

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**  
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO PROURB**  
**SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO**  
**AMBIENTE DO ESTADO DO CEARÁ - SDU**  
**BANCO DO ESTADO DO CEARÁ - BEC**

# **AÇUDE PÚBLICO ANGICOS**

**TOMO 2**

**PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 1 RELATÓRIO GERAL**

**VBA CONSULTORES**  
ENGENHARIA DE SISTEMA HIDRÍCOS

**FORTALEZA- CE**  
**1994**



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

AÇUDE PÚBLICO ANGICOS

TOMO 2:  
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM  
VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL

0064/02/01  
ex.1



Lote: 00451 - Proj (X) Scan ( ) Index ( )

Projeto N° 0064/02/01

Volume 1

Qtd. A4 \_\_\_\_\_ Qtd. A3 \_\_\_\_\_

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

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



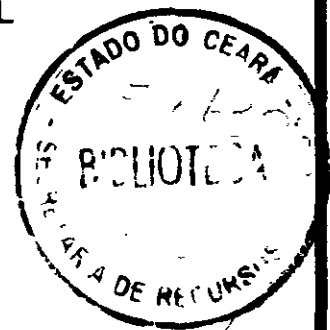
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO  
PRO-URB / CE

## AÇUDE PÚBLICO ANGICOS

TOMO 2:

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL



000003

**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**

**TRABALHO ELABORADO POR:**



**Engenharia de Sistemas Hídricos Ltda.**

000005

## **APRESENTAÇÃO**

---

000006

Este conjunto de documentos se constitui no Relatório Final do Projeto do Açude Angicos, desenvolvido no âmbito dos contratos firmados entre a VBA CONSULTORES e a SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS e a SDU - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE do Estado do Ceará

O Projeto do Açude Angicos se insere no contexto do PRO-URB/CE - PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO que se encontra em fase inicial de implementação pelo Governo do Estado do Ceará, o qual esta em entendimentos finais com o Banco Mundial para obtenção de financiamento

O PRO-URB é constituído por dois segmentos básicos

- . o de ações no setor de urbanismo, com a implantação de projetos Habitar, em municípios selecionados, para população de baixa renda;
- . o de ações no setor hídrico, com a implantação de açudes e adutoras associadas para abastecimento d'água de populações urbanas, dentro de uma adequada Política de Recursos Hídricos para o Ceará

O Açude Angicos, com 56,063 hm<sup>3</sup>, é um dos primeiros quatro açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas no PRO-URB, devendo ter como função primordial o abastecimento das cidades de Senador Sá, Uruoca e Campanário

O presentemente denominado Projeto do Açude Angicos compreende, de fato, os seguintes estudos

- . Projeto Executivo da barragem
- . Projeto Executivo da Adutora Senador Sá / Uruoca, sendo que a cidade de Campanário se situa nas margens do rio Coreaú com captação direta no mesmo.
- . Cadastro das propriedades e benfeitorias a serem submersas pela bacia hidráulica,
- . Plano de Reassentamento da População, que será diretamente atingida;
- . Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos demais usos programados para o reservatório, em especial a irrigação de áreas propícias e a piscicultura, e incluindo a avaliação econômica dos empreendimentos,
- . Relatório de Impacto Ambiental, com o EIA / RIMA do conjunto de intervenções

No global, este Relatório Final está composto dos seguintes documentos

TOMO 1 SÍNTESE

TOMO 2 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 - ESTUDOS DE BASE

000007

VOLUME 3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO  
VOLUME 4 - PLANTAS  
VOLUME 5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

**TOMO 3 RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE**

VOLUME 1 - SÍNTESE  
VOLUME 2 - EIA  
VOLUME 3 - RIMA  
VOLUME 4 - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

**TOMO 4 PLANO DE APROVEITAMENTO DO RESERVATÓRIO**

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL

**TOMO 5 PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO**

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL

**TOMO 6 PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA**

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL  
VOLUME 2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS  
VOLUME 3 - PLANTAS

**TOMO 7 ANÁLISE ECONÔMICA**

**TOMO 8 CADASTRO**

VOLUME 1 - RELATÓRIO GERAL  
VOLUME 2 - LAUDOS

Este volume específico corresponde ao Tomo 2 - Projeto Executivo da Barragem, Volume 1 - Relatório Geral. Ele é apresentado na forma de seis capítulos. O primeiro introduz o projeto, o segundo compreende uma ficha técnica com as características principais do empreendimento; os terceiro e quarto capítulos tratam da concepção e dimensionamento da barragem, o quinto apresenta o cronograma físico e dimensionamento do equipamento mínimo construtivo; o sexto consubstancia os quadros de quantitativos e custos.



**ÍNDICE**

---

# ÍNDICE

	PAGINA
APRESENTAÇÃO	
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - FICHA TÉCNICA	4
3 - ESTUDOS DE BASE	7
3 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
3 2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	9
3 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS	10
3 4 - ESTUDOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS	38
3 5 - LEVANTAMENTO CADASTRAL	45
3 6 - RIMA	47
4 - CONCEPÇÃO DO PROJETO	57
4 1 - FATORES CONDICIONANTES	58
4 2 - DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE ACUMULAÇÃO	59
4 3 - CONCEPÇÃO FINAL E MEMÓRIA DESCRITIVA	62
5 - CRONOGRAMA FÍSICO E EQUIPAMENTO MÍNIMO	70
6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS	79

## **1 - INTRODUÇÃO**

009011

## 1 - INTRODUÇÃO

A barragem Angicos se constitui em um dos mais importantes elementos da infraestrutura hídrica da bacia do Coreaú, conforme ficou demonstrado por ocasião da elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará <sup>1/</sup>. sua origem, entretanto, remonta ao estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do Vale <sup>2/</sup>, quando foi identificada e pré-dimensionada

Sua seleção como prioritária no PRO-URB, decorreu dos grandes benefícios que deverá acarretar para a região norte do Estado, cuja disponibilidade hídrica é atualmente muito inferior às demandas e potencialidades locais

Em síntese, a barragem propriamente dita compreenderá um conjunto de obras constituído por um maciço de terra compactada com 1 367 m de extensão e altura máxima de 19 m, por um sangradouro em perfil tipo "Creager" com 100 m de extensão, e uma tomada d'água em galeria com controle a jusante com diâmetro de 800 mm, ela visará atender na bacia do rio Coreaú, o abastecimento humano urbano das localidades de Uruoca, Senador Sá e Campanário, e irrigação de cerca de 600 ha, bem como permutará o desenvolvimento de atividade de piscicultura e aproveitamento agrícola das varzantes nas bordas do lago

A barragem situar-se-á a aproximadamente 200 m a montante da junção dos rios Jardim e Ituaguçu, os quais formam, a partir daí, o rio Juazeiro, afluente do rio Coreaú, em uma seção que drena uma área de 285,80 km<sup>2</sup> de sua bacia hidrográfica. O sítio barrável situa-se nas imediações da comunidade de Angicos, estando o eixo localizado na fronteira dos municípios de Frecheirinha e Coreaú

O acesso ao local da barragem, a partir de Fortaleza, é feito através da BR-222, tomando-se à direita, a aproximadamente 9,0 km após a entrada da cidade de Frecheirinha, uma estrada carroçável, e percorrendo-a em torno de 10,2 km, até chegar ao sítio barrável, conforme mapa de localização apresentado na figura 1

A 4,0 km após o local da barragem tem-se acesso por estrada carroçável ao distrito de Araquém, município de Coreaú, cuja sede se encontra a 19 km por estrada de revestimento primário em bom estado de conservação. Em Araquém pode-se dispor de comunicações telefônicas pelo sistema DDD através da TELECEARÁ

<sup>1/</sup> SRH / VBA CONSULTORES - "Plano Estadual dos Recursos Hídricos, 1991

<sup>2/</sup> DNOCS / SIRAC - Estudo de Viabilidade para o Aproveitamento Hidroagrícola da bacia do Rio Coreaú, 1987

## **2 - FICHA TÉCNICA**

---

---

000013

## 2 - FICHA TÉCNICA

### a) LOCALIZAÇÃO:

- Rios: Jardim e Ituaguçu que formam o Rio Juazeiro,
- Sistema: Coreaú;
- Município: Coreaú;
- Estado: Ceará

### b) CARACTERÍSTICAS GERAIS:

- Área da Bacia Hidrográfica: 285,80 km<sup>2</sup>;
- Área da Bacia Hidráulica: 1.090 ha,
- Volume Máximo do Reservatório: 56 053.000 m<sup>3</sup>;
- Volume Morto do Reservatório: 3 707 500 m<sup>3</sup>;
- Volume de Alerta: 14.176.600 m<sup>3</sup>;
- N.A. Máximo Normal: 105,50,
- N.A. Mínimo Operacional: 97,00,
- Nível de Alerta: 100,08 m;
- Altura Máxima da Barragem: 19,00 m;
- Vazão com  $f=90\%$ , sem volume de alerta: 727 l/s,
- Vazão com  $f=90\%$ , com volume de alerta: 554 l/s,
- Vazão com  $f=100\%$ , operação de emergência: 55 l/s,
- Vazão efetiva para abastecimento humano: 21,0 l/s,
- População abastecida: 9.900 hab.;

### c) BARRAGEM:

- Tipo: Terra homogênea;
- Cota do Coroamento: 108,90 m;
- Comprimento do Coroamento: 1.367,00 m,
- Largura do Coroamento: 6,0 m,
- Volume total do maciço: 500.000 m<sup>3</sup>;
- Altura na Seção Máxima: 18,90 m,
- Taludes de Montante: 1:2,5 (V:H) e 1:3,0 (V:H) abaixo da cota 98,00 m
- Talude de Jusante: 1:2,5 (V:H) com berma de 2,0 m de largura na cota 98,00m.

000014

**d) SANGRADOURO:**

- Tipo: Perfil CREAGER;
- Cota da soleira 105,50;
- Largura: 100 m;
- Pico de cheia milenar: 1.414,65 m<sup>3</sup>/s,
- Vazão máxima de projeto: 506,08 m<sup>3</sup>/s (amortecida), TR = 1 000 anos;
- Lâmina máxima de sangria milenar: 1,80 m
- Folga 1,60 m;
- Revanche: 3,40 m.

**e) TOMADA D'ÁGUA:**

- Tipo: Galeria com controle a jusante;
- Número de conduto: 01,
- Diâmetro do conduto: 800 mm,
- Comprimento do conduto: 66 m,
- Vazão máxima: 4,524 m<sup>3</sup>/s,

### **3 - ESTUDOS DE BASE**

---

---

000016



### 3 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O local do boqueirão da Barragem Angicos foi estabelecido tomando-se como referência o estudo de viabilidade elaborado pelo DNOCS ("Estudo de Viabilidade para o Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Coreaú"), análise de fotografias aéreas na escala de 1 25 000 e visitas de reconhecimento à região. O local escolhido a nível executivo, que se apresenta como alternativa única para o boqueirão, situando-se próximo da confluência dos rios Jardim e Ituaguçu, constituindo-se numa posição de menor largura do boqueirão na região. Não há alternativa à montante, tendo em vista o visível distanciamento dos rios, com o boqueirão desaparecendo por completo, conforme se pode observar no Desenho ANG-ET-01/02 da bacia hidráulica no Volume 4 - "Plantas", nem a jusante devido a condições topográficas desfavoráveis.

Os estudos geotécnicos indicaram a melhor posição para o sangradouro por detectar a presença de rocha com boa recuperação num ponto de sela topográfica, o que proporcionou menor custo para o mesmo.

Em função das características geológicas do substrato rochoso local e da disponibilidade de materiais construtivos, aliados às condições topográficas do boqueirão, adotou-se para o maciço da barragem, uma seção do tipo homogênea com dreno vertical do tipo "Chamné" e tapete horizontal a jusante, em face da grande disponibilidade de solos de boa qualidade situados à pequena distância.

O tipo de estrutura selecionado para o sangradouro foi de perfil "Creager", devido a impossibilidade de se encontrar condição geológica e topográfica favoráveis à construção de vertedouro escavado em rocha, por conta da cota de soleira fixada pelos estudos hidrológicos e econômicos.

Os estudos hidrológicos, geológico-geotécnicos e topográficos estão apresentados detalhadamente no Volume 2 - "Estudos de Base".

## 3.2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

### 3.2.1 - INTRODUÇÃO

Os estudos topográficos realizados consistiram basicamente no detalhamento dos locais da barragem e sangradouro, além do levantamento da bacia hidráulica, conforme é descrito a seguir

São apresentados no Volume 3 - "Plantas", os seguintes desenhos

*Desenho ANG-ET-01/02* Planta da Bacia Hidráulica e Gráfico Cota x Área x Volume (1/2),

*Desenho ANG-ET-02/02* Planta da Bacia Hidráulica e Gráfico Cota x Área x Volume (2/2)

### 3.2.2 - SERVIÇOS REALIZADOS

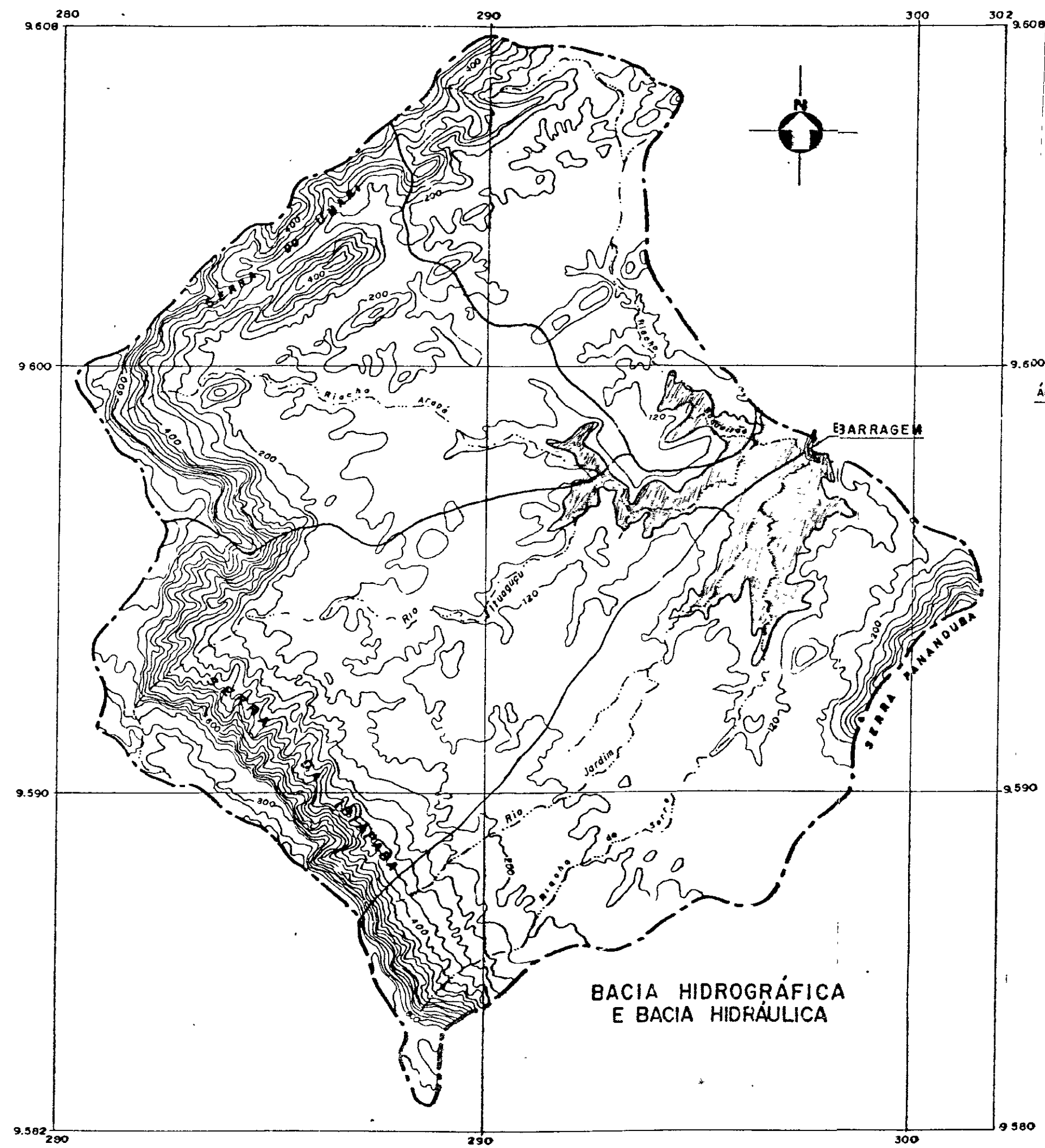
No local escolhido para a localização da barragem foi locado um eixo no boqueirão e seccionado uma faixa aproximada de 200m, sendo 100m a montante e 100m a jusante

O eixo foi materializado através da implantação de piquetes e estacas testemunhas espaçadas de 20 em 20m que serviu de orientação para o projeto da barragem. Conforme pode ser visto em planta no desenho ANG-PE-01/21, esta linha de orientação implantada no campo, inicia-se na estaca zero, situada na ombreira direita e finaliza na estaca 98 perfazendo um total de 1 960 metros de comprimento, tendo quatro pontos de inflexão, onde foram implantados os marcos de concreto M-3, M-4, M-5 e M-6. Os marcos M-1 e M-2 estão situados na ombreira direita e indicam respectivamente, a estaca zero (início da locação) e o ponto de partida da poligonal de contorno (situado na estaca 10 do eixo). O marco M-7 indica o ponto final da linha de orientação.

Foi feito um transporte de cota do RN 520F do IBGE (altitude 154,6012), situado a 10,6 km além da Igreja Matriz de Freicheirinha, na estrada Freicheirinha - Tianguá - nivelado em 1964, até o local da barragem, percorrendo uma distância de 14,0 km.

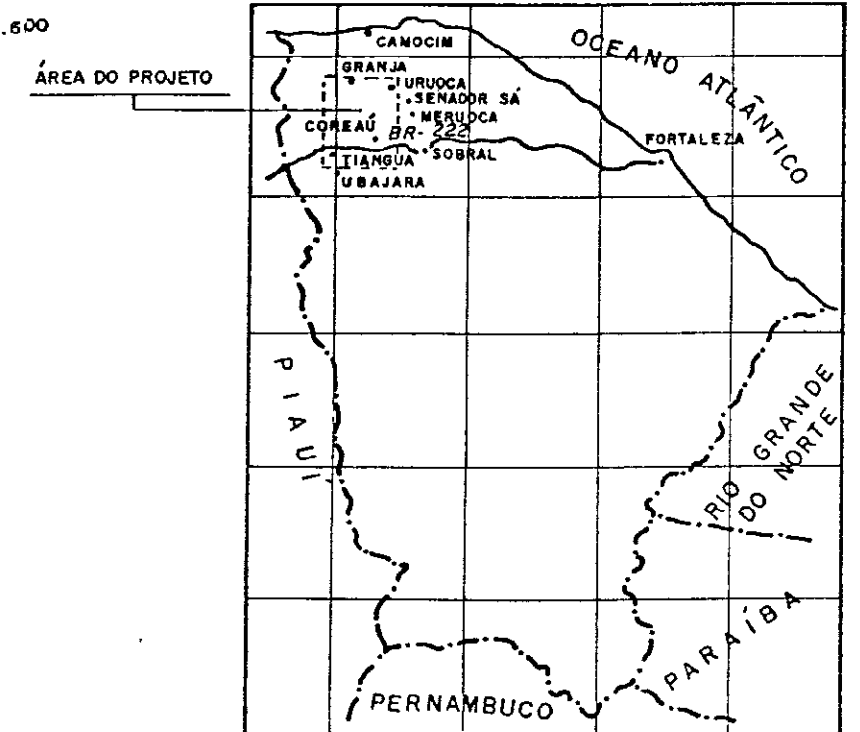
O eixo do boqueirão foi nivelado e contra-nivelado, enquanto que as seções transversais foram por sua vez niveladas

A bacia hidráulica foi levantada a partir de uma linha de base saindo do eixo da barragem na direção de montante, com seções transversais a cada 100m, sendo estas estaqueadas de 50 em 50 metros

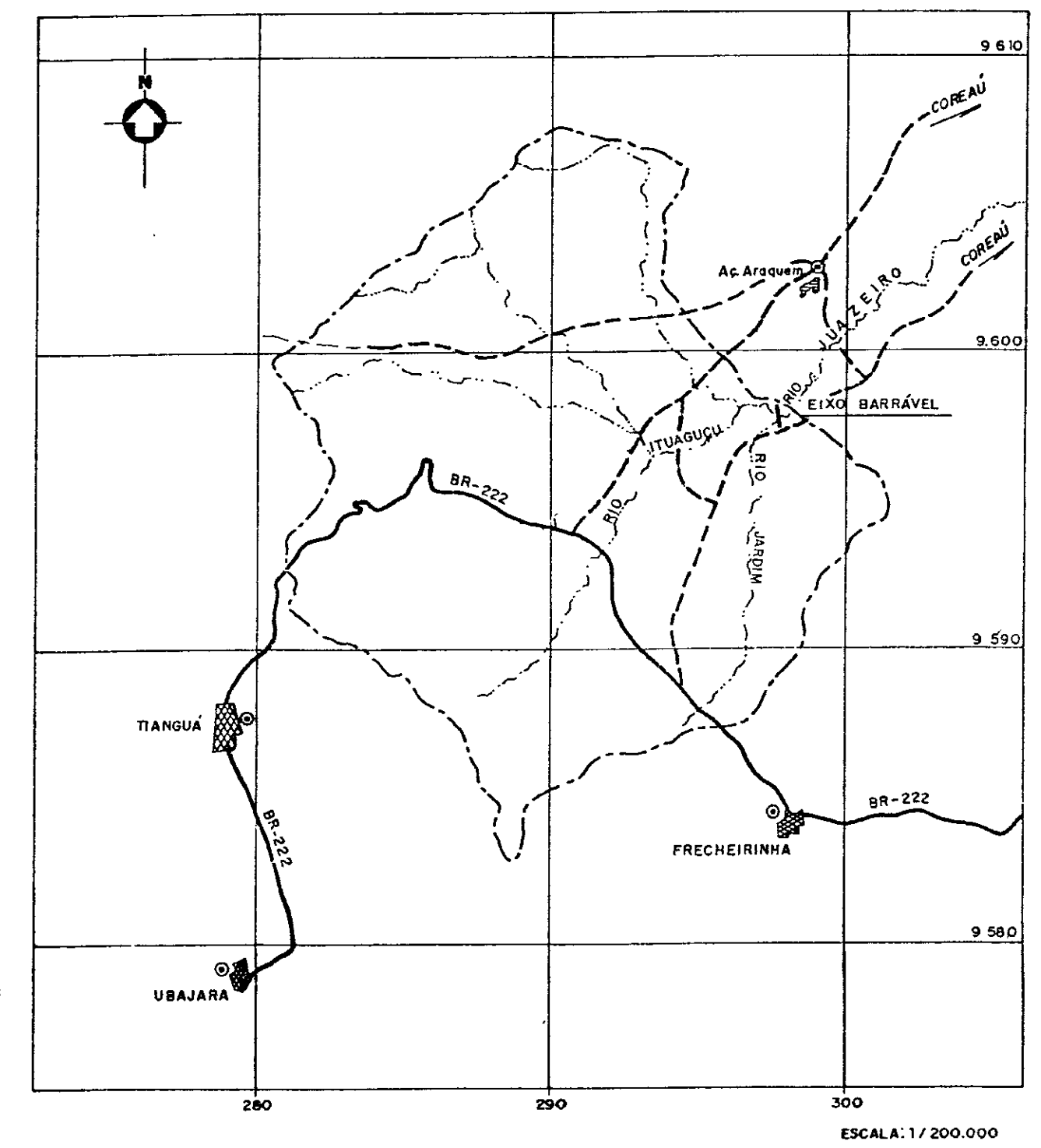


BACIA HIDROGRÁFICA  
E BACIA HIDRÁULICA

- LEGENDA**
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
  - CURVAS DE NÍVEIS
  - RIOS e RIACHOS
  - LIMITE DE SUB-BACIA
  - BACIA HIDRÁULICA



PLANTA DE SITUAÇÃO



- LEGENDA**
- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
  - RODOVIA FEDERAL (BR-222)
  - REDE DE DRENAGEM
  - ⊙ POSTOS PLUVIOMÉTRICOS
  - ESTRADA CARROÇÁVEL

MAPA: 1  
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO  
000019

Os desenhos ANG-ET-01/02 e ANG-ET-02/02 apresentam o levantamento da bacia hidráulica na escala 1 5 000 com curvas de nível de 1 em 1 metro, bem como o gráfico Cota x Área x Volume obtido a partir deste

Com os objetivos de identificarem e delimitar as propriedades a serem desapropriadas com vistas ao Cadastro Fundiário, foi executada uma poligonal com extensão total de 15,0 km, e outra poligonal externa com extensão 45 km desenvolvendo-se pelo contorno aproximado da bacia hidráulica

As jazidas de solos e pedreiras foram amarradas ao eixo da barragem através de poligonais. Conforme mostrado no Desenho ANG-EG-04/04, perfazendo estas uma extensão de 8,53 km

A bacia hidrológica da barragem foi levantada com base na carta da SUDENE em escala 1:100 000. A planimetria efetuada acusou uma área de 285,80 km<sup>2</sup>, e as informações constantes desta carta serviram de subsídio para elaboração de parte dos estudos hidrológicos que são apresentados no Volume 2 - "Estudos de Base"

### 3 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

#### 3 3 1 - Introdução

Os Estudos Hidrológicos constituem um relatório específico, sendo apresentados neste Relatório Geral somente os principais resultados, eles tiveram dois objetivos

- dimensionar hidrológicamente a capacidade da barragem e determinar seu poder de regularização de vazões,
- dimensionar o sangradouro para escoamento de vazões de pico de cheia de 1000 anos de período de retorno.

No âmbito do primeiro foi elaborado o estudo dos deflúvios afluentes ao local da barragem e feita a simulação computacional da operação para as diversas alternativas de barragem

No contexto do segundo objetivo foram determinados os hidrogramas para cheias de 100, 500 e 1000 anos de retorno, e simulado o nível de amortecimento para as alternativas de sangradouro da barragem

Nestes estudos foram utilizados os dados, critérios e produtos constantes no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará, que se configura hoje como o documento norteador de toda a política hídrica do Estado <sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> SRH/VBA CONSULTORES - "Plano Estadual dos Recursos Hídricos", Bloco 2, 1991

### 3 3 2 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

A bacia hidrográfica da barragem Angicos, que pode ser visualizada na figura 1, atinge 285,8 km<sup>2</sup>, e tem as seguintes características principais:

- apresenta uma faixa de montante situada nas bordaduras da Serra da Ibiapaba, que se constitui em um notável acidente topográfico, de feição muito abrupta, com desníveis da ordem de 600 m posicionados quase frontalmente ao deslocamento das massas úmidas,
- apresenta uma configuração com forte tendência circular, traduzida por um coeficiente de compacidade igual a 1,25,
- é composta por diversas sub-bacias que praticamente convergem na secção do local da barragem, o que se traduz por um fator de forma igual a 0,59;
- as sub-bacias que a formam são razoavelmente semelhantes, apresentando sempre um trecho de montante de elevadíssima declividade, seguido por outro de baixa declividade;
- predominam largamente os solos impermeáveis, com uma cobertura vegetal marcadamente esparsa, em geral do tipo caatinga hiperxerófila.

No interior da bacia encontra-se implantada a barragem Diamante, com 13,2 hm<sup>3</sup> e bacia contribuinte de 32 km<sup>2</sup>, cuja vazão regularizada com garantia de 90% é de 0,10 m<sup>3</sup>/s.

O regime anual e mensal da pluviometria segue as características da maioria do Estado do Ceará.

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. A Serra da Ibiapaba como barreira orográfica favorece as condições de precipitação.

O outro fenômeno meteorológico que favorece as precipitações na região é a denominada "Linha de Instabilidade Litorânea", que consiste na formação de convecção na região litorânea decorrente do fluxo de ar originado pelo aquecimento diferenciado do continente e o oceano

O quadro 1 mostra os principais indicadores para cada um dos quatro postos pluviométricos utilizados no estudo, a pluviometria média sobre a bacia, a partir das séries diárias dos postos, encontra-se no quadro 2, a seguir, apresentando uma média anual de 1117 mm e uma elevada irregularidade temporal como demonstra o coeficiente de variação. A figura 2 apresenta os hietogramas mensais para os postos de Araquém e Tianguá

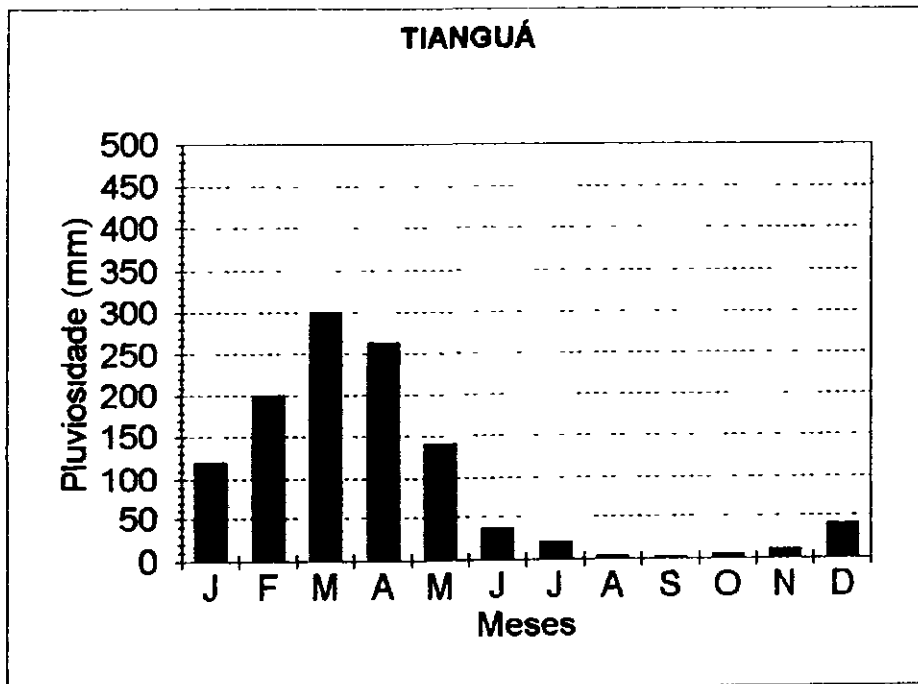
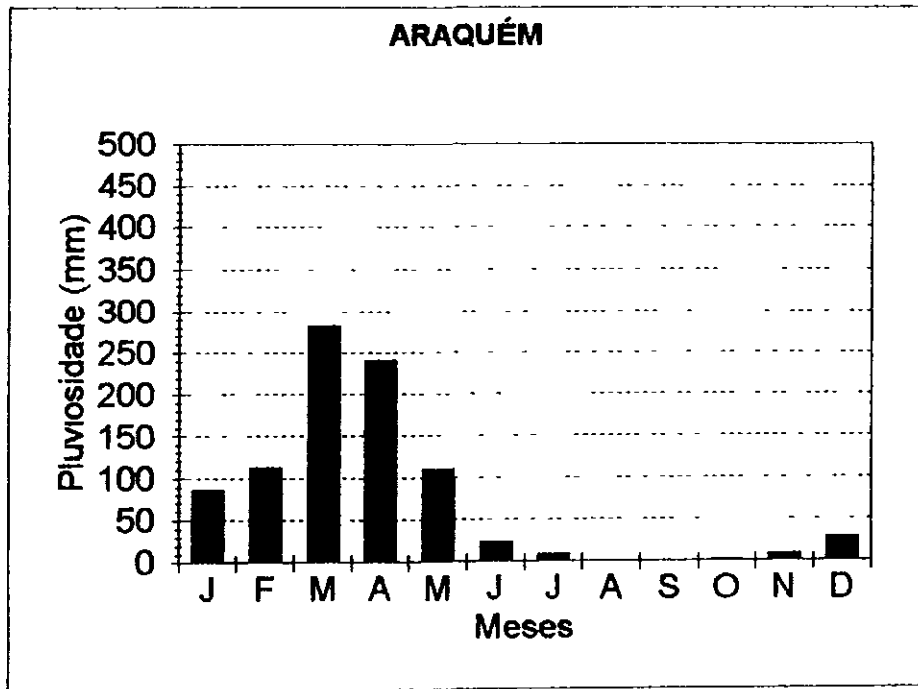
## QUADRO 1

## PRINCIPAIS INDICADORES DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

NOME	CÓDIGO	Pluviometria (mm) Média Anual	Indicadores de Concentração % no período			C.V. Anual
			Mês %	Trimestre %	Semestre %	
ARAQUÊM	2778238	1004	Março 28,3	Fev/Abril 69,8	Jan/Junho 94,2	0,41
TIANGUÁ	2778406	1197	Março 25,3	Fev/Abril 65,3	Jan/Junho 91,8	0,36
FRECHEIRINHA	2778538	1080	Março 27,9	Fev/Abril 70,0	Jan/Junho 93,1	0,42
UBAJARA	2778714	1467	Março 23,8	Fev/Abril 63,9	Jan/Junho 92,0	0,34

000022

Figura 2  
Hietogramas Mensais



**QUADRO 2**  
**SERIE DE PRECIPITACAO MEDIA**  
**METODO DE THIESSEN/MALHA**  
**ACUDE PROJETADO : ANGICOS**

Valores em mm

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1912	62.0	319.0	302.0	221.0	144.0	31.0	17.0	35.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1132.0
1913	75.0	241.0	346.0	180.0	114.0	23.0	17.0	2.0	3.0	27.0	0.0	145.0	1173.0
1914	342.0	133.0	112.0	95.0	70.0	71.0	40.0	38.0	0.0	0.0	1.0	0.0	902.0
1915	25.0	66.0	87.0	142.0	33.0	17.0	2.0	4.0	1.0	6.0	0.0	93.0	476.0
1916	112.0	168.0	386.0	271.0	129.0	116.0	1.0	0.0	0.0	35.0	52.0	27.0	1297.0
1917	277.0	288.0	626.0	287.0	366.0	58.0	14.0	2.0	6.0	0.0	74.0	79.0	2077.0
1918	245.0	81.0	162.0	194.0	265.0	45.0	6.0	30.0	0.0	0.0	0.0	12.0	1040.0
1919	119.0	111.0	103.0	36.0	37.0	18.0	5.0	0.0	2.0	0.0	2.0	30.0	463.0
1920	20.0	87.0	428.0	200.0	75.0	55.0	24.0	10.0	3.0	0.0	5.0	63.0	970.0
1921	112.0	208.0	348.0	221.0	311.0	11.0	65.0	0.0	51.0	2.0	13.0	23.0	1365.0
1922	47.0	235.0	434.0	409.0	165.0	79.0	29.0	13.0	8.0	0.0	0.0	5.0	1424.0
1923	159.0	388.0	318.0	355.0	42.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	1288.0
1924	219.0	410.0	574.0	602.0	228.0	12.0	0.0	0.0	2.0	63.0	8.0	121.0	2239.0
1925	337.0	232.0	374.0	484.0	86.0	34.0	34.0	9.0	2.0	24.0	21.0	38.0	1675.0
1926	119.0	313.0	383.0	479.0	92.0	35.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1481.0
1927	145.0	200.0	402.0	293.0	65.0	70.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	1196.0
1928	39.0	34.0	401.0	232.0	72.0	8.0	44.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	836.0
1929	104.0	396.0	352.0	379.0	233.0	48.0	51.0	43.0	12.0	23.0	0.0	77.0	1718.0
1930	122.0	234.0	275.0	222.0	50.0	116.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	15.0	1039.0
1931	119.0	268.0	379.0	121.0	58.0	9.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	963.0
1932	85.0	264.0	270.0	91.0	14.0	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	756.0
1933	224.0	222.0	207.0	487.0	60.0	1.0	0.0	1.0	0.0	8.0	0.0	157.0	1367.0
1934	166.0	449.0	561.0	243.0	491.0	54.0	0.0	0.0	8.0	0.0	35.0	117.0	2124.0
1935	66.0	269.0	266.0	565.0	224.0	31.0	3.0	0.0	0.0	0.0	4.0	40.0	1468.0
1936	59.0	187.0	69.0	130.0	40.0	17.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	503.0
1937	21.0	233.0	201.0	241.0	173.0	46.0	13.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	933.0
1938	68.0	107.0	299.0	316.0	60.0	7.0	25.0	1.0	0.0	0.0	0.0	23.0	906.0
1939	41.0	479.0	318.0	230.0	89.0	14.0	45.0	1.0	5.0	39.0	10.0	11.0	1282.0
1940	106.0	203.0	335.0	335.0	138.0	90.0	21.0	5.0	0.0	13.0	0.0	3.0	1249.0
1941	31.0	112.0	155.0	165.0	55.0	15.0	14.0	2.0	0.0	0.0	0.0	6.0	555.0
1942	39.0	125.0	197.0	156.0	47.0	2.0	0.0	10.0	0.0	0.0	1.0	123.0	700.0
1943	64.0	86.0	260.0	154.0	59.0	20.0	31.0	0.0	2.0	1.0	12.0	48.0	737.0
1944	62.0	71.0	303.0	259.0	152.0	5.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	152.0	1030.0
1945	83.0	388.0	266.0	274.0	49.0	71.0	25.0	0.0	0.0	12.0	0.0	12.0	1180.0
1946	246.0	179.0	238.0	275.0	54.0	71.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	74.0	1140.0
1947	35.0	246.0	421.0	348.0	121.0	30.0	34.0	4.0	0.0	2.0	75.0	44.0	1360.0
1948	30.0	274.0	199.0	179.0	142.0	26.0	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	9.0	864.0
1949	65.0	154.0	295.0	170.0	84.0	32.0	39.0	2.0	1.0	1.0	67.0	1.0	911.0
1950	89.0	133.0	314.0	501.0	12.0	1.0	5.0	1.0	0.0	0.0	1.0	42.0	1099.0
1951	42.0	50.0	95.0	220.0	139.0	25.0	6.0	0.0	0.0	0.0	1.0	87.0	665.0
1952	36.0	131.0	186.0	253.0	147.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	15.0	796.0
1953	28.0	70.0	259.0	249.0	14.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	632.0
1954	15.0	199.0	279.0	117.0	108.0	35.0	1.0	5.0	0.0	0.0	3.0	3.0	765.0
1955	251.0	176.0	194.0	331.0	136.0	6.0	0.0	0.0	0.0	10.0	7.0	43.0	1154.0
1956	1.0	255.0	328.0	217.0	37.0	29.0	1.0	0.0	0.0	9.0	6.0	15.0	898.0
1957	147.0	26.0	274.0	375.0	72.0	0.0	11.0	0.0	0.0	1.0	0.0	25.0	931.0

000024



## QUADRO 2 (CONTINUAÇÃO)

## SERIE DE PRECIPITACAO MEDIA

## METODO DE THIESSEN/MALHA

## ACUDE PROJETADO : ANGICOS

Valores em mm

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1958	76.0	40.0	71.0	47.0	34.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	293.0
1959	44.0	232.0	396.0	90.0	113.0	67.0	10.0	8.0	1.0	0.0	4.0	0.0	965.0
1960	15.0	38.0	328.0	163.0	21.0	33.0	1.0	0.0	0.0	9.0	0.0	27.0	635.0
1961	257.0	472.0	421.0	246.0	61.0	11.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	158.0	1654.0
1962	107.0	219.0	328.0	138.0	171.0	49.0	3.0	0.0	0.0	0.0	11.0	57.0	1081.0
1963	219.0	219.0	380.0	276.0	49.0	0.0	7.0	2.0	0.0	0.0	37.0	94.0	1283.0
1964	274.0	458.0	367.0	318.0	211.0	20.0	8.0	13.0	1.0	0.0	0.0	2.0	1672.0
1965	113.0	100.0	361.0	586.0	167.0	93.0	9.0	0.0	2.0	38.0	2.0	3.0	1474.0
1966	18.0	146.0	165.0	194.0	83.0	26.0	17.0	2.0	1.0	0.0	2.0	4.0	658.0
1967	59.0	202.0	383.0	356.0	289.0	11.0	4.0	1.0	3.0	0.0	0.0	17.0	1325.0
1968	64.0	144.0	270.0	219.0	299.0	22.0	19.0	0.0	0.0	1.0	7.0	27.0	1072.0
1969	98.0	133.0	292.0	186.0	125.0	51.0	61.0	1.0	0.0	0.0	0.0	118.0	1065.0
1970	76.0	96.0	297.0	147.0	13.0	16.0	25.0	0.0	1.0	0.0	133.0	7.0	811.0
1971	135.0	150.0	320.0	301.0	207.0	24.0	64.0	1.0	0.0	3.0	0.0	14.0	1219.0
1972	78.0	55.0	184.0	203.0	277.0	37.0	20.0	18.0	0.0	0.0	0.0	23.0	895.0
1973	360.0	199.0	404.0	459.0	215.0	90.0	151.0	13.0	14.0	3.0	3.0	46.0	1957.0
1974	333.0	201.0	434.0	475.0	363.0	85.0	13.0	0.0	2.0	40.0	0.0	92.0	2038.0
1975	146.0	231.0	457.0	198.0	155.0	53.0	16.0	3.0	19.0	0.0	3.0	121.0	1402.0
1976	99.0	221.0	458.0	290.0	43.0	4.0	0.0	9.0	0.0	1.0	10.0	2.0	1137.0
1977	248.0	175.0	269.0	294.0	162.0	79.0	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	1279.0
1978	99.0	125.0	167.0	282.0	66.0	8.0	32.0	0.0	0.0	0.0	5.0	18.0	802.0
1979	62.0	94.0	150.0	150.0	139.0	11.0	8.0	0.0	8.0	0.0	1.0	24.0	647.0
1980	61.0	328.0	159.0	89.0	35.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	68.0	756.0
1981	157.0	67.0	364.0	64.0	96.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.0	810.0
1982	69.0	228.0	287.0	279.0	56.0	34.0	6.0	1.0	0.0	0.0	6.0	0.0	966.0
1983	6.0	168.0	104.0	106.0	4.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	396.0
1984	95.0	171.0	326.0	282.0	183.0	43.0	13.0	0.0	0.0	2.0	0.0	24.0	1139.0
1985	300.0	351.0	386.0	440.0	250.0	56.0	72.0	2.0	9.0	0.0	0.0	116.0	1982.0
1986	149.0	254.0	488.0	461.0	92.0	78.0	24.0	0.0	9.0	3.0	31.0	12.0	1601.0
1987	68.0	99.0	549.0	96.0	52.0	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	920.0
1988	134.0	102.0	298.0	382.0	278.0	54.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	87.0	1337.0

## PARAMETROS ESTADISTICOS

MES->	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
$L_n$	115.8	197.6	304.4	261.3	125.5	34.8	17.8	3.8	2.3	5.0	8.8	40.1	1117.3
$S$	90.34	110.50	120.52	131.06	97.45	28.88	23.89	8.65	6.65	11.72	21.52	44.86	422.16
$C_v$	0.780	0.559	0.396	0.502	0.777	0.830	1.339	2.265	2.878	2.363	2.455	1.119	0.378
$g$	1.105	0.726	0.136	0.656	1.281	0.897	2.753	3.108	5.538	2.954	3.703	1.186	0.621
$r_1$	0.2713	0.4121	0.4113	0.3289	0.2855	0.2091	0.2257	0.0687	0.0302	0.0232	0.0000	0.3629	-
$r_0$	0.1541	0.0074	0.1009	0.1037	0.1234	0.0000	0.1215	0.0000	0.0910	0.0610	0.0000	0.0000	0.2218

$L_n$ =media  $S$ =desvio padrao  $C_v$ =coeficiente de variacao  $g$ =assimetria  $r_1$ =correlacao  $r_0$ =autocorrelacao

000025

A irregularidade anual e mensal das chuvas pode, também, ser constatada a partir dos quadros 3 e 4; o primeiro apresenta a análise de frequência da pluviosidade anual para os postos de Araquém e Tianguá, enquanto o outro contém a análise de frequência da quantidade de dias com qualquer índice de precipitação para cada mês

Em relação aos demais parâmetros climatológicos não existem dados específicos da parte elevada da Serra da Ibiapaba, tais parâmetros sendo estimados a partir de outra regiões similares. A temperatura média varia de 26 a 28° C na parte baixa, podendo atingir menos de 12° C na serra, nesta, as médias das mínimas decaí para 16 a 17° C, mantendo-se, contudo, à característica básica de pequenas amplitudes térmicas, muito raramente existindo mínimas absolutas inferiores a 13° C

A evaporação média anual sobre espelho d'água é da ordem de 1600 no local da barragem, enquanto a evapotranspiração potencial em Araquém é de 1926<sup>1/</sup>, conforme quadro 5

### 3.3.3 - ESTUDO DOS DEFLUVIOS

Como quase sempre ocorre no Nordeste semi-árido, a escassa disponibilidade de dados observados de vazões inviabiliza, por completo, o emprego de metodologias baseadas em séries fluviométricas confiáveis e de duração aceitável, os dados disponíveis são escassos, de pouca qualidade, e, em geral, ou apresentam muitas falhas ou têm séries muito curtas

A bacia do rio Coreaú dispõe de dados para dois postos fluviométricos, Paula Pessoa e Granja. O primeiro dos postos fluviométricos dispunha, a princípio, de dois períodos de observação, 1973/79 e 1982/88, contudo, a análise de consistência destes dados, conforme demonstrado no PERH, demonstrou a absoluta impropriedade de uso

O segundo dos postos fluviométricos, Granja, apresenta uma série de dados razoável, 1969/88 com falha no ano de 1974, ano de ocorrência da maior cheia registrada. A análise de consistência viabilizou sua utilização, sendo esta série a base para a obtenção de parâmetros do modelo chuva-deflúvio indispensável para o desenvolvimento dos estudos. O posto de Granja localiza-se na vizinhança da cidade homônima, no trecho final da bacia do rio Coreaú, controlando uma área de 3786 km<sup>2</sup>.

<sup>1/</sup> HARGREAVES, George H - "Potential Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil"

**QUADRO 3**  
**ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL**

POSTO	PROBABILIDADE P (H ≤ Hp) (%)										Hp (mm)
	1	2	5	10	20	50	80	90	98	99	
ARAQUÉM	287,0	372,0	417,0	545,0	602,0	948,0	1325,0	1556,0	2023,0	2207,0	←
TIANGUA	389,0	502,0	559,0	714,0	781,0	1158,0	1537,0	1758,0	2188,0	2353,0	←

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

**QUADRO 4**  
**FREQUÊNCIA DE PELO MENOS n DIAS COM**  
**OCORRÊNCIA DE CHUVA**  
**(%)**

POSTO	MÊS	NÚMERO DE DIAS									
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25
2778238 ARAQUEM	JAN	96,2	90,6	62,3	26,4	7,6	3,8	1,9	1,9	0,0	0,0
	FEV	100,0	94,4	87,0	64,8	38,9	22,2	13,0	7,4	7,4	0,0
	MAR	100,0	100,0	100,0	90,7	72,2	51,8	33,3	25,9	14,8	5,6
	ABR	100,0	100,0	96,3	79,6	57,4	38,9	25,9	14,8	9,3	1,9
	MAI	94,4	90,7	75,9	40,7	18,5	11,1	3,7	3,7	3,7	0,0
	JUN	77,8	50,0	22,2	3,7	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUL	46,3	31,5	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	7,6	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	9,3	3,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	31,5	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	68,5	41,4	18,5	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
POSTO	MÊS	NÚMERO DE DIAS									
2778538 TIANGUÁ	JAN	93,6	87,2	66,0	23,4	6,4	2,1	2,1	2,1	2,1	0,0
	FEV	97,9	97,9	91,7	68,8	35,4	27,1	12,5	2,1	0,0	0,0
	MAR	95,7	95,7	95,7	83,0	74,5	55,3	34,0	23,4	14,9	2,1
	ABR	97,9	97,9	93,6	87,2	66,0	44,7	27,7	21,3	17,0	2,1
	MAI	91,3	87,0	76,1	45,7	26,1	17,4	10,9	8,7	4,3	2,2
	JUN	76,1	60,9	32,6	10,9	2,2	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0
	JUL	66,7	40,0	11,1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	18,2	11,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	17,8	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	19,1	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	43,5	19,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	75,0	56,3	25,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**QUADRO 5**  
**EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL**

MÊS	VALOR (MM)
JAN	182
FEV	143
MAR	130
ABR	118
MAI	122
JUN	129
JUL	152
AGO	175
SET	188
OUT	202
NOV	193
DEZ	192
ANO	1926

O modelo de transformação chuva-deflúvio utilizado foi o MODHAC <sup>1/</sup>, desenvolvido no IPH da UFRGS para a região nordestina.

Este modelo simula o processo de transformação chuva-deflúvio de forma contínua a nível diário, utilizando dados de precipitação diária e dando como resultado deflúvios mensais

Os períodos de calibração/validação utilizados foram 1969/81 e 1978/88, com um período em comum de 1978/81.

Sendo as bacias do posto do Granja e da barragem Angicos aceitavelmente homogêneas do ponto de vista hidrológico e, também, sendo o intervalo de simulação amplamente superior aos tempos de concentração das bacias, esta transferência de parâmetros é perfeitamente satisfatória.

A série temporal gerada, com uma extensão de 77 anos (1912/1988), período para o qual se dispunha de dados pluviométricos na região, encontra-se no quadro 6 sob a forma de deflúvios em milímetros.

<sup>1/</sup> LANNA P.A, SCHWARZBACH M - "MODHAC - Modelo Hidrológico Auto-Calibrável", Instituto de Pesquisas Hidráulicas de UFRGS, 1988.

## QUADRO 6

## OPERACAO SIMULADA DE RESERVATORIOS

## VAZoes GERADAS PELO MODHAC

## ACUDE : ANGICOS

Valores em mm

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1912	0.00	0.10	73.67	77.07	31.68	16.79	13.79	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	214.77
1913	0.00	0.04	58.06	52.52	19.24	11.76	8.46	0.05	0.00	0.00	0.00	0.07	150.20
1914	24.45	2.60	3.15	3.26	3.47	3.25	1.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.67
1915	0.00	0.01	0.00	0.13	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.41
1916	0.01	0.15	60.80	71.57	57.97	16.79	15.48	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	228.12
1917	0.13	14.39	381.13	103.45	246.00	26.59	24.15	9.64	0.00	0.00	0.00	0.01	805.49
1918	0.01	0.14	0.07	0.32	34.25	6.54	6.05	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	47.57
1919	0.03	0.01	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
1920	0.00	0.00	42.64	53.37	12.98	11.52	8.93	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	129.56
1921	0.01	0.08	36.10	61.36	126.14	19.68	18.19	5.92	0.00	0.00	0.00	0.00	267.48
1922	0.00	0.05	133.39	202.54	65.24	23.30	21.12	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	451.94
1923	0.05	38.87	102.73	148.35	25.75	22.29	13.17	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	351.48
1924	0.01	74.04	317.96	482.10	188.25	23.76	15.56	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1102.42
1925	10.21	87.69	116.07	313.03	60.51	23.34	17.65	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	630.64
1926	0.01	0.06	140.44	259.29	26.25	22.84	20.26	5.55	0.00	0.00	0.00	0.00	474.70
1927	0.01	0.16	154.87	75.58	20.45	17.88	15.23	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	285.87
1928	0.00	0.00	43.29	59.69	18.51	12.91	7.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	142.12
1929	0.00	46.40	119.94	210.11	90.44	25.49	23.54	13.86	0.67	0.00	0.00	0.00	530.45
1930	0.01	0.14	18.61	60.75	12.39	10.99	9.47	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	112.78
1931	0.04	0.10	137.64	9.32	9.02	7.79	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	164.82
1932	0.00	0.17	99.85	5.42	5.29	2.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.26
1933	0.04	0.36	27.00	236.90	20.93	18.21	8.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	311.67
1934	0.27	129.21	303.42	126.44	385.23	25.26	22.63	5.90	0.00	0.00	0.00	0.01	998.37
1935	0.00	0.04	23.89	272.18	129.23	25.04	21.32	3.99	0.00	0.00	0.00	0.00	475.69
1936	0.00	0.03	0.26	0.37	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85
1937	0.00	0.02	0.40	76.17	20.72	10.98	9.81	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	118.78
1938	0.00	0.01	0.16	73.15	12.30	10.90	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	101.00
1939	0.00	56.41	131.96	62.51	23.47	20.45	15.91	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	313.19
1940	0.00	0.11	43.38	85.29	22.96	27.53	20.96	9.61	0.00	0.00	0.00	0.00	209.84
1941	0.00	0.02	0.15	0.31	0.57	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12
1942	0.00	0.05	0.20	0.51	0.89	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	2.06
1943	0.00	0.01	0.11	0.50	0.95	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.57
1944	0.00	0.00	0.13	79.99	14.46	10.54	8.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	113.16
1945	0.01	30.92	58.26	107.07	18.43	16.08	13.59	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	245.53
1946	0.06	0.23	0.70	82.31	11.56	10.29	6.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	112.10
1947	0.00	0.05	107.14	114.13	57.10	24.39	20.81	4.18	0.00	0.00	0.00	0.02	327.82
1948	0.00	0.08	0.50	24.21	42.58	9.48	4.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	81.23
1949	0.00	0.05	0.22	34.52	5.12	4.77	2.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.91
1950	0.01	0.00	0.12	202.92	20.22	17.10	4.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245.13
1951	0.00	0.00	0.00	0.16	0.63	1.02	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.19
1952	0.00	0.02	0.12	0.47	24.41	5.80	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.71
1953	0.00	0.00	0.22	38.89	5.58	4.38	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.08
1954	0.00	0.03	15.93	11.83	10.05	6.38	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.87
1955	0.03	19.33	11.09	113.92	30.04	17.03	12.47	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	204.30
1956	0.00	0.09	52.22	57.18	13.89	12.19	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	139.91
1957	0.03	0.02	0.13	89.52	23.32	13.30	5.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	131.55

000020

## QUADRO 6 (CONTINUAÇÃO)

## OPERACAO SIMULADA DE RESERVATORIOS

## VAZÕES GERADAS PELO MODHAC

ACUDE : ANGICOS

Valores em mm

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1958	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1959	0.00	0.04	72.34	14.13	14.37	12.98	10.79	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	125.16
1960	0.00	0.00	3.20	8.23	6.13	5.56	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.15
1961	0.04	174.66	208.40	130.90	58.95	22.95	12.88	0.38	0.00	0.00	0.00	0.06	609.22
1962	0.04	0.15	42.51	26.08	51.86	14.28	10.26	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	145.32
1963	0.08	0.36	100.33	98.52	31.07	20.73	9.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	260.10
1964	0.06	98.22	159.08	182.67	109.09	24.86	20.81	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	599.07
1965	0.01	0.10	16.07	290.16	98.14	23.87	21.72	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	456.24
1966	0.00	0.06	0.11	0.40	0.86	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.43
1967	0.00	0.01	49.98	129.72	172.37	24.84	19.25	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	398.46
1968	0.00	0.00	0.19	22.34	102.43	18.38	15.42	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	160.44
1969	0.00	0.02	0.14	14.65	6.50	6.39	6.10	0.70	0.00	0.00	0.00	0.06	34.56
1970	0.00	0.00	4.40	2.77	3.21	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.14
1971	0.01	0.13	17.00	106.05	73.87	19.90	17.12	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00	238.42
1972	0.00	0.00	0.03	0.23	44.45	8.38	7.25	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	60.53
1973	0.09	7.34	126.93	295.75	101.38	25.21	23.38	20.73	5.85	0.00	0.00	0.00	606.66
1974	12.99	13.46	153.96	338.69	240.00	70.41	23.78	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	861.09
1975	0.03	0.10	98.10	47.80	29.41	20.88	18.63	3.97	0.00	0.00	0.00	0.01	218.93
1976	0.00	0.06	114.85	101.17	22.08	19.14	7.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	265.28
1977	0.02	0.30	35.90	91.44	49.35	17.63	16.42	5.03	0.00	0.00	0.00	0.00	216.09
1978	0.01	0.05	0.26	11.47	7.75	3.40	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.54
1979	0.00	0.00	0.02	0.14	0.42	0.71	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31
1980	0.00	14.20	30.83	7.10	6.87	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.44
1981	0.02	0.04	32.49	8.02	7.53	6.40	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	54.87
1982	0.00	0.01	36.60	104.29	12.24	10.85	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	169.24
1983	0.00	0.09	0.11	0.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
1984	0.00	0.07	6.66	72.79	45.61	19.43	16.75	2.35	0.00	0.00	0.00	0.00	163.66
1985	0.04	66.40	120.66	319.00	169.03	24.31	22.45	10.97	0.00	0.00	0.00	0.00	732.86
1986	0.01	0.15	181.96	257.99	35.05	23.30	21.33	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	526.14
1987	0.00	0.01	101.36	14.26	13.58	11.91	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.92
1988	0.01	0.01	0.05	145.48	93.16	20.36	18.51	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	281.88

## PARAMETROS ESTADISTICOS

MES->	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
L <sub>n</sub>	0.64	11.41	58.87	90.69	46.18	14.06	9.94	2.11	0.08	0.00	0.00	0.00	233.97
S	3.32	31.04	78.72	102.22	66.62	10.84	8.18	3.70	0.67	0.00	0.01	0.01	246.62
C <sub>v</sub>	5.235	2.721	1.337	1.127	1.443	0.771	0.823	1.751	7.913	0.000	8.775	3.203	1.054
g	5.860	3.351	1.906	1.496	2.717	1.681	0.240	2.578	8.444	0.000	8.603	3.820	1.525
r <sub>1</sub>	0.0807	0.5892	0.5318	0.5540	0.6773	0.8558	0.7591	0.6203	0.0000	0.0000	0.0000	0.0113	-
r <sub>0</sub>	0.0000	0.0000	0.1442	0.3040	0.1588	0.2475	0.2540	0.1313	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3026

L<sub>n</sub>=media S=desvio padrao C<sub>v</sub>=coeficiente de variacao g=assimetria r<sub>1</sub>=correlacao r<sub>0</sub>=autocorrelacao

000030

### 3.3.4 - DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO

O dimensionamento hidrológico de reservatórios visou obter as diversas alternativas da capacidade do reservatório associadas à potencialidade de regularização de vazões.

O dimensionamento constou de

- simulação da operação de barragem para alternativas de interesse,
- análise dos incrementos de vazão regularizável e determinação dos custos do metro cúbico regularizado

a) Curvas de vazão regularizável

Empregou-se a metodologia convencional do balanço hídrico de reservatório, que se traduz através da equação básica

$$V_1 = V_{1-1} + V_{ci} + V_{pi} - V_{ei} - V_{si} - Q_{ri}$$

- $V_1$  volume acumulado na barragem no mês 1,
- $V_{1-1}$  volume acumulado na barragem no mês 1-1,
- $V_{ci}$  volume afluente da bacia hidrográfica no mês 1,
- $V_{pi}$  volume da precipitação direta sobre o espelho d'água no mês i,
- $V_{ei}$  volume evaporado sobre o espelho d'água no mês i;
- $V_{si}$  volume sangrado no mês,
- $Q_{ri}$  volume retirado no mês 1, correspondente à vazão regularizada.

O processo consistiu em simular, com passo de tempo mensal, para o período de 1912 a 1988, portanto 77 anos, o balanço do reservatório para uma determinada vazão contínua pré-fixada, sempre que não for possível retirá-la, é identificada uma falha para aquele mês, no total de  $m$  meses processados tendo ocorrido  $n$  falhas, a frequência (ou nível de garantia) para a vazão considerada será de  $(1 - n/m)$

A repetição do processo para diferentes valores de vazão retrada permite a definição da curva de vazão regularizável.

Face à existência da barragem Diamante no interior da bacia de Angicos, todas as simulações foram realizadas a partir dos seguintes princípios

- simulou-se, inicialmente, a barragem Diamante (cujos dados estão integralmente no Plano Estadual de Recursos Hídricos), com a vazão de retirada de  $f = 90\%$   $q_r = 0,10 \text{ m}^3/\text{s}$ ; além de ser a vazão básica prevista para sua operação, a alternativa de considerar outras vazões de frequências diferentes em nada alteraria os resultados pretendidos (série sangrada) face à pequena representatividade dos valores, desta simulação obteve-se uma série temporal de volumes sangrados,

- esta série adicionou-se à série temporal contribuinte à barragem Angicos, levando em conta somente sua própria bacia hidrográfica;
- admitiu-se que toda a vazão regularizada pela barragem Diamante seria consumida em outros aproveitamentos, de modo que não atingiria o Angicos.

Os resultados obtidos para a barragem Angicos são apresentados sob a forma de vazão regularizada x volume armazenado, para as frequências de 75, 90 e 95% da figura 3.

#### b) Análise dos incrementos de vazão, e custo do m<sup>3</sup> da vazão regularizada

Com o objetivo de obter-se elementos mais apropriados para a seleção final da dimensão ideal para a barragem, procedeu-se a um estudo dos incrementos da vazão regularizada para as alternativas de capacidade estudadas

Os gráficos da figura 4 mostram a variação  $dQ_r/dv$  versus volumes, para as frequências de  $f = 75, 90$  e  $95\%$ . Ainda que não mantenham um comportamento rigorosamente uniforme, verifica-se, com nitidez, que a partir de volumes próximos a  $60 \text{ hm}^3$  há uma sensível redução, seguida por uma estabilização, dos ganhos de vazão regularizada por unidade de volume

Para propiciar uma solução final adequada introduziu-se um fator econômico decisivo na avaliação. o custo atualizado do metro cúbico d'água regularizado

Para tanto, foram orçadas todas as alternativas da barragem conforme demonstrado a seguir no Item 4.2, considerando-se o custo inicial do empreendimento (barragem + sangradouro + desapropriação), os custos de manutenção e período de 30 anos de viabilização do investimento

Os resultados finais obtidos para o m<sup>3</sup> regularizado, sob a forma gráfica, estão na figura 5

### 3.3 5 - A BARRAGEM SELECIONADA

A barragem selecionada pelos estudos resultou tanto de dimensionamento hidrológico como dos demais condicionamentos geométrico, geológico/geotécnico e de engenharia.

Em síntese, tem as seguintes características básicas

- cota da soleira do sangradouro. 105,50m,



FIGURA 3

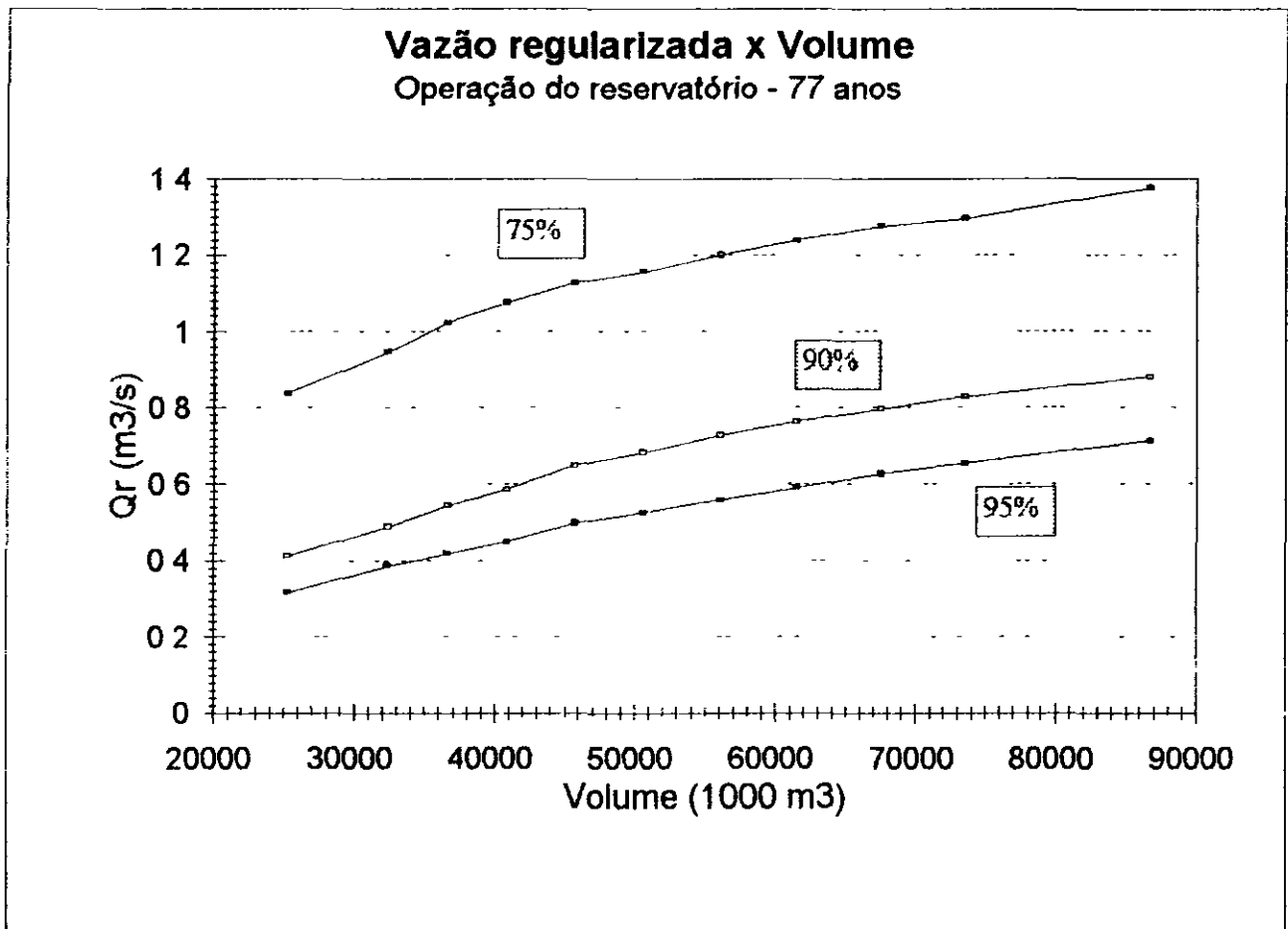


FIGURA 4

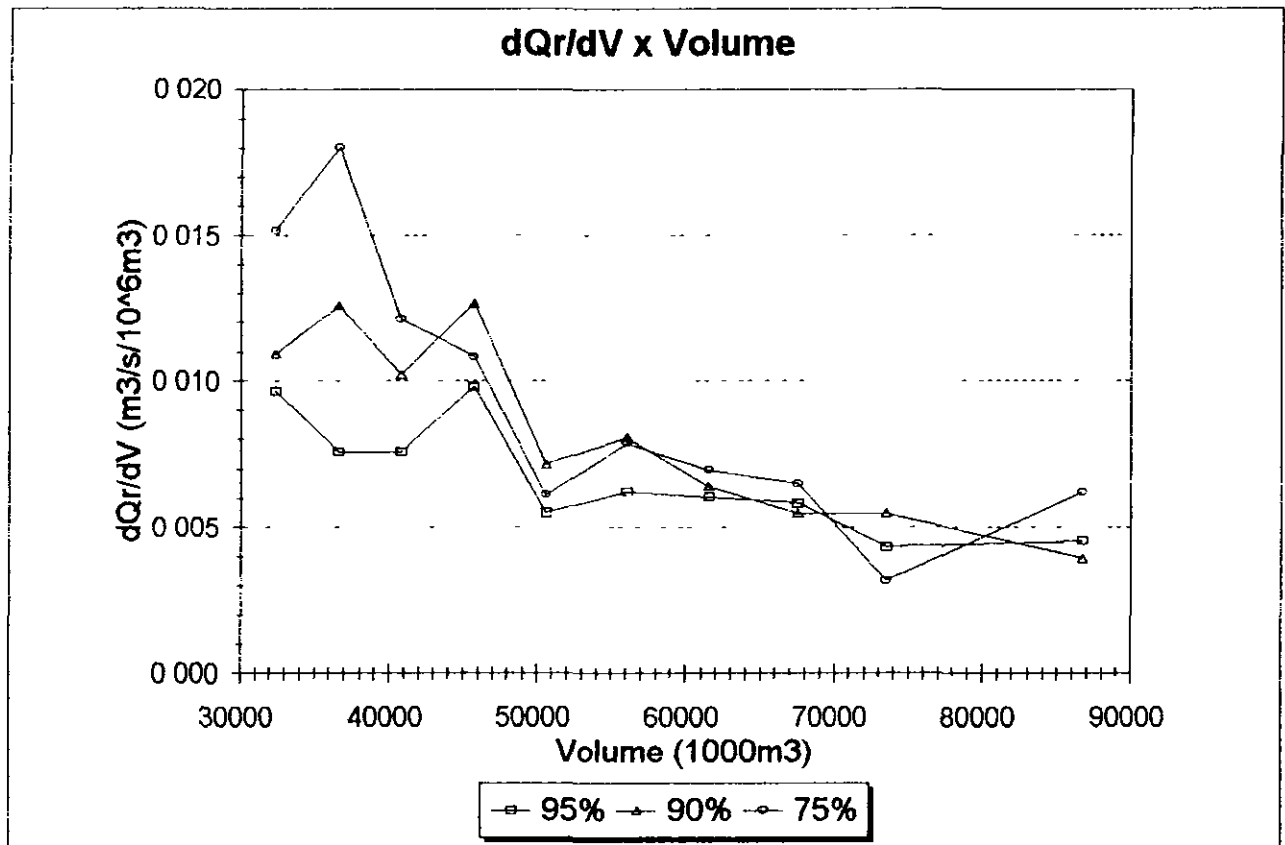
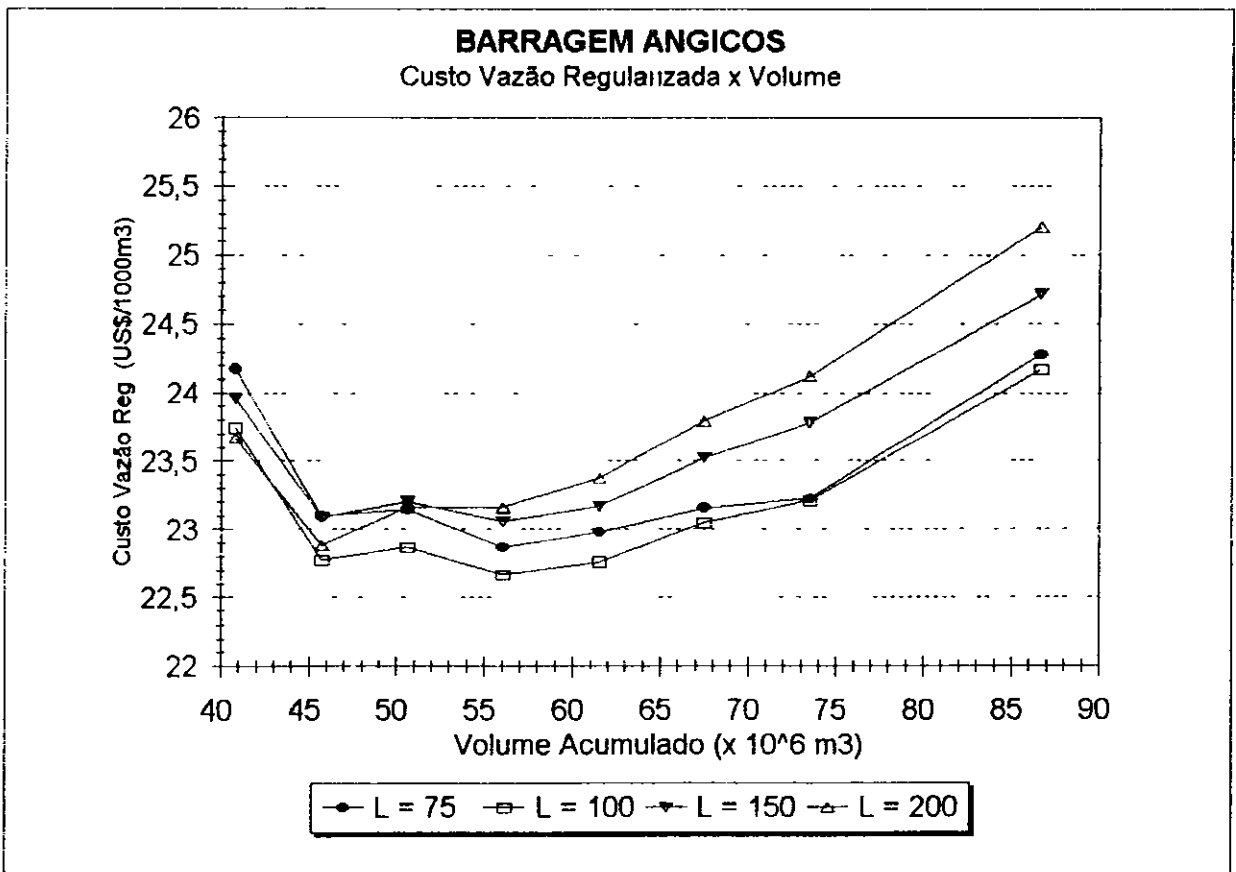


FIGURA 5



- volume de acumulação na cota do sangradouro: 56,053 hm<sup>3</sup>;
- bacia hidráulica: 1090 ha
- volume mínimo operacional: 3,707 hm<sup>3</sup>

Para esta barragem, a figura 6 mostra a curva da vazão regularizável F (%) x Q<sub>r</sub> (m<sup>3</sup>/s), que tem os valores abaixo para as frequências de maior interesse

f(%)	Q <sub>r</sub> (ℓ/s)
75	1200
90	727
95	560

Como a principal função será o abastecimento humano das cidades do Campanário, Uruoca e Senador Sá, procurou-se estudar um princípio operacional que permitisse uma garantia o mais próximo de 100% para tal fim. No conjunto, a vazão total de abastecimento humano dessas cidades é de 21 ℓ/s

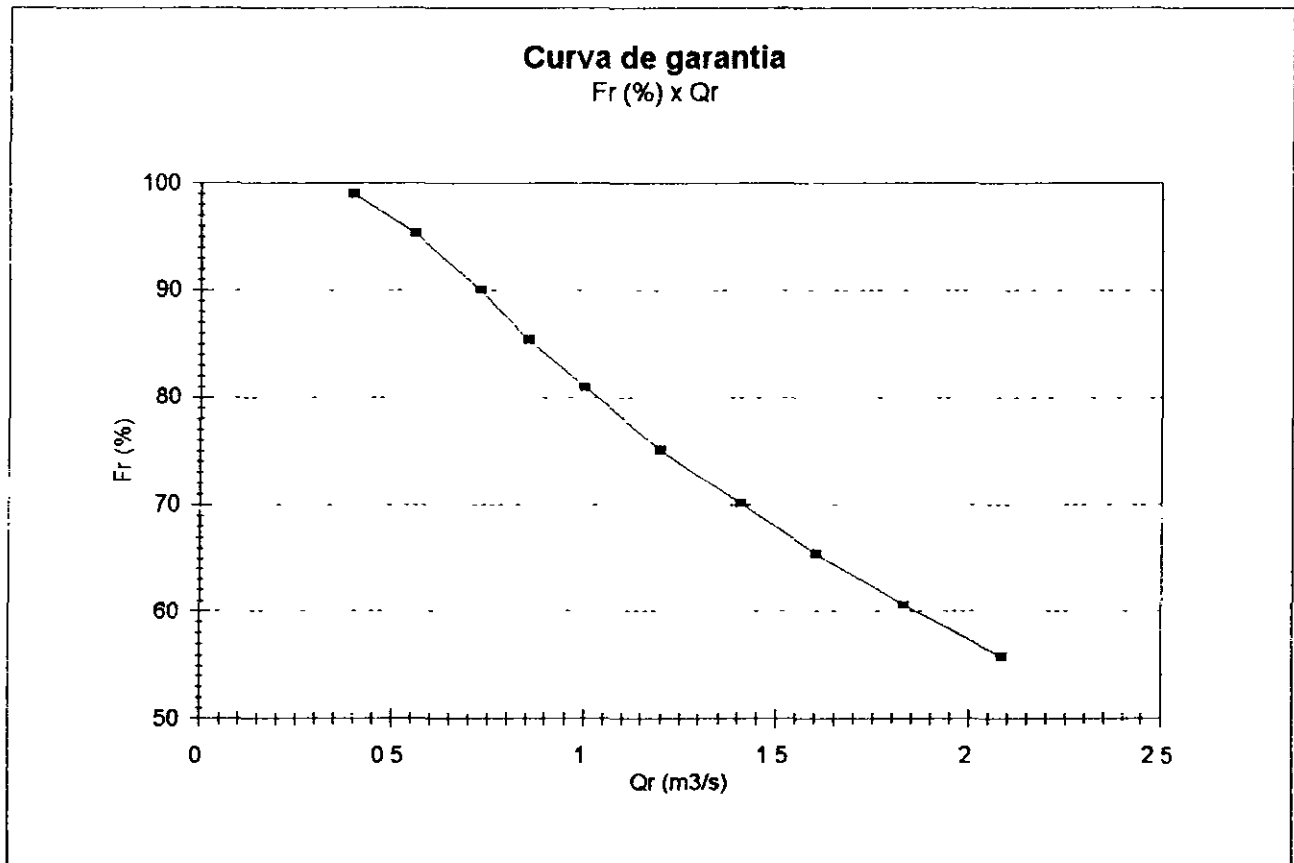
Atribuindo uma eficiência de transporte em torno de 80% , e deixando uma margem bastante segura para atender as populações ribeirinhas, admitiu-se que a vazão equivalente à uma parcela de 10% da vazão garantida com 90% deveria ter uma garantia plena

Para obter-se esta garantia definiu-se um nível de alerta, conceitualmente semelhante aquele concebido no Plano Estadual de Recursos Hídricos; o volume acumulado entre o mínimo operacional e este volume de alerta deveria ser tal que possibilitasse o fornecimento desta vazão de abastecimento em 100% do tempo. Isto significaria dizer que quando a barragem atingir este nível de alerta, somente seria liberada a vazão de abastecimento.

Em síntese, ficaram estabelecidos três níveis operacionais a que estão associadas duas vazões de operação:

- operação normal: quando o volume do reservatório estiver entre o máximo - 56.053 hm<sup>3</sup> - e aquele de alerta - 14,177 hm<sup>3</sup> -, situação em que a vazão garantida com 90% será de 554 ℓ/s;
- operação de emergência: quando o volume do reservatório estiver entre o de alerta (14,177 hm<sup>3</sup>) e aquele morto (3,707 hm<sup>3</sup>), situação em que a vazão garantida com 100% será de 55 ℓ/s

FIGURA 6



000037

**QUADRO 9 - RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS DE LABORATÓRIO**

JAZIDA	AMOSTRA (Nº)	POÇO (LOCAL)	PROF (m)	s	GRANULOMETRIA					PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (SUCS)	PERMEABILIDADE (cm/s)	CISALHAMENTO DIRFTO			
					(% QUE PASSA)					(%)			PROCTOR NORMAL				RAPIDO		LENTO	
					3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	LL	LP	IP	w <sub>p</sub> (%)	γ <sub>Smax</sub> (g/m <sup>3</sup> )			C (kp <sub>a</sub> )	φ	C' (kp <sub>a</sub> )	φ'
JS-01	05	P-2	0,00 - 1,85	2,661	98	87	79	71	65	29	19	10	12,4	1 837	CL					
JS-01	06	P-1	0,00 - 2,50	2,654	100	98	96	90	69	27	16	11	12,8	1 920	CL					
JS-02	01		0,00 - 2,50	2,826	100	98	95	92	81	38	28	10	17,8	1,630	ML					
JS-02	02		0,00 - 2,00	2,834	100	99	97	92	87	41	29	12	18,1	1 610	ML					
JS-03	20	P-1 47 (5M)	0,40 - 1,70	2,756	97	73	57	48	43	41	28	13	16,4	1,770	ML					
JS-03	21	P-2 45 (5M)	0,20 - 1,70	2,779	98	90	82	72	59	35	25	10	13,8	1 765	ML					
JS-04	04	P-1	0,00 - 2,60	2,680	99	98	94	86	71	31	18	13	13,2	1,830	CL					
JS-04	05	P-2	0,00 - 2,20	2,664	100	100	97	88	70	25	14	11	12,0	1,895	CL	5,1 x 10 <sup>-7</sup>	68	20,2°	-	
JS-04	07	P-3	0,00 - 1,40	2,711	100	99	93	81	63	30	17	13	14,0	1 800	CL					
JS-04	12	P-4	0,00 - 1,50	2,702	98	92	86	80	68	32	18	14	15,2	1,750	CL					
JS-04	13	P-5	0,00 - 1,20	2,647	95	84	75	68	58	34	20	14	15,4	1,755	CL					
JS-05	07	P-1	0,00 - 1,60	2,710	92	80	76	74	64	38	26	12	17,8	1 730	ML					
JS-05	08	P-2	0,00 - 1,30	2,687	97	86	82	80	71	38	23	15	17,0	1 730	CL					
JS-05	09	P-6	0,00 - 2,80	2,683	97	88	81	77	67	36	26	10	16,0	1 780	ML					
JS-05	10	P-8	0,00 - 1,00	2,668	79	64	61	59	49	33	22	11	14,0	1,764	CG		78	22,5°	14	33,4°
JS-05	11	P-10	0,00 - 0,90	2,649	88	73	66	62	54	33	22	11	14,8	1,740	CL					
JS-05	12	P-14	0,00 - 0,80	2,659	89	86	83	79	70	33	20	13	17,5	1 745	CL					
JS-05	13	P-13	0,00 - 1,50	2,748	97	81	66	61	57	37	24	13	14,8	1,830	CL					
JS-05	14	P-15	0,00 - 1,00	2,756	95	80	70	65	60	40	27	13	17,7	1 615	ML					
JS-05	15	P-4	0,00 - 0,80	2,647	98	93	88	82	69	32	20	12	14,9	1 795	CL					
JS-05	16	P-3	0,00 - 0,80	2,626	100	99	98	93	73	27	18	9	12,4	1 850	CL					
JS-05	17	P-5	0,00 - 0,80	2,624	89	86	85	81	65	30	20	10	13,8	1 695	CL					
JS-05	18	P-9	0,00 - 1,20	2,739	100	95	90	87	82	37	25	12	17,4	1 730	ML	3,7 x 10 <sup>-8</sup>				
JS-05	19	P-11	0,00 - 1,50	2,744	100	93	85	81	75	39	25	14	18,8	1 650	CL					
AREAL-01	22	P-1	0,00 - 1,00	2,646	90	83	74	9	0	NL	NP	NP	-	-	SP					
AREAL-01	23	P-2	0,00 - 1,50	2,638	98	94	87	30	3	NL	NP	NP	-	-	SP					
ALUVIAO	01	EIXO (Est 23)	0,00 - 1,50	2,657	100	98	78	60	55	22	17	5	-	-	MI - ML					
ALUVIAO	02	EIXO (Est 30)	0,00 - 1,50	2,652	100	100	99	96	62	NL	-	NP	-	-	MI					
ALUVIAO	03	300 m Mon	1,00 - 2,00		100	100	99	88	3	NL	-	NP	-	-	SP					
ALUVIAO	04	500 m Mon	2,00 - 2,80		100	98	98	74	14	NL	-	NP	-	-	SP					

Em relação ao enchimento da barragem foi desenvolvido um estudo simplificado das possibilidades de sua ocorrência, a partir de 77 simulações diferentes (período 1912/88) como se ela iniciasse sua operação em cada janeiro de cada um dos anos do período

No quadro 7 encontra-se uma síntese dos resultados indicando o número de meses, de cada simulação, até a ocorrência da primeira sangria e do primeiro mês sem falha

Da sua análise podem ser obtidos as seguintes conclusões fundamentais:

- em geral, o início da geração normal ocorre logo no começo do primeiro ano, salvo naqueles períodos de ocorrência de seca prolongada, a situação mais desfavorável foi a registrada na grande seca dos quarenta, quando foram necessárias mais de três anos para se ter uma operação normal,
- considerando o regime de escoamento da região (os escoamentos naturais se concentram ao primeiro semestre), os resultados podem ser interpretadas como indicadoras das seguintes probabilidades de enchimento (capaz de permitir o fornecimento da vazão básica de 90%) associado à cada período após a construção (se esta se findar no início do semestre chuvoso)

NÚMERO DE MESES / ANO	PROBABLIDADE DE SE TER OPERAÇÃO NORMAL
- até 6 meses / 1º ano	71 %
- até 18 meses / 2º ano	91 %
- até 30 meses / 3º ano	99 %
- até 42 meses / 4º ano	100 %

- é bastante satisfatória a frequência de enchimento integral da barragem, com sangria, somente nos períodos secos mais extensos é que poderia passar longo tempo sem sangrar,
- uma análise semelhante à anterior, indicaria os seguintes indicadores de probabilidades de sangria associados a cada período após a construção:

NÚMERO DE MESES / ANO	PROBABLIDADE DE SE TER OPERAÇÃO NORMAL
- até 6 meses / 1º ano	34 %
- até 18 meses / 2º ano	57 %
- até 30 meses / 3º ano	70 %
- até 42 meses / 4º ano	84 %
- até 54 meses / 5º ano	91 %
- até 66 meses / 6º ano	100 %

**QUADRO 7**  
**SINTESE DOS RESULTADOS DAS 77 SIMULAÇÕES**

1 Mês

<i>Anos</i>	<i>s/falha</i>	<i>c/sangria</i>
1912	3	17
1913	3	51
1914	27	39
1915	15	27
1916	3	15
1917	3	3
1918	27	41
1919	16	29
1920	4	17
1921	4	6
1922	3	4
1923	3	4
1924	2	3
1925	2	4
1926	3	4
1927	3	4
1928	4	15
1929	3	4
1930	4	40
1931	3	28
1932	3	16
1933	4	4
1934	2	3
1935	4	4
1936	16	39
1937	4	27
1938	4	15
1939	2	4
1940	4	64
1941	40	52
1942	28	40
1943	16	28
1944	4	16
1945	3	16
1946	4	16
1947	3	4
1948	5	28
1949	16	16
1950	4	5

000040



**QUADRO 7**  
**SINTESE DOS RESULTADOS DAS 77 SIMULAÇÕES**  
*(Continuação)*

<b>1 Mês</b>		
<b>Anos</b>	<b>s/falha</b>	<b>c/sangria</b>
1951	28	64
1952	16	52
1953	16	40
1954	15	28
1955	4	17
1956	4	63
1957	4	51
1958	15	39
1959	3	27
1960	14	15
1961	2	3
1962	4	16
1963	3	5
1964	2	3
1965	4	4
1966	16	17
1967	4	5
1968	5	41
1969	28	31
1970	16	39
1971	4	27
1972	7	16
1973	3	4
1974	3	4
1975	3	15
1976	3	4
1977	4	99
1978	28	87
1979	17	75
1980	5	63
1981	15	51
1982	4	39
1983	16	27
1984	4	15
1985	2	4
1986	3	4
1987	3	17
1988	4	5

Arq Q13 wq1

000041

### 3.3.6 - ESTUDO DAS CHEIAS: DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO

O dimensionamento do vertedor de um reservatório consiste na determinação das suas dimensões com base na simulação do comportamento durante um evento extremo

Para bacias hidrográficas equivalentes a esta em estudo, um evento extremo se encontra sempre associado à ocorrência de chuva intensa com duração não superior a 24 horas

Assim, a metodologia utilizada constou de dois aspectos: um primeiro, relacionado com o cálculo do montante de chuvas intensas para várias durações, e que permitiu obter uma curva, e um outro aspecto referente à transformação da precipitação intensa em deflúvio e a simulação do comportamento do reservatório sujeito à esta afluência.

No estudo das chuvas intensas utilizou-se o método das Isozonas<sup>(1)</sup> para obtenção das precipitações intensas para períodos de retorno de 100, 500 e 1 000 anos. A metodologia consiste em se utilizar estudos estatísticos de uma série de chuvas diárias para, através de um processo de regionalização, estimar as precipitações de menor duração (6 min, 1h, 2h, . . ., 24 h)

Os valores das chuvas intensas, para cada frequência e durações entre 5min e 24h, estão mostrados no quadro 8, a seguir.

QUADRO 8  
CHUVAS INTENSAS

Duração	Tr = 100 anos	Tr = 500 anos	Tr = 1000 anos
5 min	18	22	24
15 min	38	45	48
1 h	73	88	95
2 h	92	111	120
3 h	104	124	136
6 h	122	152	166
12 h	152	186	202
24 h	180	222	242

O estudo dos picos de cheias desenvolvido foi dificultado pelas características particulares da bacia, já citadas no primeiro capítulo. ocorrência de fortes chuvas orográficas nas cabeceiras, forma circular da bacia com sub-bacias convergindo para a secção da barragem, muito elevadas declividades do trecho inicial e solos impermeáveis.

(1) TABORGA TORRICO, JAIME, "Práticas Hidrológicas", 2ª Ed., Rio de Janeiro, 1975

Utilizou-se a metodologia constante no modelo HEC-1 <sup>1/</sup>, baseada nos seguintes passos, descritos adequadamente no relatório de Estudos Básicos

Da comparação optou-se pelo método do HEC-1, com a seguinte metodologia básica.

- a) composição de um hietograma de chuvas intensas,
- b) separação do escoamento mediante o método TR-55 do SCS "Curve Number";
- c) simulação do escoamento na bacia e nos canais principais mediante onda cinemática,
- d) composição dos hidrogramas das sub-bacias.
- e) simulação da cheia no reservatório

A passagem da onda de cheia pelo reservatório foi realizada pelo método de Puls, levando em conta a capacidade do vertedouro simulado, a equação do vertedouro levou em conta o perfil Creager e considerou o vertedouro livre para quaisquer valores de vazão vertida

Foram estudadas as cheias de 100, 500 e 1 000 anos para alternativas de vertedores de 75, 100 e 150 m definidas como possíveis pelo projeto

Os resultados estão apresentadas sob a forma gráfica nas figuras de 7 a 9. Constata-se, para qualquer situação, um elevado nível de amortecimento da onda afluyente isto decorre tanto da forma esbelta (altos picos com pouco volume) das ondas de cheia afluentes, como, também, das condições favoráveis de controle da barragem.

No caso da cheia de projeto de 1 000 anos obteve-se, para uma vazão afluyente de 1.414,65 m<sup>3</sup>/s, os amortecimentos abaixo listados

-	$\ell = 75 \text{ m}$	$\Rightarrow$	$Q_e = 431,20$	$\Rightarrow$	$A = 69,52 \%$
-	$\ell = 100 \text{ m}$	$\Rightarrow$	$Q_e = 506,08$	$\Rightarrow$	$A = 64,22 \%$
-	$\ell = 150 \text{ m}$	$\Rightarrow$	$Q_e = 626,82$	$\Rightarrow$	$A = 55,83 \%$

Finalmente, para o sangradouro final selecionado pelo projeto de engenharia,  $\ell=100\text{m}$ , foi simulado o comportamento do tirante d'água sobre a soleira, expresso no cotograma da figura 10, a lâmina máxima será da ordem de 1,80 m

<sup>1/</sup> HEC-1, Flood Hydrograph Package, U S. Army Corps of Engineering, 1990.

FIGURA 7a

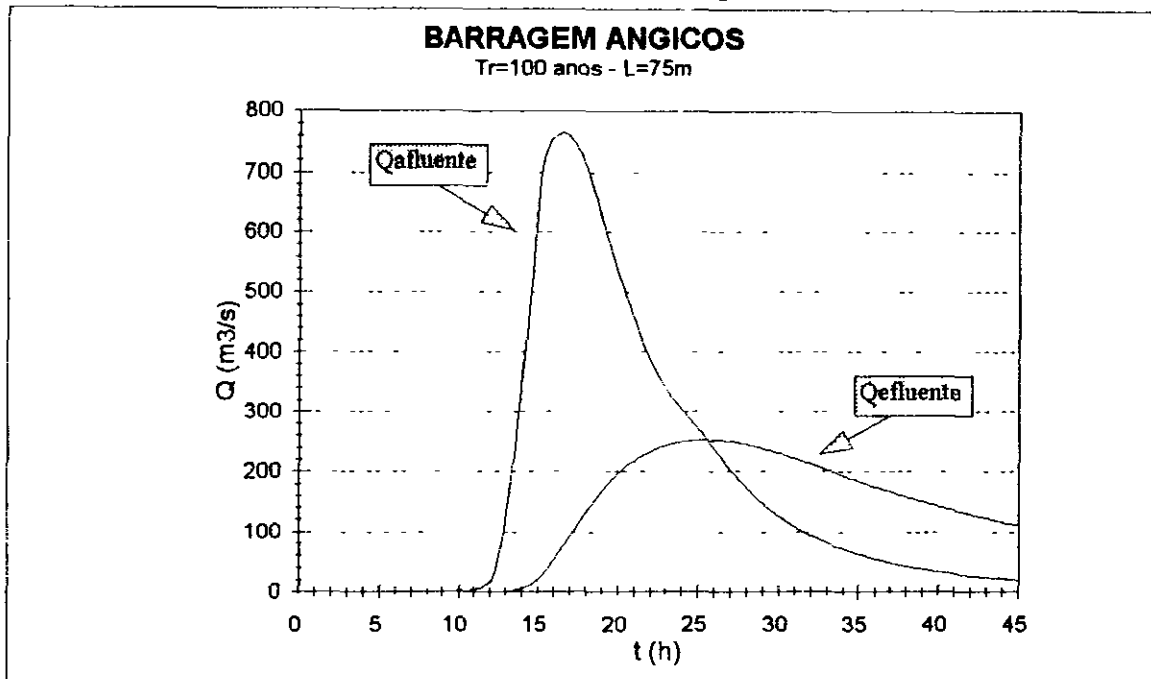


FIGURA 7b

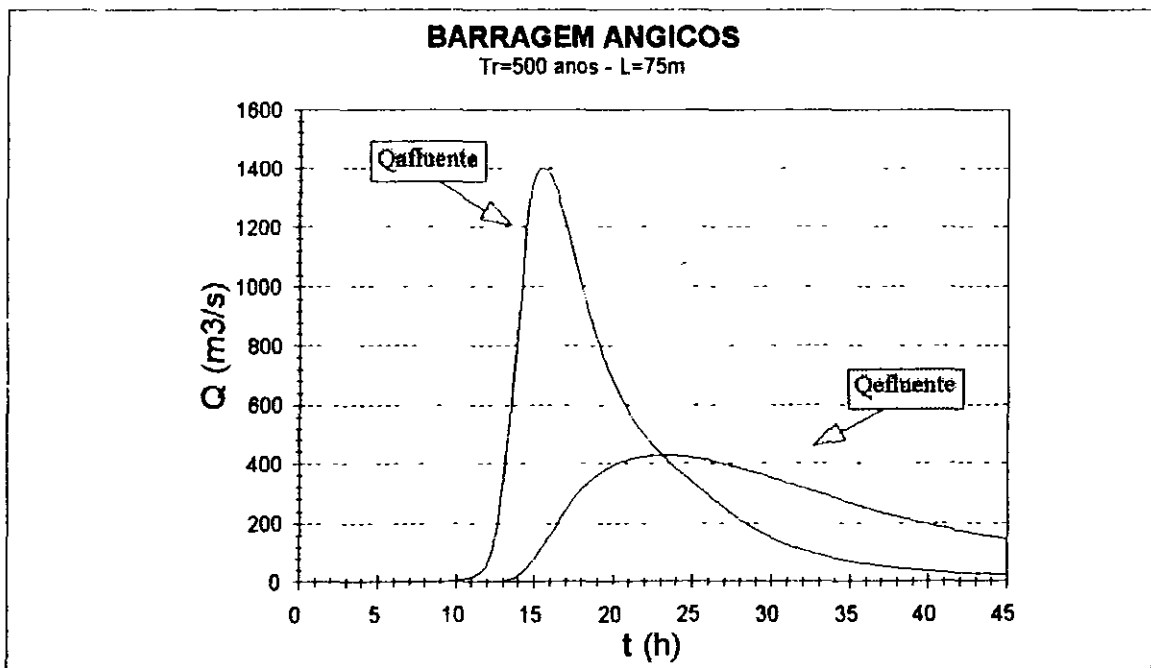


FIGURA 7c

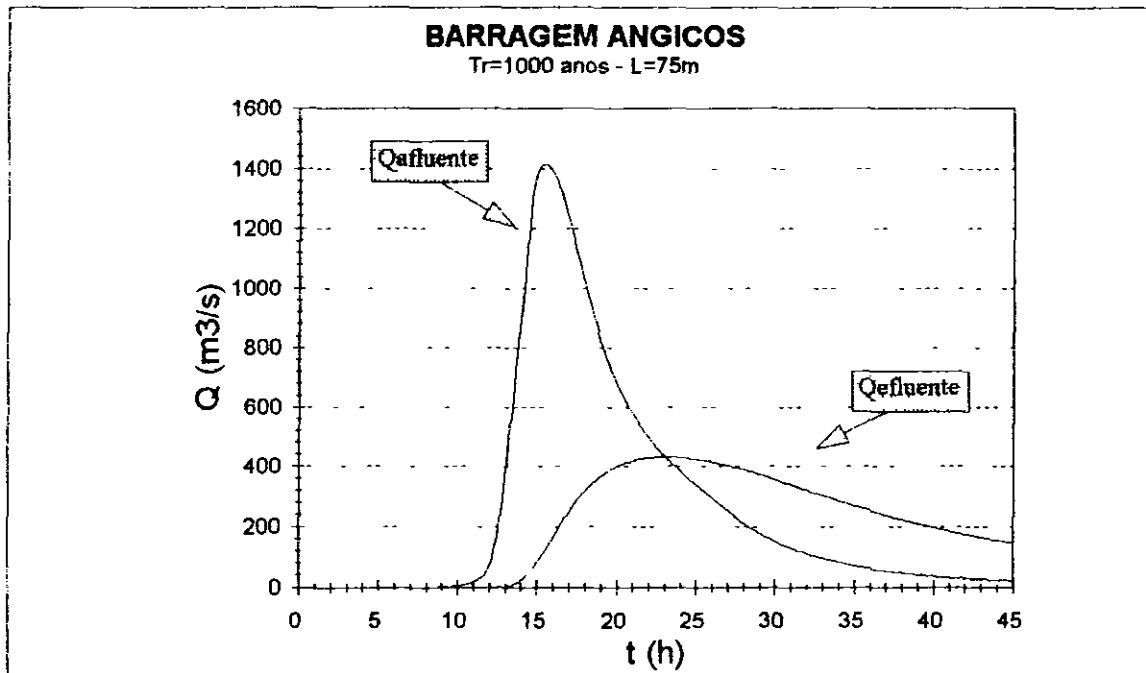
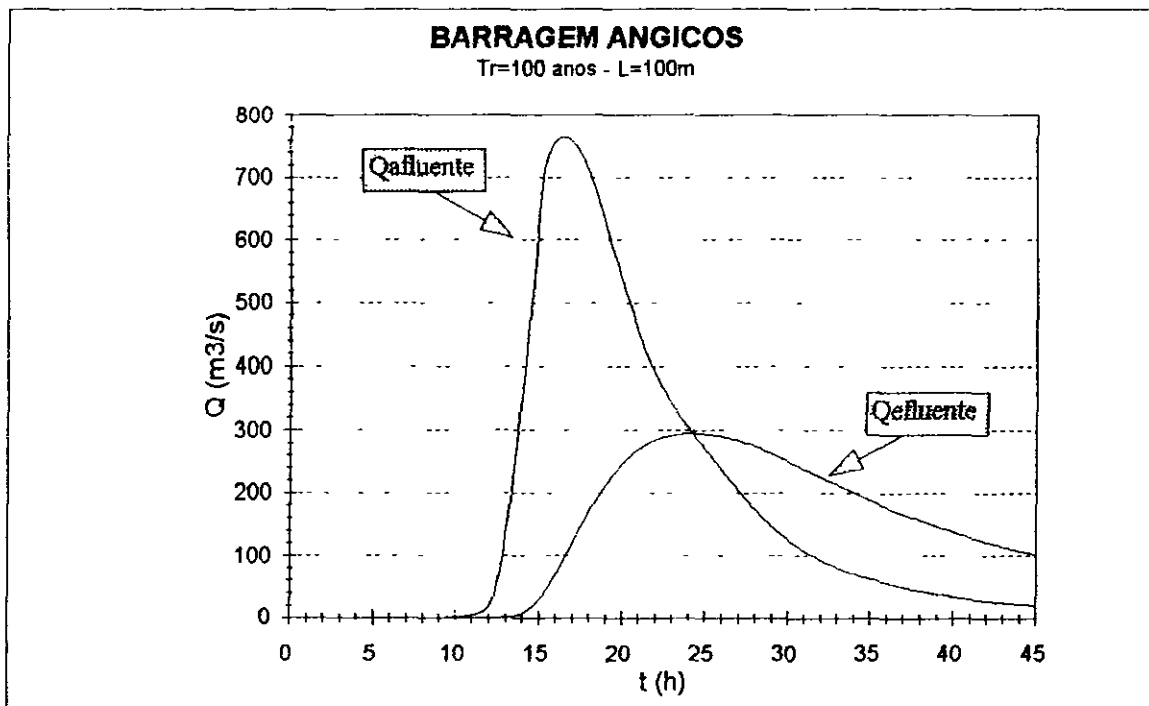


FIGURA 8a



000045

FIGURA 8b

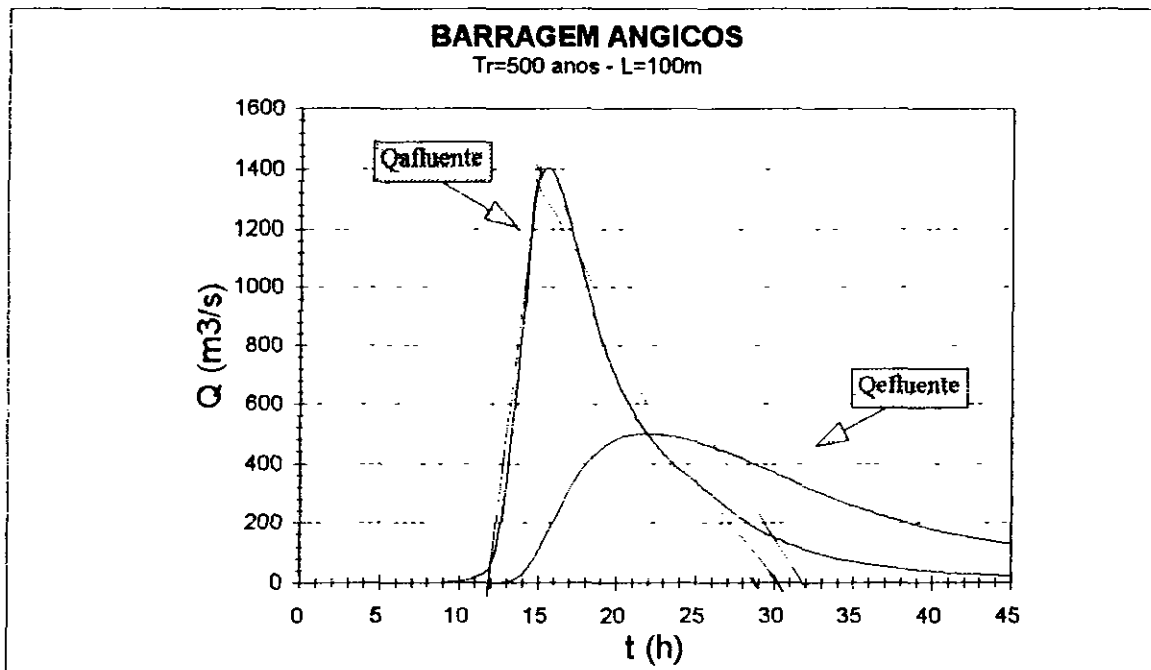


FIGURA 8c

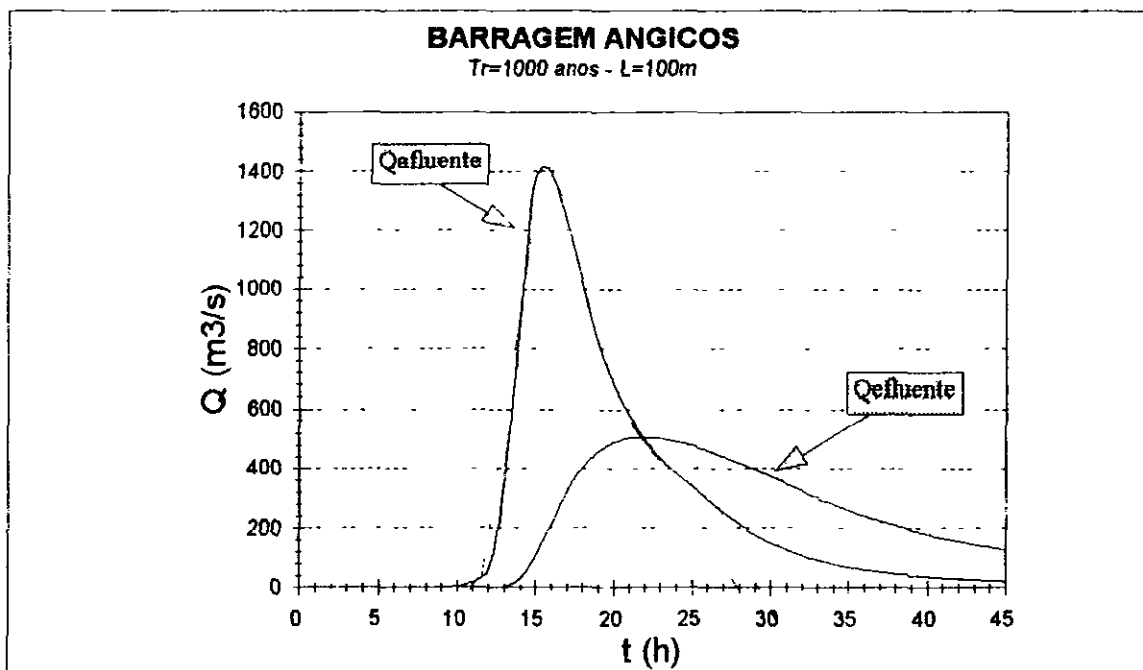


FIGURA 9a

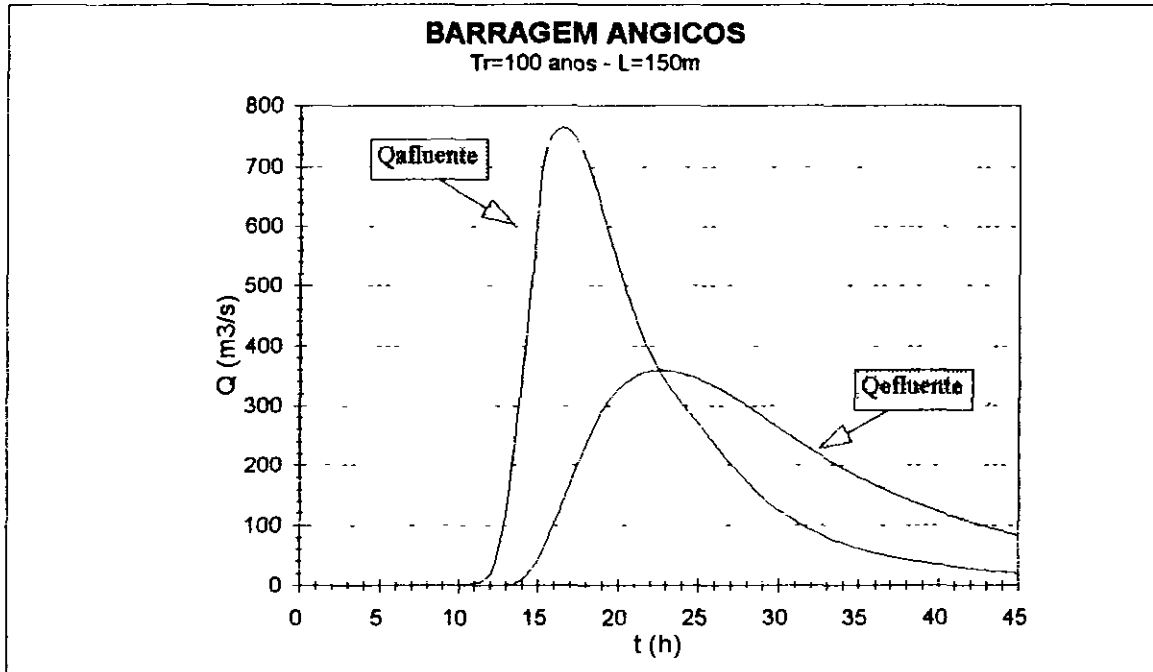


FIGURA 9b

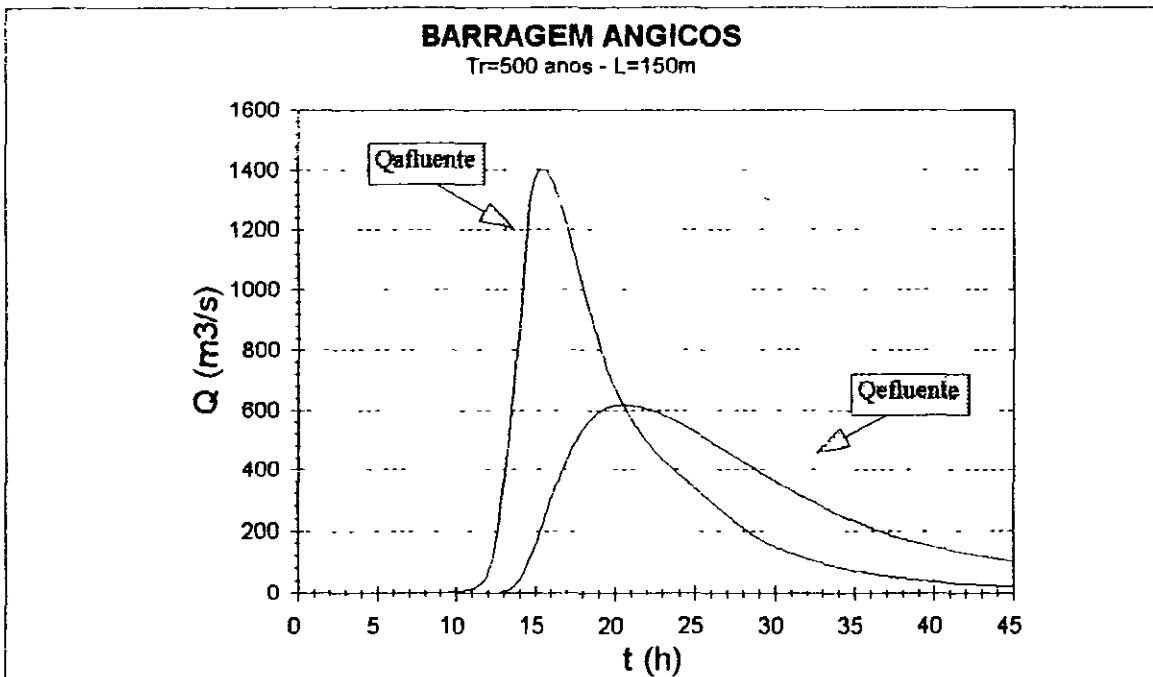


FIGURA 9c

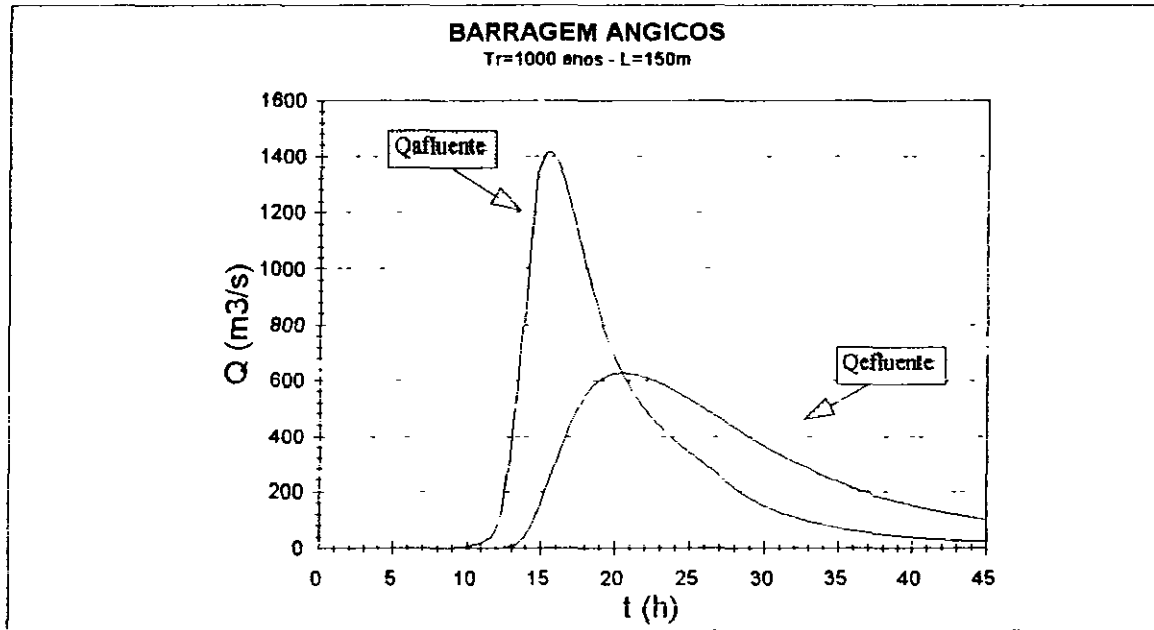
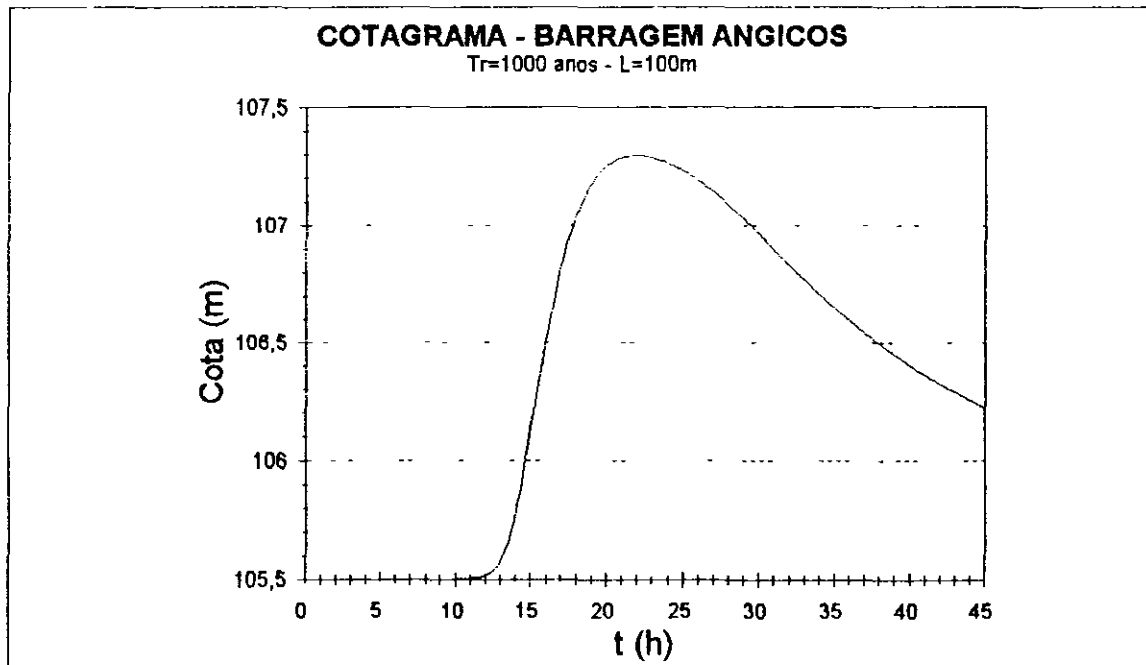


FIGURA 10



000048



### 3 4 - ESTUDOS GEOLÓGICO - GEOTÉCNICOS

Visando definir as características de fundação da barragem Angicos, bem como dos materiais construtivos, terrosos, arenosos e pétreos, foram realizados estudos geológicos de superfície e geotécnicos, através de sondagens do subsolo e também ensaios de laboratório.

Os estudos geológicos de superfície constaram de mapeamento geológico do sítio barrável, área do sangradouro, bacia hidráulica e estudos de reconhecimento superficial dos materiais construtivos

As sondagens de superfície realizadas ao longo do sítio barrável, área do sangradouro e jazidas de materiais terrosos e arenosos, constaram de sondagens mistas e rotativas com ensaios de infiltração e de perda d'água sob pressão e poços de inspeção.

Os resultados dos estudos indicaram para o projeto executivo da barragem, os parâmetros básicos a serem seguidos na fundação da obra e as características gerais dos materiais construtivos

#### 3.4 1 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

##### 3 4 1 1 - Geologia Regional

A Região Noroeste do Ceará, compreende quatro unidades geomorfológicas, assim distinguidas: Planície Litorânea, Superfície Sertaneja, Planalto da Ibiapaba e Planaltos Residuais

A Planície Litorânea, engloba as Planícies Fluvio marinha, as quais, destacam-se as embocaduras dos rios Acaraú e Coreau, e também as Dunas.

A Superfície Sertaneja, a qual está inserida, a área de estudos da Bacia Hidráulica do Açude Angicos, subdivide-se em duas partes distintas. a área conservada, e a área dissecada. A área conservada está representada por superfície pediplanada, nas quais, os processos erosivos omitiram as feições geológicas dos mais variados tipos litológicos, tanto do complexo cristalino como sedimentares, predominando dessa maneira Solos Podzólicos Vermelho-Amarelo, Planossolos e Regossolos. A área dissecada corresponde às áreas residuais, com relevo mais elevado do que a superfície pediplanada.

O Planalto Sertanejo está restringido à feição geomorfológico da Serra da Ibiapaba, com altitude em torno de 700m.

Os Planaltos Residuais, compreendem aos relevos residuais, que sobressaem dentro da Superfície Sertaneja. São representados pelas serras, tais como, Meruoca, Uruburetama, Penanduba, Carnutim e outros

A região estudada situa-se dentro do Graben de Jaibas, com deposição de sedimentos marinhos, continentais, e por associações de rochas vulcanoplutônicas, e limitada por folhas normais e paralelas de direção NE-SO, conforme ALMEIDA (1967), Apud Projeto Radam Brasil, 1981. Com base em dados litoestruturais, a região enquadra-se estratigraficamente na Formação Trapiá, unidade basal do Grupo Ubajara, de idade Cambriana. A Formação Trapiá é composta por Arenitos finos com cores variadas e Arenitos arcoseanos.

Estruturalmente, a região estudada foi afetada por reativações dos lineamentos de maiores proporções (Sobral - Pedro II, Aropá), refletindo no comportamento das formações do Grupo Ubajara, que encontram-se intensamente fraturadas.

### 3 4 1 2 - Geologia Local

#### Petrografia

A área estudada da bacia hidráulica, é formada litologicamente por arenito e arenito quartzítico.

Esta unidade litoestratigráfica ocorre em faixa alongada, no sentido NE - SW. A granulometria é fina, exibindo uma coloração avermelhada e cinza esverdeada, em continuidade exibe granulometria mais grosseira com cristais de feldspato e quartzo bem evoluídos, de coloração esbranquiçada. Apresenta-se bastante compacto, formando o boqueirão servindo de ombreiras para o eixo barrável.

#### Estratigrafia

A coluna estratigráfica proposta para este estudo, teve como base os dados geocronológicos de GOMES et alii (projeto Radam Brasil, 1981). Assim a área de estudo compõe-se de arenito e arenito quartzítico da formação Trapiá, parte basal do Grupo Ubajara, de idade Cambriana (400 a 500 MA).

#### Geologia Estrutural e Geotectônica

Na área estudada observa-se efeitos tectônicos tanto plástico como quebrável. A tectônica plástica produziu dobramento em pequena escala, observado no leito do Rio Grande. A tectônica rígida produziu fraturamento por toda área estudada.

#### Geomorfologia

O relevo da área estudada apresenta-se na parte leste e oeste em estado de arrasamento, tendo consequência a ação dos agentes erosivos atuando na rocha, caracterizado pela acumulação de seixos rolados nas ombreiras do boqueirão e aluvião do Rio Grande.

Na parte central da área estudada, caracteriza-se por apresentar um relevo suavemente ondulado evoluindo para áreas planas. A tectônica influenciou na formação de um relevo mais íngreme, caracterizado pela serra da Penanduba, situado na parte leste da área estudada.

### Geologia Histórica

A origem sedimentar da área estudada, inicia-se com o surgimento da bacia cratônica, denominada de "Graben Jaibaras". Inicialmente ocorreu uma sedimentação representada por psamitos e pelitos em ambiente marinho de água calma, num período de calma tectônica. Esses sedimentos deram origem aos arenitos finos de coloração avermelhado e cinza-esverdeado e ao arenito quartzítico, o qual está relacionado a produtos finais de evolução dos sedimentos arenosos, apresentando grande quantidade de quartzo na fração dentrítica, dando a rocha uma coloração esbranquiçada.

Em seguida ocorre reativação da plataforma, com intenso vulcanismo plutônico de caráter básico a ácido (basaltos riolitos e dacitos, os quais estão fora da área de estudo). Após esse evento tectonomagnético, as falhas são reativadas, formando na área em estudo a serra do Penanduba, ocasionando também o fraturamento e microdobramentos na rocha sedimentar.

Após esse evento tem-se um período de calma tectônica, onde inicia-se o processo erosivo com a deposição de seixos rolados na área de estudo.

### 3.4.2 - INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

#### 3.4.2.1 - Sondagens Mistas e Rotativas

Foram realizadas ao todo cinco sondagens rotativas, duas sondagens mistas (iniciadas a percussão e prosseguidas com rotativa) dezesseis ensaios de perda d'água ao longo do eixo e do sangradouro da barragem e treze ensaios de infiltração no aluvião. Além destas foram executadas sondagens a pá e picareta (poços de inspeção).

O Quadro 8 mostra o resumo das sondagens realizadas.

Com base nos resultados das sondagens, foram preparadas seções esquemáticas do sub-solo, apresentadas nos Desenhos ANG-EG-01/04, ANG-EG-02/04 e ANG-EG-03/04 do Volume 4 - "Plantas", que representam apenas uma indicação do desenvolvimento provável das camadas do subsolo, constatadas somente nas verticais das sondagens e foram elaboradas para permitir uma melhor visualização da natureza geral do subsolo no local da barragem e sangradouro.

000051

QUADRO 8

RESUMO DAS SONDAGENS

Nº	LOCALIZAÇÃO	PERCUSSÃO (m)	ROTATIVA BX (m)	Nº DE ENS. INFILTRAÇÃO	ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA		OBSERVAÇÕES
					QUANTIDADE	TRECHOS ENSAIADOS (m)	
SM-1	Estaca 21+2,0	6,40	10,0	6	3	6,40 a 9,90, 9,90 a 13,40 13,40 a 16,40	Eixo da Barragem (Aluvião)
SM-2	Estaca 28	7,32	10,0	7	3	7,32 a 10,82, 10,82 a 14,32, 14,32 a 17,32	Eixo da Barragem (Aluvião)
SR-1	Estaca 15	0,90	10,0	-	3	0,90 a 4,40, 4,40 a 7,90, 7,90 a 10,90	Eixo da Barragem (Ombreira Direita)
SR-2	Estaca 35+10,0	1,20	10,0	-	3	1,20 a 4,70, 4,70 a 8,20, 8,20 a 11,20	Eixo da Barragem (Ombreira Esquerda)
SR-3	Estaca 62 + 10,0m a 17,0m (JUSANTE)	1,60	4,40	-	-	-	Eixo da Barragem / Sangradouro
SR-4	Estaca 63 à 30,0m (MONTANTE)	1,40	4,60	-	2	1,40 a 3,00, 3,00 a 6,00	Sangradouro
SR-5	Estaca 70 à 80,0m (MONTANTE)	1,20	4,80	-	2	1,20 a 3,00, 3,00 a 6,00	Sangradouro
<b>TOTAL</b>		<b>20,02</b>	<b>53,8</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	-	-

### 3 4 2.2 - Ensaio de Campo

Os ensaios de campo consistiram em ensaios de infiltração ("Le Franc") e ensaios de perda d'água ("Lugeon")

Os ensaios de infiltração em solo foram executados nos próprios furos de sondagem mista, nos trechos de percussão, concomitantemente à perfuração e a cada 1,0 m. Os resultados dos ensaios de infiltração estão apresentados nas Tabelas 01 e 02 do Anexo B no Volume 2 - "Estudos de Base", os quais indicaram para o aluvião uma permeabilidade variando de  $9 \times 10^{-4}$  a  $1 \times 10^{-5}$  cm/s, com os valores crescentes com a profundidade.

Os ensaios de perda d'água "LUGEON" foram executados em todas as sondagens rotativas e mistas. Os resultados dos ensaios de perda d'água sob pressão estão apresentados nas Tabelas nºs 03 a 18 do Anexo C do Volume 2 - "Estudos de Base", os quais indicaram características de transmissibilidade de baixa a média, a exceção da Sondagem SR-1 (na Seção 15) que apresentou uma perda d'água específica mais elevada na superfície.

O Quadro 8, apresenta o resumo dos ensaios executados.

### 3 4 3 - ESTUDOS DOS MATERIAIS

O estudo de ocorrência de materiais para construção foi iniciado por um reconhecimento de toda a área em volta do barramento, de modo a localizar possíveis jazidas, examinando a qualidade e estimando os volumes dos materiais disponíveis. Desta forma, foram identificadas cinco jazidas de solos, um areal e duas pedreiras.

No Desenho ANG-EG-04/04 do Volume 4 - "Plantas", é apresentado o detalhamento e localização das jazidas estudadas.

Os valores de espessura média do material utilizável, bem como dados da área, volume e distância média de cada jazida, estão resumidos no quadro a seguir:

CARACTERÍSTICAS	JAZIDAS DE SOLOS				
	JS-01	JS-02	JS-03	JS-04	JS-05
Espessura Média (m)	1,40	1,60	1,50	1,50	1,60
Área (m <sup>2</sup> )	35 000	60 000	40 000	160 000	150 000
Volume (m <sup>3</sup> )	49 000	96 000	50 000	240 000	240 000
Distância Média (m)	800	4 500	100	900	1 300

000053

Os resultados de todos os ensaios geotécnicos de laboratório estão apresentados no Quadro 9

Para orientação do controle de umidade e densidade durante a construção são apresentados a seguir os valores médios da massa específica seca máxima ( $\gamma_{SMAX}$ ) e da umidade ótima ( $h_{ot}$ ), obtidas nos ensaios de caracterização das jazidas

VALORES DE COMPACTAÇÃO	JAZIDAS				
	JS - 01	JS - 02	JS - 03	JS - 04	JS - 05
$\gamma_{SMAX}$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,879	1,620	1,767	1,806	1,743
$h_{ot}$ (%)	12,6	18,0	15,1	14,0	15,9

Para possibilitar o dimensionamento de drenagem interna pelo maciço foram executados ensaios de permeabilidade de carga variável, em amostras do solo compactado, que apresentaram valores de permeabilidade na ordem de  $10^{-7}$  cm/s, conforme se pode verificar no Anexo E do Capítulo 2 do Volume 2 - "Estudos de Base"

As características de resistência ao cisalhamento dos solos para a verificação da estabilidade dos taludes do maciço foram obtidas através de ensaios de cisalhamentos diretos. Os resultados destes ensaios estão apresentados no Anexo F do Capítulo 2 do Volume 2 - "Estudos de Base"

A jazida de areia (areal - 01) com volume de material explorável de 45 000m<sup>3</sup>, localiza-se no leito do rio Ituaguçu no trecho que vai do eixo do barramento até o encontro com o riacho Jardim, onde se dá o início do rio Juazeiro, prosseguindo pelo leito deste rio por mais um 1,2 km aproximadamente, ver localização no Desenho ANG-EG-04/04 do Volume 4 - "Plantas"

Do areal foram coletadas 2 (duas) amostras para os ensaios de granulometria, os resultados encontram-se no Quadro 2 2 e as curvas granulométricas podem ser visualizadas no Anexo D do Capítulo 2 do Volume 4 - "Estudos de Base"

Foram selecionadas duas pedreiras (JP-1 e JP-2), as quais podem ser localizadas no Desenho n° ANG-EG-04/04 do Volume 4 - "Plantas". A jazida JP-1 apresenta uma grande aglomeração de seixos e blocos que podem ser utilizados como enrocamento do dreno de pé "rock-fill", da JP-02 deverão ser retrados blocos para o rip-rap da barragem

Da pedreira JP-1 foram recolhidas 2 amostras de rocha para execução de ensaios de abrasão "Los Angeles", os resultados destes ensaios estão apresentados no Anexo G do Capítulo 2 do Volume 2 - "Estudos de Base"

### 3 5 - LEVANTAMENTO CADASTRAL

Com o objetivo de levantar os elementos necessários para a desapropriação das terras atingidas pela bacia hidráulica e, ainda, fornecer informações para o Plano de Reassentamento da População, para o EIA e RIMA, foi executado um levantamento cadastral completo da bacia hidráulica, obedecendo as especificações contidas nos termos de referência da SRH, complementados com informações relativas ao meio ambiente e socio-econômico da população

A identificação das propriedades foi feita inicialmente através de fotografias aéreas na escala 1:25000 que, posteriormente, foi verificada e complementada através de topografia clássica, simultaneamente com o levantamento topográfico da bacia hidráulica na escala 1/5000

A seguir apresenta-se uma síntese com quantitativos, relativos aos principais itens levantados no cadastro.

#### a) Propriedades

• Nº de Propriedades atingidas	-	163
• Totalmente inundadas	-	37
• Parcialmente inundadas	-	126
• Área total a ser desapropriada		

#### b) Proprietário

• Nº Total de Proprietários	-	117
• Proprietários para serem Reassentados	-	18
• Proprietários transferidos para a Área Remanescente	-	24
• Proprietários que moram em outra localidade	-	29
• Proprietários já assentados na Área Remanescente	-	46

c) Moradores	-	114
• Quanto a relação com o proprietário		
• Com vínculo familiar	-	61
• Sem vínculo familiar (prestador de serviço)	-	53
• Quanto a benfeitorias		
d) Famílias		
• Nº de Famílias (42 proprietários + 114 moradores)	-	156
• Nº de Famílias a serem Reassentadas	-	83
• Nº de Famílias transferido para a Área Remanescente	-	73
e) Tipo de Residências		
• Nº de Residências	-	164
• Casas de Alvenaria	-	156
• Casas de Taipa	-	8

Os laudos de cada propriedade cadastrada, com o Memorial Descritivo e Documentação Cartorial, a planta baixa da bacia hidráulica com a linha poligonal, assim como as cadernetas de campo do levantamento topográfico estão apresentados no Tomo 5 "Plano de Reassentamento da População"



### 3.6 - RIMA

#### 3 6 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este item consta do resumo do Estudo de Impacto Ambiental do açude público Angicos, a ser construído no estado do Ceará, no limite dos municípios de Coreaú e Frecheirinha

O empreendimento em análise integra o componente Infra-estrutura de Recursos Hídricos do Projeto de Desenvolvimento Urbano do Estado do Ceará (PROURB/CE) e tem como responsável a Secretaria de Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará.

#### 3 6 2 - ESTRUTURA LEGAL, POLÍTICA E ADMINISTRATIVA

A construção de açudes no Estado do Ceará, como em toda a região semi-árida, faz-se necessária, para compensar a escassez de água, resultante das condições ambientais adversas. A irregularidade das precipitações pluviométricas, associada às características dos solos, resulta na pequena disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas, havendo necessidade da construção de reservatórios

A execução de reservatórios, no entanto, pode resultar em impactos sobre os meios físico, biótico e antrópico de suas áreas de influência, havendo necessidade de estudos de impacto ambiental, para identificar essas consequências, visando à adoção de medidas mitigadoras que resultem no aumento dos benefícios dos projetos.

O órgão estadual responsável pela política de recursos hídricos é a Secretaria de Recursos Hídricos - SRH. Por outro lado, o controle ambiental é feito pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, órgão vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDU

O Estudo de Impacto Ambiental é disciplinado no Brasil pela Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Outros dispositivos legais, a nível federal, devem ser considerados na execução e aproveitamento de reservatórios.

- Lei nº 4 771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei nº 7.803 de 18 de julho de 1989. Código Florestal, que define áreas de proteção às margens de cursos d'água e reservatórios naturais ou artificiais de água.
- Lei nº 7 802, de 01 de julho de 1989: disciplina o uso de agrotóxicos
- Resolução nº 004, de 18 de setembro de 1985, do CONAMA. dispõe sobre reservas ecológicas

- Resolução nº 20, de 18 de julho de 1986, que estabelece a classificação das águas do Território Nacional.

A nível estadual, destaque-se a Lei nº 10 148, de 02 de dezembro de 1977, que dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos do Estado do Ceará e a Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que define a Política Estadual do Meio Ambiente.

Ressalte-se, também, a Lei nº 11 996, de 24 de julho de 1992, que define a Política Estadual de Recursos Hídricos, estabelecendo diretrizes visando à proteção do solo e da água das bacias hidrográficas.

No caso da utilização da água para irrigação, deve ser considerada a Lei nº 11.076, de 31 de julho de 1981, que dispõe sobre a fiscalização do comércio e controle de agrotóxicos e outros biocidas, bem como o Decreto nº 18 190, de 13 de outubro de 1986, que a regulamenta.

A Constituição Estadual incluiu um Capítulo sobre o meio ambiente (Art. 259 a 271) De acordo com o Art 264, é obrigatória a realização do estudo prévio de impacto ambiental para atividades potencialmente causadoras de dregadação do meio ambiente.

### 3.6.3 - O PROJETO

#### LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O açude Angicos será executado no limite dos municípios de Coreaú e Frecheirinha, no Estado do Ceará.

Os municípios de Coreaú e Frecheirinha ficam situados na Mesorregião do Noroeste Cearense, na Microrregião do Coreaú

O acesso à área, a partir de Fortaleza, é feito pela BR-222, entrando-se a direita a cerca de 6 km após Frecheirinha e percorrendo-se aproximadamente 12 km por uma estrada carroçável

#### UTILIZAÇÃO

O açude público Angicos será construído para atender os seguintes usos. abastecimento das localidades de Uruoca e Senador Sá, através de adutora a ser construída, irrigação de 200 ha, em área a montante da barragem; irrigação de 402 ha, nos terrenos de aluviões situadas nas margens do rio Juazeiro, a jusantes do açude, pesca e piscicultura, aproveitamento agrícola das varzantes nas bordas do lago

Abastecimento doméstico será feito através de sistema que terá as seguintes características.

- a. *Extensão da adutora.*
- |                                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| 1° Trecho Captação - Uruoca (ETA).. | 19,8 km |
| 2° Trecho Uruoca - Senador Sá       | 13,0 km |
| COMPRIMENTO TOTAL                   | 32,8 km |
- b. *Vazão.*
- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| Água bruta...       | 17,98 l/s |
| Água tratada:Uruoca | 13,49 l/s |
| Senador Sá          | 7,66 l/s  |
- c. Tipo de tratamento convencional com aplicação coagulantes e de cloro em ETA compacta com filtração ascendente em duas unidade tipo padronizado pela CAGECE.
- d. Localização e traçado. a captação situa-se na localidade de Jordão no município de Moraújo e, no primeiro trecho com água bruta, se desenvolve por 12 km ao lado de uma estrada carroçavel até a CE-165, de onde segue, por mais 7,8 km ao lado desta, até a cidade de Uruoca onde será localizada a estação de tratamento. O segundo, com água tratada, se desenvolve ao lado da mesma rodovia CE-165 até a cidade de Senador Sá, onde chega no reservatório elevado de 200 m3, a ser construído, com o comprimento de 13,0 km
- e. Captação será construída no local Jordão, município de Moraújo, através de poço amazonas no leito arenoso do rio Coreau que alimentará bombas afogadas (1 ativa e 1 reserva) montadas em poço seco de uma casa de bomba locada a 20 m da margem direita do rio, com piso na cota superior a 1,0 ao nível de maior enchente já verificado no local.
- f. Cidades abastecidas (ano 2 003).
- |            |           |
|------------|-----------|
| Uruoca     | 4.315 ha. |
| Senador Sá | 3 674 hab |

Irrigação: O açude Angicos será utilizado para a irrigação das seguintes áreas.

Área de montante

- Compreendendo 200 ha irrigadas por aspersão convencional, associados a 200 ha para exploração em regime de sequeiro
- Exploração agrícola cultura de algodão herbáceo, feijão e tomate
- Unidades de exploração agrícola lotes com 2,0 ha irrigados, mais 2 ha para exploração de sequeiro

- Famílias atendidas. 100 famílias, sendo que 83 fazem parte do programa de reassentamento

#### Áreas de jusante

- Compreendendo 402 ha de aluviões situados nas margens do rio Juazeiro, a jusante da barragem, irrigados por aspersão convencional, utilizando os "Kit de Irrigação" dimensionados e desenvolvidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará - SRH

Piscicultura O projeto prevê o peixamento do açude com espécies de ictiofauna já adaptáveis à região, observando critérios ecológicos (cadeia trófica, fertilidade dos peixes, conversão alimentar, etc ) e econômicos (paladar, facilidade de manejo, fornecimento proteico e energético, etc )

Plantios de Vazantes poderá ser aproveitada toda a área de vazante em torno do açude, para o plantio de culturas próprias desses locais. Nessas áreas será implantado o Projeto Beira d'Água, através de "Kit de Irrigação"

### 3.6.4 - DADOS DA ÁREA

#### Aspectos Climáticos

A região em estudo situa-se numa área intermediária entre os climas semi-árido e sub-úmido, com predominância do primeiro no local do empreendimento. Seu clima mais ameno se deve a sua proximidade com a serra da Ibiapaba e outros morros da vizinhança; a pluviometria média anual, de acordo com dados do Posto de Araquém, é de 1.004 mm

#### Geologia

A área estudada é formada litologicamente por arenito e arenito quartzítico.

Esta unidade litoestratigráfica ocorre em faixa alongada, no sentido NE - SW. A granulometria é fina, exibindo uma coloração avermelhada e cinza esverdeada, em continuidade exibe granulometria mais grosseira com cristais de feldspato e quartzo bem evoluídos, de coloração esbranquiçada. Apresenta-se bastante compacto, formando o boqueirão e servindo de ombreiras para o eixo barrável.

#### Geomorfologia

O relevo da área estudada apresenta-se na parte leste e oeste em estado de arrasamento, tendo como consequência a ação dos agentes erosivos atuando na rocha, caracterizado pela acumulação de seixos rolados nas ombreiras do boqueirão e aluvião do rio Grande.

Na parte central da área estudada, caracteriza-se por apresentar um relevo suavemente ondulado evoluindo para áreas planas. A tectônica influenciou na formação de um relevo mais íngreme, caracterizado pela serra da Penanduba, situado na parte leste da área estudada.

### Solos

Na área do empreendimento foram identificados as seguintes unidades de solos:

PE<sub>1</sub> - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb A fraco textura média/argilosa + Solos Litólicos Eutróficos Ta A fraco e moderado textura média fase pedregosa substrato arenito, ardósia e calcário, ambos fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

PE<sub>2</sub> - Associação de: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb abrupto A fraco e moderado textura arenosa/argilosa cascalhenta + Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb abrupto plíntico A moderado, textura arenosa/argilosa + Solos Litólicos Eutróficos Tb A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato, gnaiss e granito, todos fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado

Re<sub>1</sub> - Associação de: Solos Litólicos Eutróficos Tb A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa substrato gnaiss, migmatito e granito + Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Ta A fraco e moderado textura média/argilosa cascalhenta + Planossolo Solódico Ta A fraco textura arenosa/média e argilosa, todos fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado

Re<sub>2</sub> - Associação de Solos Litólicos Eutróficos Tb A fraco textura arenosa e média cascalhenta fase pedregosa e rochosa substrato gnaiss, granito e migmatito + Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb A moderado textura média/argilosa fase pedregosa + Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb A fraco textura média cascalhenta + Afloramentos Rochosos, todos fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado.

Red - Associação de Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos Tb A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato quartzito, gnaiss e arenito + Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico Tb A fraco e moderado textura média/argilosa fase pedregosa + Afloramentos Rochosos, todos fase floresta/caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso.

### Meio Biótico

A vegetação mais comum na região em estudo é a Caatinga hiperxerófila densa.

O clima semi-árido, somado à baixa pluviosidade média anual, concentrada em um curto período de tempo, mais o elevado índice de evapotranspiração, dentre outros, constituem os principais fatores limitantes que afetam sua biocenose, ocasionando, assim,

algumas mudanças físico-ecológicas de boa parte de sua flora e uma estadia sazonal de sua fauna, a qual migra para a Serra da Ibiapaba e demais serrotes da região

A expansão da atividade agro-pastoril, ao longo do tempo, vem restringindo, cada vez mais, a área de ocorrência da caatinga, substituindo-a por diversas culturas e pequenos aglomerados urbanos.

Essa forte pressão antrópica, aliada às condições ambientais adversas, resulta numa vegetação com fito-fisionomia dominada por arbustos relativamente adensados, com algumas raras árvores dispersas.

As espécies mais comuns na região são Auxemma oncocalyx (Pau-branco), Mimosa caesalpinaefoli (Sabiá), Croton sp (Marmeleiro); Bauhinia forficata (Mororô); Cereus gounelli (Xique-xique); Bromélia lacinosa (Macambira), Mimosa acutistipula (Jurema); Aspidosperma pirifolium (Pereiro), Combretum sp (Mofumbo); Caesalpinia bracteosa (Catingueira), Caesalpinia ferrea (Jucá), Bursera sp (Imburama); Tabebuia sp (Pau-d'arco), Zizyplus Joazeiro (Juazeiro), e várias outras

As matas ciliares com carnaubeiras situam-se nos vastos leques aluvionares (cones de dejeção) dos rios Grande e Jardim, em especial abaixo da cota 95,0 m, onde verifica o contato do aluvião com os demais tipos de solos, separando a caatinga do ambiente palustre

A Copernicia prunifera (carnaubeira) é a principal árvore desse ambiente, tendo alguns arbustos dispersos, como Mimosa caesalpinaefolia (sabiá), Croton sp. (marmeleiro), Mimosa acutistipula (jurema) Boa parte dessa mata vem sendo substituída por culturas de subsistência, como Zea mays (milho), Manihot sp (mandioca), Phaseolus sp (feijão).

Nos quintais, em geral, são plantadas algumas frutíferas, como: Mangifera indica (manga); Anacardium occidentale (caju), Spondia sp (cajá), dentre outros. Nos vales mais húmidos próximos às residências predominam as culturas de subsistência associadas às forrageiras, como Zea mays (milho), Oriza sativa (arroz), Phaseolus sp. (feijão); Saccharum officinarum (cana-de-açúcar); Pennisetum sp. (capim); Manihot sp. (mandioca); etc

A fauna local pode ser dividida em dois grupos: fauna residente e fauna sazonal, conforme sua estadia neste ambiente. Assim, as espécies residentes são as que permanecem todo o ano na área, enquanto que as sazonais são aquelas que habitam o local apenas num curto período de tempo, em especial no decorrer da estação chuvosa, migrando para as serras próximas no estio

Os principais grupos taxonômicos faunísticos residentes são Aves insetívoras e/ou granívoras; Squamatas carnívoros/insetívoros, Roedores; Artropodes, Vermes, etc. Durante a estação favorável, além destes já mencionados, surgem outros grupos típicos sazonais, tais como: Aves frutívoras; Aves paludícolas, Mamíferos, Répteis; etc.

As aves ensejam dentre as Tetrapodas a maior diversidade de espécies e hábito alimentar, abrangendo todos os níveis tróficos (Frutívora, Granívora, Insetívora, Piscívora, Ofiovaga, Carnívora), dos quais se destacam as seguintes. Tinamídeos (Nambú); Falconiforme (Urubu, Gavião); Rallídeos (Sericoia), Clumídeos (Rolinhas); Psitacídeos (Periquito); Cuculídeos (Anuns), Strigniformes (Coruja, Bacurau); Trogonídeos (Dorminhoco), Bucconídeos (Bico-de-latão), Picídeos (Pica-pau), Furnarídeos (João-de-barro); Formicarídeos (Choró); Tirannídeos (Topetudo), Corvídeo (Cã-cão); Icterídeos (Currupião, Boé); Parulídeos (Canário-da-mata); Thraupídeos (Azedinho); Cariamídeos (Seriema), Fringilídeos (Gola, Tzim, Campina), etc

Os Mamíferos, ao contrário das Aves, são de menor número, porém, representam também todos os níveis tróficos (herbívoros, carnívoros, omnívoros) A mastofauna mais comum é Callithrix jacchus (Soim), Cavia spixii (Preá), Cerdocyon Thous (Raposa); Dasyphus novencinctus (Tau); Eupharctus sexcinctus (peba), Zygodontomys lacurus (Pixuna), Cercomys cunicularis (Punaré), etc

Já os peixes e os répteis ocupam um bom número de habitats e nichos ecológicos, podendo-se citar as seguintes espécies Hoplias malabaricus (traíra), Geophagus sp (cará), Synbrachus marmoratus (muçum), Hypostomus sp (bodó); Prochilodus cearensis (curimatã); Prynops sp (cágado), Helicops sp (cobra d'água), Waglerophis sp (boi-peba), etc

#### Aspectos Sócio-Econômicos

O empreendimento será executado nos municípios de Frecheirinha e Coreaú, que ficam situados na Microrregião de Coreaú, Mesorregião do Nordeste Cearense.

A Microrregião de Coreaú é composta ainda pelos municípios de Moraújo e Uruoca.

Visando caracterizar a área do empreendimento sob os aspectos sociais e econômicos, serão apresentados dados sobre os municípios que integram a Microrregião de Coreaú.

O quadro seguinte contém informações sobre as populações dos municípios de Coreaú, Frecheirinha, Moraújo e Uruoca, referentes aos anos de 1980 e 1991.

**DADOS POPULACIONAIS DOS MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO  
DE COREAÚ - 1980 E 1991**

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO		TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL (%) 1980/1991	DENSIDADE DEMOGRÁFICA 1991 (hab/km <sup>2</sup> )
	1980	1991		
COREAÚ	17 327	17 620	0,20	22,65
FRECHEIRINHA	9 173	9 703	0,50	48,03
MORAÚJO	7 939	6 254	- 2,10	14,99
URUOCA	10 601	10 225	- 0,30	21,21

FONTE IBGE

A atividade agropecuária predomina nesses municípios. Como ocorre nas demais regiões do Estado, há uma predominância de propriedades rurais com áreas pequenas, inferiores a 10 ha. No entanto, as grandes propriedades, embora em menor número, ocupam grande extensão da área rural dos municípios.

As principais culturas cultivadas na área são as de milho, feijão, mandioca, arroz e algodão arbóreo.

A criação de suínos predomina nos municípios de Microrregião de Coreaú, seguida de bovinos, ovinos, caprinos e equinos.

As atividades ligadas à indústria e ao comércio não são expressivas nos municípios da região.

Os quatro municípios que integram a Microrregião de Coreaú contam com 131 escolas de pré-escolar, 116 escolas de 1º grau, 04 escolas de 2º grau e 02 escolas de supletivo. Os alunos matriculados nas escolas são 1 520 no pré-escolar, 4 654 na alfabetização; 8 075 no 1º grau, 303 no 2º grau, e 239 no supletivo.

Em termos de atendimento de saúde os dados são os seguintes: 03 hospitais e maternidades, 14 Postos de Saúde; 02 Centros de Saúde; 01 clínica.

As quatro cidades sedes dos municípios da Microrregião contam com serviços de abastecimento de água e nenhuma dispõe de serviço de esgotamento sanitário.

Os municípios contam com outros serviços públicos estaduais e federais, tais como os da COELCE, EMATERCE, Correios, etc. Somente em Coreaú existem terminais telefônicos, num total de 100.

O Banco do Brasil está presente em Coreaú e Uruoca e o Banco do Estado do Ceará em Frecheirinha.



Somente o município de Coreaú conta com campo de pouso para avião, com pista de piçarra.

O acesso às sedes municipais de Coreaú, Moraújo e Uruoca é feito por rodovias estaduais asfaltadas, a partir da BR-222, enquanto que Frecheirinha é atravessada pela própria rodovia federal.

### 3.6.5 - IMPACTOS AMBIENTAIS

Os impactos ambientais do açude público Angicos estão listados no quadro seguinte, identificados como positivos e negativos. O quadro indica, também, as medidas mitigadoras a serem adotadas nas diversas etapas do projeto.

### 3.6.6 - PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS

O Estudo de Impacto Ambiental propõe o desenvolvimento dos seguintes Planos de Medidas Mitigadoras, visando minimizar os impactos negativos e aumentar os benefícios do empreendimento

*Plano de Reassentamento da População* - definido as medidas a serem adotadas visando minimizar os impactos de relocação da população atingida pela obra. Deverão ser reassentadas 83 famílias, em área situada às margens do lago.

*Plano de Desmatamento Racional* - este plano prevê a instalação do herbário e do banco de germoplasma, bem como define as técnicas e equipamentos a serem utilizados no desmatamento e as formas de aproveitamento da madeira.

*Plano de Proteção da Fauna* - estabelecendo as medidas a serem adotadas para garantir a proteção da fauna da área, através das operações de salvamento das diversas espécies animais.

*Plano de Recuperação das Áreas Degradadas* - define os procedimentos a serem utilizados na exploração das jazidas e pedreiras e as medidas visando recuperar essas áreas e outras que se encontrem degradadas.

*Plano de Utilização Múltipla e Controle de Qualidade da Água* - disciplinando os usos do solo e da água da bacia hidrográfica, com o objetivo de garantir a qualidade da água dos recursos hídricos (açude e cursos d'água); definindo as faixas de proteção dos mananciais, estabelecendo o programa de monitoramento da qualidade da água do açude Angicos

*Plano de Drenagem das Águas Pluviais* - objetivando proteger o escoamento das águas de escoamento superficial e controlar a erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos recursos hídricos

Medidas de Controle nos Canteiros de Obras e Alojamentos - estabelecendo os cuidados a serem adotados nesses locais, de forma a garantir o bem estar, saúde e segurança dos trabalhadores, bem como a proteção do meio ambiente

Plano de Peixamento do Açude - definindo as medidas visando ao povoamento do açude Angicos, com espécies adaptáveis à região, observando critérios ecológicos e econômicos

Medidas de Controle nas Áreas Irrigadas - estabelecendo as medidas a serem adotadas visando minimizar os impactos negativos dos sistemas de irrigação, através do manejo adequado do solo e da água, e de práticas agrícolas que considerem os aspectos ecológicos

### 3.6.7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estudo de Impacto Ambiental conclui pela execução do açude público Angicos, considerando os muitos benefícios do mesmo para a região, com os impactos positivos superando os negativos

No entanto, recomenda que sejam adotadas as medidas mitigadoras propostas no documento, no sentido de minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios do empreendimento

000066

## **4 - CONCEPÇÃO DO PROJETO**

---

---

## 4 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

### 4.1 - FATORES CONDICIONANTES

Para a definição do projeto executivo das obras, foram considerados os condicionantes topográficos da bacia hidráulica e eixo barrável, geotécnicos, hidrológicos e econômico, com a simulação do custo inicial do empreendimento a diversas cotas de volume d'água acumulado e opção de tamanho do sangradouro, obtendo-se uma curva de custo da vazão regularizada anual, cujo valor mínimo unitário serviu como indicativo para a definição da altura barragem, a qual foi definida tanto pelos aspectos topográficos e geotécnicos indicados a seguir, como pelo limite máximo de aproveitamento do açude em função da disponibilidade de solos a uma distância compatível, notadamente no que se refere aos aluviões situados à jusante, nas margens do rio Juazeiro, até a cidade do Coreaú, compreendendo 402 ha, além dos 200 ha a montante. O aumento da capacidade do açude, para o aproveitamento de áreas de solos às margens do rio Coreaú, teria como fator negativo a distância e o conflito com aproveitamento das barragens de Frecheirinha, Campanário e Paula Pessoa.

Tal análise foi consubstanciada nos dados obtidos durante o desenvolvimento do projeto através dos trabalhos realizados no campo, os quais compreenderam os estudos geológicos, topográficos e geotécnicos, em laboratório, com os estudos geotécnicos, e em escritório compreendendo os estudos hidrológicos e hidráulicos, apoiados nas condições topográficas da região.

Com relação à topografia não foi observado, em vista das cotas estudadas, nenhum fator limitante no que concerne a pontos de fuga, no entanto o alteamento da barragem elevaria por demais o custo do aterro tendo em vista a pequena inclinação da ombreira esquerda.

Sob o aspecto geológico-geotécnico as investigações de subsuperfície indicaram a presença do substrato rochoso em arenito pouco consolidado extremamente a muito fraturado. No tocante ao comportamento hidráulico, o maciço rochoso de uma maneira geral apresenta características de transmissibilidade de baixa a média, apesar dos sistemas de fratura e planos de clivagem existentes, indicando-se, de certa forma, que as fraturas não apresentam continuidades ou encontram-se preenchidas, à exceção de um ponto junto à ombreira direita (Seção 15) onde a perda d'água específica foi mais elevada próxima a superfície. Os valores das perdas d'água específica estão apresentadas no Desenho nº ANG-EG-02/04 do Volume 4 - "Plantas". É importante destacar a informação da SR-3, que indicou a presença de solo na seção 58 a partir de 4,50 m de profundidade, contribuindo, ao lado do aspecto topográfico, para o posicionamento do sangradouro entre as seções 62 e 67, a partir das informações das sondagens SR-04 e SR-05, as quais indicaram um material com boa recuperação.

A forma do boqueirão, bastante largo, aliado à presença de substrato rochoso muito fraturado, justifica a adoção de uma barragem de terra.

## 4.2 - DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE ACUMULAÇÃO

A partir dos estudos de base apresentados anteriormente e do custo estimado do empreendimento para as diversas alternativas de acumulação do reservatório, foi desenvolvido um estudo visando definir sua capacidade adequada, utilizando como critério o custo  $m^3$  d'água regularizado

As diversas etapas deste estudo são apresentadas a seguir

### a) Valor do custo inicial do empreendimento

O custo inicial do empreendimento correspondeu ao somatório dos custos da barragem de terra, sangradouro, desapropriação das áreas inundadas e de proteção ambiental

#### a 1) Custo da barragem de terra

O custo total da barragem de terra compreendeu o somatório dos serviços referente à limpeza, escavação do "cut-off", reaterro e aterro com solos compactados, rip-rap e dreno de areia, injeções com calda de cimento, "rock-fill" e tomada d'água.

Através de uma planilha de cálculo foram obtidos os custos da barragem para diversas larguras de sangradouro, pois este intercepta a barragem, e a diversas cotas de soleira (volumes de acumulação), possibilitando-se a execução das curvas mostradas na Figura 11, onde se verifica, obviamente, que o aterro (barragem) mais econômico é relativo ao sangradouro com largura de 200 m ( $L=200$ ), uma vez que o aterro terá menor extensão e, por sua vez, o aterro menos econômico refere-se ao sangradouro de 50 m

#### a.2) Custo do sangradouro

Na totalização do Custo do Sangradouro entraram os custos da execução do perfil "Creager" em concreto ciclópico, escavação em solos (1ª, 2ª categorias), escavação em rocha (3ª categoria), muros de contenção laterais em concreto armado e cordão de fixação a jusante em concreto ciclópico. Na Figura 12, é apresentada a variação do custo do sangradouro em função do volume de acumulação, para diversas larguras ( $L$ ) do mesmo. Observa-se, nesta figura, um distanciamento maior das curvas de  $L=150$  e  $200$  em relação a curva de  $L=100$ , isto se deve basicamente ao aumento considerável de escavação para sangradouro com larguras maior que 100 m

FIGURA 11

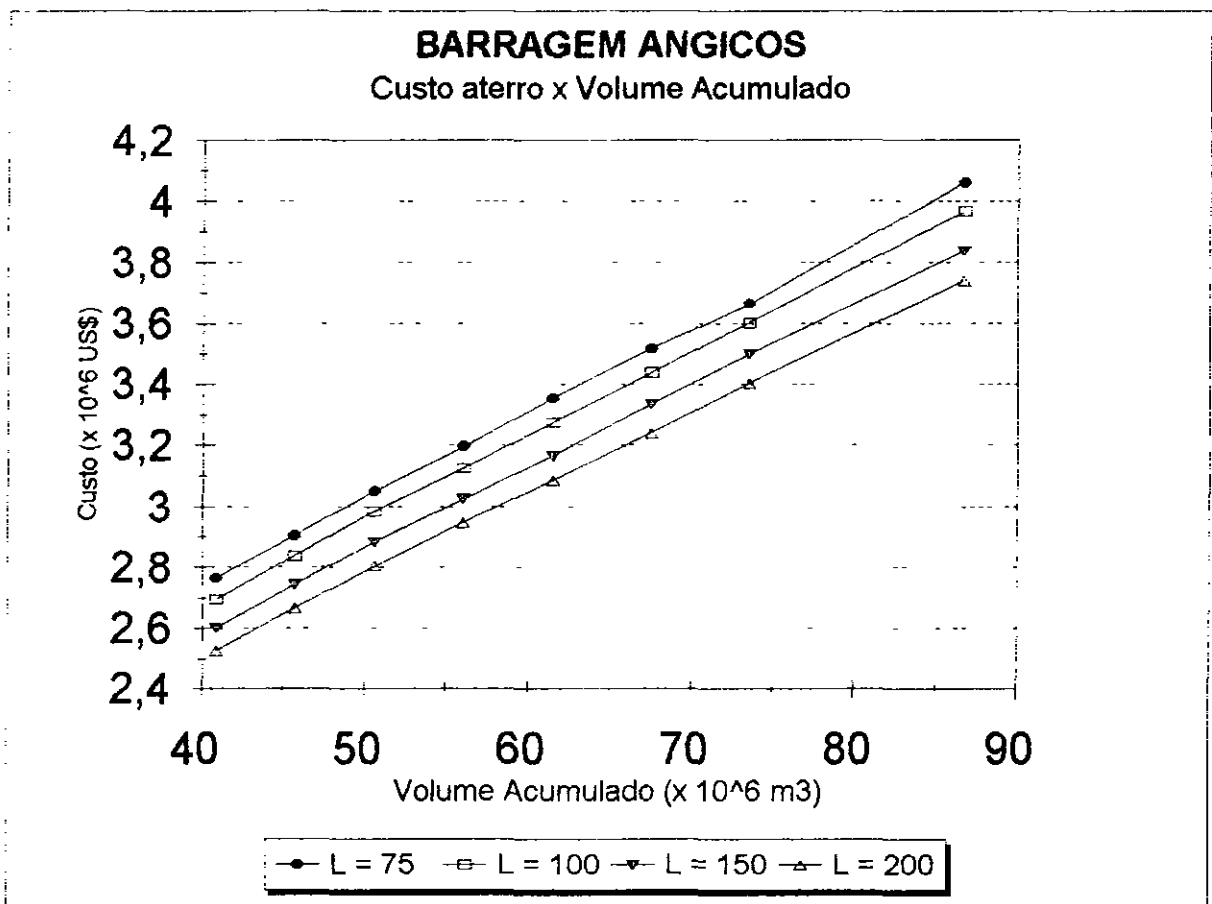
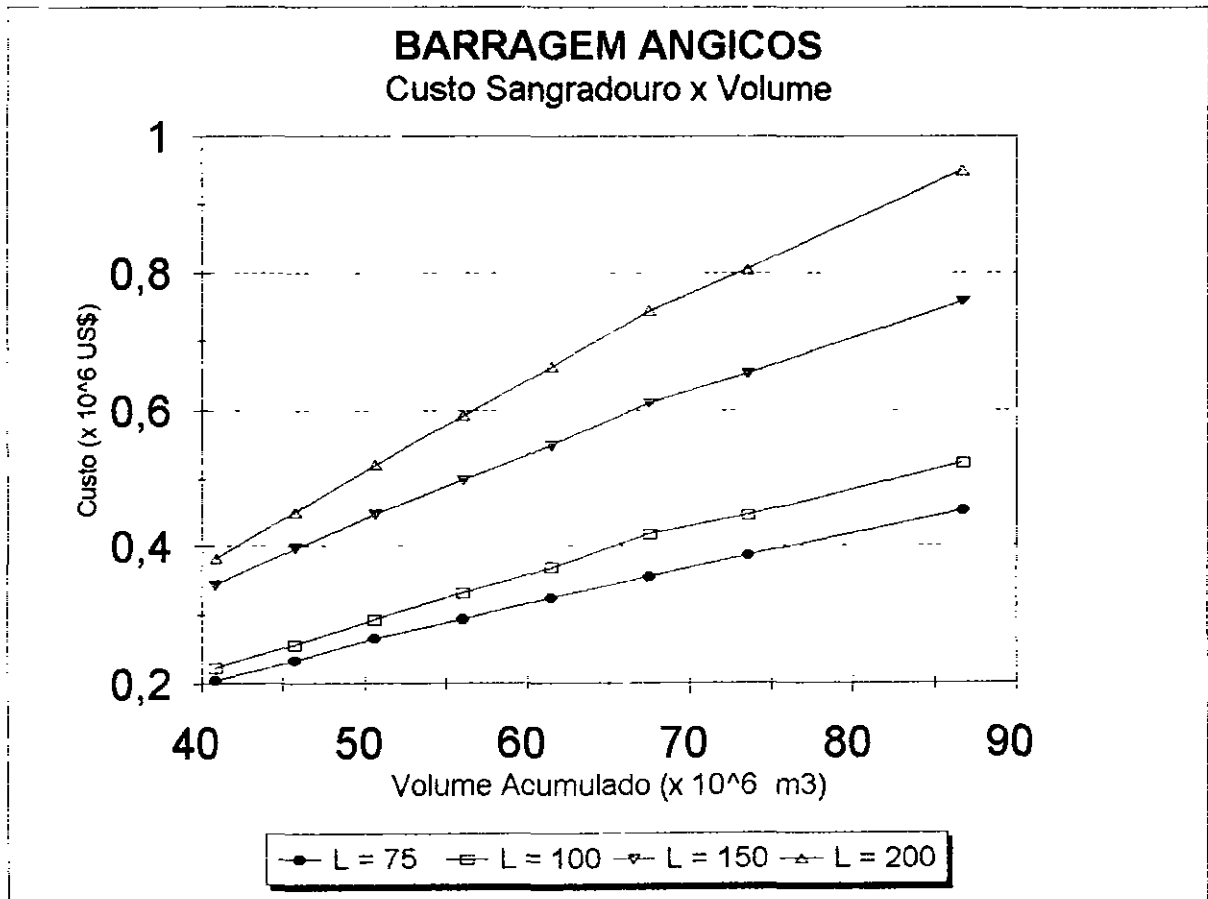


FIGURA 12



a.3) Custo de desapropriação de áreas inundadas e de proteção ambiental

Foi desenvolvida uma curva da área a ser desapropriada em função da cota da soleira do sangradouro (volume de acumulação) que permitiu, conhecendo-se o custo unitário da área desapropriada, bem como as benfeitorias existentes, calcular-se o custo de desapropriação para uma determinada cota de soleira

Na Figura 13 é apresentada a curva de custo inicial do empreendimento em função do volume acumulado para as diversas larguras do sangradouro

b) Custo da vazão regularizada anual

Com base na variação de vazão regularizada ( $Q_R$ ) e do custo inicial do empreendimento (CI) em função do volume acumulado, obteve-se a custo da vazão regularizada anual (CA) para um período de retorno de 30 anos, aplicando-se a seguinte equação

$$CA = \frac{CI (1 + im)}{Q_R \times FVA \times 86\,400 \times 365} \times (\text{US\$} / \text{m}^3 \times \text{ano})$$

CI = Custo Inicial do Empreendimento (US\$)

FVA = Fator de Valor Atual para  $i = 12\%$  a.a durante 30 anos = 8,0551

$Q_R$  = Vazão Regularizada ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

im = Taxa de Manutenção = 2% do valor atualizado do investimento

Substituindo os valores indicados na expressão, tem-se

$$CA = \frac{CI \times 1,1611}{Q_R \times 8,0551 \times 86\,400 \times 365} \times (\text{US\$} / \text{m}^3)$$

Ela constitui-se na expressão utilizada para a execução das curvas da Figura 14, que indica como solução de menor custo para a vazão regularizada anual, a barragem com volume de acumulação de  $56,05 \text{ hm}^3$  e sangradouro com 100 m de largura.

#### 4.3 - CONCEPÇÃO FINAL E MEMÓRIA DESCRITIVA

O conjunto geral de obras consta de um maciço de terra homogêneo, com 1.367 m de extensão, que se desenvolve ao longo de um eixo reto sofrendo duas inflexões para jusante na ombreira esquerda, com o coroamento na cota 108,90 m, sendo interceptado por um sangradouro do tipo perfil "Creager" com 100 m de largura e soleira na cota 105,50 m e de uma tomada d'água do tipo galeria com controle de jusante localizada na ombreira direita



FIGURA 13

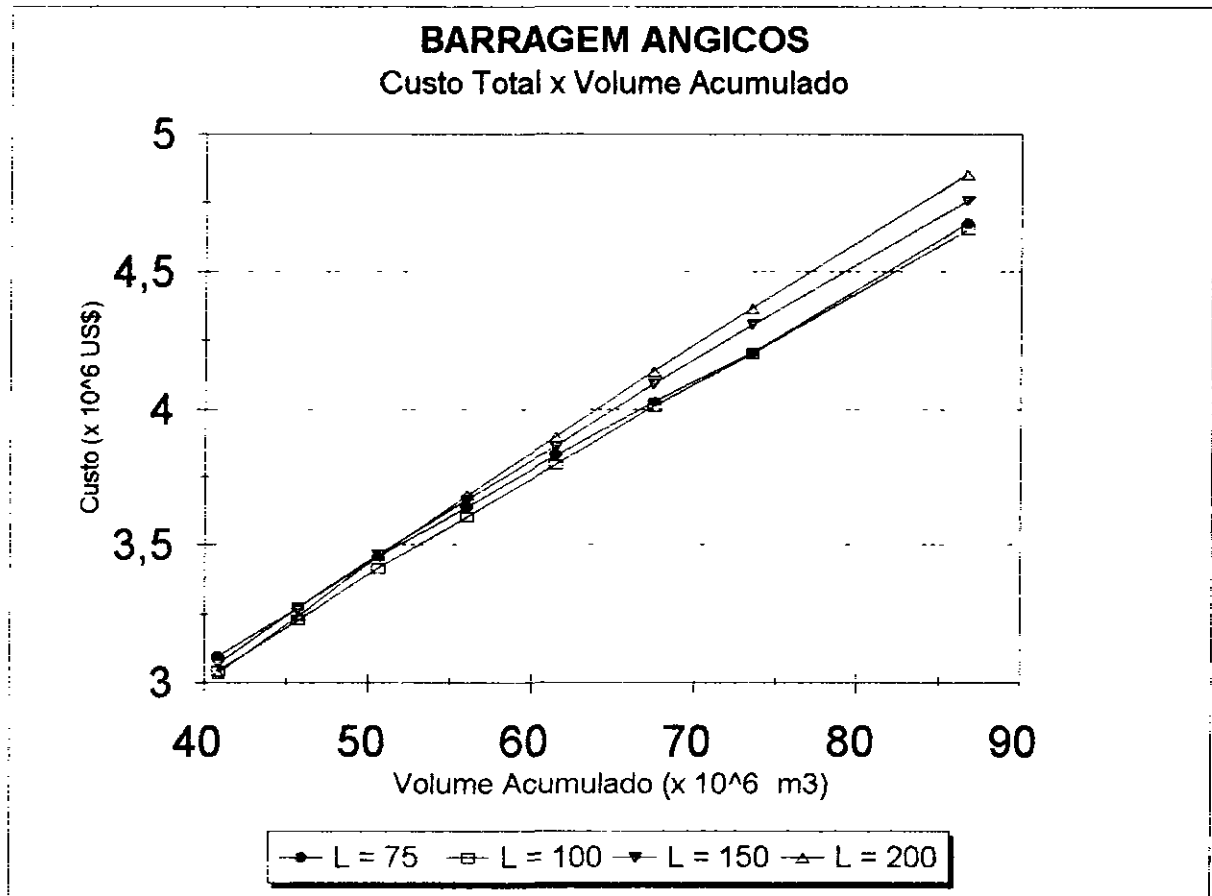
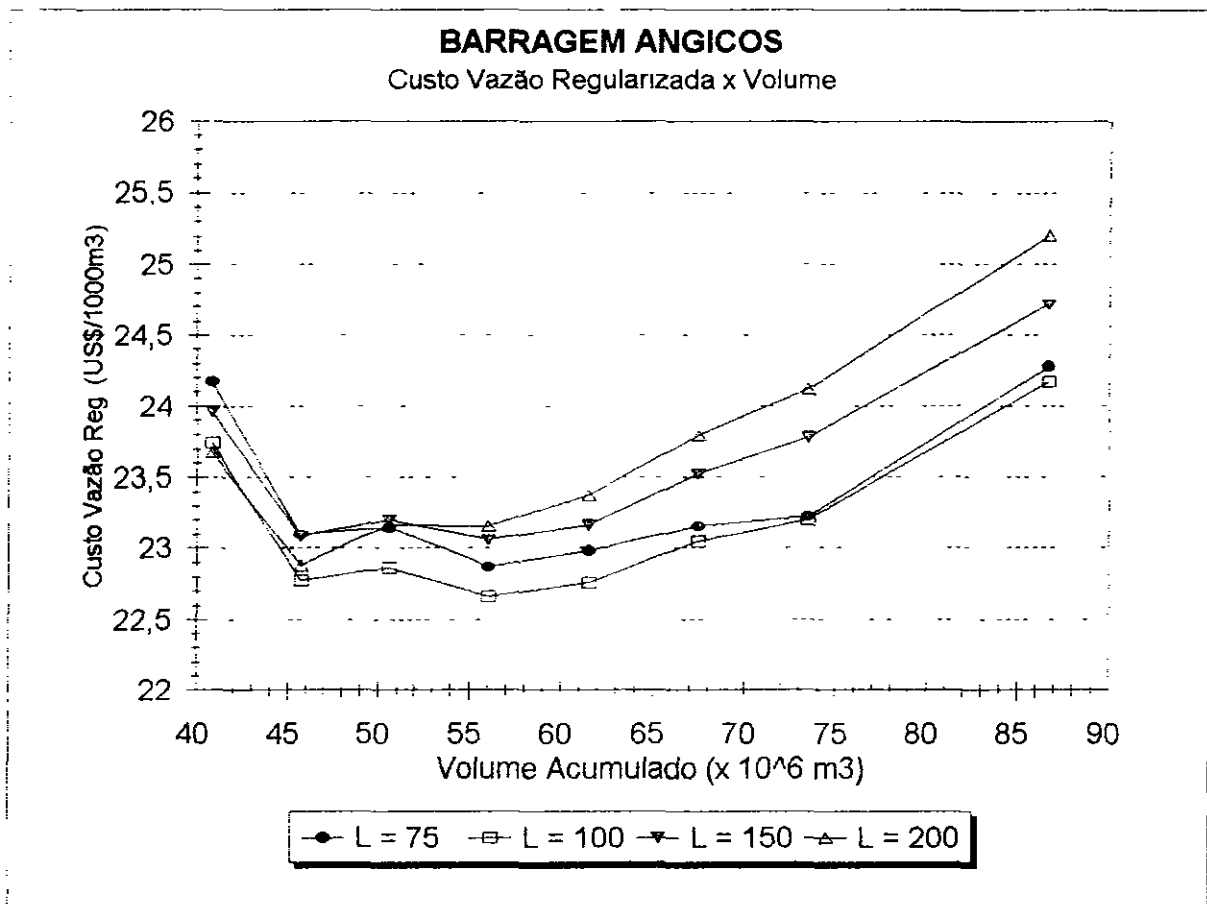


FIGURA 14



A distribuição espacial das obras, bem como a linha de base topográfica, pode ser visualizada no Volume 4 - "Plantas"

A descrição detalhada de cada grupo de obras que foram projetadas para atuar de forma integrada, conferindo ao conjunto a eficiência programada quando da concepção das obras está apresentada nos tópicos seguintes, compreendendo

barragem,  
tomada d'água,  
vertedouro

#### 4 3 1 - BARRAGEM

O local escolhido para o eixo do barramento foi definido em função do menor comprimento do boqueirão e melhor locação para o sangradouro

O maciço da barragem foi projetado conforme a metodologia descrita e justificada a seguir, levando em conta os materiais disponíveis na região, bem como as condições de fundação

Visando otimizar a aplicação dos materiais existentes na região, levando-se em conta o volume, a qualidade e a distância das ocorrências, foi concebida a seção tipo do maciço que é composta de materiais provenientes das jazidas de solos JS-04 e JS-05

De acordo com a classificação unificada dos solos (S U C S), os solos são do tipo CL (JS-04) e dos tipos CL, com participação do tipo ML (50%), na jazida JS-05, os quais conferem aos maciços características impermeáveis e de boa resistência ao cisalhamento conforme mostrado no Capítulo 2 do Volume 2 - "Estudos de Base"

A seção tipo da barragem contém, um sistema de drenagem interna que é composto de um filtro chaminé com largura de 1,0 m e topo na cota 107,28 m e por um filtro horizontal que encobre a extensão de jusante, a partir do filtro "chaminé" indo até o "rock-fill" O "rock-fill" tem uma geometria trapezoidal com altura fixada em 2,30 m A superfície de contato do "rock-fill" com o terreno natural será preenchida por materiais com granulometria graduada (areia e britas "A" e "B")

O filtro chaminé e o filtro horizontal serão construídos com areia limpa (menos de 5% em peso da fração granulométrica que passa na peneira nº 200) obtida do Areal-01, enquanto o "rock-fill" será executado com pedra das pedreiras JP-01 e JP-02 e britas "A" e "B" As granulometrias desses materiais deverão satisfazer as faixas especificadas no Capítulo 2 do Volume 3 - "Memória de Cálculo"

O topo do filtro vertical foi colocado na cota 107,28 m, a mesma cota da cheia máxima, com a finalidade de interceptar as águas de alguma camada mesmo acima da linha freática teórica que por algum defeito de execução apresente um fluxo horizontal

A cota do coroamento da barragem (108,90 m) foi determinada a partir da cota da soleira do vertedouro, definida na cota 105,50 m, correspondente ao armazenamento de um volume de 56.053 000 m<sup>3</sup>

A camada final da barragem em revestimento primário, com 0,30 m de espessura, será executada com material proveniente da jazida JS-05

Em toda a extensão do maciço será escavada uma trincheira de vedação do tipo "cut-off" até atingir o substrato rochoso, sendo previsto na face a jusante desta, uma camada de areia, da rocha até o filtro chaminé, conforme as profundidades e larguras definidas no projeto (ver Desenhos ANG-PE-04/30 a ANG-PE-11/30) As profundidades poderão ser ultrapassadas a critério da Fiscalização, de forma que a trincheira de fundação fique assente sobre um maciço estável de rocha que possua permeabilidade compatível com o material empregado na fundação, a profundidade máxima será atingida no trecho central do boqueirão, cuja camada aluvionar apresenta uma espessura de 7,5 m

A análise dos ensaios de perda d'água nos furos de sondagens executados, recomenda a implantação de uma cortina de injeção de calda de cimento

No eixo da trincheira de vedação ("cut-off") será executada uma cortina de impermeabilização, composta por uma linha de injeção Os detalhes executivos do tratamento da fundação são apresentados no Capítulo 5. do Volume 5 - "Especificações Técnicas", e os detalhes de distribuição das injeções podem ser vistos no Desenho ANG-PE-29/30 "Injeções de Impermeabilização" do Volume 4 - "Plantas"

Com relação às condições da rocha de fundação deverá ser dada especial atenção, verificada durante a escavação do "cut-off", a ocorrência (ou não) de trincas de alívio nas ombreiras

Dada as informações que se pode retirar da campanha de prospecção executada, foi inserida nas Especificações Técnicas uma flexibilidade decisória por parte da Fiscalização, que à luz dos ensaios, também preconizado nas Especificações, poderá ampliar ou reduzir as dimensões e o alcance da cortina.

Os taludes do maciço de terra foram estabelecidos de forma a ter segurança quanto à ruptura por cisalhamento perante as diversas hipóteses clássicas usualmente consideradas (Final de construção, Rebaixamento Rápido e Regime de Operação).

O cálculo da estabilidade foi feito pelo Método de "Spencer" em microcomputador, conforme apresentado no Capítulo 7 do Volume 3 - "Memória de Cálculo"

A geometria da barragem testada tem os seguintes taludes Montante 1:2,5 até a cota 98,00m (V:H) e abaixo desta cota 1:3.0 (V:H) e Jusante 1 2,5 (V:H) com uma berma de 2,0 de largura na cota 98,00 m

Visando encurtar a laje de proteção do sangradouro, no trecho entre as estacas 50 e 80 foi eliminado o dreno de pé e reduzido os taludes de montante e jusante para 1 2,0 (H V)

A proteção do talude de montante será feita através de um "Rip-Rap", dimensionado para combater as ondas e composto de quatro camadas, cujas granulometrias devem satisfazer as faixas indicadas no Capítulo 2 do Volume 3 - "Memória de Cálculo"

A proteção do talude de jusante será feita através de um plantio de grama e um sistema de calhas para coleta das águas superficiais. As características do maciço podem ser visualizadas no Volume 4 - "Plantas"

O projeto da barragem prevê intervenções no terreno natural de modo a remover através de escavações os solos superficiais mais permeáveis e muito compressíveis, a regularização e tratamento da superfície de fundação para impermeabilização, e a construção do maciço compactado da barragem dentro do especificado que é a tradução da boa prática já consagrada em inúmeras outras obras de barragens já executadas no país e exterior. Desta forma, o desempenho do maciço da barragem será satisfatório sob as várias condições de solicitação ao longo das fases construtivas e operação do reservatório. Entretanto, a título de medida de verificação da segurança da obra, está indicada a instalação de piezômetros de tubos aberto tipo Casagrande, nos locais onde a possibilidade de ocorrência de problemas de subpressões são maiores. Para tanto foram escolhidas duas seções, uma referente à seção máxima (estaca 2770,00) e a outra próxima a galeria de tomada d'água (estaca 15 + 3,00)

Os detalhes da instrumentação estão apresentados em desenho específico no Volume 4 - "Plantas"

#### 4.3.2 - SANGRADOURO

A concepção do sangradouro do Açude Público Angicos decorreu de análise econômica para estabelecimento do comprimento ideal do vertedor, em função da cota da soleira definida pelos estudos hidrológicos do projeto.

As condições geotécnicas da fundação, eliminaram de imediato a possibilidade de utilização de sangradouro tipo "soleira espessa" em virtude da profundidade da rocha, resultando na opção pelo vertedor tipo "Perfil Creager"

Os estudos hidrológicos definiram uma vazão de projeto de 506,08 m<sup>3</sup>/s, relativa a um período de recorrência milenar para o sangradouro com 100m de largura.

A soleira do sangradouro foi fixada na cota 105,50 para um volume de acumulação máximo de 56,053 hm<sup>3</sup>

A partir destas informações foram elaboradas curvas de custo para construção da barragem e "Perfil Creager" baseadas nas lâminas de sangria para comprimentos de sangradouros de 75, 100, 150 e 200 m, concluindo-se pela utilização do vertedor com 100m de comprimento, que apresentou menor custo total para a barragem

A localização deste, entre as seções 62 e 67 do projeto executivo foi em função do perfil geotécnico uma vez que a sondagem SR-03 indicou a presença de um material sem recuperação até 6,0 m de profundidade na seção 58, além do atendimento às seguintes condições

- permitir uma segura restituição do fluxo ao leito do rio,
- evitar o possível retorno do fluxo ao pé da barragem,
- reduzir os custos de escavação em material de 2ª e 3ª categorias para abertura do canal de sangria,
- permitir acesso fácil ao local para inspeções visando a manutenção do perfil creager, muros de contenção e bacia de transição

Foi previsto o revestimento da rocha por uma laje de concreto ancorada com extensão de 10 m, compatível com a proteção dos taludes de jusante da barragem, em ambos os lados do vertedouro, com declividade suave (2%) terminando em defletor para favorecer o lançamento da água a jusante, sem a formação de ressalto. A erosão da rocha se dará a distância segura da estrutura e do barramento, facilmente monitorável e controlável, se necessário

As memórias de cálculos hidráulicos e estruturais do sangradouro são apresentadas no Capítulo 3 - CÁLCULO DO SANGRADOURO do Volume 3 - "Memória de Cálculo"

O Estudo referente às condições de fluxo e à erodibilidade da rocha a jusante do sangradouro está apresentado no Volume 3 - "Memória de Cálculo"

As características do Sangradouro e laje de proteção a jusante, incluindo-se os muros de contenção e corta-água, podem ser visualizadas no Volume 4 - "Plantas"

#### 4.3.3 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água do açude Angicos constitui-se de galeria posicionada na ombreira direita da barragem (estaca 15 + 0,00m), lado oposto ao sangradouro, com tubulação de  $\varnothing$  800 mm em ferro fundido com flanges (calculado em função da vazão regularizada utilizando-se a fórmula do diâmetro econômico proposto por LANCASTRE conforme apresentado no item 4 do Volume 3 - "Memória de Cálculo", a qual permite a retirada da vazão regularizada até a cota 97,63, muito próxima ao valor da cota da reserva intangível), dimensionada para uma vazão regularizada de 0,727 m<sup>3</sup>/s, assentada na cota 95,00. Entretanto, para garantia do volume morto, a cota da soleira da caixa de entrada da galeria, foi fixada na cota 97,00. Esta diferença de cotas teve por objetivo assegurar a

submergência mínima da boca de entrada da tubulação para evitar a formação de vórtices. Além disto, a cota 95.00 proporciona melhor reassentamento da fundação da galeria do ponto de vista geotécnico, e permite o deságue na mancha aluvionar, bastante próximo do leito do rio

As juntas de concretagem foram previstas de forma a não coincidirem com os flanges da tubulação de ferro fundido

O controle da tomada d'água é feito a jusante, através do registro dotado de volante com redutor para evitar o rápido fechamento e a possibilidade de ocorrência de golpe de aríete

A jusante, na saída da tubulação, foi projetada uma estrutura de dissipação do tipo "Bacia de Impacto", de acordo com o modelo padronizado apresentado na obra "Design of Small Dams", do Bureau of Reclamation

A manutenção e limpeza da grade de entrada da tomada d'água deverão ser executadas periodicamente pela Proprietária da obra, através de mergulho de inspeção por mergulhadores especializados.

Na caixa de entrada, a montante da tubulação, foi prevista uma ranhura vertical para possibilitar a vedação emergencial por meio de stop-log

Para medição da vazão liberada, foi projetado um vertedor retangular sem contração lateral do tipo Bazin, com curva de vazão dada pela fórmula de REHBOCK, situado no canal de saída da tomada d'água, a jusante da bacia de impacto

As memórias dos cálculos hidráulicos e estruturais são apresentados no Capítulo 4 - CÁLCULO DA TOMADA D'ÁGUA do Volume 3 - "Memória de Cálculo"

As características da Tomada d'água podem ser visualizadas nos Desenhos ANG-PE-24/30 a ANG-PE-28/30 do Volume 4 - "Plantas"

**5 - CRONOGRAMA FÍSICO E EQUIPAMENTO MÍNIMO**

000080



**FIGURA 15 - Cronograma Físico de Execução**

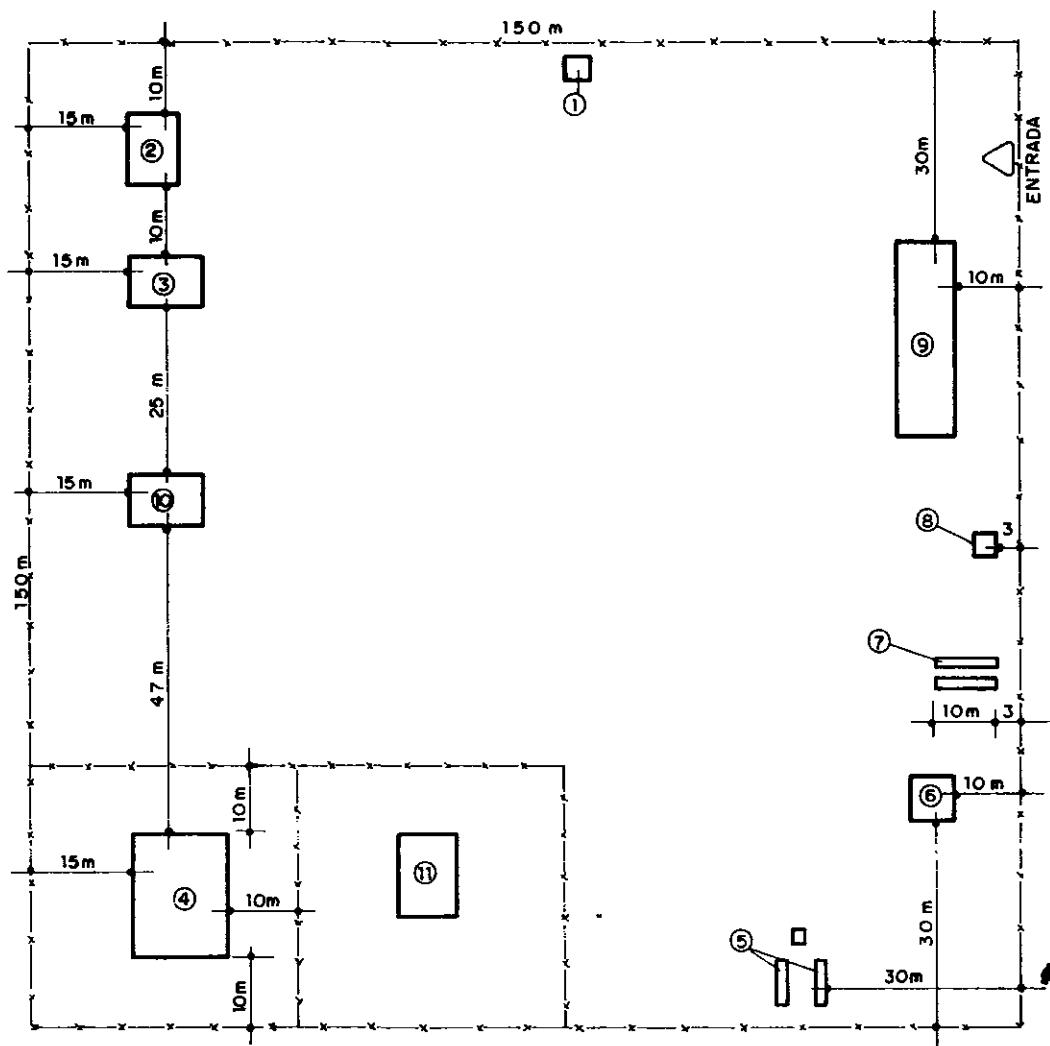
MESES / DIAS

ATIVIDADE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
01 Instalação	//////////											
02 Desmatamento, Limpeza e Caminhos de Serviços		//////////										
03 Escavação da Fundação		///	//////////	///								
04 Escavação do Sangradouro e Muros de Contenção		///	//////////	///								
05 Injeção de Cimento			///	//////////	//////////							
06 Execução do Maelco						//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
07 Execução das Caixas de Montante e Jusante			///	//////////	//////////							
08 Execução da Galena			//////////	//////////	//////////	//////////						
09 Concretagem do Sangradouro e Muros de Contenção							//////////	//////////	//////////	//////////		
10 Execução do Rock-fill e Rip-Rap							//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
11 Execução do Revestimento Primário												//////////
12 Execução das Calhas e Plantaio da Grama											//////////	//////////

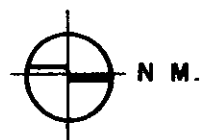
Anq.-Asgroavq1

000081

Figura 16

**LEGENDA**

- ① GUARITA
- ② ESCRITÓRIO
- ③ FISCALIZAÇÃO
- ④ RESIDÊNCIA
- ⑤ BOMBAS
- ⑥ MANUTENÇÃO
- ⑦ DIQUE
- ⑧ CAIXA D'AGUA
- ⑨ OFICINA
- ⑩ AMBULATÓRIO
- ⑪ CASA DO ENCARREGADO



000032

## **5 - CRONOGRAMA FÍSICO**

O Cronograma Físico para execução da Barragem Angicos foi desenvolvido prevendo a execução da obra em 12 meses

Foi considerado, ainda, que a estação chuvosa na região ocorre entre os meses de janeiro e junho, sendo que entre os meses de fevereiro e maio as chuvas são de maiores intensidades

Os 12 meses disponíveis conterá um período seco (meses de julho a dezembro) e um período chuvoso (meses de janeiro a junho)

Após a realização de uma análise apurada do Projeto Executivo, elaborou-se o cronograma físico de execução das atividades, apresentado na figura 15, a seguir

### **5 1 - INSTALAÇÃO**

A atividade Nº 01 deverá ocorrer entre os dias zero e 30.

Nesse período a empresa contratada deverá mobilizar todo o equipamento mínimo e pessoal, bem como construir as edificações para instalação conforme "Lay-Out" apresentado na figura 16, a seguir

### **5 2 - DESMATAMENTO, LIMPEZA E CAMINHOS DE SERVIÇOS**

A atividade Nº 02 deverá ser executada entre os dias 30 e 60 e compreenderá a realização do desmatamento e limpeza nos locais da barragem, sangradouro, jazidas e execução dos caminhos de acesso

### **5 3 - ESCAVAÇÃO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM**

A atividade Nº 03 deverá ser executada entre os dias 50 e 100. Compreenderá a escavação e retirada de cerca de 65.500 m<sup>3</sup> de solo da fundação.

### **5 4 - ESCAVAÇÃO DO CANAL DO SANGRADOURO E MUROS DE CONTENÇÃO**

A atividade Nº 04 deverá ser executada entre os dias 50 e 100. Compreenderá a escavação e retirada de cerca de 9.000 m<sup>3</sup> de material terroso e rocha para bota-fora.

## 5 5 - INJEÇÃO DE CIMENTO

A atividade Nº 05 deverá ser iniciada no dia 80 e concluída no dia 150. Os serviços serão iniciados pelo tratamento da fundação através da realização de uma cortina de injeção de cimento.

## 5 6 - EXECUÇÃO DO MACIÇO

A atividade Nº 06 deverá ser iniciada no dia 160 e concluída no dia 320. Esta atividade compreende a execução do enchimento da trincheira de fundação e do maciço da barragem inclusive drenagem interna, num volume total a ser compactado de cerca de 430 000 m<sup>3</sup>.

## 5 7 - EXECUÇÃO DAS CAIXAS DE MONTANTE E JUSANTE

A atividade Nº 07, pode ser executada a qualquer época face a sua independência com as outras atividades, mas neste plano de trabalho esta atividade deverá ser executada entre os dias 80 e 150.

## 5 8 - EXECUÇÃO DA GALERIA

A atividade Nº 08 deverá ser iniciada no dia 60 e concluída no dia 170. Consiste na execução da fundação colocação da tubulação de ferro fundido de 800 mm e envelopamento de concreto. Após a conclusão das caixas de montante e de jusante serão colocados os registros e o crivo.

## 5 9 - CONCRETAGEM DO SANGRADOURO E MUROS DE CONTENÇÃO

A atividade Nº 09 será executada exatamente no período da estação de chuva por se tratar de serviços que podem ser executados nesse período. Para esta atividade, previu-se a execução entre os dias 180 e 300.

## 5 10 - EXECUÇÃO DO ROCK-FILL E RIP-RAP

A atividade Nº 04 será executada entre os dias 180 e 340. Após o desmatamento e limpeza será iniciada a confecção do Rock-fill. O rip-rap será executado à medida que o maciço terroso for subindo. A defasagem nas cotas do maciço e rip-rap não deve ser superior a 2,0 m.

## 5.11 - EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO PRIMÁRIO

A atividade Nº 11, revestimento primário, deverá ser iniciada após ser atingida a cota 108,60 m do maciço. Essa atividade deverá ser executada entre os dias 330 e 360.

## 5.12 - EXECUÇÃO DAS CALHAS E PLANTIO DE GRAMA

A atividade Nº 12 consiste na execução da proteção do talude de jusante, deverá ser executada entre os dias 300 e 360.

## 5.13 - DIMENSIONAMENTO DO EQUIPAMENTO MÍNIMO

Analisando o cronograma físico e os volumes de corte e aterro a serem executados conclui-se que os serviços de escavação da fundação, escavação do canal do sangradouro, confecção da fundação, do maciço, enrocamento e rip-rap são predominantes nos quantitativos dos serviços a serem executados, ficando portanto os demais serviços automaticamente cobertos no que diz respeito a utilização dos equipamentos.

Para efeito de dimensionamento dos diversos serviços, foram levadas em conta as seguintes considerações

- Mês de 25 dias úteis;
  - Jornada de trabalho de 10 horas,
  - Eficiência do equipamento 0,90
- a) Escavação na fundação da barragem e do sangradouro e em jazidas para execução da fundação e barragem

$$\text{Volume} = 500.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Prazo} = 160 \text{ dias}$$

$$\text{Produção diária} = \frac{500\ 000}{160} = 3\ 125,00 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$\text{Produção horária} = \frac{3.125,00}{10} = 312,50 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

- b) Compactação do maciço de fundação e barragem

$$\text{Volume} = 430\ 000 \text{ m}^3$$

$$\text{Prazo} = 160 \text{ dias}$$

$$\text{Produção diária} = \frac{430.000}{160} = 2.688,00 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$\text{Produção horária} = \frac{2\ 688,00}{10} = 268,80 \text{ m}^3 / \text{hora}$$

- c) Desmonte de rocha para execução do enrocamento e brita.

$$\text{Volume} = 31\ 600 \text{ m}^3$$

$$\text{Prazo} = 120 \text{ dias}$$

$$\text{Produção diária} = \frac{31.600}{120} = 263,30 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

$$\text{Produção horária} = \frac{263,30}{120} = 2,19 \text{ m}^3/\text{hora}$$

d) Produção de concreto.

$$\text{Volume} = 1.800 \text{ m}^3$$

$$\text{Prazo} = 230 \text{ dias}$$

$$\text{Produção diária} = \frac{1.800}{230} = 7,83 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\text{Produção horária} = \frac{7,83}{10} = 0,78 \text{ m}^3/\text{hora}$$

e) Escolha de equipamentos

e1) Escavadores (tratores de esteira)

- Para a produção horária de 312,50 m<sup>3</sup> é necessário:  
2 D7 Produção de 280,00 m<sup>3</sup>/h

e2) Compactadores

- Para a produção horária de 268,80 m<sup>3</sup> é necessário.  
3 rolos Dynapac CA-25PD  
A produção deste compactador é de 120 m<sup>3</sup>/h trabalhando em velocidade baixa e compactando camadas de 20 cm com seis coberturas.

e3) Motoniveladoras

- Para a produção de 268,80 m<sup>3</sup> é necessário  
3 motoniveladoras Huber-Warco 140S  
A produção deste equipamento é de 90 m<sup>3</sup>/h.

e4) Carregadoras (pá mecânica)

- Para a produção horária de 339 m<sup>3</sup> será necessário  
3 pás carregadoras Caterpillar 955  
A produção deste equipamento é de 123 m<sup>3</sup>/h

## e5) Transportadores (Caminhão Basculante)

- Serão considerados o seguinte.  
 Capacidade do caminhão =  $5,0 \text{ m}^3$   
 DMT =  $2,0 \text{ km}$   
 Desempenho diário =  $300 \text{ km}$   

$$\text{Nos. de caminhões} = \frac{3\,390}{75 \times 5} = 9,04 \text{ caminhões.}$$
 Será adotado 10 caçambas

## e6) Carro Tanque (Pipa)

- Considerando o seguinte  
 capacidade =  $800 \text{ l}$   
 DMT =  $4,0 \text{ km}$   
 Desempenho diário =  $136 \text{ km}$   
 $h_{\text{ot}} + 2\% = 18\%$   
 Volume de água/ $\text{m}^3 = 300 \text{ l}$   
 Volume total de água =  $90\,000 \text{ m}^3$   

$$\text{Nos de viagens} = \frac{90\,000}{8 \times 160} = 70,31 \text{ viagens / dia}$$

$$\text{Nos. de caminhões} = \frac{70,31}{17} = 4,13$$
 Conclusão - 4 caminhões

## e7) Marteleto Ingersoll-Rand 40

- Produção diária =  $80 \text{ m}^3/\text{dia}$
- $$\text{Nos de martetele} = \frac{263,30}{80} = 3,29$$
- Será adotado 4 marteteles.

## e8) Compressores Ingersoll-Rand 540

Consumo por martetele = 105 cfm

Consumo total = 315 cfm

Conclusão - 2 compres Ingersoll-Rand Gyroflo, DR 250

## e9) Betoneiras

Produção horária = 0,78 m<sup>3</sup>/h

Produção horária de uma betoneira de

350 l = 1,5 x 0,35 = 0,53 m<sup>3</sup>/h

Nos de betoneiras =  $\frac{0,78}{0,53} = 1,45$

Conclusão - 2 betoneiras de 350 l

## f) Relação do equipamento mínimo

- 02 Tratores de esteira Caterpillar D7 ou similar,
- 03 Compactadores Dynapac CA-25PD ou similar,
- 03 Motoniveladoras Huber-Warco 140S ou similar;
- 03 Pás Mecânica Caterpillar 955 ou similar,
- 10 Caminhões basculante de 5 m<sup>3</sup>;
- 04 Caminhões pipa de 800 l,
- 04 Marteteles Ongersoll-Rand ou similar;
- 02 Compressores Ingersoll-Rand, DR 250 ou similar,
- 02 Betoneiras,
- 02 Tratores de pneus CBT ou similar;
- 02 Grades de disco;
- 03 Vibradores de imersão,
- 03 Conjuntos moto-bombas;
- 02 Camionetas Pick-Up.



## **6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS**

000089

## 6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

### 6.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este capítulo apresenta o custo global de implantação do Projeto Executivo do Açude Angicos, compreendendo os trabalhos preparatórios, a barragem, o sangradouro, os muros de contenção, as injeções de impermeabilização e a tomada d'água

Os custos unitários, que já incluem montagem e BDI, foram fornecidos pela SRH, no caso de alguns itens que não constavam na tabela da SRH, foram pesquisados valores de mercado

### 6.2 - DATA-BASE

Todos os custos se referem a Setembro de 1993, com a taxa de câmbio de 1 US\$ = CR\$ 108,94

### 6.3 - SÍNTESE DO CUSTO TOTAL

O custo total do projeto da barragem foi avaliado em CR\$ 360.435.565,33 (Trezentos e sessenta milhões, quatrocentos e trinta e cinco mil, quinhentos e sessenta e cinco cruzeiros reais e trinta e três centavos) ou US\$ 3.308.582,95 (Três milhões, trezentos e oito mil, quinhentos e oitenta e dois dólares e noventa e cinco centavos)

Os quadros a seguir apresentam o detalhamento dos custos para a barragem Angicos

Em anexo, é apresentada a Planilha de Quantitativos elaborada com base em áreas planimetradas das seções da barragem

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		Projeto	Barragem Angicos	
Planilha de Quantitativos e Preços - Resumo		Localidade	Coreau - Ce	
		DATA BASE	Cambio 15 Set/93 108,94	
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	CUSTO TOTAL		
		(US\$)	(CR\$)	
1	ADMINISTRACAO E FISCALIZACAO DO ACUDE ANGICOS (COREAU CE)	107 000 00	11 656 580 00	
2	TRABALHOS PREPARATORIOS	301 282 29	32 821 747 43	
3	BARRAGEM	2 019 612 53	220 015 509 02	
4	SANGRACOURO	318 599 80	34 708 092 98	
5	MUROS DE CONTENCAO	118 335 96	12 891 299 65	
6	INJECCOES DE IMPERMEABILIZACAO	322 834 26	35 169 566 88	
7	TOMADA D'AGUA	120 918 11	13 172 769 37	
	<b>Total Geral</b>	<b>3 306 562,95</b>	<b>360 436 565,33</b>	

Impressao DATA 04/04/95  
HORA 04:32 PM

Arq ANG001 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000091

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		S R H		Projeto Barragem Angicos			
Planilha de Quantitativos e Preços		Localidade		Coreau - Ce			
		DATA BASE Setembro/93		Cambio 15 Set/93 108,94			
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	UNITARIO		TOTAL	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
1	<b>ADMINISTRACAO E FISCALIZACAO DO ACUDE ANGICOS (COREAU-CE)</b>						
1.1	Instalacao e manutencao do acampamento	vb	10	35000 00	3 812 900 00	35 000 00	3 812 900 00
1.2	Mobilizacac	vb	10	35000 00	3 812 900 00	35 000 00	3 812 900 00
1.3	Dasmobilizacac	vb	10	35000 00	3 812 900 00	35 000 00	3 812 900 00
1.4	Divulgacac	vb	10	2000 00	217 880 00	2 000 00	217 880 00
	<b>Sub-Total 1</b>					<b>107 000,00</b>	<b>11 656 580,00</b>

Impressao DATA 04/04/85  
HORA 04 32 PM

Arq ANGOR01 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000092

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		S R H		Projeto		Barragem Angicos	
Planilha de Quantitativos e Preços		Localidade		Coreau - Ce		Cambio 15 Set/93 108,94	
ITEM		DISCRIMINACAO DOS SERVICOS		UN	QUANT	PREÇOS	
						UNITARIO	
						(US\$)	(CR\$)
						(US\$)	(CR\$)
						TOTAL	
						(US\$)	(CR\$)
2 0	TRABALHOS PREPARATORIOS						
2 1	Estradas de acesso às jazidas e à barragem						
2 1 1	Locação do eixo da estrada		km	13 50	140 00	15 251 60	1 890 00
2 1 2	Limpeza da área com desmatamento e destocamento ( lar =7 m )		ha	9 45	651 42	70 965 69	6 155 92
2 1 3	Regularização do sub-leito ( lar =5 m )		ha	6 75	3877 00	422 360 38	26 169 75
2 1 4	Revestimento em cascalho com escavação carga transporte em distância de 300 m (e = 0 15 m )		m3	10125	15 00	1 634 10	151 875,00
2 1 5	Momento de transporte		m3 km	30375	0 50	54 47	15 187 50
	Sub-Total 2 1					201 278,17	21 927 243,69
2 2	Desmatamento e destocamento tipo regular do local da barragem pedreiras e jazidas compreendendo arranca queima enleiramento requema		ha	46 0	651 42	70 965 69	29 965 32
2 3	Expurgo de material (remoção da camada vegetal) nas áreas da barragem sangradouro e jazidas com bota-fora de até 300 m medido no corte		m3	46 000 0	1 52	165 59	69 920,00
2 4	Decapagem da pedreira em material de 1ª categoria com bota-fora até 0 30 km		m3	45 0	2 64	287 60	118 80
	Sub-Total 2					301 262,29	32 621 747,43

Impressao DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PM

Arq ANGOR01 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000093

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		S R H	Projeto		Barragem Angicos		
Planilha de Quantitativos e Precos			Localidade	DATA BASE	Setembro/93	Coreau - Ce	Cambio 15 Set/93
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	P R E C O S			
				UNITARIO		TOTAL	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
<b>3</b>	<b>BARRAGEM</b>						
3 1	Escavacao carga, transporte e descarga com bota fora ate 300m de material de 1ª categoria da fundacao utilizando-se caminhao basculante	m3	37 719 00	1 36	148 16	51 297 84	5 588 447 04
3 2	Escavacao, carga, transporte e descarga com bota fora ate 300m de material de 2ª categoria da fundacao utilizando-se caminhao basculante	m3	12 838 43	2 09	227 68	26 832 32	2 923 053 74
3 3	Escavacao, carga, transporte e descarga com bota fora ate 300m de material de 3ª categoria da fundacao utilizando-se caminhao basculante	m3	25 00	9 00	980 46	225 00	24 511 50
3 4	Escavacao carga, transporte e descarga de material de 1ª categoria da fundacao com rebaxamento do lencol freatico e bota-fora de 0 3 km utilizando-se caminhao basculante	m3	11 670 00	3 20	348 61	37 344 00	4 088 278 70
3 5	Escavacao, carga, transporte e descarga de material de 2ª categoria da fundacao com rebaxamento do lencol freatico e bota-fora de 0 3 km, utilizando-se caminhao basculante	m3	2 350 00	4 18	455 37	9 823 00	1 070 119 50
3 6	Escavacao carga transporte e descarga de material de 1ª categoria ate 0 3 km utilizando caminhao basculante	m3	409 626 80	1 35	147 07	552 996 18	60 243 813 48
3 7	Espelhamento expurgo umedecimento e compactacao inclusive da fundacao dos solos selecionados	m3	409 626 80	0 60	65 36	245 776 08	26 773 207 85
3 8	Escavacao carga transporte e descarga de areia ate 0,3 km, utilizando-se caminhao basculante	m3	22 369 58	1 63	177 57	36 462 42	3 972 166,32
3 9	Espelhamento expurgo, umedecimento e compac de areia	m3	22 369 58	0 60	65 36	13 421 75	1 462 075 75
3 10	Transporte complementar de areia para Rip-Rap dreno horizontal dreno vertical e Rock-Fill	m3xkm	15 658 70	0 81	88 24	12 683 55	1 381 723 69
3 11	Britagem de rocha c/pedra transporta de uma dist de 1 0 km inclusive extração	m3	14 188 83	16 72	1 821 48	237 237,24	25 844 670 07
3 12	Transporte complementar de pedra para a Usina de Britagem	m3xkm	35 470 00	0 65	70 81	23 055 50	2 511 630 70
3 13	Carga transporte até 0 3 km e descarga da Brita A para transição	m3	5 635 38	10 00	1 089 40	56 353 80	6 139 182 97
3 14	Carga, transporte até 0 3 km e descarga da Brita A para transição	m3	8 553 45	10,00	1 089 40	85 534 50	9 318 128,43
3 15	Espelhamento e Compactacao das transicoes (britas)	m3	14 189 00	0 50	54 47	7 094 50	772 874 83

Impressão DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PM

Arq ANG081 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000094

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		S R H	Projeto		Barragem Angicos		
Planilha de Quantitativos e Precos			Localidade	DATA BASE	Setembro/93	Cambio 15 Set/93	108,94
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	P R E C O S			
				UNITARIO		TOTAL	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
3 16	Fornecimento e espalhamento de enrocamento de pedras jogadas no Rip-Rap, Rock-Fill (inclusive carga transporte até 0,3 km descarga e regularização)	m3	17 508 90	10 00	1 089 40	175 089 00	19 074 195 66
3 17	Transporte complementar de solo para o macico da barragem utilizando-se caminhão basculante	m3xkm	314 000 00	0 50	54,47	157 000,00	17 103 580,00
3 18	Transporte complementar de material de 3ª cat (brita)	m3xkm	17 027 00	0 65	70 81	11 067,55	1 205 681 87
3 19	Transporte complementar de material de 3ª cat (Pedra Jogada)	m3xkm	61 282 00	0 65	70 81	39 833,30	4 339 378 42
3 20	Meio-fio de concreto simples c/consumo de 300 kg/m3 p/ o coroamento de barragem	m	2 752 00	25 00	2 723 50	68 800 00	7 485 072,00
3 21	Preparo e regulenzacao dos taludes	m2	54 800 00	0 72	78 44	39 456 00	4 298 512 00
3 22	Revestimento do coroamento com cascalhinho inclusive extração medido no terreno esp = 0 30 m	m3	2 477 00	15 00	1 634 10	37 155 00	4 047 665,70
3 23	Calhas pluviais para as ombreiras em pedra reunida com argamassa no traço 1 3	m	900 00	25,00	2 723 50	22 500 00	2 451 150 00
3 24	Calhas pluviais no talude de jusante em concreto simples 10 MPa	m	942 00	25 00	2 723 50	23 550 00	2 565 537 00
3 25	Planto de selsa ou grama	m2	27 200 00	0 77	83 88	20 944 00	2 281 536 00
3 26	Sistema de rebaxamento de lençol freático	hp x h	70 200 00	0 40	43 58	28 080,00	3 059 316 00
	<b>Sub-Total 3</b>					<b>2 019 612,63</b>	<b>220 015 606,02</b>

Impressao DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PM

Arq ANGOR01 WB1  
Dir F/Proj/Angicos

000095

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		S R H	Projeto	Barragem Angicos			
Planilha de Quantitativos e Precos			Localidade	Coreau - Ce -			
			DATA BASE	Setembro/93	Cambio 15 Set/93 108,94		
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	UNITARIO		PRECOS	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
4	<b>SANGRADOURO</b>						
4.1	Escavacao carga e transporte ate 300 m de material de 1ª categoria nao utilizavel no macico da barragem utilizando caminhao basculante	m3	3 468 00	1 36	148 16	4 716 48	513 818 88
4.2	Escavacao carga e transporte com bota-fora ate 300m de material de 2ª categoria, utilizando caminhao basculante	m3	2 312 00	2 09	227 68	4 832 08	526 396 16
4.3	Escavacao carga e transporte de 300m de material de 3ª categoria nao utilizavel no macico da barragem utilizando-se caminhao basculante	m3	1 604 00	9 00	980 46	14 436 00	1 572 657 84
4.4	Concreto simples fck = 10 MPa	m3	60 00	82 60	8 998 44	4 956 00	539 906 40
4.5	Concreto ciclopico 200 kg/m3 com 12% de pedra de mao	m3	2 136 00	67 77	7 382 86	144 756 72	15 769 788,96
4.6	Concreto estrutural com 300 kg de cimento por m3	m3	250 00	98 13	10 690 28	24 532 50	2 672 570 00
4.7	Forma de madeira incluindo fornecimento colocação e desforma	m2	55 00	13 76	1 499 01	756 80	82 445 55
4.8	Aço CA-50B inclusive fornecimento dobramento e colocação	kg	32 211 00	1,42	154 69	45 739 62	4 982 719 59
4.9	Junta Fungenband tipo O-22 fornecimento e montagem	m	480 00	38 82	4 229 05	18 633 60	2 029 944 00
4.10	Perturação com sonda rotativa NX	m	368 00	150 00	16 341 00	55 200 00	6 013 488,00
4.11	Espalhamento e colocação de brita para o dreno	m3	80 00	0 50	54 47	40 00	4 357 60
	<b>Sub-Total 4</b>					<b>318 690,80</b>	<b>34 706 082,96</b>
5	<b>MUROS DE CONTENCAO</b>						
5.1	Escavacao carga e transporte ate 300 m de material de 1ª categoria nao utilizavel no macico da barragem utilizando caminhao basculante	m3	382 33	1 36	148 16	519 97	56 646,01
5.2	Escavacao carga e transporte com bota-fora ate 300m de material de 2ª categoria, utilizando caminhao basculante	m3	254 88	2 09	227 68	532 70	58 031 08
5.3	Escavacao carga e transporte de 300m de material de 3ª categoria nao utilizavel no macico da barragem utilizando-se caminhao basculante	m3	383 02	9 00	980 46	3 447 18	375 535 79
5.4	Concreto simples fck = 10 MPa	m3	17 30	82 60	8 998 44	1 428 98	155 673 01
5.5	Concreto estrutural com 300 kg de cimento por m3	m3	347 89	98 13	10 690 28	34 148 26	3 720 110,54

Impressao

DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PMArq ANGOR01 WB1  
Dir F /Proy/Angicos

000096



V&A CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hídricos		Projeto		Barragem Angicos			
Planilha de Quantitativos e Preços		S R H	Localidade	Coreaú - Ce			
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	PREÇOS			
				UNITARIO		TOTAL	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
5 6	Forma de madeira incluindo fornecimento colocação e desforma	m2	644 00	13 76	1 499 01	8 861,44	965 362,44
5 7	Aço CA-50B inclusive fornecimento dobramento e colocação	kg	44 836 00	1 42	154 69	63 667 12	8 935 680 84
5 8	Junta Fungenband tipo O-22 fornecimento e montagem	m	104 40	38,82	4 229 05	4 052 81	441 512,82
5 9	Tubo PVC rígido DN 150mm p/drenagem dos muros	m	64 00	23 57	2 567 72	1 508 48	184 334 08
5 10	Tela de nylon DN 1/8 "	m2	10 18	4 00	435 76	40 72	4 436 04
5 11	Fornecimento e colocação das britas "A" e "B"	m3	12 83	10 00	1 089 40	128 30	13 977 00
	<b>Sub-Total 6</b>					<b>118 336,96</b>	<b>12 891 289,65</b>
<b>6</b>	<b>INJECCOES DE IMPERMEABILIZACAO</b>						
6 1	Mobilizacao dos equipamentos para injecao	vb	-				
6 2	Perfuracao para injecao com equipamento roto percussivo DN 2 1/2"	m	250 00	25 00	2 723 50	6 250 00	680 875,00
6 3	Perfuracao com sonda rotativa BX	m	2 596 00	75 00	8 170 50	194 700 00	21 210 618 00
6 4	Fornecimento de cimento para injecao	sc	2 183 00	7 02	784 76	15 184 26	1 654 175,88
6 5	Ensaio de perda d'agua do tipo "LUGEON"	ud	200 00	25 00	2 723 50	5 000 00	544 700 00
6 6	Preparo e regularizacao com concreto simples inclusive limpeza	m3	900 00	113 00	12 310 22	101 700,00	11 079 198 00
	<b>Sub-Total 6</b>					<b>322 834,26</b>	<b>35 169 666,88</b>
<b>7</b>	<b>TOMADA D'AGUA</b>						
7 1	Escavacao carga e transporte com bota-fora ate 300m de material 1ª categoria utilizando-se caminhao basculante	m3	528 00	1 38	148 16	718 08	78 228 48
7 2	Escavacao carga e transporte com bota-fora ate 300m de material 2ª categoria, utilizando-se caminhao basculante	m3	93 00	2 09	227 68	194 37	21 174 24
7 3	Escavacao carga e transporte com bota-fora ate 300m de material 3ª categoria utilizando-se caminhao basculante	m3	3 00	9 00	980 46	27 00	2 941 38
7 4	Concreto estrutural com 300 kg de cimento por m3	m3	200 64	98 13	10 690 28	19 888 80	2 144 897 78
7 5	Forma de madeira incluindo fornecimento colocação e desforma	m2	723 16	13 76	1 499 01	9 950 68	1 084 024 07
7 6	Aço CA-50B inclusive fornecimento dobramento e colocação	kg	9 622,00	1 42	154 69	13 663 24	1 488 427 18

Impressão DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PM

Arq ANGOR01 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000097

VBA CONSULTORES - Engenharia de Sistemas Hidricos		SRH	Projeto		Barragem Angicos		
Planilha de Quantitativos e Preços			Localidade	DATA BASE	Coreau - C6	Cambio 15 Set/93 108,94	
ITEM	DISCRIMINACAO DOS SERVICOS	UN	QUANT	P R E C O S			
				UNITARIO		TOTAL	
				(US\$)	(CR\$)	(US\$)	(CR\$)
7 7	Concreto ciclopico para regularizacao (200 kg de cimento/m3) com ate 30% de pedra de mao	m3	98 08	50 00	5 447 00	4 904 00	534 241 76
7 8	Fornecimento e espalhamento de enrocamento de pedras jogadas inclusive carga transporte até 0 3 km descarga e regularizacao	m3	13,63	10 00	1 089 40	136 30	14 848,52
7 9	Transporte complementar em material 3ª categoria com utilizacao de basculante	m3xkm	14 99				
7 10	Grade de aço	m2	4 95	505 59	55 076 97	2 502 67	272 640 90
7 11	Tubo FºFº ductil com flanges PN 10 DN 800	m	67 40	642 24	69 965 63	43 286 98	4 715 683 46
7 12	Registro de gaveta FF, acionamento direto volante e "by-pass" DN 800 com redutor de engrenagem	ud	2 00	11 052 91	1 204 104 02	22 105 82	2 408 208,04
7 13	Toco FP em FºFº DN 800 L=0 90 m	ud	1 00	431 12	46 966 21	431 12	46 966 21
7 14	Mastique piesto-elastico IGAS P 74 p/aneis da galeria	m	135 00	8,78	956 49	1 185,30	129 126,15
7 15	Junta Fungorband tipo O-22 fornecimento e montagem	m	40 00	38 8¹	4 227 96	1 552 40	169 118 40
7 16	Arruela de amianto grafitado para flanges DN 800mm	ud	15 00	38 09	4 149 52	571 35	62 242 60
	<b>Sub-Total 7</b>					<b>120 918,11</b>	<b>13 172 769,37</b>

Impressao DATA 04/04/95  
HORA 04 32 PM

Arq ANGOR01 WB1  
Dir F /Proj/Angicos

000098

BARRAGEM ANGICOS - PLANILHA DE QUANTITATIVOS

Seção	Dist.	Rio-Rap e Resq-Filh					Filtro de Areia			Área CUT-OFF		Volume CUT-OFF		Área Aterro	Volume Aterro	Base	Área de Limpeza (ha)
		Compr.	Entros.	Brita B	Brita A	Areia	H	L	Volume	1a.Cat.	2a.Cat.	1a.Cat.	2a.Cat.				
S - 7																	
S - 8	20,30	1,80	28,80	11,40	6,60	5,20			1,44	0,16	14,40	1,80	12,60	144,30	13,50	0,0535	
S - 9	20,30	7,70	75,09	34,50	22,00	20,60	2,10	5,20	73,00	7,56	0,84	30,00	10,00	32,00	548,00	22,20	0,0757
S - 10	20,30	10,40	128,63	60,30	38,20	37,60	2,60	3,70	53,00	3,36	1,24	169,20	18,90	36,60	878,00	24,20	0,0664
S - 11	20,00	13,20	159,80	78,60	50,20	49,60	4,20	7,40	118,00	11,16	1,24	205,20	22,80	72,40	1320,00	30,00	0,0942
S - 12	20,00	15,80	198,80	92,40	60,60	59,20	5,10	3,80	147,00	11,88	1,32	230,40	25,80	88,40	1984,00	34,10	0,1041
S - 13	20,00	19,60	229,20	111,60	73,40	72,00	8,90	13,90	224,00	14,04	1,56	259,20	28,80	195,20	3724,00	41,80	0,1159
S - 14	20,00	23,40	276,00	135,00	88,00	87,80	10,80	24,40	352,00	11,52	1,28	255,60	28,40	317,20	5408,00	55,40	0,1372
S - 15	20,00	30,50	341,40	157,70	110,80	109,40	13,10	27,90	409,00	34,20	3,80	457,20	50,80	478,80	8448,00	85,10	0,1805
S - 16	20,00	38,10	429,80	211,80	140,20	138,80	13,80	31,80	458,00	51,12	5,68	853,20	94,80	593,20	11648,00	77,90	0,162
S - 17	20,00	43,80	508,20	251,10	166,40	165,00	14,80	36,30	514,00	64,44	7,16	1155,90	128,40	362,00	13898,00	97,80	0,2057
S - 18	20,00	43,80	541,20	267,80	177,40	176,00	14,80	37,80	528,00	90,00	10,00	1544,40	171,80	878,00	15096,00	88,70	0,2185
S - 19	20,00	43,00	537,80	265,80	176,20	174,80	14,70	42,00	587,00	121,88	13,52	2118,80	235,20	884,00	15752,00	91,90	0,2206
S - 20	20,00	43,40	536,40	265,20	175,80	174,40	14,80	41,20	580,00	129,60	14,40	2572,80	279,20	580,40	16236,00	92,10	0,224
S - 21	20,00	51,50	587,40	290,70	192,80	191,40	14,80	38,80	536,00	157,68	17,52	2872,80	319,20	758,20	17588,00	97,80	0,23
S - 21+10	10,00	45,20	289,10	148,05	98,20	97,50	18,00	39,00	275,00	136,80	15,20	1472,40	163,80	767,80	9270,00	80,00	0,11395
S - 22	10,00	42,00	270,80	133,80	88,70	88,00	14,20	43,80	290,00	156,96	17,44	1488,80	183,20	758,20	8288,00	93,10	0,11155
S - 23	20,00	39,30	505,80	243,90	165,60	164,20	15,00	38,50	545,30	142,52	16,28	3034,80	337,20	758,20	18558,00	86,30	0,2194
S - 24	20,00	40,80	498,80	246,30	163,20	161,80	14,00	35,50	485,00	171,36	19,04	3178,80	352,20	759,20	18718,00	93,90	0,2101
S - 25	20,00	34,90	471,80	232,80	154,20	152,80	13,50	35,00	495,00	172,44	18,16	3438,00	362,00	759,20	19004,00	77,60	0,2314
S - 26	20,00	37,80	452,40	223,20	147,80	146,40	13,80	43,00	569,00	170,28	18,92	3427,20	380,80	759,20	19992,00	88,40	0,208
S - 27	20,00	47,60	530,40	262,20	173,80	172,40	17,40	44,00	614,00	75,24	8,36	2455,20	272,80	682,00	19140,00	98,70	0,2273
S - 28	20,00	49,00	598,80	296,40	198,80	195,20	13,00	38,00	510,00	172,98	19,22	2482,20	275,80	642,80	18008,00	94,80	0,2335
S - 29	20,00	41,20	559,20	276,80	183,40	182,00	13,50	37,40	503,30	145,44	15,16	3184,20	353,80	589,20	15258,00	86,60	0,2219
S - 30	20,00	37,80	490,80	242,40	160,80	159,20	13,40	34,80	482,00	85,68	9,10	2311,20	732,80	549,40	14419,80	79,50	0,2082
S - 31	20,00	38,00	471,80	232,80	154,20	152,80	13,40	35,20	486,30	17,84	101,78	1938,20	1588,00	558,80	13888,20	81,20	0,2007
S - 32	20,00	38,00	474,00	234,00	155,00	153,80	13,30	34,70	480,80	0,00	98,40	179,40	1981,00	584,40	13392,40	80,40	0,2016
S - 33	20,00	38,00	474,00	234,00	155,00	153,80	13,30	38,50	498,30	0,00	68,80	0,00	1652,00	582,80	12924,00	82,10	0,2025
S - 34	20,30	37,30	473,40	233,70	154,80	153,40	13,20	35,00	482,00	0,00	49,60	3,00	1124,00	542,80	12180,00	80,80	0,2028
S - 35	20,30	35,20	456,60	225,30	148,20	147,80	12,60	38,80	432,00	0,00	22,00	0,00	656,00	478,40	10868,00	46,35	0,18995
S - 36	20,00	23,80	372,00	183,80	121,80	119,80	8,80	22,00	398,00	0,00	17,20	0,00	392,00	251,20	7888,00	53,60	0,13995
S - 37	20,00	22,80	297,60	145,60	96,20	94,80	8,50	23,00	325,00	10,20	5,30	102,00	222,00	268,40	5500,00	53,90	0,1475
S - 38	20,00	13,80	237,60	115,80	78,20	74,80	8,60	18,20	258,00	13,90	3,30	232,00	80,00	143,20	4408,00	41,10	0,135
S - 39	20,00	10,00	180,80	77,40	50,80	49,20	4,80	15,20	203,00	0,00	16,40	130,00	184,00	87,20	2628,00	32,80	0,1147
S - 40	20,00	10,40	140,40	67,20	43,80	42,40	4,00	13,60	173,00	0,00	15,90	0,00	360,00	72,80	1360,00	31,50	0,1051
S - 41	20,30	12,90	157,20	75,60	49,40	48,00	3,80	11,00	148,00	5,60	13,20	58,00	328,00	68,80	1800,00	33,50	0,105
S - 42	20,30	15,80	189,80	91,80	60,20	58,80	3,90	10,20	141,00	16,00	15,50	216,00	268,00	73,80	1988,00	35,80	0,1091
S - 43	20,00	15,80	213,80	103,80	68,20	66,80	4,20	10,70	143,00	21,20	5,20	372,00	208,00	88,80	2244,00	38,80	0,1125
S - 44	20,00	17,10	221,40	107,70	70,80	69,40	4,40	11,20	158,00	26,60	5,60	418,00	108,00	98,80	2382,00	37,60	0,1145
S - 45	20,00	15,00	210,80	102,30	67,20	65,80	5,10	12,60	177,00	16,60	7,30	372,00	126,00	138,00	2546,00	36,40	0,114
S - 46	20,00	15,00	198,00	96,00	63,00	61,80	5,40	13,30	187,00	19,40	5,00	380,00	120,00	114,40	2704,00	38,90	0,1133
S - 47	20,00	18,40	208,40	100,20	65,80	64,40	5,60	14,80	202,00	21,80	6,00	410,00	110,00	122,40	2888,00	39,30	0,1182
S - 48	20,00	18,10	213,00	103,50	68,00	66,80	5,80	18,80	228,00	24,20	5,00	458,00	110,00	128,80	3080,00	40,90	0,1202
S - 49	20,00	18,20	211,80	102,90	67,60	66,20	6,00	16,10	221,00	23,80	5,00	480,00	100,00	132,40	3192,00	40,40	0,1213
S - 50	20,30	14,80	202,80	98,40	64,80	63,20	6,00	17,50	235,00	11,88	1,32	358,80	63,20	130,00	3044,00	40,20	0,1208
S - 51	20,00	12,00	177,80	85,80	58,20	54,80	4,80	17,80	224,00	13,88	1,52	255,80	28,40	82,00	2504,00	32,80	0,1131
S - 52	20,00	10,80	155,40	74,70	48,80	47,40	3,80	9,00	126,00	12,80	1,40	262,80	29,20	80,00	1812,00	28,80	0,1015
S - 53	20,30	7,80	130,20	62,10	40,40	39,00	2,40	6,20	88,00	7,20	0,80	198,00	22,00	37,20	1192,00	22,80	0,0914
S - 54	20,00	5,70	98,00	46,50	30,00	28,80	1,50	5,40	89,30	7,20	0,80	144,00	18,00	21,80	748,00	19,80	0,0828
S - 55	20,00	5,80	87,00	40,50	28,00	24,60	1,40	6,30	74,00	7,56	0,84	147,60	18,40	22,80	608,00	20,30	0,0901
S - 56	20,30	8,90	108,20	50,10	32,40	31,00	2,50	5,00	75,90	12,50	1,40	201,60	22,40	38,40	836,00	23,50	0,0838
S - 57	20,00	10,00	131,40	62,70	40,80	39,40	3,00	7,20	102,00	15,12	1,68	277,20	30,80	48,40	1158,00	26,30	0,0868
S - 58	20,00	11,20	145,20	69,60	45,40	44,00	3,40	8,20	116,00	18,92	1,88	320,40	35,80	58,40	1404,00	28,20	0,0945
S - 59	20,00	12,20	159,40	76,20	49,80	48,40	3,70	8,10	118,20	15,48	1,72	324,00	38,00	61,80	1580,00	29,70	0,0973
S - 60	20,00	13,40	171,80	82,80	54,20	52,80	3,90	9,30	122,00	15,48	1,72	308,80	34,40	68,00	1640,00	30,90	0,1008
S - 61	20,00	12,40	172,80	83,40	54,80	53,20	4,00	9,40	124,00	12,24	1,36	277,20	30,80	70,80	1696,00	30,00	0,1009
S - 62	20,00	10,30	164,20	74,10	49,40	47,00	3,80	8,80	124,00	11,18	1,24	234,00	28,00	63,80	1604,00	27,80	0,0379
S - 67		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	7,10	0,00	12,24	1,36	0,00	0,00	48,00	0,00	28,20	0
S - 68	20,00	9,00	132,00	63,00	41,00	39,50	2,50	5,50	90,00	13,68	1,52	259,20	28,90	38,80	1158,00	23,50	0,0897
S - 69	20,00	8,00	120,00	57,00	37,00	35,60	2,20	5,20	74,00	12,98	1,44	266,40	29,60	33,80	1020,00	22,10	0,0858
S - 70	20,00	7,20	109,20	51,60	33,40	32,00	2,00	5,20	72,00	10,80	1,20	237,60	26,40	29,80	898,00	21,20	0,0833
S - 71	20,00	6,80	102,00	48,00	31,00	29,80	1,90	8,30	102,00	10,80	1,20	216,00	24,00	31,20	848,00	22,80	0,084

## BARRAGEM ANGICOS - PLANILHA DE QUANTITATIVOS

Seção	Dist.	Rio-Ras e Rock-Fill					Filtro de Areia			Área CUT-OFF		Volume CUT-OFF		Área Aterro	Volume Aterro	Base	Área de Limpeza (ha)
		Concr.	Enroc	Brita B	Brita A	Areia	H	L	Volume	1a.Cat.	2a.Cat.	1a.Cat.	2a.Cat.				
S - 72	20,00	6,80	98,40	46,20	29,80	28,40	1,70	7,50	32,00	10,08	1,12	208,80	23,20	28,40	808,00	22,40	0,0852
S - 73	20,00	5,70	91,80	42,90	27,60	26,20	1,40	7,40	88,00	9,72	1,08	198,00	22,00	22,40	708,00	20,90	0,0833
S - 74	20,00	4,80	81,60	37,80	24,20	22,80	1,40	6,70	81,00	5,75	0,64	154,80	17,20	20,80	604,00	19,40	0,0803
S - 75	20,00	4,30	71,40	32,70	20,90	19,40	1,20	6,60	78,00	6,84	0,75	128,00	14,00	18,00	528,00	18,30	0,0777
S - 76	20,00	3,00	60,00	27,00	17,00	15,80	-	-	0,00	4,32	0,49	111,60	12,40	20,40	508,00	16,40	0,0747
S - 77	20,00	2,90	52,80	23,40	14,90	13,20	-	-	0,00	4,32	0,49	86,40	9,80	18,00	480,00	16,90	0,0724
S - 78	20,00	1,50	43,80	18,90	11,60	10,20	-	-	0,00	3,60	0,40	79,20	8,80	12,40	392,00	13,30	0,0639
S - 79	20,00	0,40	29,40	11,70	6,80	5,40	-	-	0,00	2,16	0,24	57,60	6,40	8,80	276,00	11,40	0,0653
S - 80	20,00	-	-	-	-	-	-	-	0,00	2,52	0,28	48,80	5,20	4,00	180,00	8,40	0,0598
S - 80+10	18,00	-	-	-	-	-	-	-	0,00	-	-	20,16	2,24	-	54,40	-	0,05872
<b>Total</b>		1414,90	17508,80	8553,45	5635,30	5541,50		1288,40	18828,00			49388,58	15198,74		409628,80		9,01

Arq BARR\_CALYB1

Volume de escavação (Cut-off) 64 586,88  
 Total de areia compactada 22 367,58  
 Total de brita A compactada 5 635,30  
 Total de brita B compactada 8 553,45  
 Total de enrocamento 17 588,98  
 Total de solo compactado 489 626,28

000100