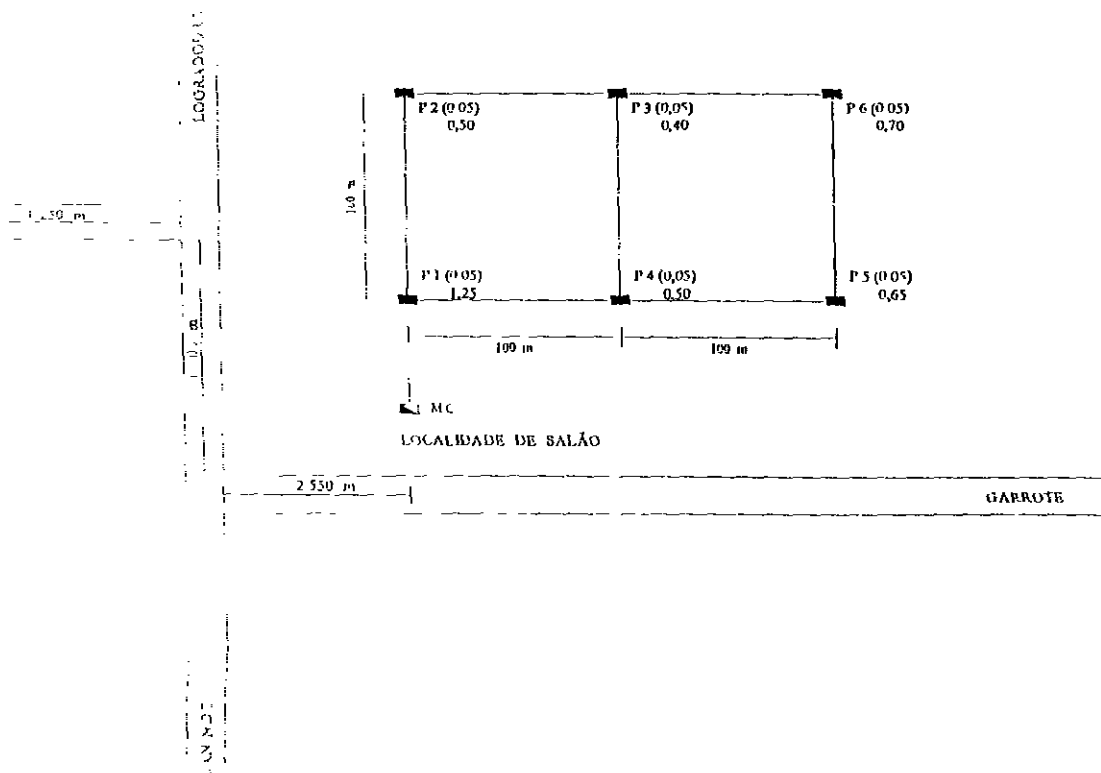
## JAZIDA 09

VEGETAÇÃO	TORRE-DE-QUEIRO
UTILIZAÇÃO	MACIÇO E FUNDADAÇÃO
PROPRIETÁRIO	JOSE MARIA
BENEFICÓRIA EXISTENTE	NENHUMA

### CONVENÇÕES

-  LOÇO Nº 1 COM 0,05m DE EXPURGO E 1,25m DE ESPESURA DE MATERIAL UTILIZÁVEL
-  ÁREA UTILIZÁVEL
-  MARCADO COM REDE
-  ANTEFALMADO

ÁREA SONDADA — 20 000 m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL — 20 000 m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO — 14 000 m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL — 13 200 m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL - 0,66 m	EXPURGO MÉDIO - 0,05 m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS — SC	





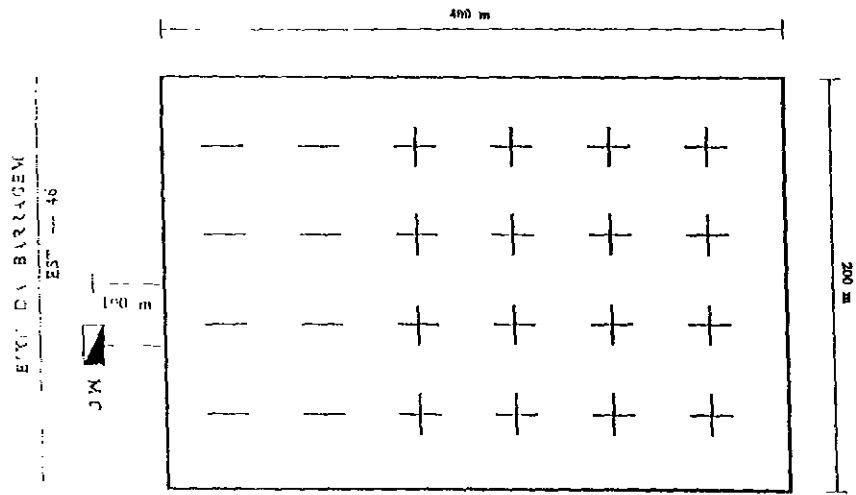
# PEDREIRA

UTILIZAÇÃO: RIP, RAP, FILTROS, ALVENARIAS DE PEDRA E CONCRETOS  
PROPRIETÁRIO: ALÍPIO ANDRADE DE OLIVEIRA

## CONVENÇÕES

- M.C. MAPA DO CONCRETO
- PEDREIRA
- CAMINHAMENTO

ÁREA — 80 000 m <sup>2</sup>
VOLUME — 80 000 m <sup>3</sup>
ALTURA - 1,00 m







**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A.

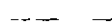
# AREAL

UTILIZAÇÃO ..... RIO, RAIS, FILTROS, ALVENARIAS  
DE PEDRA E CONCRETOS  
PROPRIETÁRIO ..... ALDO ANDRADE DE OLIVEIRA

## CONVENÇÕES

 M.C. MARCO DE CONCRETO

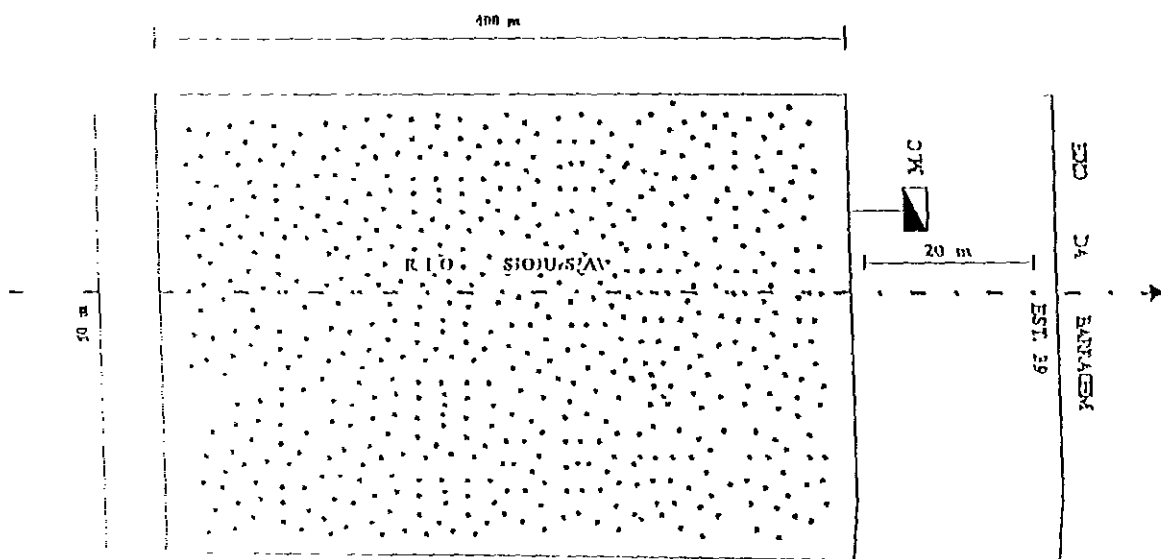
 ARELA

 AMBIENTE

ÁREA — 20 000 m<sup>2</sup>

VOLUME — 40 000 m<sup>3</sup>

PROFUNDIDADE - 2,00 m



011033

### 3.3 - Estudos Hidrológicos

#### 3.3.1 - Introdução

Os estudos hidrológicos do Açude Souza, visaram determinar a capacidade de armazenamento, seu poder de regularização de vazão, como também propiciar o dimensionamento do seu sangradouro para escoamento dos picos de cheia.

Nos estudos apresentados foram abordados a caracterização física e morfológica da bacia hidrográfica do reservatório, a caracterização climática regional, o estudo das cheias, o dimensionamento hidrológico do reservatório, estudos de simulação, a determinação da capacidade estudo da vazão regularizada, a interferência do açude Souza sobre a Barragem Pereira de Miranda situada a jusante.

#### 3.3.2 - Caracterização Física e Morfologia da Bacia Hidrográfica

O boqueirão do "Souza" se localiza no rio Junti, tributário do rio Canindé, pertencente à bacia do rio Curu, na região denominada Sertão de Canindé no Estado do Ceará.

O local do barramento drena uma área de 219,3 Km<sup>2</sup>. A extensão do rio Junti até o local do barramento é de aproximadamente 21 Km, com um desnível geométrico da ordem de 238 metros. A bacia é formada de terrenos cristalinos, com declividade média dominante e pronunciada nas nascentes (8 a 10%) consequentemente com uma razoável aptidão para a formação de picos de cheia de considerável vazão instantânea e pequena duração. Em síntese no local de barramento, a bacia apresenta os seguintes parâmetros:

Área (A)	219,3 Km <sup>2</sup>
Comprimento do Thalweg	21 Km
Altitude Média	250 m
Perímetro (P)	36 Km
Índice de Compacidade (Ic)	0,68

$$Ic = (0,28 \times P) / \sqrt{A} = (0,28 \times 36) / \sqrt{220} = 0,68$$

0,68004

Os riachos que conformam sua bacia hidrográfica nascem nas escarpas da serra de Batunté acompanhando um sistema de canyons paralelos para logo, após ter vencido o primeiro trecho de bacia, convergir de forma radial no rio Junti. Assim esta rede de drenagem configura as características morfológicas mais importantes da bacia tendo riachos com várias confluências,



convergindo em forma de leque alguns quilômetros a montante do local identificado para barramento

Outra característica morfológica decorre do comportamento das declividades destes cursos de água que apresentam uma região superior com declividades da ordem de 8-10% para passar na média e baixa bacia a declividades da ordem de 1-3 %

Os solos da região são em geral de pouca profundidade, recobertos por vegetação arbustiva, onde se desenvolve uma pequena agricultura de subsistência e a pecuária extensiva

### 3 3 3 - Caracterização Climática

Na bacia hidrográfica é dominante um único tipo climático, quente e semi-árido, com estação chuvosa ocorrendo no outono e temperatura superior a 18°C no mês mais frio, correspondente, ao tipo BSH de Koppen

O principal fenômeno meteorológico gerador de precipitação é associado à Zona de convergência Inter-tropical (ZCIT), esta zona de forte convecção associada com regiões quentes do oceano Atlântico atinge a costa do Ceará nos meses de fevereiro, março, abril e maio gerando chuvas em todo o território cearense

A serra da Batunté, como barreira orográfica, prejudica as condições de precipitação na bacia configurando uma região com montantes de precipitação da mesma origem mas diferenciados, conhecida como zona de "sombra pluviométrica"

A pluviosidade é moderada e típica da semi-aridez nas proximidades de Canindé, acontecendo chuvas mais intensas na Serra de Batunté. A precipitação média da região gira em torno de 660 mm, o mês mais úmido é o de Março, com média de 173 mm, e o mais seco Setembro tendendo para zero

O Trimestre mais úmido corresponde aos meses de Fevereiro, Março e Abril, com média de 443 mm

O regime pluviométrico é característico da região semi-árida com escoamentos torrenciais e intermitentes ocorrendo no período Janeiro - Junho

A precipitação média na bacia hidrográfica, correspondente ao boqueirão barrável foi obtida pelo método de Thissen, utilizando técnica de Monte Carlo

No caso da barragem Souza foram utilizados no cálculo da precipitação média 11 postos pluviométricos e foram pesquisadas 40 configurações diferentes de polígonos de Thissen. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 5 e na figura 5

### 3 3 4 - Estudos de Simulação

O modelo de transformação chuva-deflúvio utilizado foi o MODHAC ( Modelo Hidrológico Auto-calibrável) desenvolvido por A E Lanna no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS - Porto Alegre - RS Este modelo e uma versão aprimorada do MOHTSAR (Modelo Hidrológico para o Trópico Semi-árido [ A E Lanna e P Marwell, 1986]

Este modelo simula o processo de transformação chuva-deflúvio de forma continua, utilizando dados de precipitação diária e dando como resultado deflúvio mensais



Tabela 5. Precipitação mensal média da bacia contribuinte do reservatório de Souza (Camirde)

ANO	JAN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	P ANUAL
913	00	347,81	347,2	135,8	117,2	94	82	05	05	27	101	54,9	826,2
914	34	24	87,5	181	101,5	105,1	100,7	44	103	00	18	05	610,5
915	32	41	39	28,5	00	15,6	00	00	00	00	00	70	109,1
916	34	19,3	137,3	121,1	90,7	90,4	00	00	00	00	00	33,4	603,2
917	19,7	25,8	331,6	105,3	186,7	64,5	15	06	11	00	19,9	21,5	1070,6
919	5,9	56,1	85,5	54,8	55,4	22,6	19	15,8	2,8	00	09	52,1	409,8
919	-3,6	86,1	56,6	58,6	52,7	00	20	5,4	8,7	3,3	4,2	00	341,8
920	6,2	5,4	317,5	229,4	91,5	39,1	24,9	90	00	2,6	4,7	89,1	834,5
921	56,6	251,1	297,2	268,2	179,0	29,5	92,5	07	00	00	1,9	3,4	1190,8
922	4,4	45,7	108,3	412,5	183,2	110,4	58,4	13,4	00	0,6	26,6	35,3	1008,0
923	12,7	181,7	66,0	80,0	98,2	43,0	22,8	00	00	00	05	1,1	562,8
924	25,0	419,9	397,0	463,4	176,3	97,0	16,3	00	00	6,7	2,2	27,6	1860,7
925	84,1	79,2	202,3	251,9	80,7	4,2	00	00	2,5	1,9	00	20	708,7
925	45,2	71,8	395,2	277,7	189,5	12,7	1,8	00	00	00	1,2	25	1103,1
927	69,4	132,5	181,7	156,5	90,4	9,5	90	00	00	00	00	00	568,5
929	7	16,4	65,0	133,3	40,8	40,4	7,4	00	00	1,6	00	5,2	342,8
929	36,3	201,9	180,2	131,5	66,9	5,3	74,3	00	12,0	00	00	22,1	750,4
930	99,6	65,0	164,6	102,5	1,4	61,6	00	5,2	00	0,9	00	9,7	520,5
93	18	92,2	108,5	124,8	50,2	7,4	2,4	00	00	00	00	1,6	505,7
930	30,5	119,3	53,1	51,3	7,9	3,1	00	00	11,7	00	00	2,3	285,3
933	84,8	96,8	97,7	254,7	36,0	2,6	00	00	00	00	00	9,4	582,9
934	24,8	292,7	214,6	126,3	127,1	27,5	00	00	00	00	7,8	240	846,8
935	10,0	190,4	139	195,7	134,6	83,6	19,5	3,6	00	00	00	1,4	813,6
936	6,7	89,6	43,0	33,7	57,7	52,2	2,6	00	00	00	00	20	297,6
937	00	115,5	56,3	177,6	90,5	72,5	5,2	00	00	00	00	1,6	519,3
937	18,0	11,0	255,3	119,3	85,7	26,1	7,8	00	2,0	00	00	00	548,7
939	50	110,0	224,1	127,1	37,3	14,8	14,6	00	10,0	68,5	40	40	659,4
940	48,3	113,3	141,9	197,2	222,4	35,0	41,9	90	00	00	00	00	827,8
94	4,5	84,1	202,4	137,0	26,7	8,0	8,0	00	00	00	00	16,0	484,7
940	16,0	00	17,1	108,0	18,0	16,0	00	00	00	4,0	12,0	00	301,0
943	67,6	101	12,5	105,7	34,4	4,0	24,7	00	00	00	00	14,5	363,3
944	36,0	11,0	240,0	35,1	27,0	00	00	00	00	00	10	16,8	465,9
945	0,4	110,0	130,0	173,4	104,5	51,2	35,0	3,9	05	6,3	40,7	25,3	961,8
946	11,3	108,4	133,4	110,3	23,2	7,9	00	00	00	00	16,0	35,4	592,5
947	30	10	3	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
948	2,6	11	51,3	84,0	107,9	22,7	16,7	00	00	10	00	2,4	440,6
949	6,2	8	19,8	147,0	36,6	00	00	00	00	00	54,2	00	538,3
950	11,1	11	243,3	424,0	134,7	15,0	00	00	00	00	00	21,0	926,8
951	20,0	10,0	11,0	87,0	6,0	97,0	14,2	00	00	00	2,6	44,7	393,9
952	30,7	10,8	106,0	112,0	58,4	6,2	00	00	00	3,5	00	35,0	388,0
953	5,5	11,8	93	154,9	50,9	17,9	19,0	00	00	00	30,8	3,2	416,8
954	4,8	11,3	114,5	68,6	95,1	10,0	14	00	00	00	1,2	00	462,1
955	87,4	93,8	172,6	277,1	147,2	16,0	00	00	00	2,9	00	0,8	787,8
956	00	31,9	205,0	130,0	00	5,8	00	00	00	00	00	00	431,8
957	11,0	11,0	201,0	274,0	14,0	00	00	00	00	00	00	4,3	554,3
958	00	00	70,0	20,0	65,0	10,0	00	00	00	00	00	00	115,0
959	13,8	10,0	59,0	70,0	39,0	96,0	00	00	00	00	00	00	467,8
960	00	12,0	300,0	95,0	58,0	10,0	00	00	00	00	00	00	487,0
961	3,0	2,0	284,0	145,0	98,0	14,0	00	00	00	00	00	7,4	893,4
962	50,3	37,7	217,0	133,8	65,3	29,8	00	00	00	00	05	5,6	726,0
963	25,4	124,1	271,6	130,0	46,5	5,5	6,2	00	00	00	28,4	126,1	814,3
964	70,6	209,7	167,3	339,4	115,0	81,1	119,5	29,5	00	00	00	00	1321,6
965	81,5	8,1	149,1	145,2	96,7	69,0	00	00	00	00	00	00	514,8
966	00	89,9	85,9	117,4	57,8	33,5	37,9	8,7	2,6	00	00	7,7	401,2
967	22,0	187,8	237,1	162,6	85,6	17,5	17,2	5,6	00	00	00	13,9	779,5
968	11,3	69,3	315,3	223,6	262,1	4,6	5,4	2,5	00	00	00	4,7	958,6
969	1,6	41,7	146,5	231,5	52,3	79,8	121,9	32,7	00	00	00	00	772,6
970	11,9	11,4	181,4	54,3	46,5	30,3	1,5	0,7	00	4,5	7,2	3,7	448,2
971	11,6	16,7	126,1	154,4	140,6	58,3	76,0	11,6	20	63,6	7,0	3,3	847,4
972	30,0	11,1	70,1	77,6	43,7	51,2	17,8	8,5	00	00	1,6	53,1	405,3
973	90,7	16,8	10	154,3	131,7	93,2	39,1	1,3	0,4	4,7	0,5	1,8	874,5
974	67,8	40,0	334	350,8	114,4	60,9	26,8	00	3,4	15,6	3,5	36,3	1503,7
975	19,1	18	11,8	118,9	168,9	60,0	62,5	20	7,9	00	1,0	30	874,9
976	11,3	11,8	111,4	88,5	33,6	8,8	6,5	2,7	00	5,2	2,1	3,7	458,5
977	11,6	11,3	106	184,4	67,8	67,0	53,3	1,0	00	0,5	0,0	12,7	699,6
978	1,0	11	1	185	59,7	48,7	16,3	1,4	9,1	00	29,6	16,0	718,0
979	1,0	11	1	84,6	125,0	23,9	2,4	05	1,9	00	4,7	11	427,5
980	13,1	00	1,9	19	30,1	35,1	00	00	1,8	00	00	00	555,3
981	14	2,0	122,1	56,0	38,8	4	00	0,4	00	00	00	36,0	514,3
982	11,1	11,7	12	112,0	66,3	17,9	00	3,3	00	3,2	10,3	9,0	567,5
983	11	11	102,6	9,4	24,1	0,6	1,4	00	00	00	00	12,0	336,6
984	14,1	0	158,1	177,7	189,0	31,8	28,8	4,0	00	00	00	00	714,0
985	17,4	80,5	708,2	363,3	125,4	106,5	47,2	1,1	00	00	00	52,0	1452,7
986	31,0	15,0	210,0	255	162,2	43,0	7,0	16,3	9,2	14,1	6,3	2,1	1058,8
987	11,1	11,1	74,1	74,1	31,1	130,9	2,9	2,9	00	00	00	1,0	574,6
988	25,5	9,3	150,7	252,8	160,5	91,5	16,7	00	00	00	00	191,8	1027,5
MEDIA	56,48	110,97	168,73	154,98	87,36	36,58	16,43	2,96	1,17	2,91	4,44	17,12	660,14
MAYMA	270,57	419,04	397,62	463,39	314,37	130,89	121,91	32,66	12,00	68,50	54,20	19,78	1860,69
MIMMA	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEPART	-5,52	87,81	94,72	97,30	53,30	33,99	26,61	6,10	2,88	10,82	10,10	29,99	323,78
	1,99	1,79	5,5	0,63	0,72	0,93	1,62	2,07	2,47	3,71	2,27	7,5	3,49

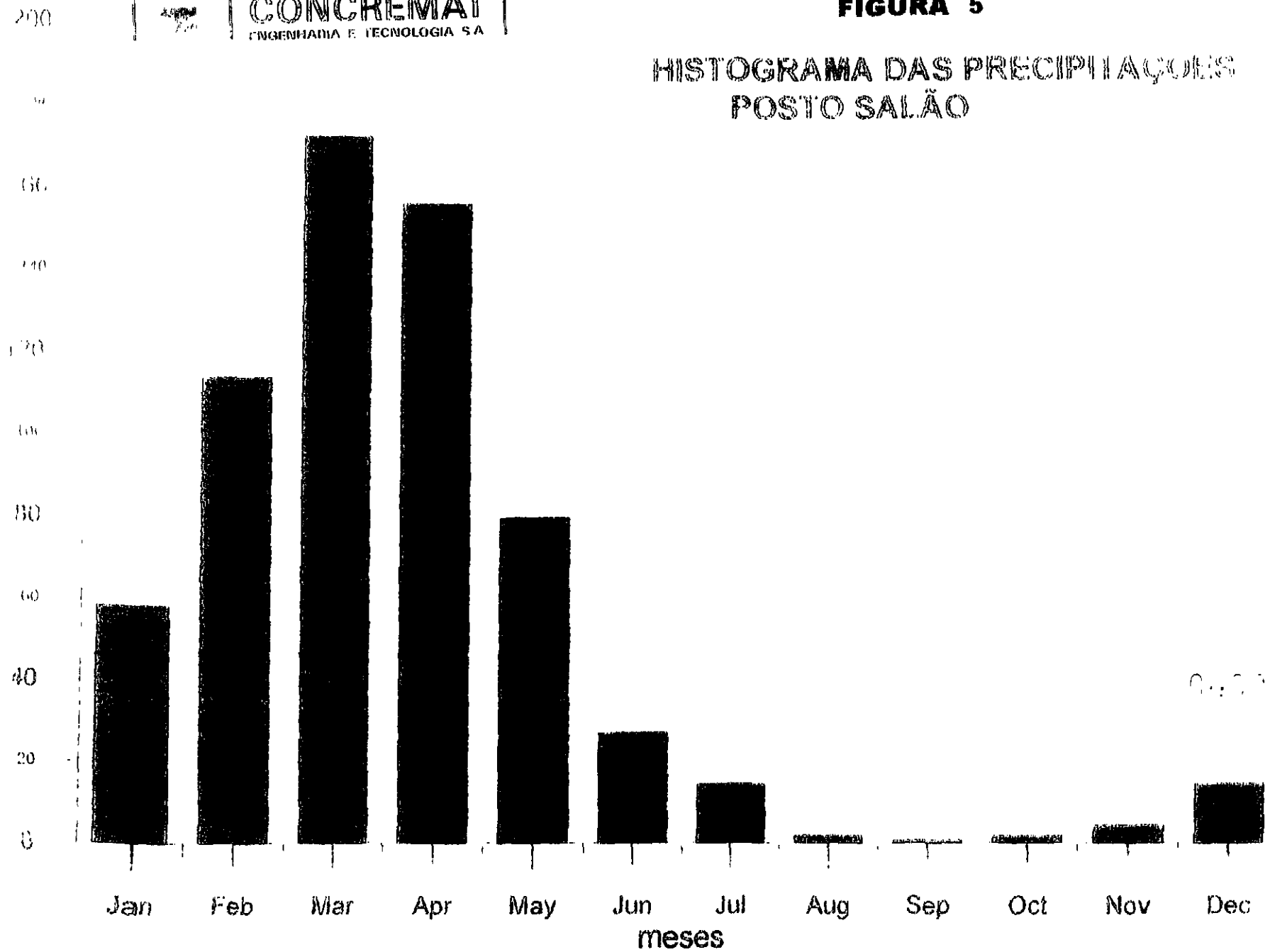


**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A.

**FIGURA 5**

**HISTOGRAMA DAS PRECIPITAÇÕES  
POSTO SALÃO**

precipitações (mm)



04/03/18

A deficiente disponibilidade de dados hidrometeorológicos no Estado do Ceará não permite a utilização de series historicas de evapotranspirações potenciais. necessárias para a simulação do ciclo hidrológico

Não obstante, a baixa variabilidade da evapotranspiração, permite substituir as séries históricas por sequências diarias desta variável, obtidas com base nas médias mensais de longo período calculada mediante o metodo de Hargreaves

A estação utilizada foi Canindé com características hidroclimáticas semelhantes à bacia em estudo. Os valores mensais da evaporação estão apresentados na tabela 6

Para calibração do modelo foi escolhido a alternativa de utilizar os parâmetros selecionados pelo PERH para simular bacias hidrográficas vizinhas

O açude São Mateus, com bacia hidrografica semelhante, localizada também na alta bacia do Curu (vizinho à cidade de Canindé) foi objeto de simulação hidrológica nos estudos de base do PERH com um conjunto de parâmetros obtidos a partir de calibrações do modelo MODHAC para o posto fluviometrico denominado São Luís do Curu, localizado na mesma bacia, mas com área da bacia hidrográfica com ordem de grandeza superior à estudada

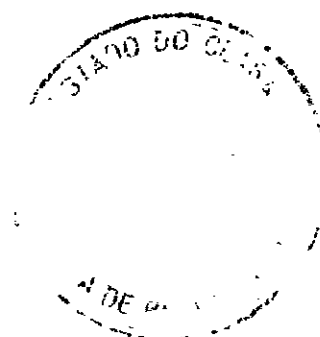




TABELA 6

VALORES DA EVAPORAÇÃO PARA A REGIÃO DE CANINDE

EVAPORAÇÃO MEDIA mm

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
241	199	186	161	160	165	193	218	234	251	244	246	2 498

Fonte Hargreaves





O conjunto de parâmetros obtidos mediante calibração, representa as características hidrológicas da região em estudo. O único aspecto a ressaltar é com referência à escala da bacia em estudo em comparação com a bacia onde foram obtidos os parâmetros do modelo.

A série temporal gerada foi de uma extensão de 76 anos (1913/1988), período para o qual se dispunha de dados pluviométricos na região.



### 3.3.5 - Determinação da Capacidade do reservatório e da Vazão Regularizada

A análise preliminar da topografia e morfologia detalhada do boqueirão de Sousa, qualificaram esta barragem como ponto apropriado para realizar estudos mais detalhados

A oferta d'água de um reservatório corresponde a vazão por ele regularizada associada a uma determinada garantia

Para sua avaliação o procedimento consiste na simulação da operação do reservatório, utilizando a serie histórica de vazões afluentes e/ou séries estocasticamente geradas por modelos apropriados

A simulação baseia-se na equação do balanço hídrico num reservatório, dada por

$$V_t = V_{t-1} + Q_{t-1} - E_t - \frac{A_t - A_{t-1}}{2} \cdot Q_r$$

V = Volume acumulado

Q = Vazão afluente e efluente

E = Evaporado

A = Area do espelho d'água

Sempre que o reservatório apresenta um volume inferior à retirada desejada, apenas uma parte desta é satisfeita, sendo esse evento denominado falha

A vazão regularizada está portanto associada a um determinado nível de garantia, avaliado em função do número de falhas (f) e do numero de períodos simulados (n), como sendo

$$g = 1 - \frac{f}{n} \cdot 100$$

No caso de reservatórios com as peculiaridades do Nordeste, não se pode contar com uma vazão com garantia de 90%, dado que durante os restantes 10% todas as atividades sócio-econômicas da região abastecidas pelos reservatórios podiam entrar em colapso. Justifica-se portanto a introdução de um outro conceito que, traduzido em regra de operação, venha a minorar tais riscos (PERH-CE, 1991)

Trata-se do conceito de volume de alerta de um reservatório, que ao volume a partir do qual apenas um percentual da vazão regularizada pode ser retirada. A introdução deste conceito na regra de operação resulta em



$$Q \Leftrightarrow V_i \geq V$$

$${}^{90}Q \Leftrightarrow V > V > V_{min}$$

$$Q_{reg} = \left[ 0 \Leftrightarrow V_i - Q_i - \left[ \frac{A_i - A_{i+1}}{2} \right] \right] \leq V_{max}$$

$$Q < {}^{90}Q \Leftrightarrow V_{i+1} > V_{max}$$

$$V_{i+1} < V_{min} \rightarrow i = 1, 2, \dots, n$$

onde  $V_{i+1}$ ,  $V_i$ ,  $A_{i+1}$ ,  $A_i$  são, respectivamente, os volumes e as áreas do espelho d'água do reservatório para os instantes de tempo  $i$  e  $i+1$  da simulação.  $Q_{abi}$  é a vazão retirada,  $E_i$  é a parcela de evaporação  $Q_a$  é a vazão afluyente ao reservatório, todas respectivamente no intervalo de tempo  $i$  da simulação  $V_{min}$  e  $V_{max}$ , respectivamente o volume mínimo operacional e a capacidade máxima do reservatório.  $Q_v$ , a vazão de falhas e  $n$  o número de intervalos de tempo simulados

Esta foi a metodologia adotada para a obtenção da vazão regularizada. Os critérios de volume de alerta estão associados ao suprimento de uma vazão 50% inferior à vazão regularizada

Procedeu-se ao cálculo da curva de vazões regularizadas utilizando como base a série temporal de vazões afluentes geradas mediante o modelo MODHAC e um modelo de balanço de massa de reservatórios

Foram pesquisadas capacidades diferentes do reservatório, conforme a **tabela 9**, a seguir

Q90 = Vazão regularizada com 90% de garantia

Va = Volume de alerta

Por razões topográficas a cota de soleira do sangradouro foi fixada na 162,50, ficando o reservatório com 30 880 400 m<sup>3</sup> de volume represado



TABELA 9

Vazões regularizadas para diferentes capacidades do reservatório de Sousa.

VOLUME	COTA	Q90(Sem VA)	Q90 (com VA)
18 043 720	160,00	0,207	0,126
20 280 020	160,50	0,229	0,148
22 516 310	161,00	0,241	0,156
25 304 340	161,50	0,270	0,175
28 092 370	162,00	0,284	0,196
30 880 400	162,50	0,303	0,206
33 668 420	163,00	0,334	0,231
36 456 450	163,50	0,352	0,252
39 244 480	164,00	0,361	0,261



### 3.3.6 - Estudos das Cheias

Para bacias hidrográficas das dimensões do reservatório em estudo (220 km<sup>2</sup>), um evento extremo se encontra sempre associado à ocorrência de um evento de chuva intensa com duração não superior 24 horas

Assim a metodologia seguida consta de dois aspectos: um primeiro aspecto relacionado com o cálculo do montante de chuvas intensas para várias durações (15 min, 30 min, 1h, 3h, 6h, 12h, 24h) e outro aspecto consiste na transformação da precipitação intensa em deflúvio e a simulação do comportamento do reservatório sujeito a esta afluência

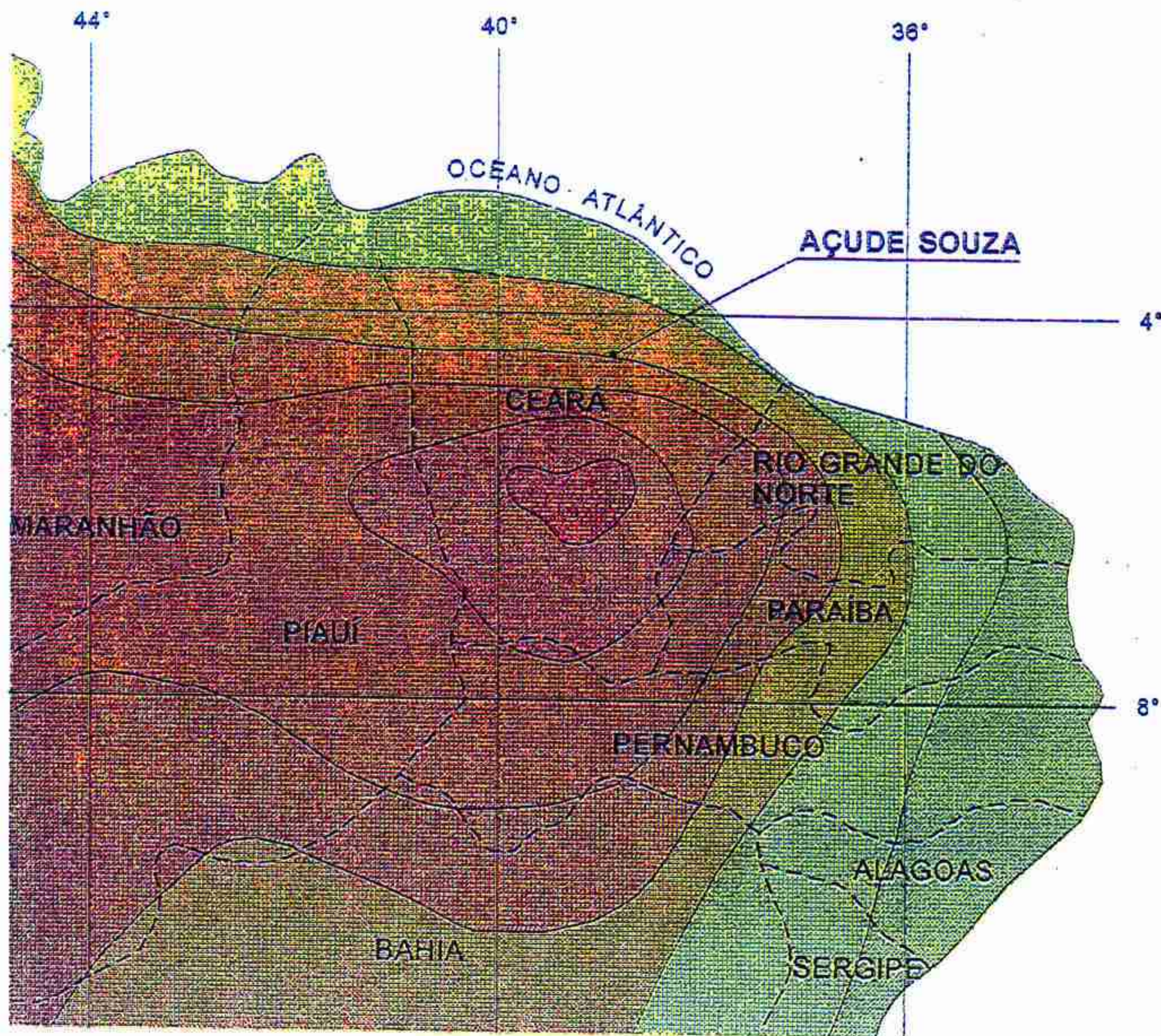
A metodologia empregada na determinação das precipitações intensas foi a das ISOZONAS, desenvolvida pelo Prof. Taborga Torrico. O método consiste, basicamente, no estabelecimento de relações funcionais entre precipitações de diferente duração e igual frequência, para regiões que apresentam padrões homogêneos de comportamento da precipitação. Assim, valendo-se destas relações é possível obter a partir de uma série de precipitações diárias, precipitações com durações menores e diferentes frequências. Os cálculos foram feitos conforme a sequência descrita a seguir:

- **Seleção do posto pluviométrico** - O posto pluviométrico selecionado foi o localizado no açude Salão, devido à sua vizinhança com a barragem. Este posto apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 4° 25' de Latitude Sul e 39° 20' de Longitude Oeste.
- **Compilação dos dados** - Foram compiladas as precipitações diárias máximas para cada ano da série histórica, assim foi constituída a série de precipitações máximas diárias observadas em cada ano hidrológico para o posto pluviométrico do Açude Salão.
- **Estudo probabilístico das precipitações extremas** - Com base nesta série de precipitações diárias máximas foram obtidos os parâmetros da distribuição de Gumbel que apresentavam melhor ajuste estatístico. Em geral, as distribuições de valores extremos de grandezas hidrológicas, tais como as precipitações diárias, ajustam-se satisfatoriamente à distribuição tipo I de Fisher-Tippett, conhecida também como a distribuição de Gumbel. Os parâmetros estatísticos obtidos bem como as precipitações de períodos de retorno de 50, 100, 500, 1 000 e 10 000 anos, constam na **tabela 10**.

- **Cálculo da chuva virtual de 24 horas de duração (p24h)** - Esses valores foram obtidos a partir da multiplicação das chuvas de duração de um dia, pelo fator 1,10 (recomendado por Taborga para esta transformação) Os resultados constam na **tabela 10**
- **Determinação da ISOZONA a qual pertence a bacia** - O posto Salão esta situado na ISOZONA 'D' conforme pode ser observado na **figura 6**
- **Determinação das precipitações com duração inferiores a 24 horas de duração para períodos de retorno de 500 e 1.000 e 10.000 anos** - Essas precipitações foram obtidas multiplicando-se a chuva de 24 horas pela relação R, entre a chuva de 24 horas e 1 hora, obtida da **figura 11** Para o período de retorno de 500 anos, que não consta na figura o valor da chuva foi obtido por interpolação Os resultados constam na **tabela 10** Logo estes resultados foram plotados em papel probabilístico e obtidos os valores de durações de precipitação requeridos (5 min .15 min 30 min , 60 min . 2 hs . 6 hs ,12 hs )

**FIGURA 6**

**ISOZONAS DO NORDESTE**

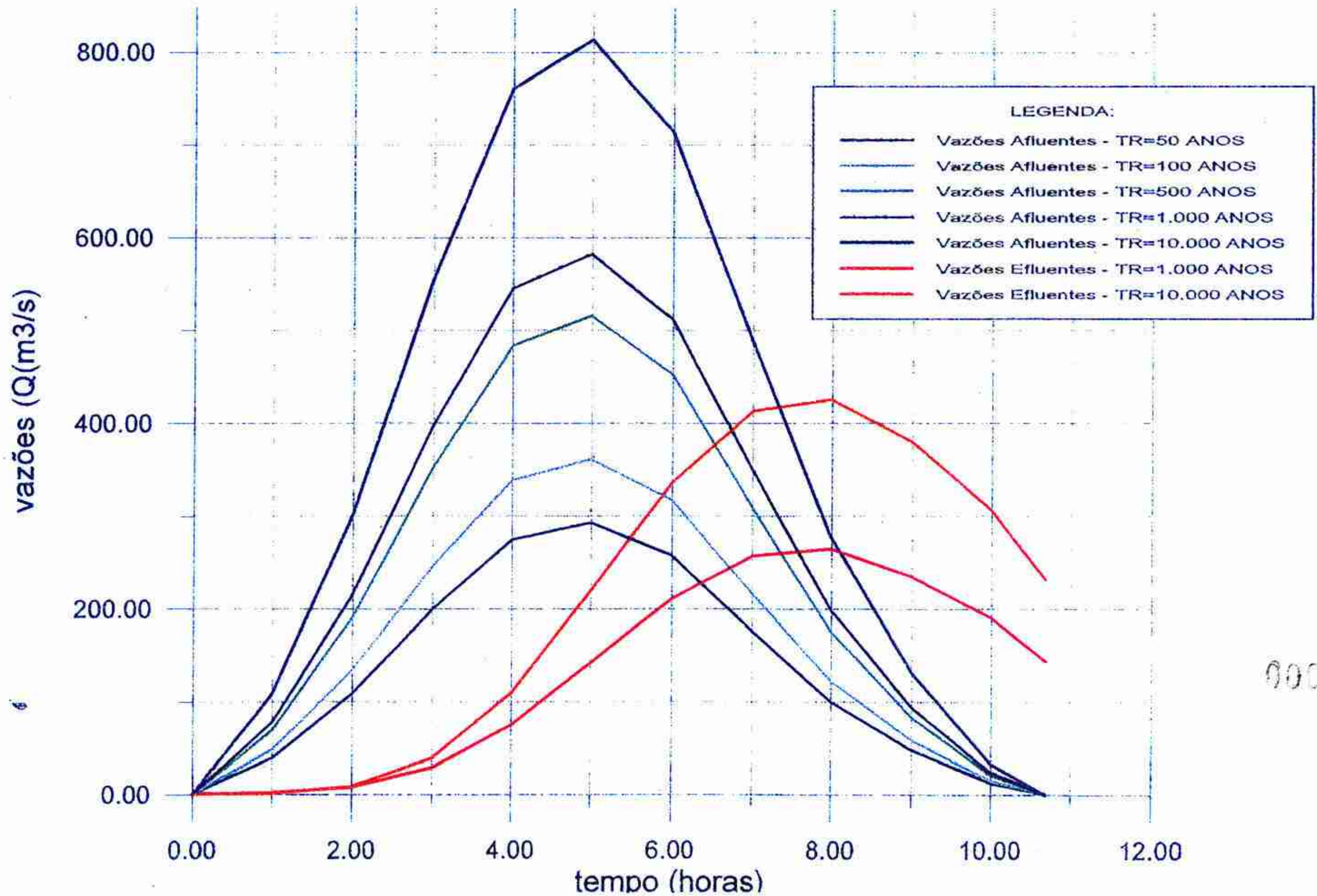


**ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO**

ISOZONA		TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
		1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min. 24h CHUVA	
		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
B		38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
C		40.1	39.7	39.5	39.3	39.2	39.1	38.0	38.4	37.2	36.2	9.6	9.0
D		42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.9	11.2	10.0
E		44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.8	12.6	11.2
F		46.0	45.5	45.5	45.1	44.9	44.9	44.6	44.1	42.7	41.3	13.9	12.4
G		47.9	47.4	47.2	47.0	46.0	45.7	45.4	45.9	44.5	43.1	16.4	13.7
H		49.9	49.4	49.1	49.9	49.9	46.5	46.3	47.0	46.3	44.9	16.7	14.9

000047

**FIGURA 11 - HIDROGRAMAS TOTAIS AFLUENTES PARA AS CHUVAS DE PERÍODOS DE RETORNO DE 50, 100, 500, 1.000 e 10.000 ANOS E EFLUENTES PARA CHUVAS DE PERÍODO DE RETORNO DE 1.000 e 10.000 ANOS**



000048





TABELA 10

CHUVAS VIRTUAIS DE 24 HORAS DE DURAÇÃO		
PARA PERÍODOS DE RETORNO DE 50, 100, 500, 1.000 E 10 000 ANOS		
PERÍODO DE RETORNO (ANOS)	PRECIPITAÇÃO DIÁRIA (mm)	CHUVA VIRTUAL 24 HORAS (mm)
50	130,6	143,7
100	144,6	159,1
500	176,9	194,6
1000	190,7	209,8
10000	236,8	260,5



Visando uma visão mais elaborada de bacia foram também estudadas as cheias, por simulação e separação da bacia hidrográfica em sub-bacias, para propagação da onda cinemática de cheia

- Simulação Hidrológica - Hidráulica do Evento Extremo

O modelo matemático utilizado para este estudo foi o HEC - 1, as metodologias utilizadas foram as seguintes

- Composição de um hietograma de chuvas intensas

O critério seguido para a composição deste hietograma foi o seguinte

O menor intervalo de tempo com estimativa de chuvas intensas compõe a parte central do hietograma, os valores de intensidade são calculados de forma tal que seja possível encontrar para cada intervalo de tempo uma intensidade de chuva igual à calculada como máxima para aquela duração e para um dado período de retorno, este procedimento encontra-se incorporado ao modelo HEC-1

- Separação do Escoamento mediante o método TR-55 do SCS, conhecido também como Método do Número de Curva de perdas ou "Curve Number"

Com base no zoneamento de solos realizado durante PERH procedeu-se a identificação dos valores de CN correspondentes. O valor de CN estimado para toda a bacia foi de 74, este valor corresponde a áreas com predominância de solos rasos e pouco permeáveis (tipo D) com precipitações antecedentes que ainda não atingiram a saturação

- Simulação do escoamento na bacia e nos canais principais mediante onda cinemática

A bacia hidrográfica em estudo foi subdividida em 19 sub-bacias, a **Figura 8** apresenta a configuração em sub-bacias e planos de escoamento utilizada na simulação da bacia hidrográfica boqueirão de Sousa

Os valores de declividade das áreas de escoamento não hierarquizado (denominadas "overlands") e dos canais naturais foram estimados mediante análise da cartografia disponível (cartas em escala 1:100 000). Os valores de rugosidade para canais naturais e para "overlands"



foi estimado a partir de análise "in loco" e valores de tabelas obtidos em vários locais e estudos anteriores

- Composição dos hidrogramas das sub-bacias

A composição dos Hidrogramas das sub-bacias foi obtido mediante o método da onda cinemática que consiste basicamente na solução do sistema de equações diferenciais composto pela equação de continuidade, tanto nas seções de "stream" como numa seção de "overland", e a equação de Manning como relação funcional entre o tirante hidráulico e a vazão





### 3.3.7 - Dimensionamento Hidráulico do Vertedouro

A simulação da passagem da cheia pelo reservatório foi realizada pelo método de Puls, que resolve a equação de continuidade ( $Q_i - Q_o = dS/dt$ ), mediante uma derivação com intervalo de tempo igual ao da hidrógrafa afluente (neste caso 5 min). As condições iniciais foram reservatório cheio até a cota da soleira do vertedouro e vazão efluente inicial nula.

Os resultados obtidos mediante a simulação podem ser apreciados nos "output file" gerados pelo modelo HEC1, apresentados em anexo.

Um resumo destes resultados pode ser apreciado na **tabela 15**, onde são mostradas as vazões de pico de afluência e efluência do reservatório para os eventos extremos com recorrência de 500, 1 000 e 10 000 anos, utilizando a curva cota- área - volume apresentada na figura 10 um vertedouro com as seguintes características:

Largura 100 m

Cota da soleira 162.5 m

Tipo CREAGER

Coefficiente do vertedouro 2,20

**Tabela 15: Resultados da Simulação - HEC1**

TR (anos)	VAZÃO AFLUENTE DE PICO (m <sup>3</sup> /s)	VAZÃO EFLUENTE DE PICO (m <sup>3</sup> /s)	ALTURA DA LÂMINA AMORTECIDA (m)		ALTURA DA LAMINA S/ AMORTECIMENTO	
			L=100m	L=130m	L=100	L=130
500	612,00	150,77	0,77	0,65	1,97	1,27
1 000	720,00	190,62	0,76	0,76	2,20	1,32
10.000	1042,00	297,61	1,22	1,02	2,82	1,75

Estes valores foram utilizados no dimensionamento do vertedouro, por apresentarem resultados mais conservadores portanto a favor da segurança da obra.

O sangradouro foi calculado com soleira na cota 162,50, propiciando um maior volume de acumulação da barragem.

A largura mais econômica foi a de 100 m, alternativa escolhida para o projeto definitivo.

### 3.3.8 - Interferência do Açude Souza Sobre a Barragem Pereira de Miranda

Para avaliar o impacto do açude Souza sobre o Pereira de Miranda procedeu-se à Simulação de operação, sobre 2 (duas) hipóteses

- a) Simulação do Açude Pereira de Miranda sem o Açude Souza
- b) Simulação do Açude Pereira de Miranda com o Açude Souza

Para uma vazão regularizada do Açude Souza com 90% de garantia observou-se diminuição de 6% na vazão regularizada do Açude Pereira de Miranda, para a situação de 6% na vazão regularizada do Açude Pereira de Miranda, para a situação mais conservadora

Ao utilizarmos o volume de alerta a diminuição de vazão foi de 3%, considerando-se portanto desprezível a influência da construção do Açude Souza sobre o reservatório Pereira de Miranda



## 4. CONCEPÇÃO DO PROJETO

O barramento do Açude Souza é composto pelas seguintes estruturas: barragem de terra homogênea com seção trapezoidal, cruzando a calha do rio e apoiando nas ombreiras laterais, esquerda e direita; sangradouro lateral com vertedouro de soleira livre, na ombreira esquerda, localizado em sela topográfica ao lado da barragem de terra, dois pequenos diques de terra, no contacto com os muros alas do vertedouro, complementando o fechamento da sela nos dois lados do sangradouro.

### 4.1 - BARRAGEM DE TERRA HOMOGÊNEA

A barragem de terra é constituída das seguintes partes:

- maciço de terra, compactado.
- tapete impermeável
- sistema de drenagem interna e "rock-fill",
- "rip-rap" proteção de talude, revestimento primário do coroamento

#### 4.1.1 - Descrição da Fundação da Barragem

##### 4.1.1.1 - Fundação da Ombreira Esquerda

Na ombreira esquerda a barragem deverá ficar apoiada em fundação de rocha alterada ou solo de alteração de rocha, em locais isolados da fundação deverão ocorrer afloramentos esporços de rocha fraturada pouco alterada.

Nessa ombreira deverá ser executada uma campanha de injeção de cimento exploratória, (cortina de vedação), com furos de 1ª etapa espaçados a cada 6,0m (sondagens rotativas) - as etapas subsequentes serão perfuradas a roto-percussão.

##### 4.1.1.2 Fundação da Ombreira Direita

Na ombreira direita a barragem deverá ficar apoiada em rocha sã a pouco alterada, medianamente fraturada, devendo ocorrer áreas localizadas da fundação com rocha alterada ou mesmo solo de alteração de rocha.

Também nesta ombreira está prevista uma campanha exploratória de injeção de cimento (cortina de vedação).



#### 4.1.1.3 - Fundação no Leito do Rio

No leito do rio a barragem deverá ficar apoiada sobre o pacote de aluvião compacto. O fluxo de água pela fundação será controlado pelo sistema interno de drenagem e pela adoção do tapete impermeável a montante da barragem.

#### 4.1.2 - Maciço Compactado

O corpo da barragem será constituído por maciço de terra, compactado, homogêneo. O solo a ser utilizado para construção do maciço será importado de jazidas estudadas para atender a esta finalidade ( empréstimos terrosos ), localizados no lado esquerdo do rio.

O maciço compactado terá talude de montante de 1:2 ( vertical horizontal ) e de jusante de 1:2 ( V:H ) até berma de 2,0 m de largura na cota 155, prosseguindo desta cota para baixo em talude 1:2,5 ( V:H ). No coroamento, à cota 165,0 o maciço de terra terá uma largura de 6,0 m.

#### 4.1.3 - Tapete Impermeável

O tapete impermeável localiza-se a montante da barragem, e deverá ter um comprimento de 150 m no leito do rio, medido a partir do filtro vertical.

O tapete impermeável deverá estender-se nas ombreiras direita e esquerda, recobrendo toda fundação em solo. O comprimento do tapete nas ombreiras corresponderá a 7 vezes a altura da barragem em cada seção.

O tapete impermeável deve estar ligado ao maciço de terra, devendo apresentar uma espessura mínima de 4 m no contato com o espaldar do talude da montante do maciço, no extremo de montante a espessura mínima do tapete será de 2 m.

O tapete impermeável será constituído por solo argiloso de mesmas características do solo usado no maciço compactado.

#### 4.1.4 - Sistema de Drenagem Interna

O sistema de drenagem interna da barragem é constituído por filtro vertical de areia e tapete drenante, também de areia. Este sistema de drenagem interna é interligado externamente ao dreno de pé do talude da jusante da barragem - "rock-fill".



#### 4 1 4 1 - Filtro Vertical

O filtro vertical de areia, com 1.0 m de largura, localiza-se 3 m a jusante do eixo da barragem e estende-se ao longo da barragem até a cota 162,50. nas ombreiras esquerda e direita

#### 4 1 4 2 - Tapete Drenante

O tapete drenante com espessura de 1,0 m. e ligado internamente ao filtro vertical e externamente ao dreno de pé-"rock-fill"

O tapete drenante apoia-se na fundação da barragem, desenvolvendo-se ao longo da mesma, cruzando toda calha do rio e estendendo-se pelas ombreiras esquerda e direita até a cota 148 ( cota do "rock-fill" )

O tapete drenante é constituído por areia e liga-se ao dreno de pé através de camada de transição em pedra britada

#### 4 1 4 3 - Dreno de Pé - "Rock-Fill"

O "rock-fill" apoia-se na fundação da barragem, cruzando toda calha do rio e desenvolvendo-se nas margens esquerda e direita, até a cota 148 m

No contato do "rock-fill" com a fundação em solo aluvionar, está prevista uma camada de transição em pedra britada. O "rock-fill" é constituído por enrocamento compactado

#### 4 1 4 4 - Poços de Alívio

Os poços de alívio objetivam controlar o fluxo de água pelas formações aluvionares da fundação, no pé de jusante da barragem

Os poços de alívio com  $\phi$  8" e espaçados - cada 6 m localizam-se no eixo do dreno de pé

#### 4 1 5 - "Rip-Rap", Proteção do Talude e Revestimento

##### 4 1 5 1 - "Rip-Rap"

O "rip-rap" visa proteger o talude de montante do maciço contra a erosão provocada pela ação das ondas no açude



Será constituído por uma camada de blocos de rocha com 1 m de espessura apoiada no talude do maciço através de camada de transição

#### 4 1 5 2 - Proteção do Talude de Jusante da Barragem

A proteção do talude de jusante da barragem contra a ação erosiva de chuvas será feita através de uma camada de 60 cm de espessura de rocha alterada apoiada no talude de jusante do maciço terroso através de transição

#### 4 1 5 3 - Revestimento Primário do Coroamento de Barragem

O coroamento do maciço terroso deverá ser protegido com camada de 20 cm de material granular extraído de jazida, lançado e compactado entre os meios-fios de concreto do coroamento do maciço

### 4 2 - Sangradouro

O sangradouro constitui o circuito hidráulico que interliga o açude à calha do Rio Juri a jusante da barragem, para escoamento das enchentes no açude. O sangradouro compõe-se das seguintes partes

- Canal de Acesso
- Canal de Restituição
- Estrutura Vertedoura

#### 4 2 1 - Canal de Acesso

Trata-se do canal de aproximação do sangradouro o qual conduz as águas das enchentes no açude até as estruturas do vertedouro

O canal de acesso será escavado até a cota 159,0 m e não será revestido

#### 4 2 2 - Canal de Restituição

Trata-se do canal que restitui ao Rio Juri, as águas afluentes das enchentes no açude

O canal de restituição será escavado até a cota 159,0 m e não será revestido

### 4 2 3 - Estrutura Vertedoura

A estrutura vertedoura compõe-se das seguintes partes

- blocos vertedouros
- lajes de proteção do vertedouro
- muros alas

#### 4 2 3 1 - Blocos Vertedouros

Os blocos vertedouros são constituídos por blocos de concreto ciclópico com superfícies vertentes tipo Creager constituídas por camadas de concreto estrutural que revestem o concreto ciclopico

Os blocos vertedouros são em numero de 5 ( cinco ), justapostos, com as juntas de contato entre os blocos protegidas por juntas elásticas tipo Fungenband ou similar

Os blocos deverão estar apoiados em rocha resistente, de boa qualidade

#### 4 2 3 2 - Lajes de Proteção do Vertedouro

As lajes de proteção têm por objetivo evitar que o impacto da água venha provocar erosão do canal, logo a jusante dos blocos vertedouros

As lajes protegem um trecho de 20 m do canal a jusante dos blocos vertedouros

As lajes serão constituídas por concreto armado ancorado na rocha de fundação por tirantes

Serão perfuradas de modo a aliviar a sub-pressão

#### 4 2 3 3 - Muros Alas

Estão previstos muros laterais de proteção da estrutura vertedoura, sendo um de cada lado do sangradouro, desenvolvendo-se ao longo de toda extensão da estrutura

Os muros ala, de gravidade, servirão também de apoio para o maciço de barragem

Os muros serão constituídos por concreto ciclópico e serão ancorados na rocha de fundação



## 5 - QUANTIDADES DE SERVIÇO

Apresenta-se a seguir quadros resumo das quantidades de serviços a serem executados  
Apresenta-se também quadros de cubação dos serviços na Barragem

### QUADROS DE CUBAÇÃO

1	Escavação da fundação ( 1ª categoria )
2	Escavação da fundação ( 2ª categoria )
3	Retirada da camada vegetal
4	Aterro maciço
5	Areia para filtro
6	Rip-Rap
7	Cascalho coroamento
8	Dreno-de-pé
9	Transição
10	Proteção do talude de jusante
11	Regularização do talude de jusante
12	Regularização do talude de montante



**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A		SRH	Projeto		Barragem Souza		
Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo			Localidade	Data-Base	Canindé-Ce	Novembro/96	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT	PREÇOS (R\$)		ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES	CÓDIGO DA TAB DE PREÇOS
				UNITARIO	TOTAL		
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO					4	
1 1	Mobilização	vb	1,30%			4,1	
1 2	Desmobilização	vb	0,70%			4,2	
2	INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS					7	
2 1	Melhoramento e Manutenção da Estrada de Acesso	km	4,70			7 1	
2 2	Implantação e Manutenção do Caminhos de Serviço	km	20,00			7 1	
2 3	Edificações do Acampamento e Manutenção					7,2	
2 3 1	Escritorios e Laboratorios	m2	210,00			7,2	
2 3 2	Guartas	m2	27,00			7,2	
2 4	Fornecimento e Instalação e Manutenção do Equipamento de Laboratório	mês	12,00			7,3	
2 5	Fornecimento de Veículo a Fiscalização	mês	12,00			7,2	
3	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA					8	
3 1	Área de Implantação de Acampamento	Ha	1,50			8,1	
3 2	Áreas de Emprestrimos, Jazidas e Pedreiras	Ha	15,00			8 1	
3 3	Áreas de Implantação das Estruturas	Ha	13,00			8,1	

03/0001



**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

<b>CONCREMAT</b> <b>ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A</b>		SRH	Projeto		Barragem Souza		
<b>Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo</b>			Localidade	Canindé-Ce	Data Base	Novembro/96	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT	PREÇOS (R\$)		ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES	CODIGO DA TAB DE PREÇOS
				UNITÁRIO	TOTAL		
4	DESMATAMENTO RACIONAL DA BACIA HIDRAULICA E REMOÇÃO	Ha	60,00			8,1	
5	EXPURGO DO SOLO VEGETAL COM ESCAVAÇÃO CARGA, TRANSPORTE ATE 200M E DESCARGA					8,2	
5 1	Nos Emprestimos com ate 20 cm de Espessura	m3	160 000,00			8,2	
5 2	Nas Areas de Implantação das Estruturas com ate 20cm	m3	30 000,00			8,2	
6	ESCAVAÇÃO A CÉU ABERTO NAS ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS					9	
6 1	Material de 1ª Categoria, Escavação, Carga, Transporte e Descarga					9,5/9,6	
6 1 1	DMT ≤ 200m	m3	24 628,00			9,5	
6 1 2	200m < DMT ≤ 400m	m3	3 164,00			9,5	
6 1 3	400m < DMT ≤ 600m	m3	3 078,00			9,5	
6 2	Material de 2ª Categoria, Escavação, Carga, Transporte e Descarga					9,5/9,6	
6 2 1	DMT ≤ 200m	m3	21 336,00			9,5	
6 2 2	200m < DMT ≤ 400m	m3	8 890,00			9,5	
6 2 3	400m < DMT ≤ 600m	m3	5 334,00			9,5	
6 3	Material de 3ª Categoria, Escavação, Carga, Transporte e Descarga					9,5/9,6	

0,0000

**CONCREMAT**

ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A		SRH	Projeto		Barragem Souza		
Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo			Localidade	Canindé-Ce	Data Base	Novembro/96	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT	PREÇOS (R\$)		ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES	CODIGO DA TAB DE PREÇOS
				UNITÁRIO	TOTAL		
631	DMT ≤ 200m	m3	2 675,00			9,5	
632	200m < DMT ≤ 400m	m3	2 005,00			9,5	
633	400m < DMT ≤ 600m	m3	2 005,00			9,5	
7	PREPARO DAS SUPERFÍCIES DAS FUNDAÇÕES					12	
71	Fundação em Solo	m2	22 500,00			12,1	
72	Fundação em Rocha	m2	18 500,00			12,1 / 12,2	
8	TRATAMENTO SUB-SUPERFICIAL DAS FUNDAÇÕES ROCHOSAS (INJEÇÕES DE CIMENTO)					11	
81	Perfuração em Rocha, inclusive Lavagem do Furo e Instalação e Deslocamento da Sonda	m	360,00			11,3	
82	Ensaio de Perda D'Água (5 Estágios)	un	100,00			11,3	
83	Injeção de Calda de Cimento, inclusive Fornecimento de Cimento/Bentonita, Preparo da Calda e Aplicação	kg	5 000,00			11,3	
9	CONSTRUÇÃO DO MACIÇO DA BARRAGEM					14	
91	Escavação e Tratamento do Material de 1ª Categoria nos Emprestimos, Carga, Transporte e Descarga no Maciço					14,1 / 14,2 / 14,4	
	a) DMT ≤ 400m	m3	1 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	b) 400m < DMT ≤ 600m	m3	24 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	

0,7705

**CONCREMAT**

ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A		SRH	Projeto		Barragem Souza		
Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo			Localidade	Canindé-Ce	Data Base: Novembro/96		
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT	PREÇOS (R\$)		ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES	CODIGO DA TAB DE PREÇOS
				UNITÁRIO	TOTAL		
	c) 600m < DMT ≤ 800m	m3	24 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	d) 800m < DMT ≤ 1200m	m3	8 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	e) 1200m < DMT ≤ 1400m	m3	8 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	f) 1400m < DMT ≤ 2000m	m3	48 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	g) 2000m < DMT ≤ 3000m	m3	73 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	h) 3000m < DMT ≤ 4000m	m3	220 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	i) 4000m < DMT ≤ 5000m	m3	1 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	j) 5000m < DMT ≤ 6000m	m3	1 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
	l) 6000m < DMT ≤ 7000m	m3	1 000,00			14,1 / 14,2 / 14,4	
9 2	Tratamento, Homogeneização, Espalhamento e Compactação de Material de 1ª Categoria	m3	313 263,00			14,4	
9 3	Escavação em jazida de Areia, Carga, Transporte e Descarga no Maciço					14,1 / 14,2	
9 3 1	DMT < 200m	m3	4 900,00			14,1 / 14,2	
9 3 2	200m < DMT ≤ 400m	m3	3 800,00			14,1 / 14,2	
9 3 3	400m < DMT ≤ 600m	m3	2 170,00			14,1 / 14,2	
9 4	Espalhamento, Umedecimento e Compactação de Areia	m3	9 452,00			14,5	
9 5	Execução do "Rip-Rap", do "Rock-Fill" e da Proteção do Talude de Jusante					14,6 / 14,7	
9 5 1	Extração de Rocha na Pedreira (Desmonte e Escavação) Carga, Transporte e Descarga na Maciço DMT < 600m	m3	27 750,00			9,4	
9 5 2	Lançamento e Espalhamento no "Rip-Rap"	m3	9 375,00			14,6	

0.0004



**CONCREMAT**

ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

<b>CONCREMAT ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A</b>		<b>SRH</b>	<b>Projeto</b>		<b>Barragem Souza</b>		<b>CODIGO DA TAB DE PREÇOS</b>
<b>Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo</b>			<b>Localidade</b>	<b>Data Base. Novembro/96</b>	<b>Caninde-Ce</b>	<b>ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES</b>	
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UN</b>	<b>QUANT</b>	<b>PREÇOS (R\$)</b>			
				<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>		
953	Lançamento, Tratamento Espalhamento e Compactação do "Rock-Fill"	m3	18 375,00			14,7	
954	Lançamento e Espalhamento de Rocha Alterada, na Zona de Proteção de Talude de jusante na Barragem	m3	8 054,40			14,6	
96	Fornecimento Pedra Britada, Lançamento, Espalhamento e Compactação nas Zonas de Transição	m3	76,00			14,5	
97	Revestimento do Coroamento da Barragem, com Cascalho Fino, inclusive Extração, Carga, Transporte e Descarga	m3	1 095,00			14,8	
98	Execução de Poços de Alívio incluindo o Fornecimento dos Materiais e Instalação	un	20,00			14,9	
99	Execução do Meio Fio de Concreto no Coroamento da Barragem, inclusive Fornecimento	m	1 256,00			14,13 / 17	
910	Acabamento da Barragem, incluindo Preparo e Regularização dos Taludes Externos, Recomposições Diversas	m2	34 525,00			14,11 / 14,12	
10	EXECUÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO, INCLUINDO FORNECIMENTO DE MATERIAIS, FABRICAÇÃO, TRANSPORTE, APLICAÇÃO, CURA, REPAROS, EXECUÇÃO DE FORMAS E ESCORAMENTOS					15	
101	Concreto de Regularização (200kg de cimento/m3)	m3	50,00			15	

04/0005

**CONCREMAT**

ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

<b>CONCREMAT</b> <b>ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A</b>		SRH	Projeto		Barragem Souza		
<b>Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo</b>			Localidade	Caninde-Ce		Data Base Novembro/96	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UN	QUANT	PREÇOS (R\$)		ITEM DAS ESPECIFICAÇÕES	CODIGO DA TAB DE PREÇOS
				UNITÁRIO	TOTAL		
10.2	Concreto Simples (250kg cimento/m3)	m3	220,00			15	
10.3	Concreto Ciclopico (250kg cimento/m3) 12% Pedra Mão	m3	2 200,00			15	
10.4	Concreto Ciclopico (250kg cimento/m3) 30% Pedra Mão	m3	20,00			15	
10.5	Concreto Estrutural (350kg cimento/m3)	m3	730,00			15	
11	ARMADURA SIMPLES PARA LAGES	kg	100,00			15,3,5	
12	JUNTAS DE VEDAÇÃO					15,8	
12.1	Fornecimento e Montagem de Juntas para Vedação das Estruturas de Concreto do Sangradouro, Tipo Fungeband 022 ou Similar, Inclusive Materiais Impermeabilizantes	m	301,00			15,8	
13	EXECUÇÃO DAS ANCORAGENS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ATRAVES DE TIRANTES COMPREENDENDO PERFURAÇÃO, FORNECIMENTO DA BARRA DE AÇO, LAVAGEM DO FURO, APLICAÇÃO DE ARGAMASSA FLUIDA	un	900,00				
14	SERVIÇOS DE MONTAGEM DOS EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS DA TOMADA D'ÁGUA, INCLUINDO FORNECIMENTO DOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS, MONTAGEM E TESTES					16	
14.1	Fornecimento e Montagem da Grade de Aço	m2	2.40			16,1 / 16,2 / 16,3	

0,70 16

**CONCREMAT**

ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A

<b>CONCREMAT</b> <b>ENGENHARIA E TECNOLOGIA S/A</b>		<b>SRH</b>	<b>Projeto</b> <b>Localidade</b>		<b>Barragem Souza</b> <b>Canindé-Ce</b>		
<b>Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo</b>			<b>Data Base Novembro/96</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS</b>	<b>UN</b>	<b>QUANT</b>	<b>PREÇOS (R\$)</b>		<b>ITEM DAS</b>	<b>CODIGO DA TAB</b>
				<b>UNITÁRIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES</b>	<b>DE PREÇOS</b>
142	Fornecimento, Montagem e Teste das Valvulas	un	2,00			16,1 / 16,2 / 16,3	
143	Fornecimento e Montagem da Tubulação $\phi$ 500mm	m	84,00			16,1 / 16,2 / 16,3	
144	Fornecimento e Montagem do Toco FP, DN 500mm com Redutor de Engrenagem	un	1,00			16,1 / 16,2 / 16,3	
145	Fornecimento e Montagem da Junta Fungenband Tipo 022 ou Similar	m	11,00			15,8	
15	<b>CONSTRUÇÃO DA CERCA DE PROTEÇÃO A OBRA E SINALIZAÇÕES</b>					16	
151	Cerca com 8 Fios de Arame Farpado	m	50,00			17	
152	Placas Alusivas e de Advertência	m	10,00			17	
	<b>TOTAL GERAL</b>						

04/96/96



**CUBAÇÃO DOS VOLUMES**  
**RESUMO**

1	Escavação da Fundação ( mat 1ª CAT	13 055,00m <sup>3</sup>
2	Escavação da Fundação ( mat 2ª cat	4 610,00m <sup>3</sup>
3	Retirada da Camada Vegetal ( esp 0,30 m)	21 997,00 m <sup>3</sup>
4	Maciço Compactado acima das fundações inclusive tapete impermeável de montante	285 598,00m <sup>3</sup>
5	Areia para Filtros	9 449,20m <sup>3</sup>
6	Rip-Rap	17 732,40m <sup>3</sup>
7	Cascalho do ( coroamento )	2 407,68m <sup>3</sup>
8	Dreno-de-Pé	642,60m <sup>3</sup>
9	Transição ( entre filtro e dreno-de-pé )	76,00m <sup>3</sup>
10	Proteção do Talude de Jusante	9 665,28m <sup>3</sup>
11	Regularização do Talude de Jusante	16 108,80m <sup>2</sup>
12	Regularização do Talude de Montante	18 415,70m <sup>2</sup>

000008







**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUZA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL: RETIRADA DA CAMADA VEGETAL (0,30m)**

ESTACA	SEMI DISATÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0		2,40	2,40		
1	10	6,90	9,30	93,00	93,00
2	10	10,20	17,10	171,00	264,00
3	10	13,20	23,40	234,00	498,00
4	10	16,20	29,40	294,00	792,00
5	10	44,70	60,90	609,00	1 401,00
6	10	54,60	99,30	993,00	2 394,00
7	10	63,60	118,20	1 182,00	3 576,00
8	10	67,80	131,40	1 314,00	4 890,00
9	10	73,50	141,30	1 413,00	6 303,00
10	10	74,40	147,90	1 479,00	7 782,00
11	10	75,00	149,40	1 494,00	9 276,00
12	10	75,00	150,00	1 500,00	10 776,00
13	10	56,40	131,40	1 314,00	12 090,00
14	10	57,90	114,30	1 143,00	13 233,00
15	10	55,80	113,70	1 137,00	14 370,00
16	10	61,50	117,30	1 173,00	15 543,00
17	10	53,10	114,60	1 146,00	16 689,00
18	10	43,50	96,60	966,00	17 655,00
19	10	34,20	77,70	777,00	18 432,00
20	10	31,20	65,40	654,00	19 086,00
21	10	21,00	52,20	522,00	19 608,00
22	10	18,30	39,30	393,00	20 001,00
23	10	16,20	34,50	345,00	20 346,00
24	10	14,10	30,30	303,00	20 649,00
25	10	12,60	26,70	267,00	20 916,00
26	10	10,50	23,10	231,00	21 147,00
27	10	9,00	19,50	195,00	21 342,00
28	10	8,40	17,40	174,00	21 516,00
29	10	7,50	15,90	159,00	21 675,00
30	10	5,70	13,20	132,00	21 807,00
31	10	7,20	12,90	129,00	21 936,00
31+8,00	4	8,10	15,30	61,20	21 997,20
TOTAL (m <sup>3</sup> )					21 977,20







**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUSA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL: RIP - RAP**

ESTACA	SEMI DISATÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0					
1	10	6,70	6,70		
2	10	13,10	19,80	198,00	198,00
3	10	18,90	32,00	320,00	518,00
4	10	25,50	44,40	444,00	962,00
5	10	33,40	58,90	589,00	1 551,00
6	10	40,70	74,10	741,00	2 292,00
7	10	39,80	80,50	805,00	3 097,00
8	10	40,50	80,30	803,00	3 900,00
9	10	39,40	79,90	799,00	4 699,00
10	10	39,10	78,50	785,00	5 484,00
11	10	39,70	78,80	788,00	6 272,00
12	10	39,50	79,20	792,00	7 064,00
13	10	39,70	79,20	792,00	7 856,00
14	10	39,50	79,20	792,00	8 648,00
15	10	39,50	79,00	790,00	9 438,00
16	10	39,70	79,20	792,00	10 230,00
17	10	38,80	78,50	785,00	11 015,00
18	10	39,70	78,50	785,00	11 800,00
19	10	40,20	79,90	799,00	12 599,00
20	10	38,90	79,10	791,00	13 390,00
21	10	37,20	76,10	761,00	14 151,00
22	10	31,70	68,90	689,00	14 840,00
23	10	26,80	58,50	585,00	15 425,00
24	10	23,20	50,00	500,00	15 925,00
25	10	20,00	43,20	432,00	16 357,00
26	10	16,40	36,40	364,00	16 721,00
27	10	12,30	28,70	287,00	17 008,00
28	10	10,80	23,10	231,00	17 239,00
29	10	9,10	19,90	199,00	17 438,00
30	10	4,00	13,10	131,00	17 569,00
31	10	6,30	10,30	103,00	17 672,00
31+8,00	4	8,80	15,10	60,40	17 732,40
TOTAL (m <sup>3</sup> )					17 732,40



**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUZA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL: CASCALHO COROAMENTO**

ESTACA	SEMI DISATÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
31+8,00					
V=608.00m x 1.80m <sup>2</sup> = 1 094,40			TOTAL		1 094,40





**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUZA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL: TRANSIÇÃO**

ESTACA	SEMI DISTÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8	10	1,60	1,60		
9	10	1,44	3,04	30,40	30,40
10	10	0,40	1,84	18,40	48,80
11	10	0,56	0,96	9,60	58,40
12	10	0,40	0,96	9,60	68,00
13	10	0,40	0,80	8,00	76,00
14	10				
15	10				
16	10				
17	10				
18	10				
19	10				
20	10				
21	10				
22	10				
23	10				
24	10				
25	10				
26	10				
27	10				
28	10				
29	10				
30	10				
31	10				
31+8.00	4				
<b>TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>					<b>76,00</b>



**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUZA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL: REGULARIZAÇÃO DE TALUDES (JUSANTE)**

ESTACA	SEMI DISATÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0					
1	10	58,00	58,00		
2	10	146,00	204,00		
3	10	242,00	446,00		
4	10	354,00	800,00		
5	10	468,00	1 268,00		
6	10	574,00	1 842,00		
7	10	660,00	2 502,00		
8	10	810,00	3 312,00		
9	10	916,00	4 228,00		
10	10	1 070,20	5 298,20		
11	10	1 052,20	6 350,40		
12	10	874,00	7 224,40		
13	10	865,00	8 089,40		
14	10	849,00	8 938,40		
15	10	782,00	9 720,40		
16	10	714,00	10 434,40		
17	10	682,00	11 116,40		
18	10	664,00	11 780,40		
19	10	644,00	12 424,40		
20	10	600,00	13 024,40		
21	10	558,00	13 582,40		
22	10	496,00	14 078,40		
23	10	422,00	14 500,40		
24	10	348,00	14 848,40		
25	10	282,00	15 130,40		
26	10	230,00	15 360,40		
27	10	188,00	15 548,40		
28	10	164,00	15 712,40		
29	10	132,00	15 844,40		
30	10	98,00	15 942,40		
31	10	108,00	16 050,40		
31+8,00	4	58,40	16 108,80		
TOTAL (m <sup>2</sup> )			16 108,80		
VOLUME(m <sup>3</sup> )			8 054,40	(e=05)	
			9 665,28	(e=0 6)	



**QUADRO DE CUBAÇÃO**  
**OBARA: BARRAGEM SOUZA - CANINDÉ-CE**  
**MATERIAL REGULARIZAÇÃO DE TALUDES (MONTANTE)**

ESTACA	SEMI DISTÂNCIA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	SOMA (m <sup>2</sup> )	VOLUMES PARCIAIS (m <sup>3</sup> )	VOLUMES ACUMULADOS (m <sup>3</sup> )
0					
1	10	82,50	82,50		
2	10	218,00	300,50		
3	10	332,00	632,50		
4	10	458,00	1 090,50		
5	10	592,00	1 682,50		
6	10	738,00	2 420,50		
7	10	820,00	3 240,50		
8	10	830,00	4 070,50		
9	10	826,00	4 896,50		
10	10	812,00	5 708,50		
11	10	816,00	6 524,50		
12	10	820,00	7 344,50		
13	10	820,00	8 164,50		
14	10	820,00	8 984,50		
15	10	820,00	9 804,50		
16	10	820,00	10 624,50		
17	10	810,00	11 434,50		
18	10	810,00	12 244,50		
19	10	824,00	13 068,50		
20	10	818,00	13 886,50		
21	10	780,00	14 666,50		
22	10	704,00	15 370,50		
23	10	602,00	15 972,50		
24	10	510,00	16 482,50		
25	10	440,00	16 922,50		
26	10	372,00	17 294,50		
27	10	300,00	17 594,50		
28	10	244,00	17 838,50		
29	10	216,00	18 054,50		
30	10	158,00	18 212,50		
31	10	132,00	18 344,50		
31+8,00	4	71,00	18 415,50		
TOTAL (m <sup>2</sup> )			18 415,70		



## **6 - CRONOGRAMA GERAL DE CONSTRUÇÃO E EQUIPAMENTO MÍNIMO**

### *6.1 - Cronograma Geral de Construção*

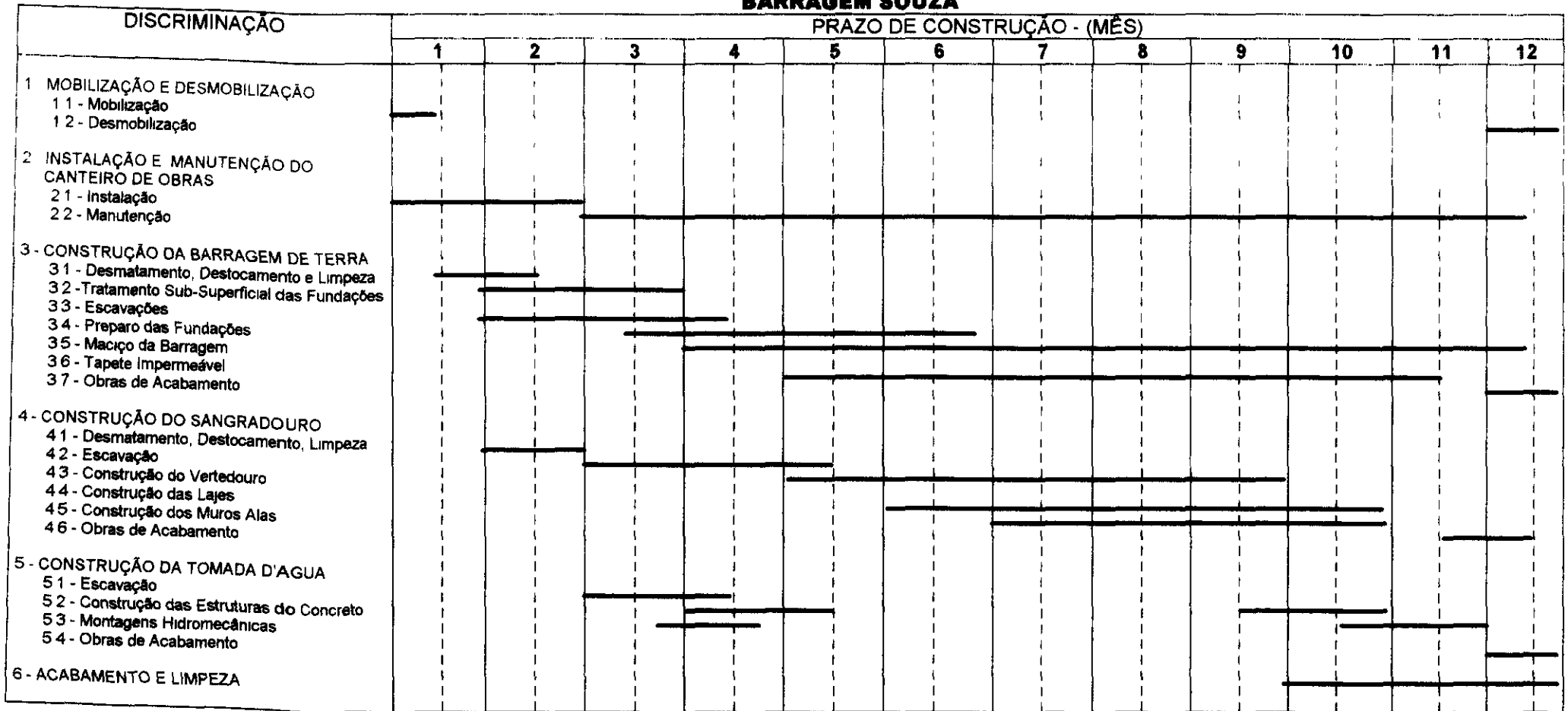
Apresenta-se seguir o cronograma geral de construção da Barragem Souza  
O prazo total previsto para a construção é de 12 meses

### *6.2 - Equipamento Mínimo Requerido*

Apresenta-se a seguir a relação de equipamentos com indicação das quantidades  
mínimas requeridas para construção



### CRONOGRAMA GERAL DA CONSTRUÇÃO BARRAGEM SOUZA





### RELAÇÃO DE EQUIPAMENTO MÍNIMO REQUERIDO

Trator de esteira bulldozer tipo caterpillar D7 ou similar	3 unidades
Trator agrícola	2 Unidades
Motoniveladores	2 Unidades
Escavadeira - carregadeira(pá mecânica)	3 Unidades
Grade de discos	2 Unidade
Rolo compactador tipo Tamping e Pé-de-Carneiro para compactação de solo arenoso argiloso	01 Unid de cada
Rolo metálico liso vibratório para compactação de areias lavadas e enrocamentos	01 Unidade
Caminhões tanque para irrigação de praças, estradas, empréstimos, etc	3 Unidades
Caminhões basculantes	15 Unidades
Perfuratrizes de coluna para desmonte de rocha	01 Unidade.
Marteletes	3 Unidades
Compressores tipo Ingerssol - Rand 540 ou similar	2 Unidades
Betoneiras	2 Unidades
Acessórios diversos para perfuração e desmonte, concretagem, etc	diversos
Equipamento para injeção de cimento -	1 Unidade
Compactadores manuais - Sapo pneumático	4 Unidades
- Placa vibratória	2 Unidades
Conjunto motor-bomba de capacidade compatível com os serviços	3 conjuntos
Bombas de pequeno porte	6 Unidades

0.000

## **7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA CONSTRUÇÃO E CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

As especificações técnicas para construção e os critérios de medição e pagamento estão apresentadas no TOMO I - VOLUME II

### **4.3. TOMADA D'ÁGUA**

A Tomada D'água é constituída das seguintes partes

- Estrutura de entrada
- Galeria
- Estrutura de Saída e Canal de Restituição

#### **4.3.1. Estrutura de Entrada**

A estrutura de entrada é constituída por uma caixa de concreto armado, com dimensões de 2,50mx1,50m e altura de 3,20m. apoiada em fundação rochosa, na cota 148,55

Na janela de entrada de água está prevista uma Grade de Proteção em aço

#### **4.3.2. Galeria**

A Galeria é constituída por tubo de furo dúctil, no diâmetro de 500mm, flangeado

A Galeria será envolvida por uma camada de concreto estrutural. e terá juntas de dilatação, conforme detalhado nos desenhos

#### **4.3.3. Estrutura de Saída e Canal de Restituição**

A estrutura de saída é constituída por caixa com 11,88mx3,60m e altura de 2.40m, onde deverão ser instalados registros de gaveta para controle da vazão regularizada

Na saída da caixa, está prevista uma estrutura de pedra argamassa, de transição para o Canal de Restituição

---

#### **ERRATA - (emenda provisória)**

Inclui-se o item 4.3 - Tomada d'Água, omitido no Capítulo 4 - CONCEPÇÃO DO PROJETO, involuntariamente. Está sendo preparada nova encadernação deste Volume I, para corrigi-lo reparando-se a omissão