



Folha de Dados

IDGED:

0001/02/02

LOTE:

0018

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICO – SRH; SIRAC; PROURB

TÍTULO:

PROJETO UBALDINHO

SUBTÍTULO:

TOMO 2 PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM VOLUME 2 ESTUDOS BÁSICOS

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

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

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

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

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



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

PROJETO UBALDINHO

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

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



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

CIRO FERREIRA GOMES

GOVERNADOR

SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE

MARFISA MARIA DE AGUIAR FERREIRA

SECRETÁRIA

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

JOSÉ MOREIRA DE ANDRADE

SECRETÁRIO

BANCO DO ESTADO DO CEARÁ

PEDRO BRITO DO NASCIMENTO

PRESIDENTE



PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DO CEARÁ

PRO-URB/CE

MARCONI MARTINS MORONI DA SILVEIRA

GERENTE GERAL

000003

S U M Á R I O

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

1 - INTRODUÇÃO

0232 - 10/93

000005

1 - INTRODUÇÃO

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

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

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

Os estudos abrangeram as seguintes áreas:

- Topografia
- Geologia
- Geotecnia
- Hidrologia

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

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

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

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

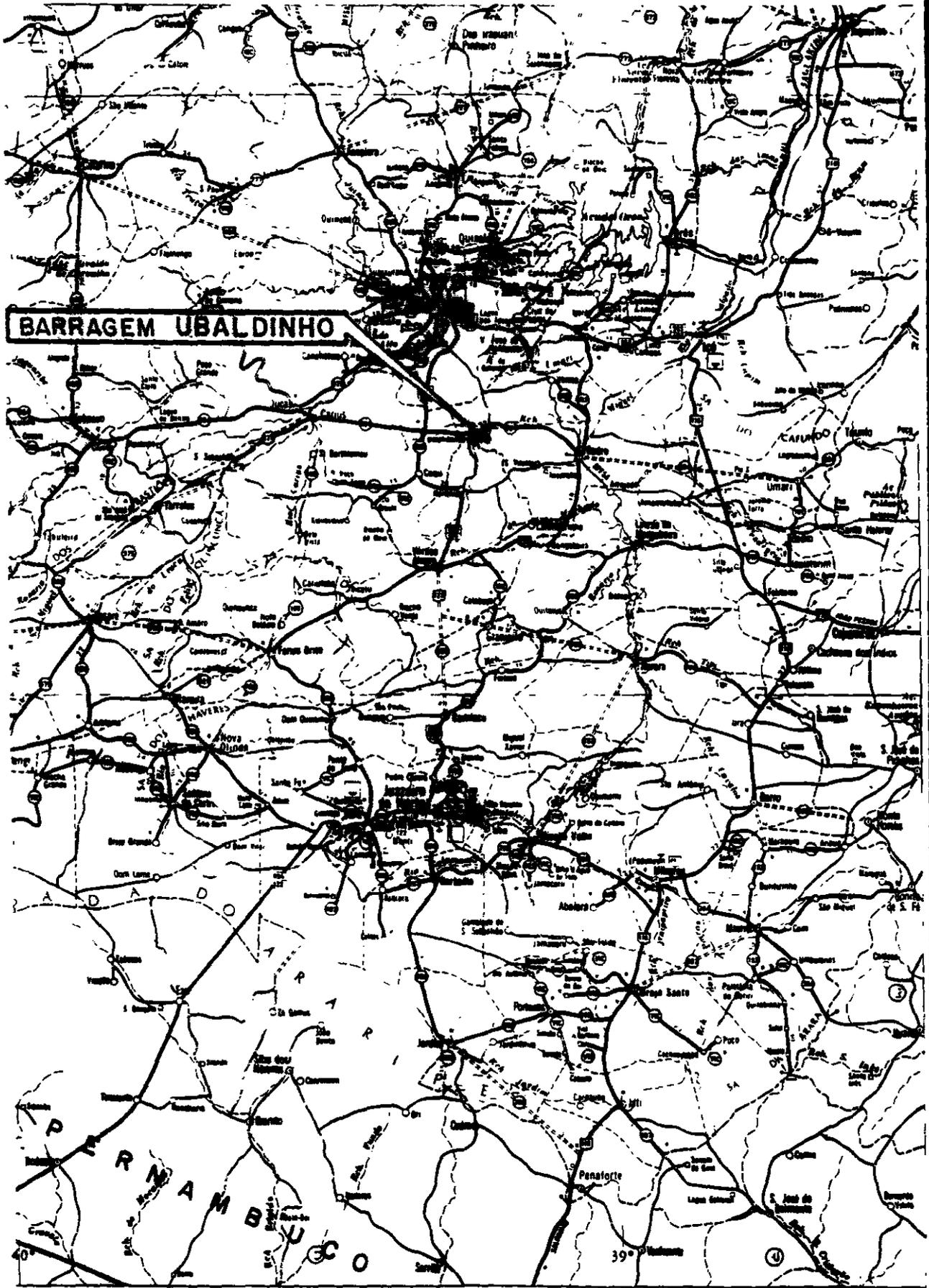


FIGURA - 2.1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000009

3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

0232 - 10/93

000010

3 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

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

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

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

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

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

4 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

0232 - 10/93

0000i2

4 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

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

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

4.1 - GEOLOGIA REGIONAL

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

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

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

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

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

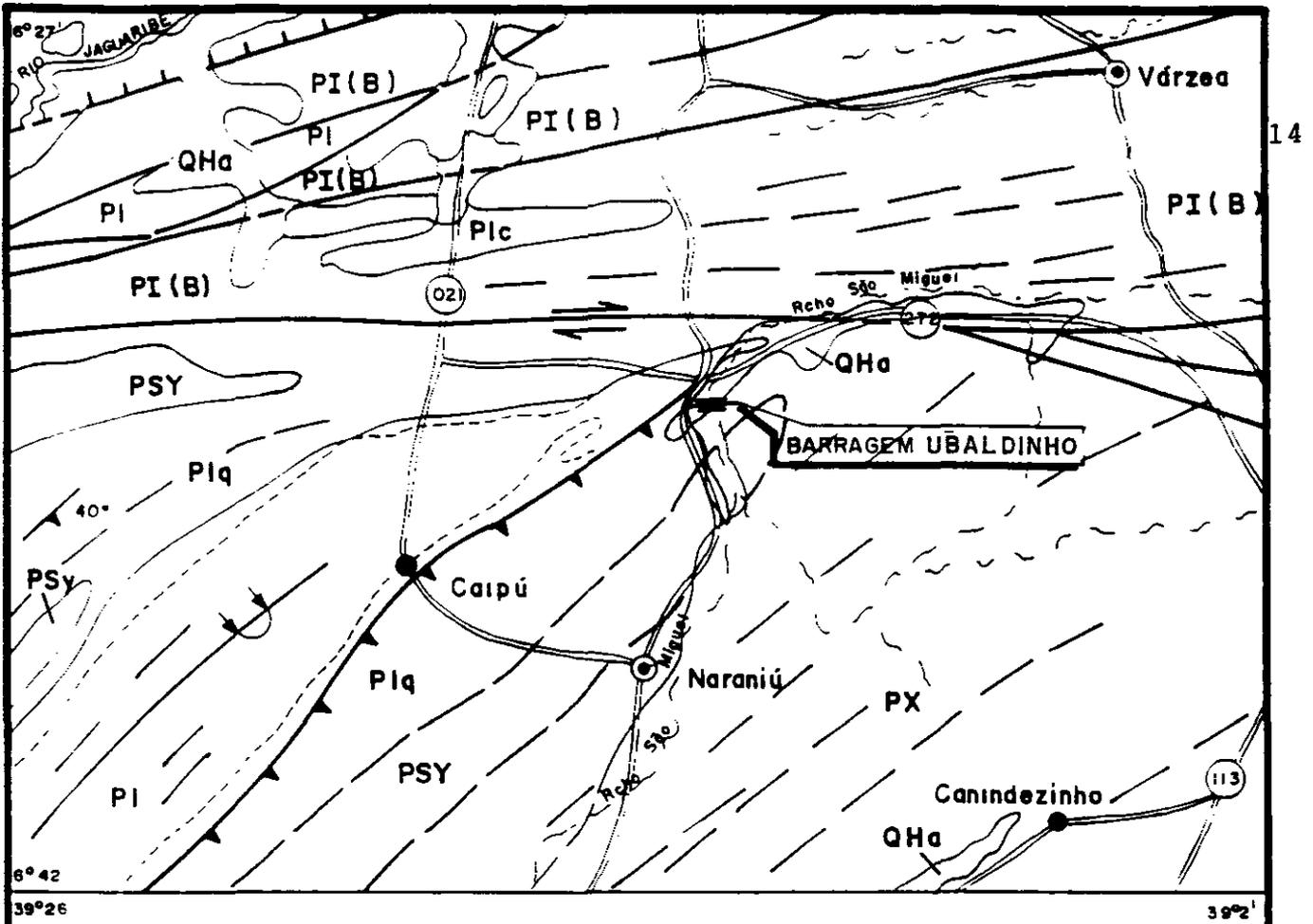
O mapa geológico regional, Figura 4.1, mostra com maior clareza a distribuição dos principais litotipos e estruturas geológicas existentes na região.

4.2 - GEOLOGIA LOCAL

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

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

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



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

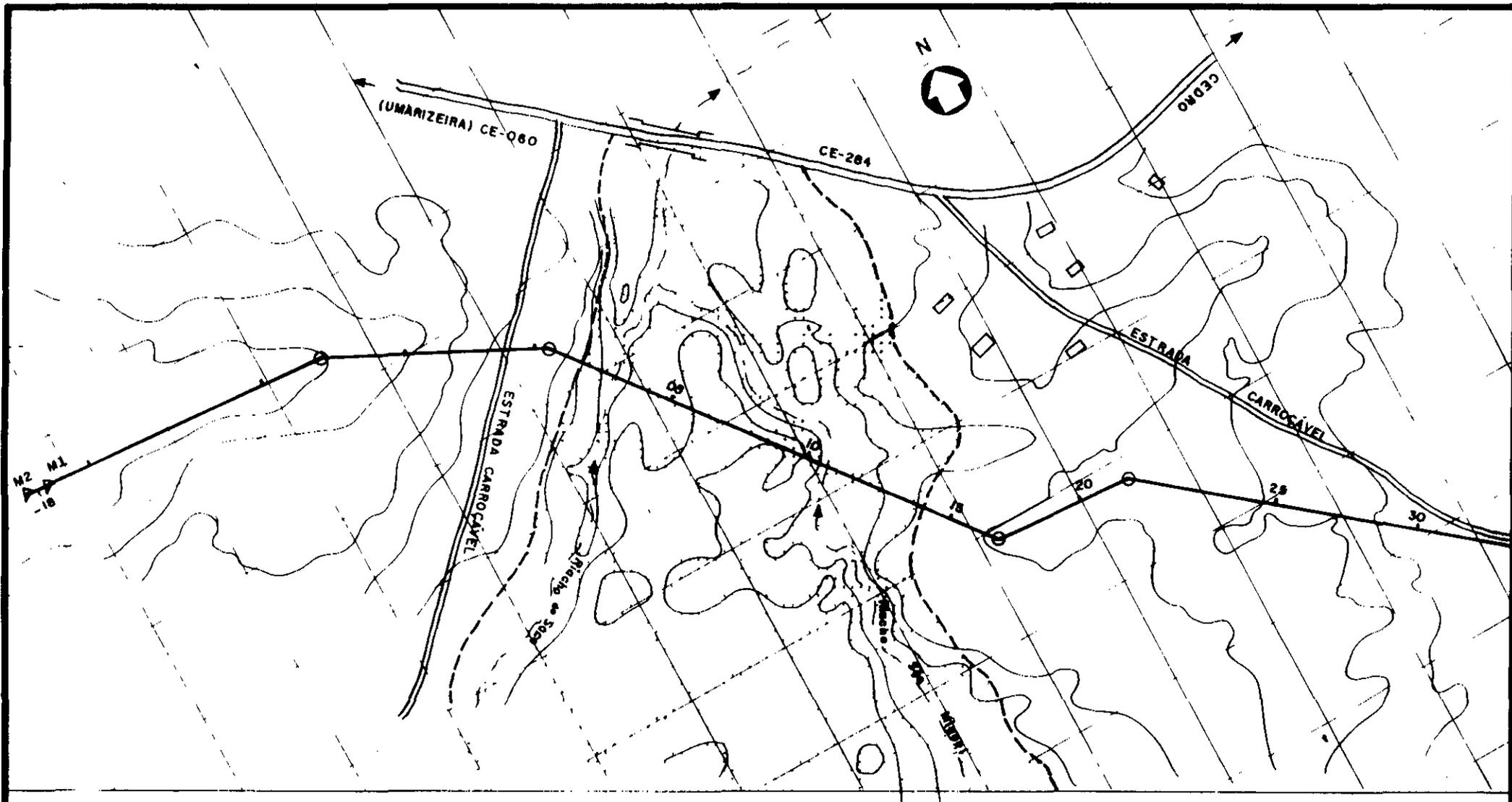
FONTE MAPA GEOLÓGICO DO CEARÁ
CPRM-1982 - ESC 1 500 000

LEGENDA

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

FIGURA - 41
MAPA GEOLÓGICO REGIONAL
ESCALA - 1 250 000

000015



SOLO ALUVIONAR (AREIAS , SILTES E ARGILAS)



ALTERAÇÃO DE ROCHA / ROCHA ALTERADA (GNAISSE GRANÍTICO)

FIGURA - 42

MAPA GEOLÓGICO LOCAL

ESCALA APROXIMADA 1 4 000

000016

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

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

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

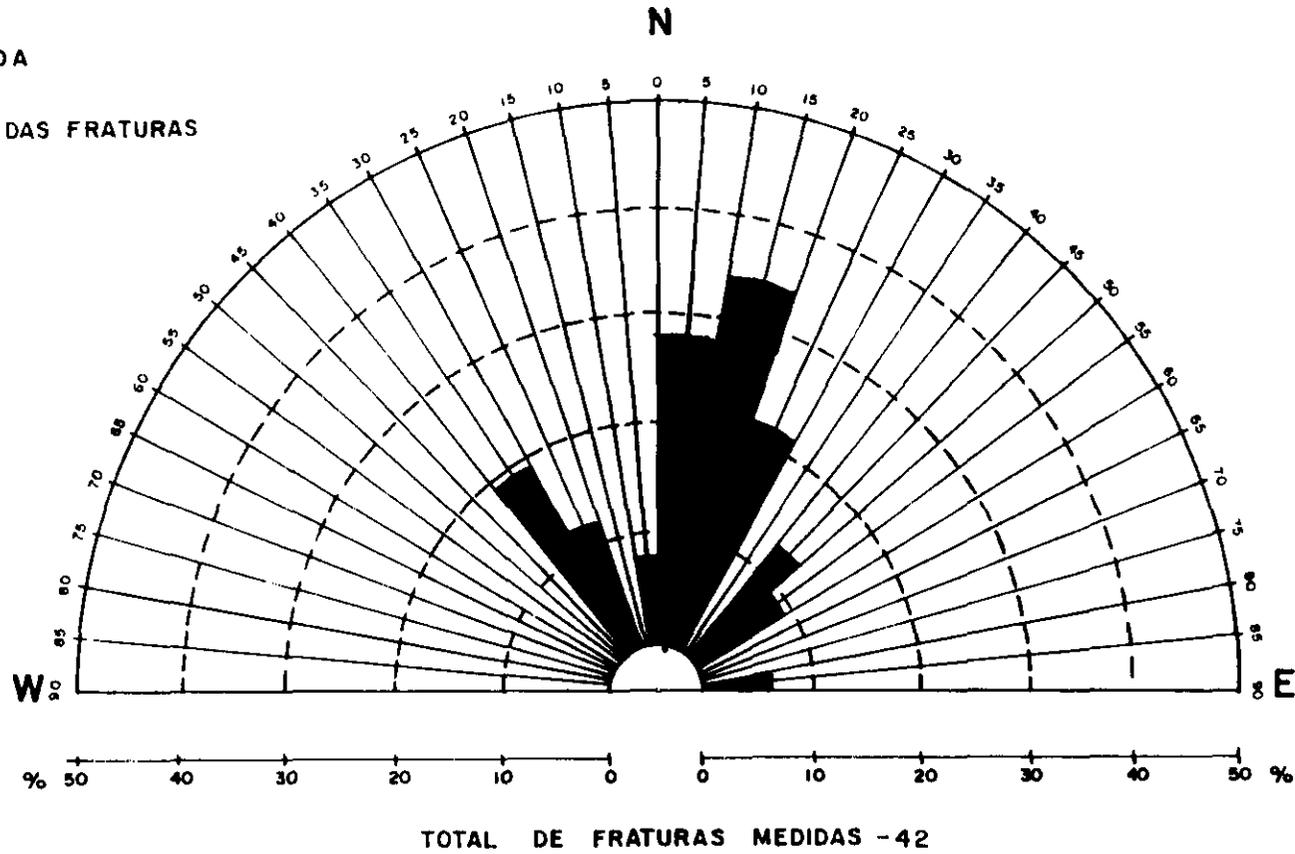
O objetivo destas medidas de fraturas é analisar o comportamento estrutural das rochas e que, correlacionados com as estruturas regionais, apresentam praticamente as mesmas direções, que são predominantemente NE-SW.



FIGURA - 43
 BARRAGEM UBALDINHO
 DIAGRAMA DE SETOR

LEGENDA

■ DISTRIBUIÇÃO DAS FRATURAS



000018

5 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

5 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

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

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

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

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

5.1 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS DE SUBSUPERFÍCIE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.1.1 - Perfis individuais de sondagens

5.1.1 - Perfis individuais de sondagens

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

PERCUSSÃO				ND ROTATIVA		ENSAIO		INIBITU		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO												
M.MOLE	M.MEIA	M.RIJA	M.RIJA DURA	REGIM NORMAL	t/m	TIPO	PRESSÃO	ABSORÇÃO																
10	20	30	40	50	20	40	60	80	100	8	10	kg/cm ²	10 ⁻⁴											
								LF C O N S T A N T E		$3,06 \times 10^{-4}$ $8,19 \times 10^{-6}$ $8,19 \times 10^{-6}$		1		AREIA ARGILO SILTOSA FINA A MÉDIA COM PEDRINHOS TOTAIS POUCOS MENOR QUE 2MM										
												5			2.60									
												10			NA	AREIA ARGIL. FINA MÉDIA A GROSSA COM MUITO POUCA MENT. CEMENT. IN CISSA.								
												11			5.80									
												ALI. P. ARG. L. GROSSA E MUITO POUCA (SEM REC. INIBIT.)												
												5.40												
TIPO DE SOLO																								

ESPECIFICAÇÕES				ADOTADAS			
PERCUSSÃO 2 1/2" ROTATIVA DIAM BX ENSAIO BARRILETE							
OBSERVAÇÕES - TIPO REVETIL 2 1/2" - NO INTERVALO DE 5.80 A 5.40 I. HOUVE RECUI. P. 2" - LF ESTA EM C/1-25							
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM							
OBRA: BARRAGEM URB. URB. URB.							

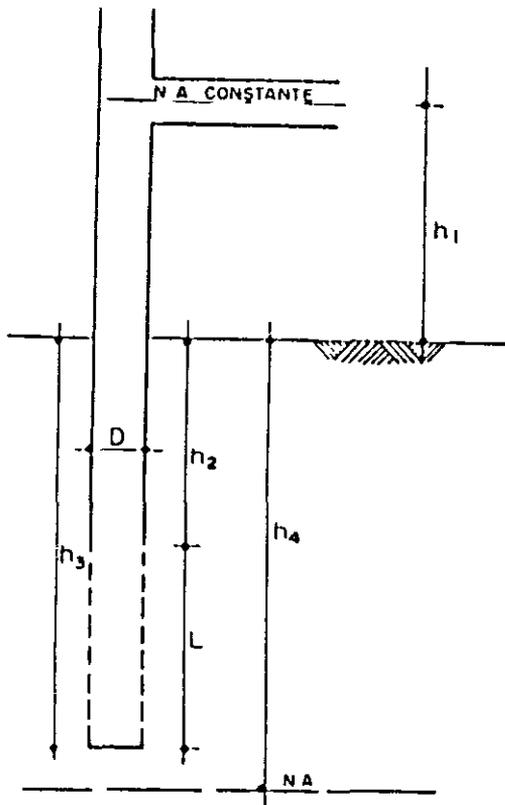
FOFA	P. COMP	MEDIANA	COMPACTA	COMPACTA	INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAC	RQD - %	FRATURA	LG=LUGEN	LF=LEFRANC.	ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min./m./cm
------	---------	---------	----------	----------	----------------------------------	---------	---------	----------	-------------	----------------------------------

LOCAL: OYBELINA LADVERDA			
FURO Nº: SM-01		DATA:	
ESTACA: + 24 m	COTA: 2825	NA: 205	INICIAL: 13/11/94
			FINAL: 13/12/94



000025

PERCUSSÃO					IND. ROTATIVA		ENSAIO		INSITU		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO																
CONSISTÊNCIA					GRUP. NORMAL %		TIPO	PRESSÃO kg/cm²	ABSORÇÃO ESPECÍFICA $K (cm/s) 10^{-4}$	N																			
M MOLE	MOLE	MEDIA	RÍJIDA	M RÍJIDA	DURA	20					40	60	80	100	5	10													
									LF C O M P A C T A M E		3.61×10^{-4} 8.74×10^{-5} 2.64×10^{-6} 0 0 0 0 0 0 0 0 0		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12		26 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO, POISA A MOLICIA MTE. COMPT. MIPROM NA 273 5,05 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO 3,80 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO COMPT. COMPACTO CILINDR. 5,10 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO FINE, MOLICIA COMPACTA VA-RILCADA 5,90 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO FINE, MOLICIA COMPACTA VA-RILCADA 7,10 AREIA, MÉDIA A FINE, MOLICIA COMPACTA VA-RILCADA 9,78 10,18 AREIA ARGILA SILTOSA FINE A MÉDIA COM PLEBEGUHO FINE, MOLICIA COMPACTA VA-RILCADA 11,18 ALIPLACAO DO GRANITO E GRANITO ALTERACAO (SEM RECUPERACAO) FINAL DA SONDAEM														
																	FOFA P COMP MEDIANAM COMPACTA COMPACTA					INDICE DE RESISTENCIA A PENETRACAO RQD - %		LG=LUGEDON LF=LEFRANC		ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min Am/atm		ESPECIFICAÇÕES ADOTADAS	
																	LOCAL ON RELEVA RESOLUCA					COMPACTIDADE		FRATURA		PERCUSSÃO 2 1/2"		ROTATIVA DIAM BX BARRILETE DUPLA MOVEL	
																	FURO NO SM-02					DATA		ENSAIO LE FRANC		OBSERVAÇÕES		- FUBO REVICI O ATE 10,18"	
																	ESTACA 06					COTA 283,0 NA 2,73		INICIAL 20/11/94 FINAL 22/11/94		- NO INTERVALO DE 10,18 A 11,18 NÃO HOUVE REPERACAO		- LE ESTA EM CM/5"	
																						LOCAL		DATA		OBSERVAÇÕES		PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAEM	
																	OBRA:					LOCAL		DATA		OBSERVAÇÕES		BARRAGEM UBALDINO	



D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

h₁ = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h₂ = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h₃ = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

$$K = \frac{Q}{2\pi L t h_e} \ln \left(\frac{r_0}{r} \right)$$

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

h₄ = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

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



GIIG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

BARRAGEM UBALDINO

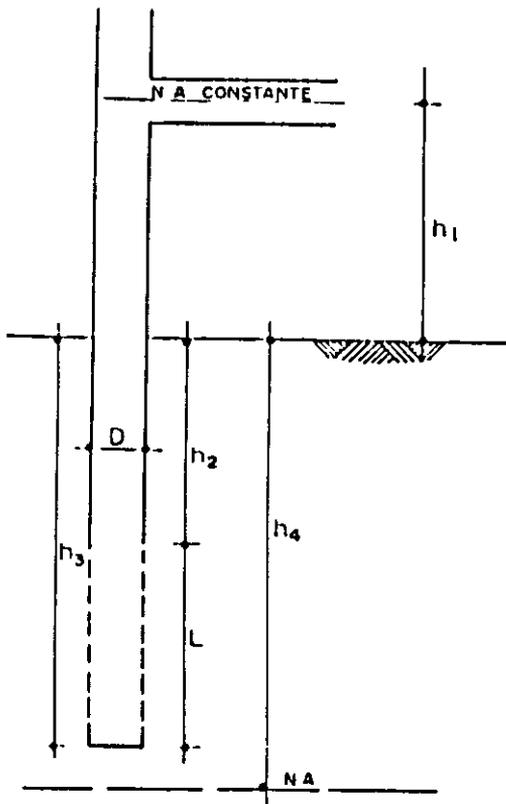
SM - 02

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

000028

PERCUSSÃO					IND. ROTATIVA		ENSAIO		INSITU		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO	
CONSISTÊNCIA					RESIST. NORMAL %		TIPO	PRESSÃO kg/cm²	ABSORÇÃO ESPECÍFICA N (cm/s) 10 ⁻⁴	N				
M MOLE	M MIA	M MÉDIA	M RÍJIDA	M DURA	R Q D - %						1/m			
10	20	30	40	50	20	40	60	80	100	5		10		
							LF	C A F E C O N S T A N T E	447 x 10 ⁻⁴	2,69 x 10 ⁻⁵	1,24 x 10 ⁻⁷	1	0,75	AREIA GROSSA C/ PEDREGULHO, CINZA
												2	0,86	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												3	2,95	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												4	3,70	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												5	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												6	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												7	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												8	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												9	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												10	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												11	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												12	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												13	0	AREIA SILTOSA FINEZA COM PLETO DE POUCA COMPACTO, CINZA
												14	0	ALTERAÇÃO DE GRANITO E GRANITO ALTERADO.
												15		FINAL DA SONDAAGEM
ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS PERCUSSÃO 2 1/2" ROTATIVA DIAM 2X BARRILETE LUGION 45111 ENSAIO LEFRANC														
OBSERVAÇÕES - TURO REVISTO ATÉ 13,37m - NO INTERVALO DL 13,37 / 14,37m NÃO HOUVE RECIPERACÃO - LF ESTA COM...														
PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM OBRA BARRAGEM UBALDINHO														

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

h₁ = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h₂ = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h₃ = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

h₄ = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

SONDAGEM	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	L (cm)	Q (cm ³)	t (seg)	h _c (cm)	K (cm/seg)
SM-03	12	0	100	100	8530,0	1680	62	4,47x10 ⁻⁴
	12	100	200	100	1340,0	1680	162	2,69x10 ⁻⁵
	12	200	300	100	10,0	1680	262	1,24x10 ⁻⁷
	10	300	400	100	0,0	1680	360	0,0
	12	400	500	100	0,0	1680	462	0,0
	12	500	600	100	0,0	1680	552	0,0
	10	600	700	100	0,0	1680	660	0,0
	11	700	800	100	0,0	1680	761	0,0
	9	800	900	100	0,0	1680	859	0,0
	10	900	1000	100	0,0	1680	960	0,0
	10	1000	1100	100	0,0	1680	1060	0,0
	12	1100	1200	100	0,0	1680	1152	0,0
	10	1200	1300	100	0,0	1680	1260	0,0



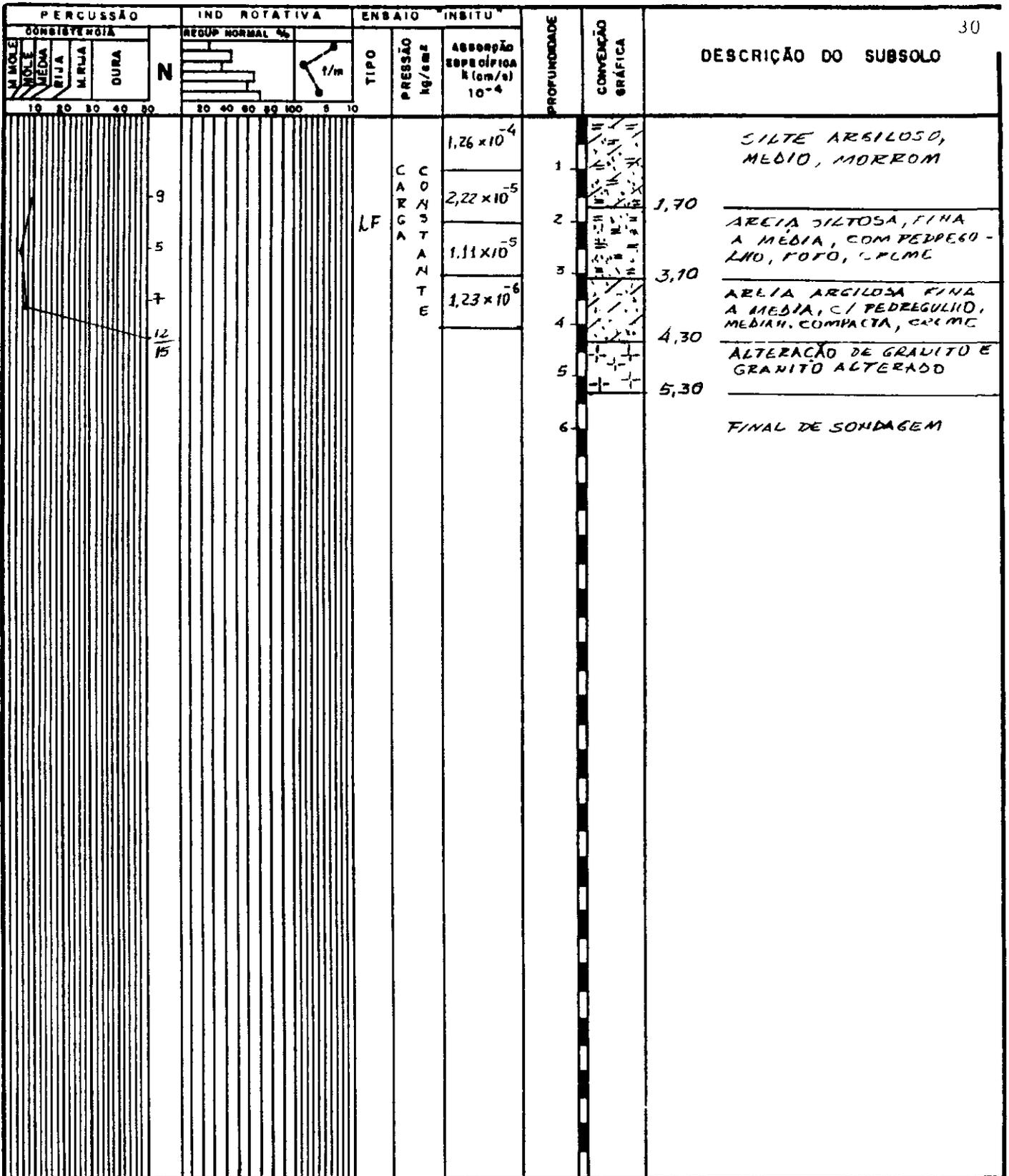
GHG - GEOLOGIA DE ENGENHARIA LTDA.

BARRAGEM UBALDINO

SM - 03

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

000030



10 20 30 40 50					20 40 60 80		0 10 20	<p>LG=LUGEON</p> <p>LF=LEFRANC</p>	<p>ABSORÇÃO ESPECÍFICA</p> <p>L/min/m²/cm</p>	ESPECIFICAÇÕES A DOTADAS	
FOFA	P COMP	MEDIANA COMPACTA	COMPACTA	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A BENTRAC	R Q D - %		FRATURA			<p>PERCUSSÃO 2 1/2"</p> <p>ROTATIVA DIAM. BX BARRILETE DUPLO MÓVEL</p> <p>ENSAIO LE FRANC</p>	

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

	PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM	
	OBRA: BARRAGEM UBALDINHO.	

PERCUSSÃO				IND ROTATIVA		ENSAIO		INSITU		PROFUNDIDADE	CONVENÇÃO GRÁFICA	DESCRIÇÃO DO SUBSOLO
CONSISTÊNCIA				REGUL NORMAL %		TIPO	PRESSÃO kg/cm²	ABSORÇÃO ESPECÍFICA N (cm/s) 10 ⁻⁴				
M MOLE	MÉDIA	RÍGIDA	DURA	N								
10	20	30	40	50	20	40	60	80	100	5	10	
						LF	20000	1,63 x 10 ⁻⁴	1		1,60	ARGILA SILTOSA FINA A MÉDIA, POUCA COMPACTA MARROM ARGILA ARGILOSA FINA A MÉDIA, CI PEREQUILIBO C/6ME ALTERAÇÃO DE GRANITO E GRANITO ALTERADO FINAL DA SONDAAGEM
									2		1,95	
									3		3,00	

				LG=LUGEON LF=LEFRANC		ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/mh./m/alm		ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS PERCUSSÃO 2 1/2" ROTATIVA DIAM BX BARRILETE DUTLO MÓVEL ENSAIO LE FRANC			
--	--	--	--	-------------------------	--	------------------------------------	--	---	--	--	--

LOCAL OMBREIRA DIREITA					OBSERVAÇÕES - FURO REVESTIDO ATÉ 1,95 m - NO INTERVALO DE 1,95 a 3,0 m NÃO HOVE RECUPERAÇÃO - LF ESTA EM CM/50y				
FURO Nº SM-05			DATA						
ESTACA 12	COTA 293,20	NA 3660	INICIAL 24/11/94	FINAL 26/11/94					

					PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAAGEM				
					OBRA BARRAGEM UBALDINHO				

000036

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº 1

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

OBSERVAÇÕES

SONDAGEM Nº SM-06

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

OBSERVAÇÕES

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

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

ESPECIFICAÇÕES ADOPTADAS				
FOFA	P. COMP.	MEDIANAM. COMPACTA	COMPACTA	INDICE DE RESISTENCIA A PENETRAC. A
[Hatching patterns]				FRATURA
COMPACTIDADE		R 9 D - 5/2		FRATURA
LG=LUGEON		ABSORÇÃO ESPECÍFICA L/min.Am/Atm		
LF=LEFRANC				

LOCAL SANGRADOURO				OBSERVAÇÕES			
FURO Nº SM-08				- NÃO ATINGIU O N.A.			
ESTACA 25+10		COTA 303,50		N.A. 5200		DATA	
				INICIAL: 28/11/194		FINAL: 29/11/194	

ghg ltda

PERFIL INDIVIDUAL DE SONDAGEM

OBRA: BARRAGEM UBALDINHO

000037

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº SM - 08

SONDAGEM Nº

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

OBSERVAÇÕES

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

OBSERVAÇÕES

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

000038

5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO

5.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO

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

5.2.1 - Materiais Terrosos (Área de Empréstimo)

5.2.1 - Materiais Terrosos (Área de Empréstimo)

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

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

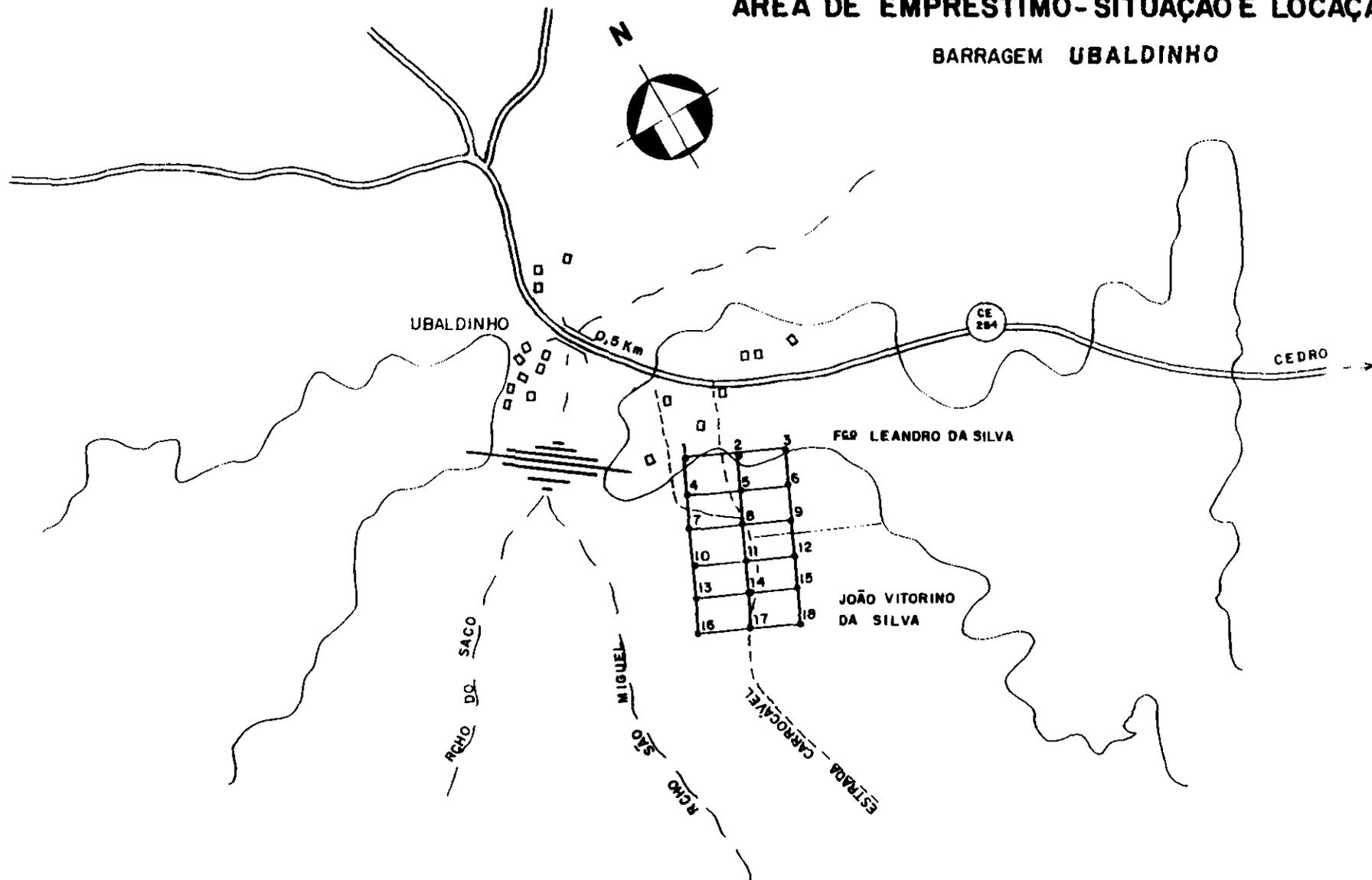
As características geotécnicas do material amostrado foram determinadas em laboratório através de ensaios de granulometria, índices físicos, parâmetros de compactação e ensaios de permeabilidade com carga variável.



FIGURA 51

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - SITUAÇÃO E LOCAÇÃO

BARRAGEM UBALDINHO



000043

QUADRO RESUMO - 5.2

ÁREA DE EMPRÉSTIMO

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

000044

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

000045



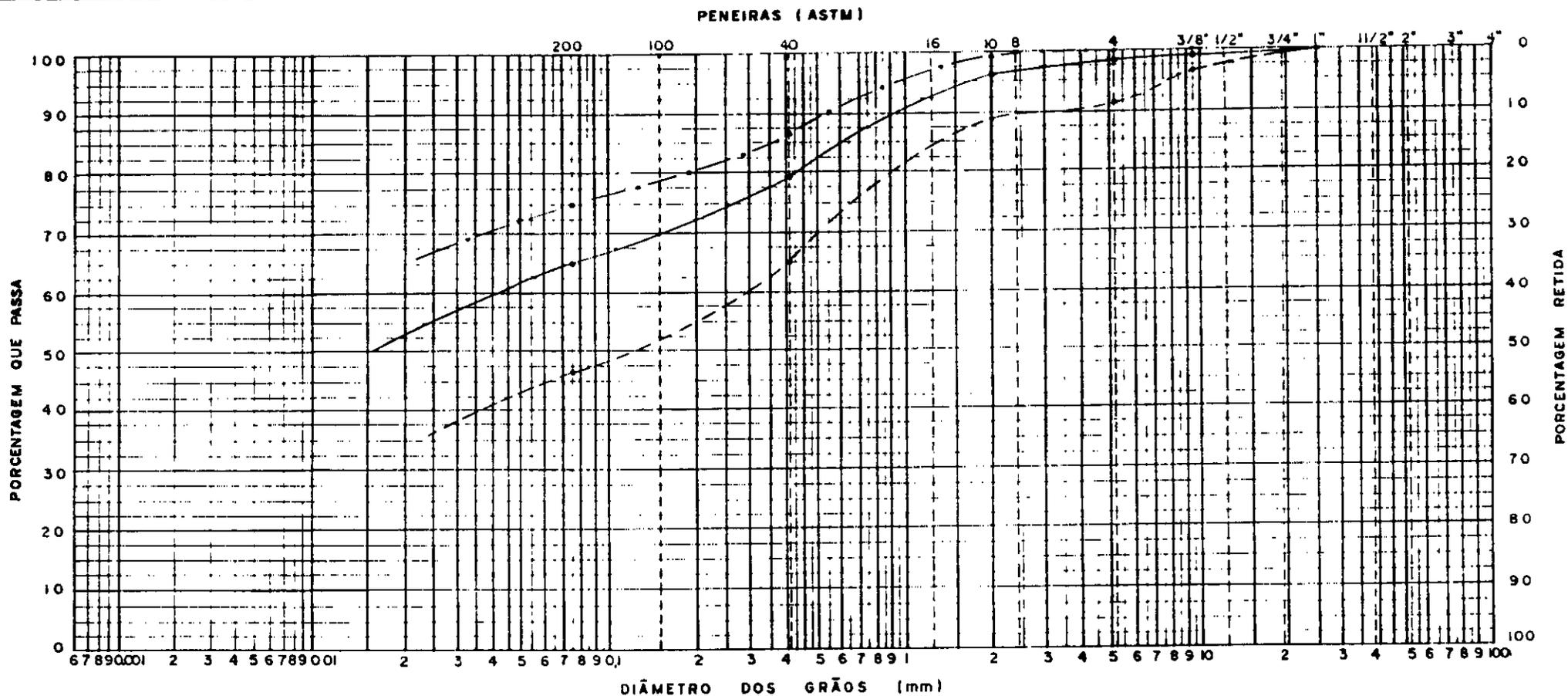
BARRAGEM UBALDINHO

ÁREA DE EMPRÉSTIMO

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

DES Nº



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

LEGENDA

- · — · — CURVA MÁXIMA
- CURVA MÉDIA
- CURVA MÍNIMA

000046

BARRAGEM UBALDINHO

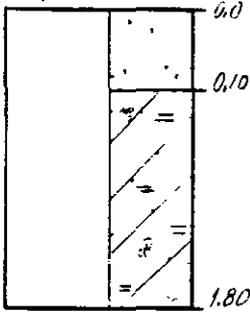
AREA DE EMPRESTIMIO

CURVA GRANULOMÉTRICA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

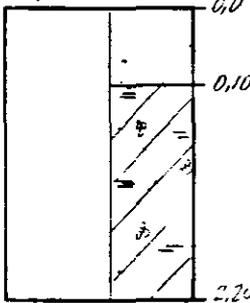
POÇO Nº 01



DESCRIÇÃO

0,0	EXPURGO
0,10	ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA
1,80	

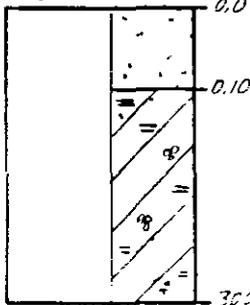
POÇO Nº 02



DESCRIÇÃO

0,0	EXPURGO
0,10	ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA
2,20	

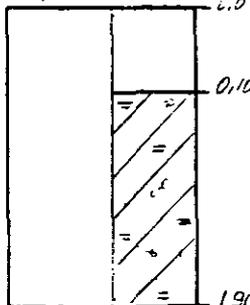
POÇO Nº 03



DESCRIÇÃO

0,0	EXPURGO
0,10	ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA
3,50	

POÇO Nº 04



DESCRIÇÃO

0,0	EXPURGO
0,10	ARGILA ARENOSA SILTOSA c/ PEDREGULHO VERMELHA
1,90	



BARRAGEM UBALDINHO

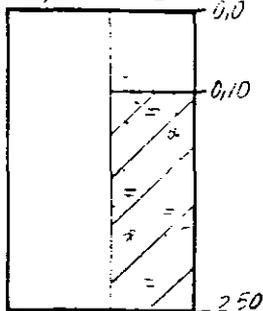
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000048

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

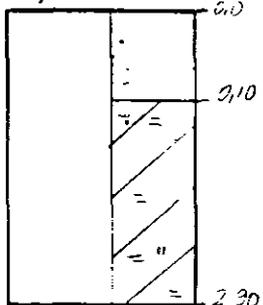
POÇO Nº 05



DESCRIÇÃO

EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA

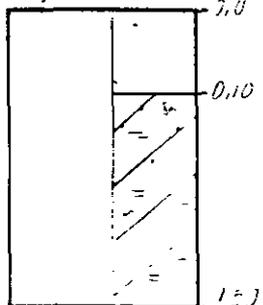
POÇO Nº 06



DESCRIÇÃO

EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA

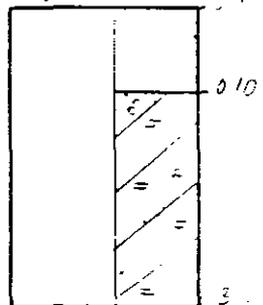
POÇO Nº 07



DESCRIÇÃO

EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA

POÇO Nº 08



DESCRIÇÃO

EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA C/ PEDREGULHO VERMELHA



BARRAGEM

UBALDINHO

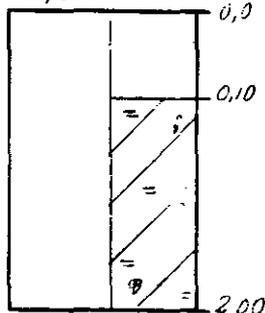
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000049

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

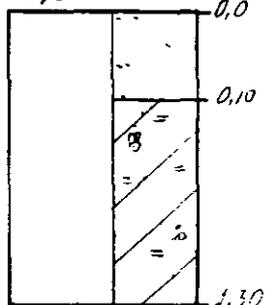
POÇO Nº 09



DESCRIÇÃO

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

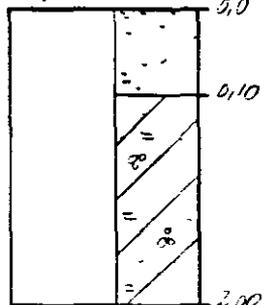
POÇO Nº 10



DESCRIÇÃO

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

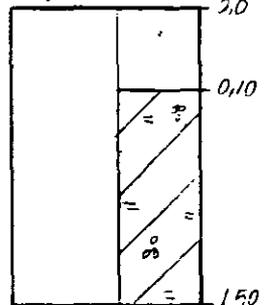
POÇO Nº 11



DESCRIÇÃO

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

POÇO Nº 12



DESCRIÇÃO

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



BARRAGEM UBALDINHO

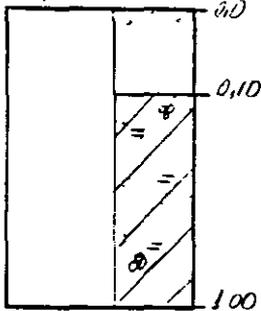
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000050

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

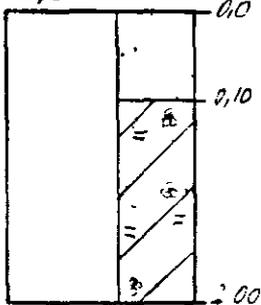
POÇO Nº 13



DESCRIÇÃO

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

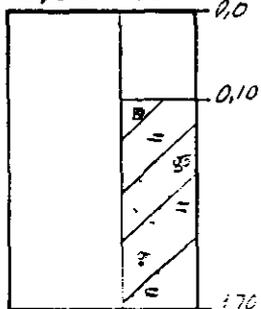
POÇO Nº 14



DESCRIÇÃO

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

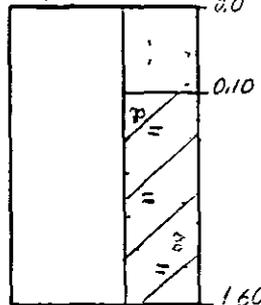
POÇO Nº 15



DESCRIÇÃO

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

POÇO Nº 16



DESCRIÇÃO

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



BARRAGEM UBALDINHO

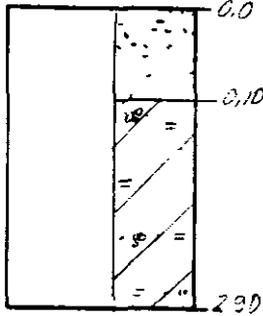
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

000051

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 1

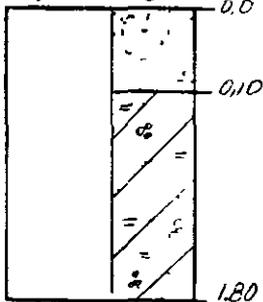
POÇO Nº 17



DESCRIÇÃO

EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA e/ PEDREGULHO VERMELHA

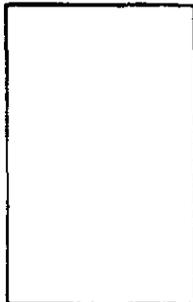
POÇO Nº 18



DESCRIÇÃO

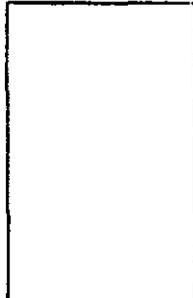
EXPURGO
ARGILA ARENO SILTOSA e/ PEDREGULHO VERMELHA

POÇO Nº



DESCRIÇÃO

POÇO Nº



DESCRIÇÃO



BARRAGEM UBALDINHO

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

5.2.2 - Materiais granulares (jazida de areia)

5.2.2 - Materiais granulares (jazida de areia)

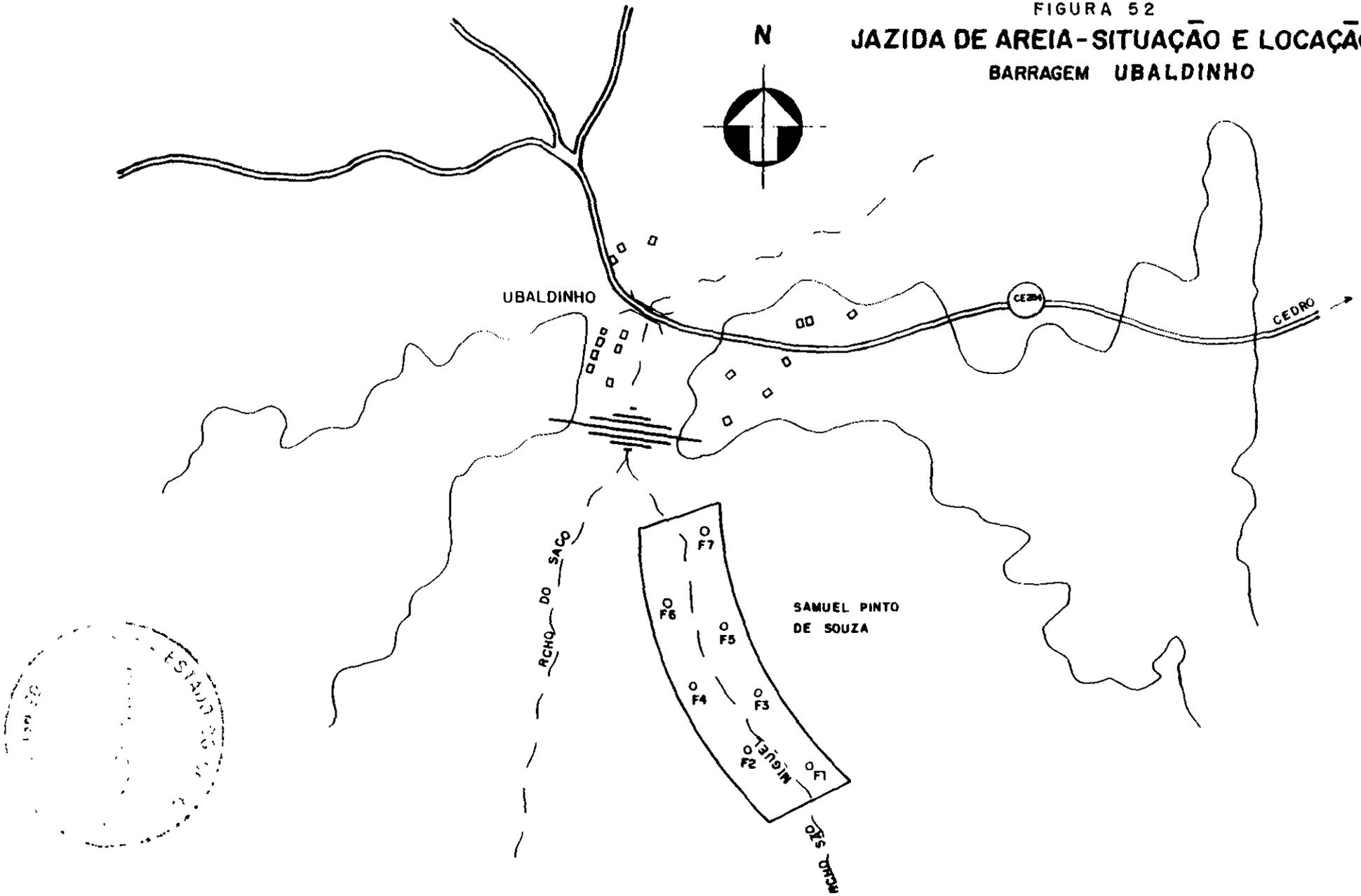
Os materiais granulares, com características adequadas a serem usadas nas obras de concreto e nos drenos, são provenientes de jazida localizada no leito do Riacho São Miguel, como é visto no croqui de localização a seguir

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

**TABELA RESUMO
JAZIDA DE AREIA**

CLASSIFICAÇÃO	VOLUME (m ³)	DISTÂNCIA MÉDIA (km)	PROPRIETÁRIO
AREIA QUARTZOZA MÉDIA A GROSSA	8.400	0,20	SAMUEL PINTO DE SOUZA

FIGURA 52
JAZIDA DE AREIA - SITUAÇÃO E LOCAÇÃO
BARRAGEM UBALDINHO



000033

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

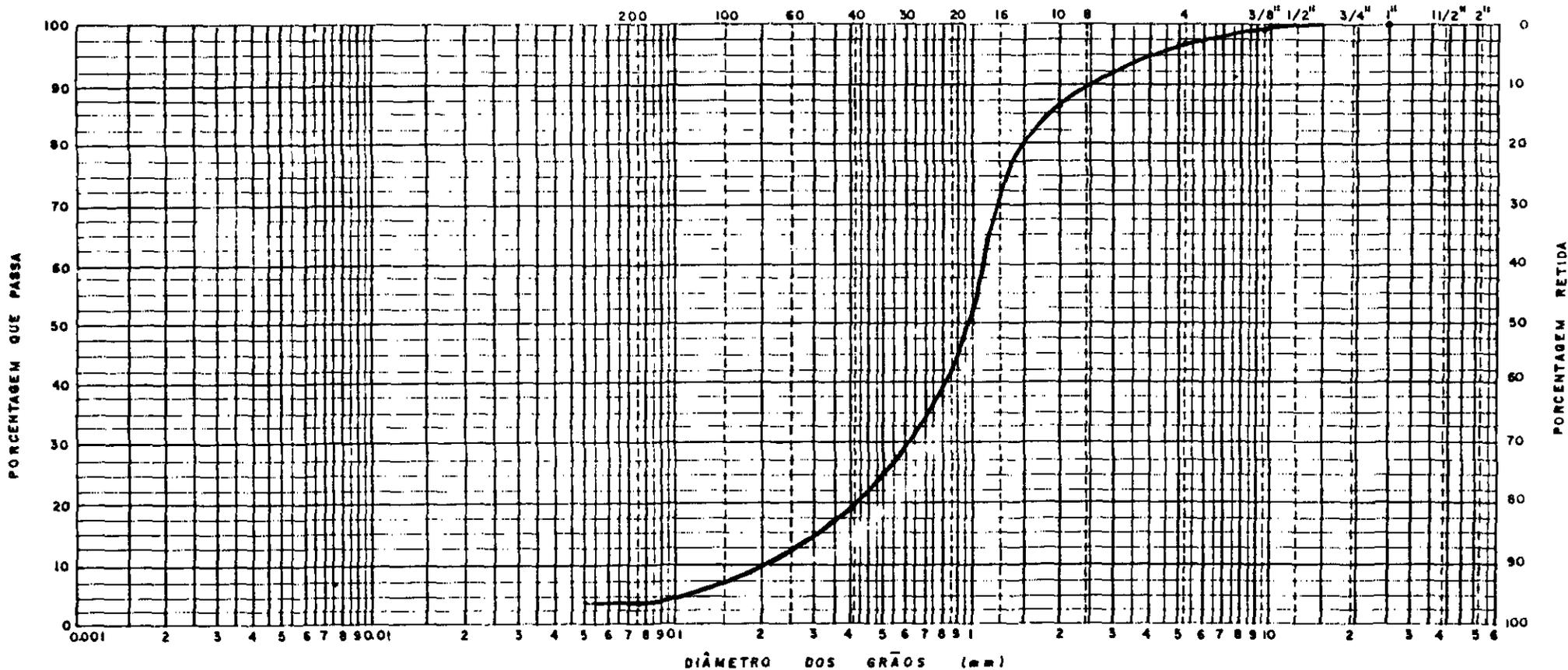
000056



BARRAGEM UBALDINHO
 JAZIDA DE AREIA
 QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

PENEIRAS (ASTM)



ABNT	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
MIT	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
USCS	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho

000057

OBS CURVA MÉDIA



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

CURVA GRANULOMÉTRICA

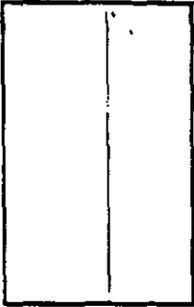
SERVÍCIOS INTEGRADOS DE APOSSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº

POÇO Nº 01

0,0

DESCRIÇÃO



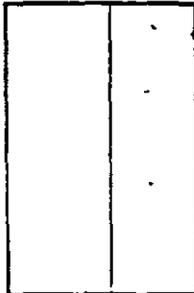
1.50

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 02

0,0

DESCRIÇÃO



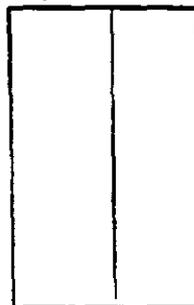
1.90

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA

POÇO Nº 03

0,0

DESCRIÇÃO



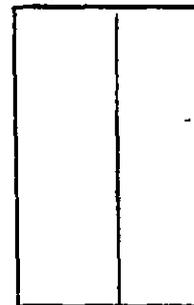
1.80

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA

POÇO Nº 04

0,0

DESCRIÇÃO



2.00

AREIA MÉDIA A GROSSA, AMARELA



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

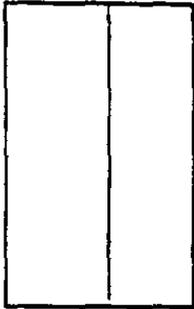
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

000038

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº

POÇO Nº 05 2,0

DESCRIÇÃO

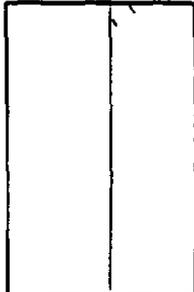


1.40

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 06 2,0

DESCRIÇÃO

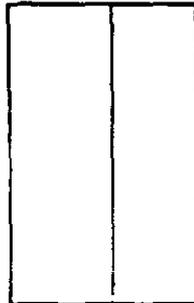


1.90

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº 07 2,0

DESCRIÇÃO

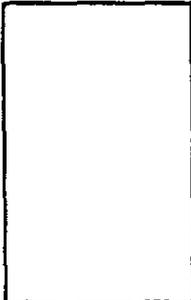


1.80

AREIA MÉDIA A GROSSA AMARELA

POÇO Nº

DESCRIÇÃO



BARRAGEM UBALDINHO

JAZIDA DE AREIA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

000059

5.2.3 - Materiais Rochosos (pedreira)

5.2.3 - Materiais Rochosos (pedreira)

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

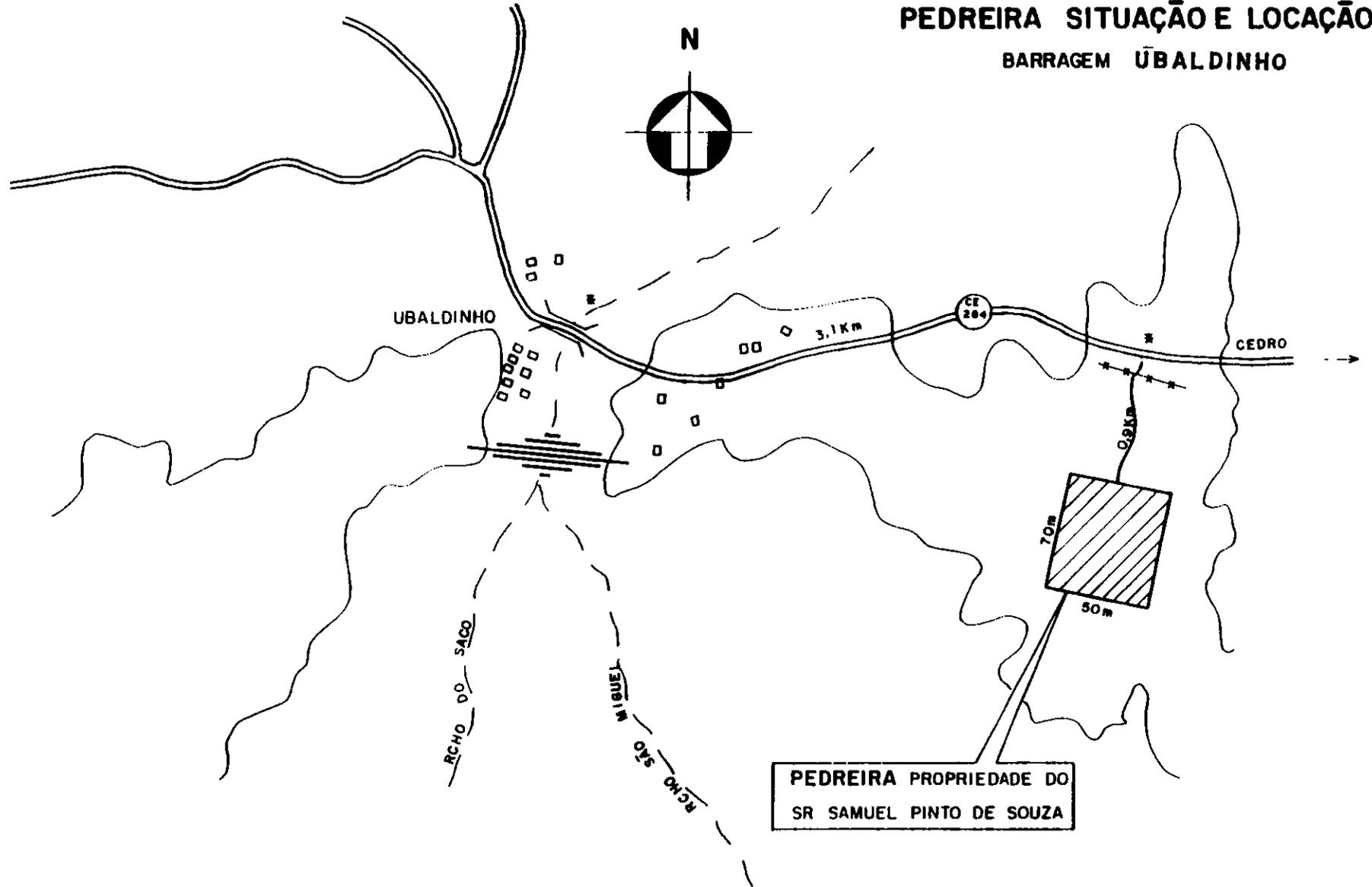
Todo o material rochoso é de composição gnáissica-granítica bastante compacto, pouco fraturado e de fácil exploração, além de oferecer volume suficiente para suprir as necessidades da obra.

**TABELA RESUMO
PEDREIRA**

CLASSIFICAÇÃO	VOLUME (m ³)	DISTÂNCIA MÉDIA (km)	PROPRIETÁRIO
GNAISSE/ GRANÍTICO	14.000	4,0	SAMUEL PINTO DE SOUZA

FIGURA 53

PEDREIRA SITUAÇÃO E LOCAÇÃO
BARRAGEM ŪBALDINHO



000062



6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

0232 - 10/93

000063

6 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

6.1 - INTRODUÇÃO

6.1.1 - Objetivos

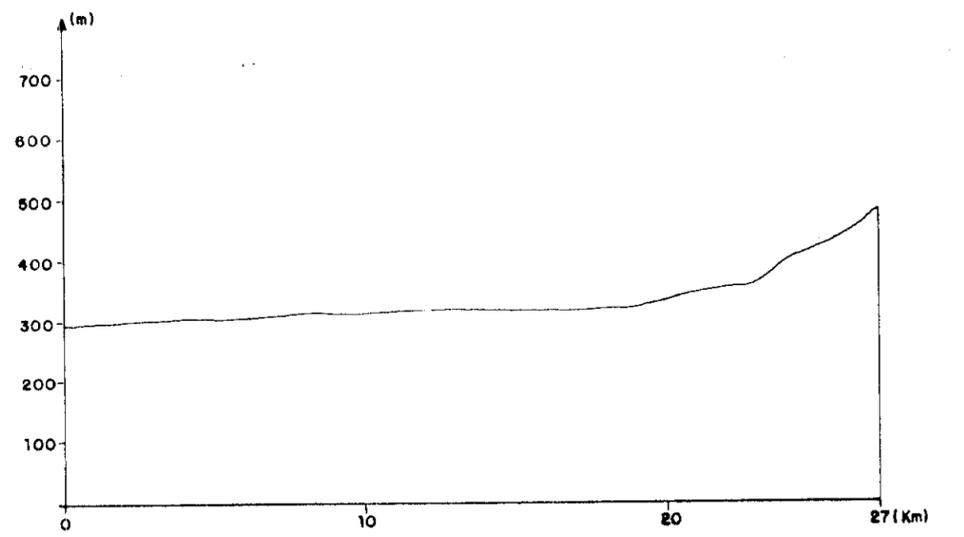
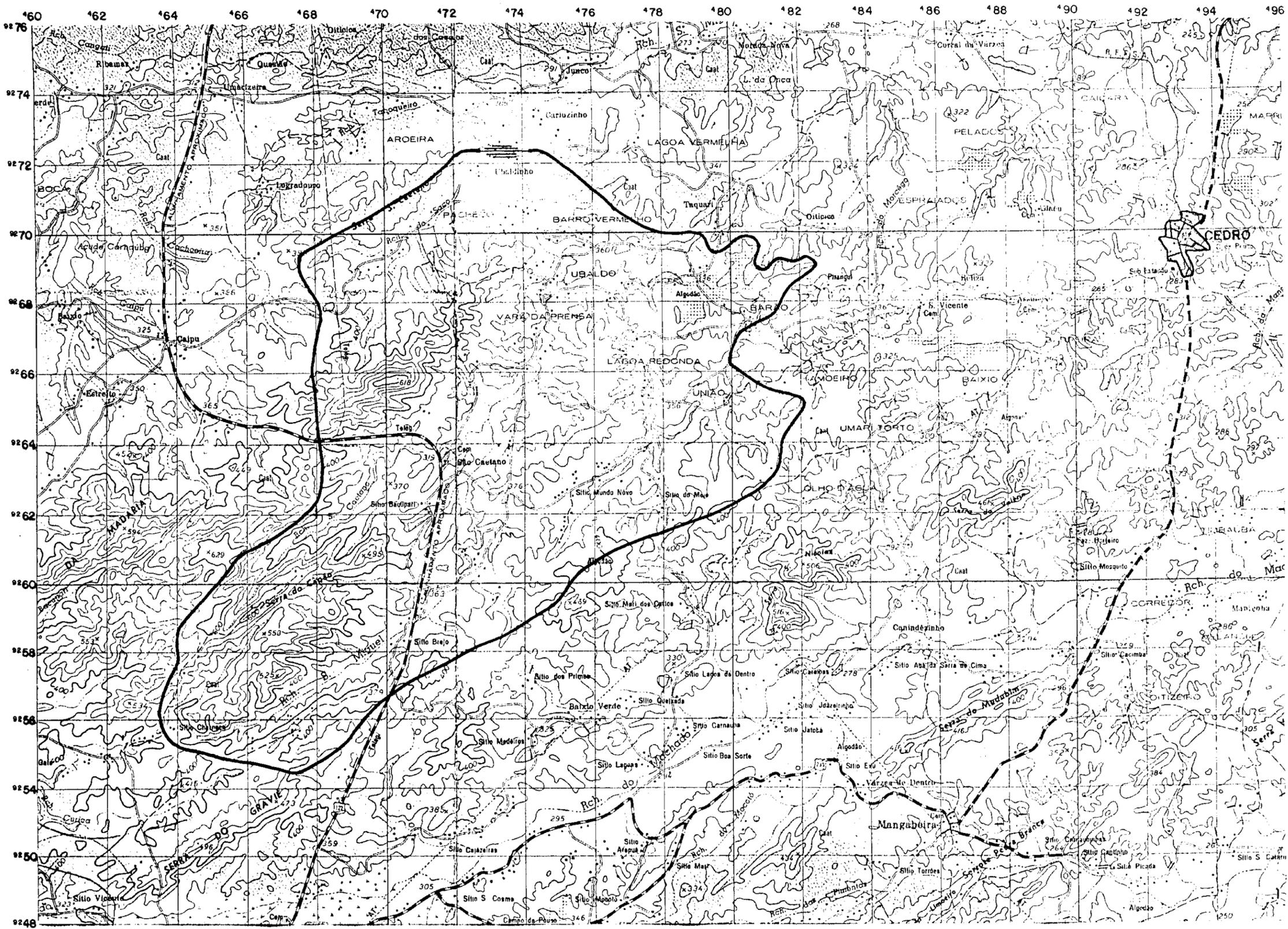
Os estudos hidroclimatológicos objetivaram fornecer informações relativas ao relevo, clima e recursos hídricos de superfície referentes a bacia hidrográfica do Açude São Miguel, com vistas ao seu dimensionamento e suas possibilidades de abastecimento humano e de áreas irrigáveis a jusante.

6.1.1.2 - Fisiografia e Vegetação

Com uma área de 176 km², a bacia hidrográfica do Açude São Miguel se encontra na microrregião dos sertões do Salgado se desenvolvendo sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina com relevos do tipo R₅ e R₆.

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

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



PERFIL DO TALVEGUE

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA

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

FIGURA 6.1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO AÇUDE UBALDINHO

6.2 - CLIMATOLOGIA

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

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

6.2.1 - Estudos pluviométricos

6.2.1.1 - Objetivos

Os estudos pluviométricos visam fundamentalmente:

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

6.2.1.2 - Caracterização Pluviométrica

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

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

QUADRO 6.1
AÇUDE SÃO MIGUEL - PLUVIOMETRIA

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

CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

FIG. 6.2

I - POSTOS REPRESENTATIVOS

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
VÁRZEA	3821978	938
CEDRO	3831287	895,3

II - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL

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

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

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

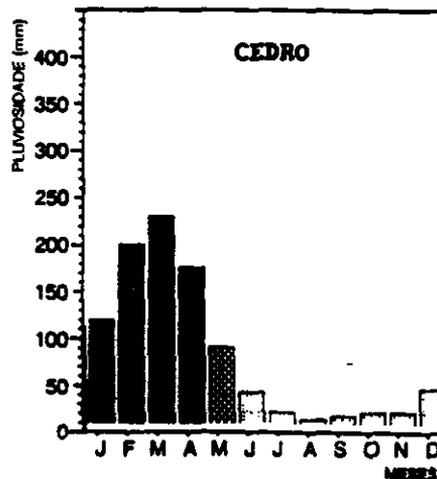
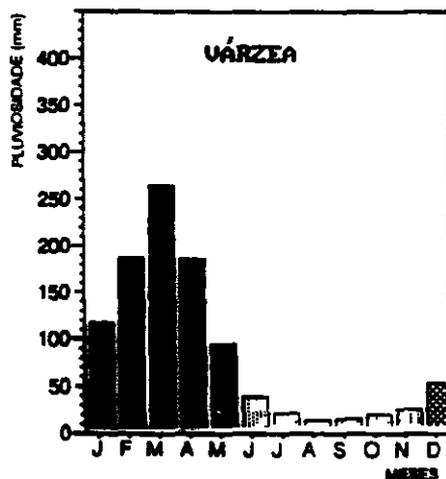
POSTO	MES	NUMERO DE DIAS										
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25	
3821978	JAN	88,5	82,0	59,0	18,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	FEV	90,2	90,2	82,0	50,8	18,0	9,8	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	MAR	90,2	90,2	88,5	75,4	50,8	31,1	13,1	6,6	3,3	0,0	0,0
	ABR	90,2	90,2	88,5	50,8	24,6	9,8	6,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	MAI	88,5	80,3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

IV - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA PARA MAIORES PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

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

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

V - HIETOGRAMAS



000068

6.2.1.3 - Chuvas Intensas

- Caracterização do regime de chuva diária

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

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

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

- Intensidade de chuva

● Metodologia

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

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

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

QUADRO 6.2

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

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

000070

QUADRO 6 3

posto pluviometrico de NARANIU

SAMPLE SIZE = 27

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

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

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

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

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

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

FREQUENCY DISTRIBUTION

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

FREQUENCY DISTRIBUTION

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

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC = 9 492

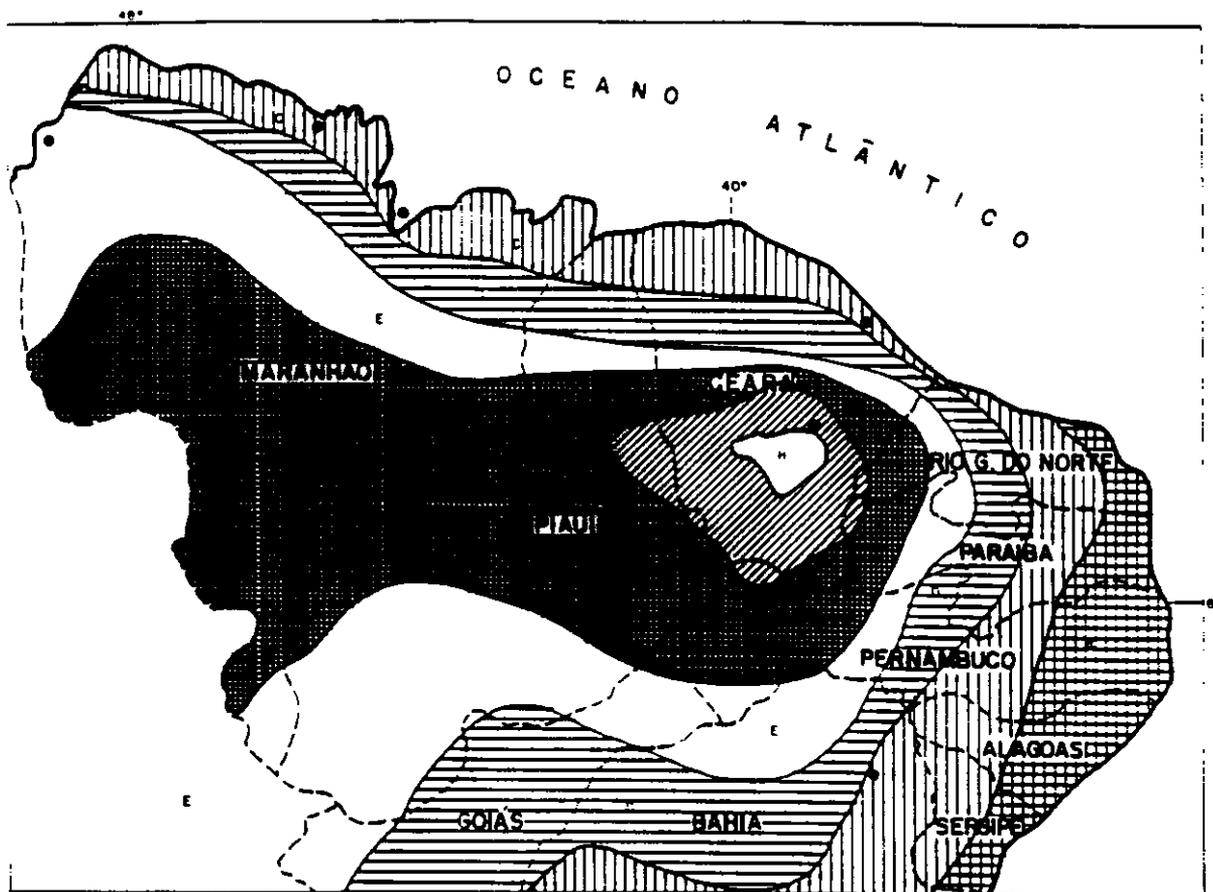
000071



QUADRO 6 4

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

000072



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

FIGURA - 6 3

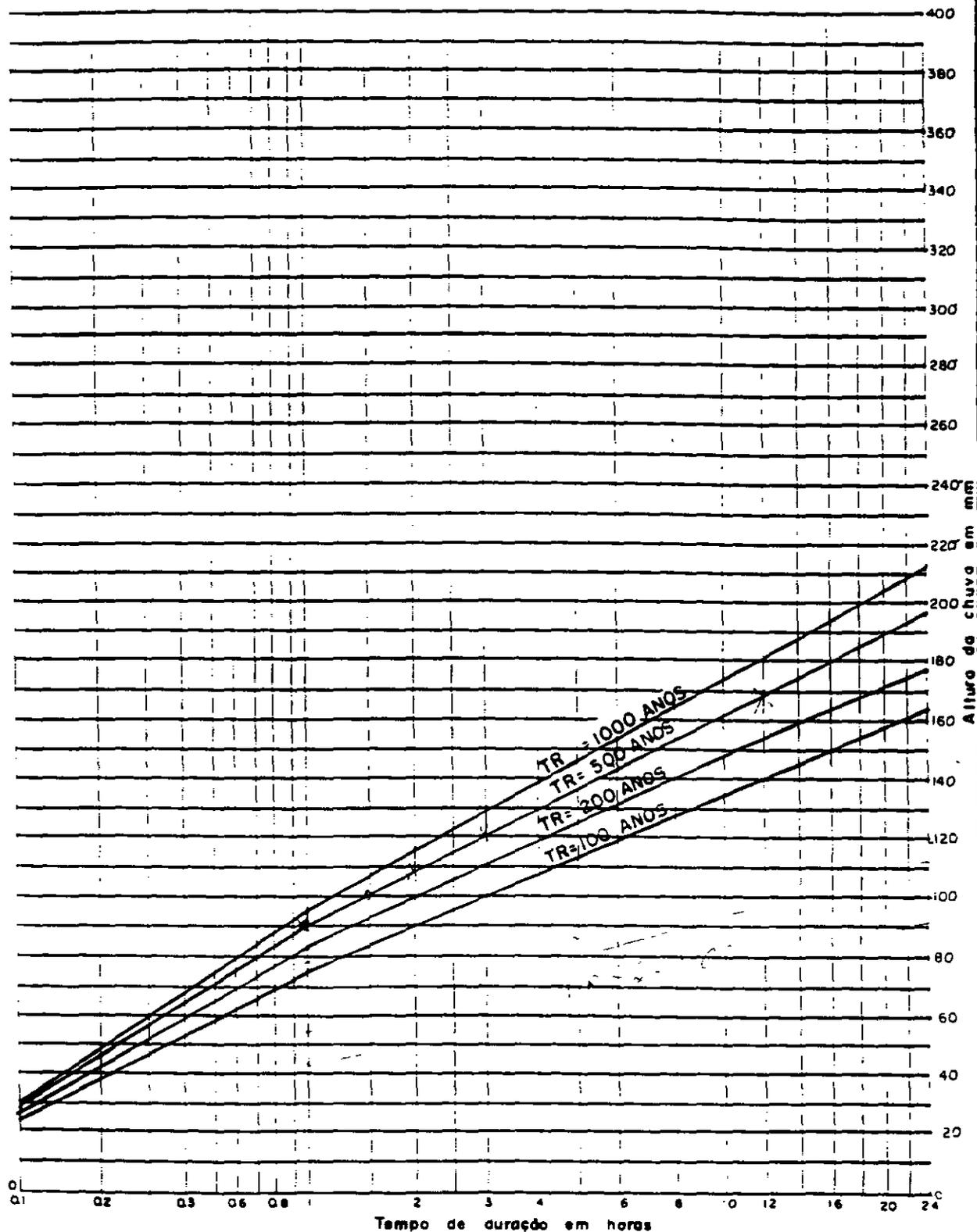
ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

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

6.2.2 - Outros parâmetros climatológicos

6.2.2.1 - Evaporação

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



SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

ALTURA DE CHUVA E TEMPO DE DURAÇÃO

BARRAGEM SÃO MIGUEL

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA | FIM Nº 64

000075

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

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

FONTE Plano Estadual dos Recursos Hídricos

6.2.2.2 - Evapotranspiração Potencial

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

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

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

onde.

MF = fator mensal tabelado dependente da latitude;

HM = umidade relativa média mensal, em %;

T = temperatura média mensal, em °C.

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

QUADRO 6.6
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL - NARANIÚ (mm)

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

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

6.3 - ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS

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

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

A área de drenagem controlada pelo posto fluviométrico de Cariús, mostrou-se adequada a representar a região em estudo. Tal posto controla uma superfície de aproximadamente 5.327 km² e fica situado na margem do Rio, junto a ponte de entrada da cidade de Cariús.

6.3.1 - O Modelo Chuva - Deflúvio

O Modhac

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

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

Concepção básica do modelo

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

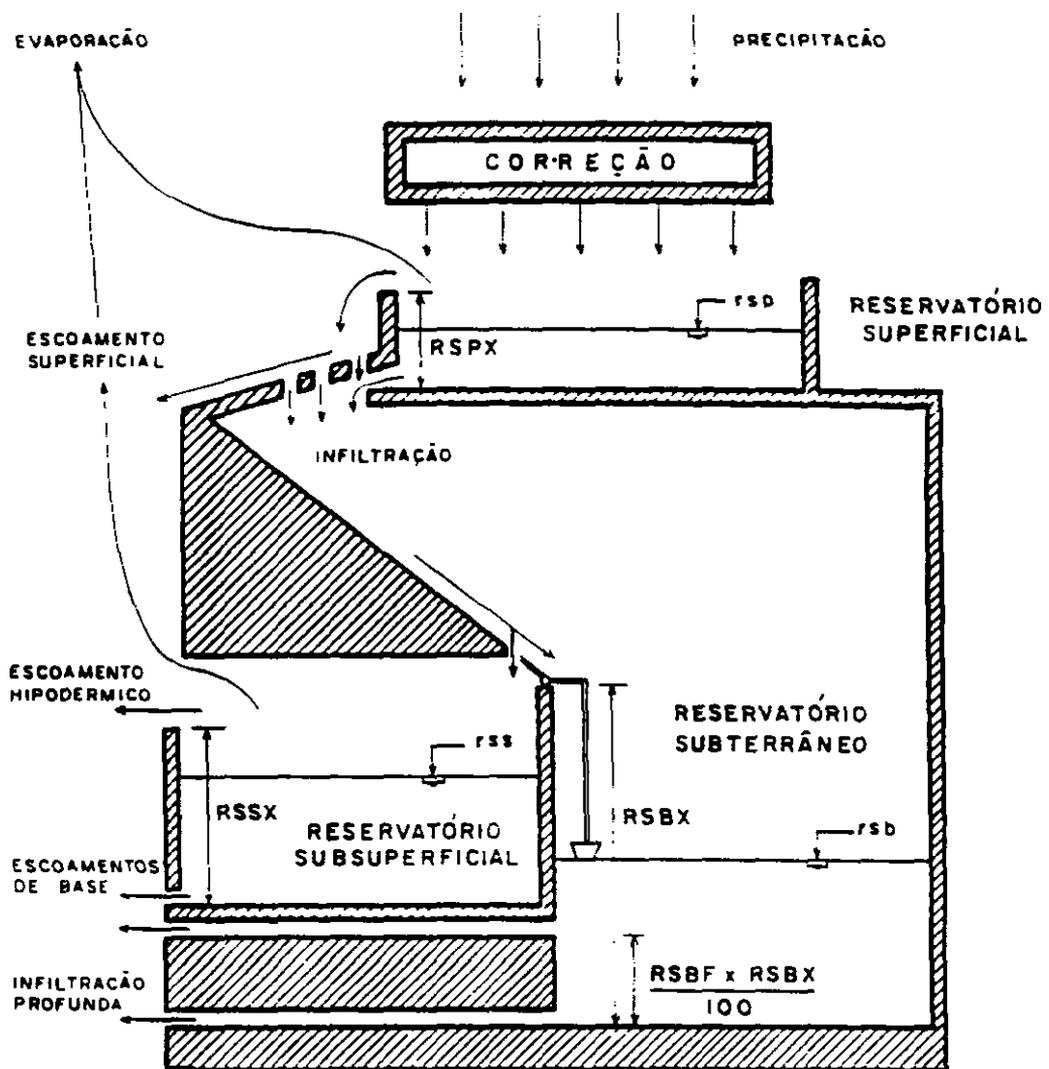
Por essa concepção, o armazenamento da água na bacia é feito por três reservatórios fictícios, quais sejam, os reservatórios superficial, subsuperficial e subterrâneo.

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

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

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

000078



CONCEPÇÃO DO MODHAC

FIGURA - 6.5

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

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

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

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

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

Alteração da Concepção Original

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

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

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

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

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

6.3.2.1 - Séries Pluviométricas Diárias

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

QUADRO 67
PLUVIOMETRIA MÉDIA MENSAL

BACIA DO BARRAGEM SAO MIGUEL

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
1913	27 3	284 4	353.2	180 5	45 3	56 7	17 8	4 9	23 9	31 3	0.3	70 2	1095 8
1914	471 8	112 7	223.1	43 5	29 1	20 7	44 2	85 7	9 5	14 5	2 8	10.8	1068.4
1915	60.3	81 9	81 5	123.2	73 2	0.0	2 1	3 0	2 9	5.5	0.5	121.8	555 9
1916	236.1	104.3	227.9	148.4	64 5	11.6	0 1	0 0	4 2	0 5	37.2	185.2	1020.0
1917	442.6	267 6	286 5	164.6	74.0	5 0	0 1	0 0	33.3	1 6	105.9	152.5	1533.7
1918	141 7	136 4	303.2	222.5	217 0	61 2	41 7	0 0	0 5	12 1	49.1	42.9	1228.3
1919	62 4	109 4	52.2	23.2	2 2	30.8	17 9	5 5	4 8	7 3	6 6	5 5	327 8
1920	9 5	167 3	467 7	178.1	44 5	15 3	31 8	0 0	17 1	29 8	3 7	157.0	1121.8
1921	68.8	266 8	322.6	103 8	104.0	11.8	8.7	5 4	10 5	2.2	54.8	19.5	978 9
1922	29.3	125.0	69 7	282.1	97 5	97 1	12 4	8 0	0 7	3 9	84.1	23.8	833.6
1923	119 2	474 6	107 2	151.2	62.4	64 4	5 1	7 0	1 0	26.7	36.4	29.4	1084.6
1924	119 4	323.5	369 2	395 1	120.6	84 9	2 7	0 0	2 9	78.3	5 0	36.3	1537 9
1925	358.4	167 1	286.9	188.0	42.6	12 1	11 3	0 0	131.8	1 8	9 0	66.9	1275 9
1926	57 3	196 8	315 6	127 0	93 1	16 5	0 0	0 0	0.0	4 9	6.7	7 0	824.9
1927	13.8	233.2	142 9	213 4	51 5	20.3	4 3	1 7	0 0	0 0	1 0	67 2	749 3
1928	124.4	14 2	465 8	166 7	51 0	30 5	0.0	0 0	4 6	17 4	17 0	68.8	960 4
1929	106 0	263 8	128 6	96 6	23 1	9 3	5 1	0 0	9 8	28 7	0 3	95 1	766 4
1930	26.8	96 0	180 2	116 0	63.2	126 1	0 3	0 1	0 0	26 1	11 0	31 7	677 5
1931	117 2	264 9	213 6	170 0	33 0	5 2	1 0	2 5	11 7	12 5	0.0	6 5	838.1
1932	84.5	118.7	58 5	78 1	24 9	30.3	22.5	0 0	32 3	12 7	22.0	12.0	496.5
1933	165 9	191 7	264 4	171 0	9 1	4 2	2.1	0 0	3 1	1 6	41 0	18 8	872.9
1934	264 9	277 4	347 6	229 7	123.6	32.1	0 0	0 0	2 8	3 0	11 1	137 5	1429.7
1935	168.4	360.5	271 0	168.6	78.0	32.3	6 5	0 0	6 5	11.8	21.8	8 3	1133.7
1936	118.0	196 8	84.8	138.9	25 8	36 2	1 5	5 0	0 0	1 5	1.0	60.7	670.2
1937	33.5	366.0	130.6	90.9	123.1	22.5	4 0	0.0	6 5	1 0	15.2	39.7	833.0
1938	133.1	14.0	321.7	184 6	28.6	14 2	0.0	9 2	2 7	18.6	13.7	0.3	740.7
1939	4.5	388.1	304.8	64.6	162.1	13.0	1 7	9 6	8 0	30.3	66.0	50.4	1103.1
1940	140.4	184 5	389.7	190.5	130.7	7 2	5.6	4 0	16.5	4.4	15.3	22.6	1111 4
1941	37 7	145 1	182.0	107 3	32 9	0.6	2.8	13 8	2 1	20.0	39 7	7 2	591 2
1942	35.3	196 9	108 9	89 5	36.4	5 3	0 0	1 3	0 7	31 1	10.6	138.6	654 6
1943	111 3	97 8	221.7	192.8	21 3	14.3	6.8	0 0	0 1	0.0	50.9	44 1	761 1
1944	56.3	20 2	167 9	367 1	11 3	14 9	8 5	0 2	24 5	0 0	0 0	120 3	791 2
1946	155.1	120.5	221 1	155.3	65.7	128.4	0 0	1 5	0 5	0.0	154 5	59.5	1062 1
1949	33 1	223 4	287 9	219 6	96 9	5 2	0 0	76 5	0 0	0 0	119 9	18 4	1080.9
1950	66.0	127 3	420 4	305 4	0.0	0 0	0 0	0.0	4 5	39 5	0 0	66 4	1029 5
1951	46 7	108 2	114 1	174 5	91 7	23 5	0 0	0 0	0 0	6 2	15 7	77 7	658 3
1952	31 2	85 7	183 2	264 5	45 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	83 7	693 8
1953	64 3	59 0	96 9	177 3	8 2	40 0	0 0	0 0	34 0	0 0	70 7	12 8	503 2
1954	80 9	107 0	221 2	105 8	50 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 7	570 1
1955	199 7	252 7	382 0	371 6	7 5	0 0	0 0	0 0	0 0	70 0	18 0	92 0	1393 5
1956	31 0	566 7	197 5	201 5	45 0	2 0	12 0	0 0	0 0	37 0	9 0	14 2	1115 9
1957	74 0	134 0	261 3	194 9	0 0	18 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	59 0	741 2
1958	56.0	93 0	225 0	31 6	48 5	0 0	25.0	0 0	0 0	0 0	0 0	81 0	560 1
1959	233 0	267 5	186 0	53 6	59 5	44 0	0.0	12 0	15 0	0 0	0 0	0 0	870 6
1960	66.0	83 0	625 0	60.0	62 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	16 0	16 0	928.0
1961	210 2	156 2	318.6	90 4	66 5	1 7	1 7	0 0	0 0	8 7	0.0	34 2	888 2
1962	39.3	116.5	373 8	53 3	64 5	27.2	5 2	0 4	0.0	7 6	15.3	80 7	783.8
1963	192 6	262 3	247 5	122.3	28.5	13 7	0 0	0 0	0 0	6 1	64 9	75 4	1013 3
1964	169 5	173 1	295 4	267 4	114 4	37 1	27.1	21 6	45 8	2 3	14 3	7 1	1175 1
1965	145.6	56 5	253 2	380.5	74 9	73 4	3 7	0.8	2 5	54 7	0.0	0 3	1046 1
1966	45 0	349 6	103 7	51 7	52 7	42 1	1 0	0 0	38 0	6 2	15 1	26.3	731 4
1967	101 9	360 9	228 0	208 4	178 6	43.8	0 0	0 0	0.0	0 0	7 3	106.8	1235 7
1968	85 8	87 0	227.2	153.6	134 5	5.5	0 1	0 0	0 0	0 5	12 7	100 6	807 5
1969	183 8	119 4	101 3	211 7	142 6	84 8	23.3	7 1	23.2	17 2	0 0	2 6	917 0
1970	140 1	221 4	339 2	44 1	0 0	6 2	5 6	7 3	4 0	3 3	18 0	0 1	789 3
1971	221.8	210 7	52.4	118 1	70 6	32 3	27 6	1 0	24 2	33 2	30 7	30 2	852.8
1972	295 9	112 3	177 4	78 2	34 5	25 7	1 0	40 2	0 0	3 0	0 0	75 9	844 1
1973	130.2	153 1	279 4	347 8	89 2	70 9	86 5	1 3	24 4	45 6	0 5	115 2	1344 1
1974	290 0	211 8	268.3	486 7	177 5	13 2	7 3	0 0	6 8	13 8	20 0	71 4	1566 8
1975	126.9	158 1	379 3	283 7	68 7	67 6	38 4	0 0	2 5	0 0	4 1	188 2	1317 5
1976	30 1	335.6	424 2	73 9	1 1	19 0	0 0	0 0	4 5	169 9	67 9	57 1	1183.3
1977	87 0	258 1	323.5	312 0	175 9	58 8	16.2	1 3	0 0	71 5	3 0	118 4	1425 7

000082

QUADRO 6.7
CONT

BACIA DO BARRAGEM SAO MIGUEL

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

000083

6.3.2.2 - Ajuste do Modelo às Séries de Vazões

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

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

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

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

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

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

6.4 - DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO

6.4.1 - Introdução

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

QUADRO 68

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM SAO NIGUEL

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

QUADRO 68
CONT

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM SAO MIGUEL

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

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

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

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

6.4.2 - Simulação da operação do reservatório

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

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

6.4 2.1 - Metodologia

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

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

Este balanço se traduz através da equação básica:

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

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

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

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

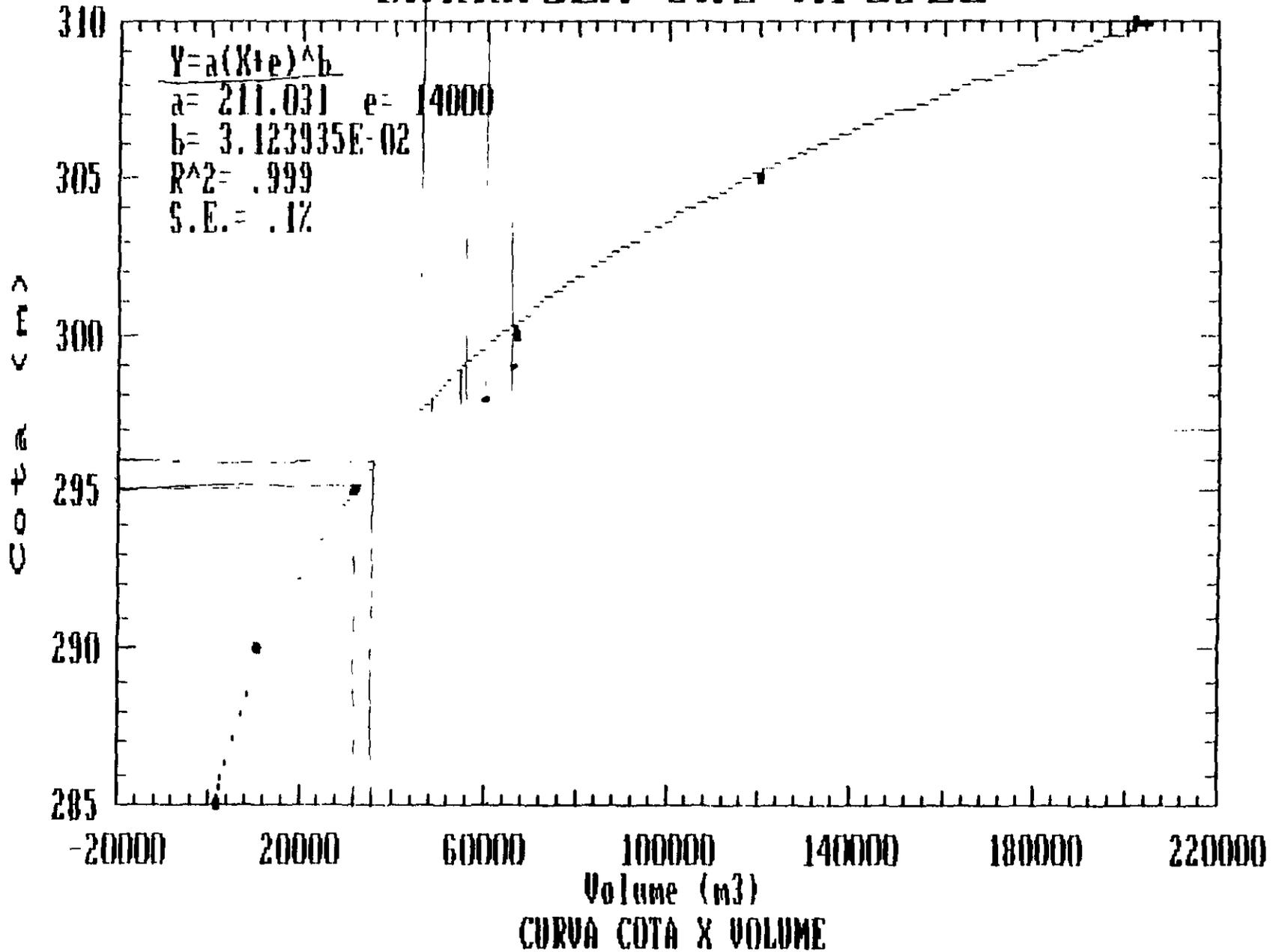
A repartição do procedimento para diferentes Qr possibilita traçar-se a curva vazão regularizável x frequência ou nível de garantia.

6.4.2.2 - Nível de Alerta

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

FIGURA 67

BARRAGEM SAO MIGUEL



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

6.4.3 - Análise dos resultados

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

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

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

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

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

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

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

FIGURA 68
BARRAGEM SÃO MIGUEL

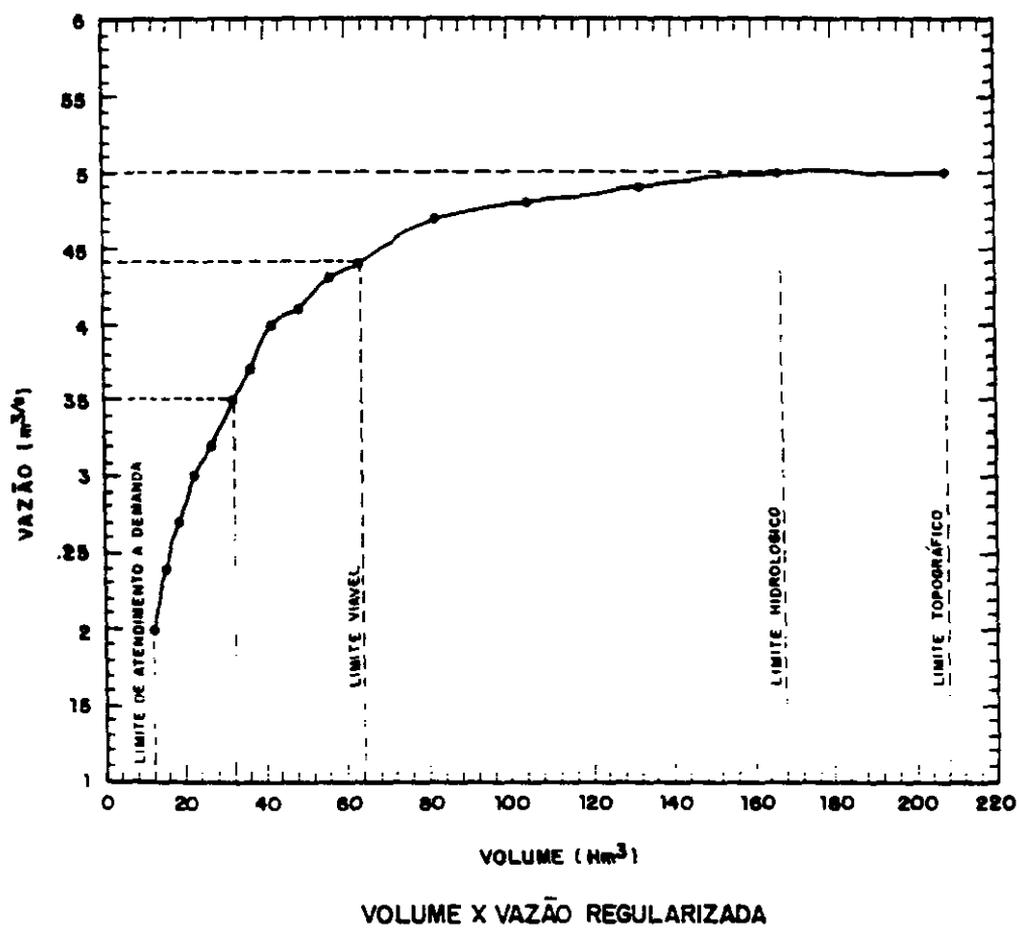
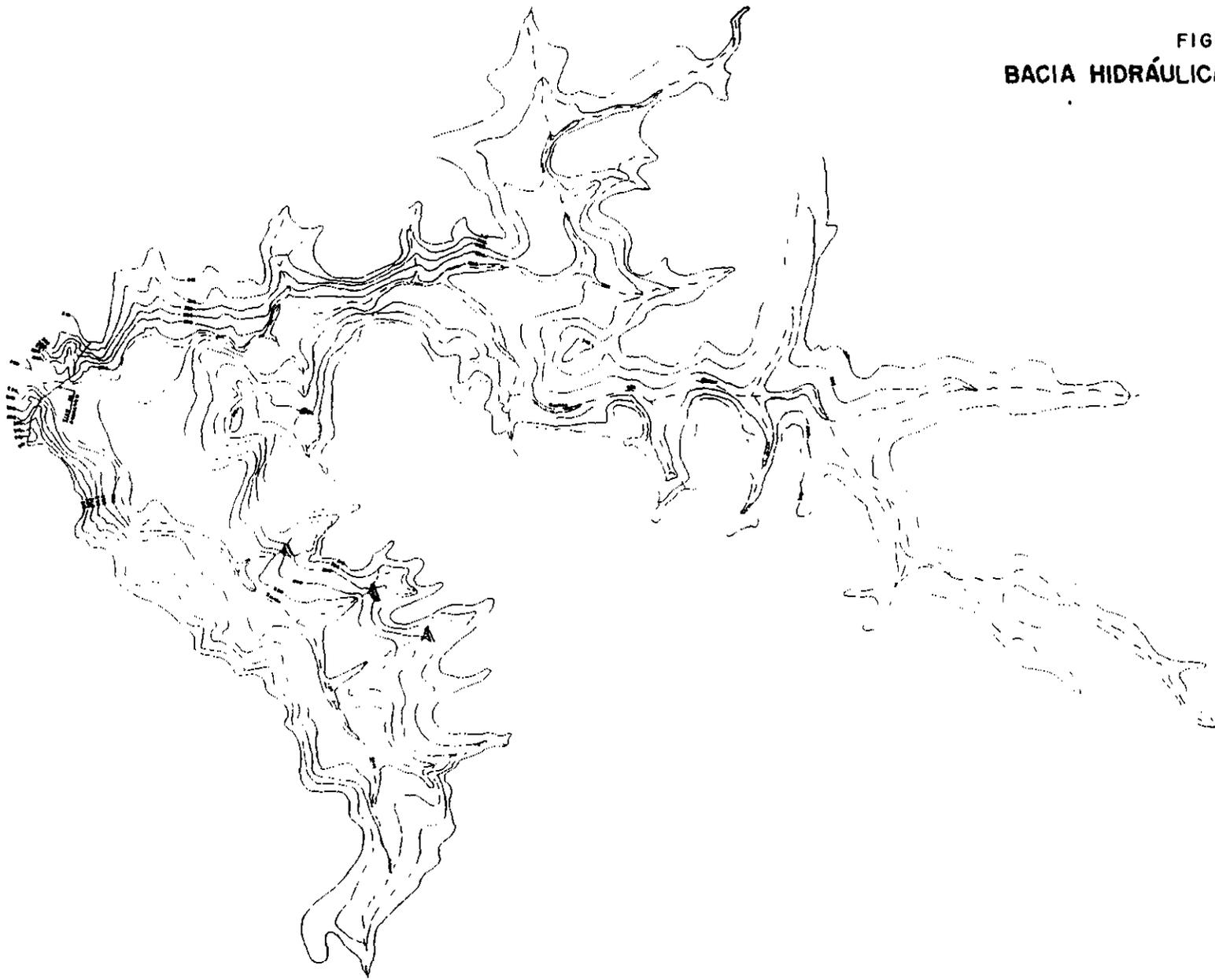


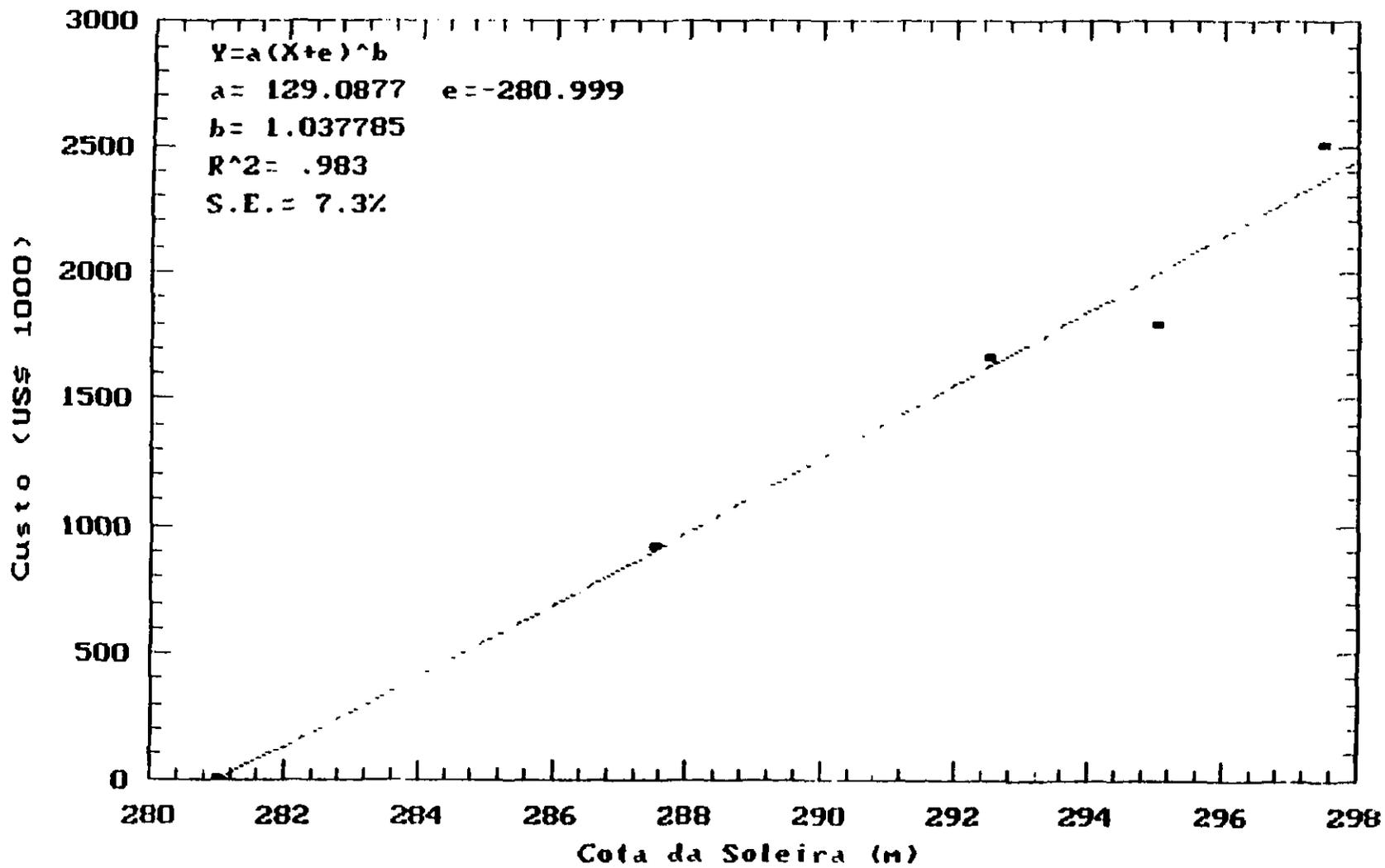
FIGURA - 69
BACIA HIDRÁULICA - SÃO MIGUEL



000093

FIGURA 610

BARRAGEM SAO MIGUEL



Cota da Soleira (m)

COTA X CUSTOS

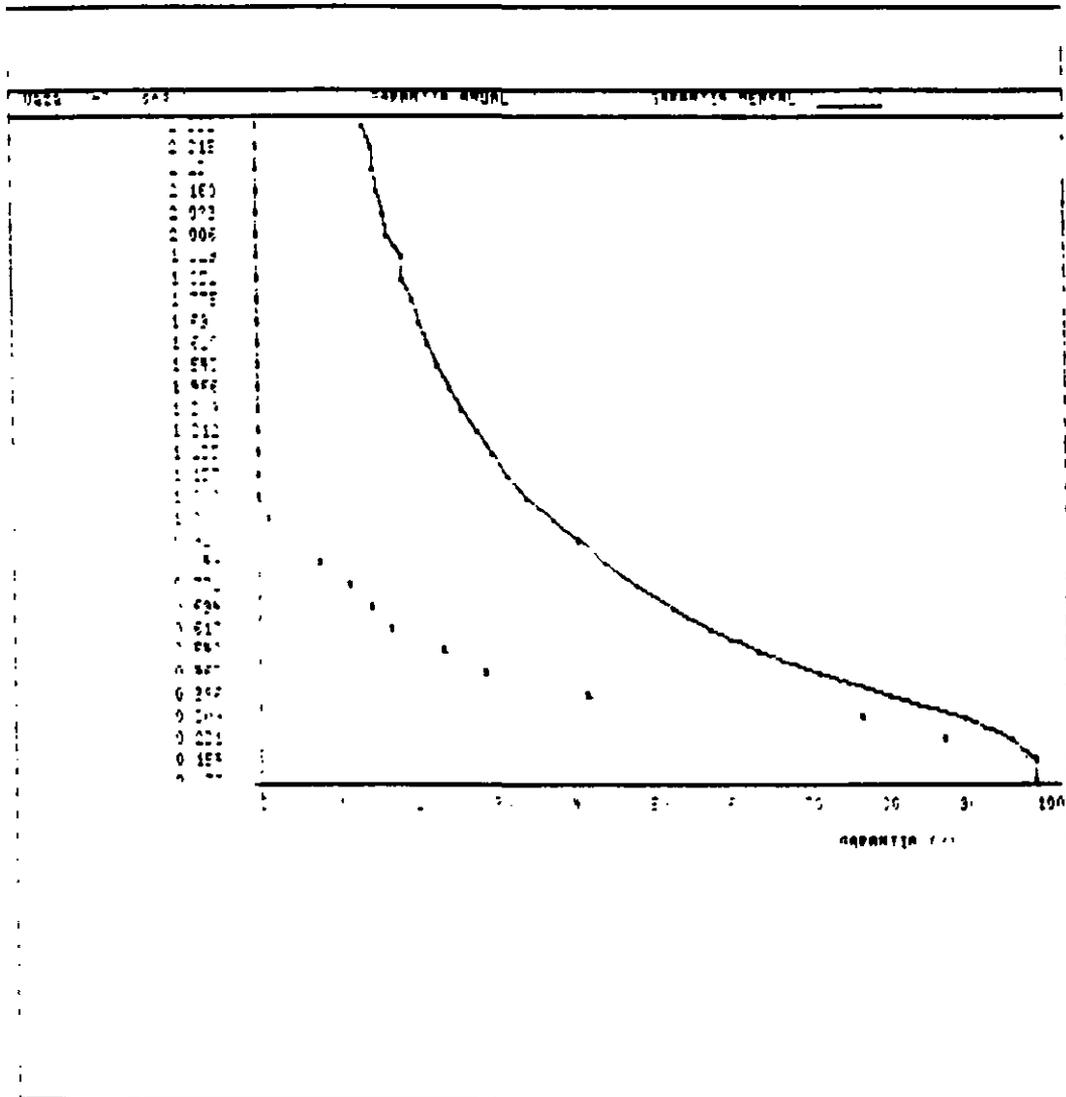
000091

FIGURA 6.11

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

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

MARCHA RECUPERATIVA - GARANTIA - 100% - 20 00 ML
MARCHA RECUPERATIVA - GARANTIA - 100% - 20 00 ML



QUADRO 6.9
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA BARRAGEM

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

000097

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

6.4.3.1 - Análise da Influência dos Anos 1952 - 1953

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

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

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

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

6.4.4 - Estudos de Cheias

6.4.4.1 - Objetivo

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

6.4.4.2 - Chuva de Projeto

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

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

QUADRO 6.10
CHUVAS DE PROJETO (mm)

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

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

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

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

A = 176 km² (área da bacia total);

A_o = 25 km² (área base para chuva pontual).

000099

De onde resulta:

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

O tempo de concentração foi calculado segundo a Fórmula de Kirpich

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

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

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

$$S = 0,74\%$$

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

onde:

L = Comprimento do talvegue (km);

S = Declividade (%);

T = Tempo de concentração (horas).

6.4.4.3 - Relações Chuva-deflúvio

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

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

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

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

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

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

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

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

onde:

p_j = precipitação real em mm;

q_j = deflúvio em mm,

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

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

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

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

Os hidrogramas sintéticos são apresentados nos Quadros 6.11 a 6.14.

6.4.4.4 - Laminação de cheias

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

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

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

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

onde:

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

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

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

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

QUADRO 6.11

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

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

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

Precipitacao de Projeto

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

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

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

QUADRO 6.12

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

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

Area da Bacia (km ²)	Parametro CN	Tr (Anos)	Interv. Tempo (h)	Tc (h)
176.00	70.	200.	1.00	5.6

Precipitacao de Projeto

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

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

Vol. Hidrograma= 9.741 hm³ Vol. Precipitado= 9.761 hm³

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

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

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

Precipitacao de Projeto

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

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

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

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

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

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

Precipitacao de Projeto

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

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

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

QUADRO 6.15

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

TR=100 ANOS

Curva Vazao-Volume

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

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

QUADRO 6.16

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

TR=200 ANOS

Curva Vazao-Volume

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

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

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

TR=500 ANOS

Curva Vazao-Volume

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

At (h) (1.0)	Vazao (m3/s)	LAMINA (m)	0	60	120	180	240	300	360	420	480	540	ε
1	0.00	0.00	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	0.00	0.00	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	0.27	0.00	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	11.60	0.04	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	44.56	0.16	+*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	102.45	0.36	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
7	216.77	0.60	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.
8	286.59	0.80	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.
9	311.49	0.92	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.
10	321.22	0.97	+*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	317.21	0.95	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.
12	301.29	0.87	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.
13	264.68	0.74	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.
14	211.90	0.59	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.
15	140.92	0.47	+*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16	109.88	0.38	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.
17	85.56	0.31	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
18	69.52	0.26	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	57.13	0.21	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	46.95	0.17	+*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

QUADRO 6.18

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

TR=1000 ANOS

Curva Vazao-Volume

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

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