



Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Folha de Dados

IDGED:

0000430003

TÍTULO:

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA: PROJETO EXECUTIVO

SUBTÍTULO:

ESTUDOS BASICOS

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto

Identidade GED: 0043102

Lote: 00304

Nº de Registro: 95/0420

Autores: SIRAC/SRH

Programa: _____

Título: Açude público Frecheirinha: projeto executivo

Sub-Título 1: estudos básicos

Sub-Título 2: _____

Nº de Páginas: 176

Volume: II

Tomo: _____

Editor: SIRAC

Data de Publicação (mês/ano): Dez/1988

Local de Publicação: Fortaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input 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: <u>estudo de viabilidade</u> <u>Rio Cauçama</u>			

Bacia: Carauí

Sub-bacia: _____

Municípios: Frecheirinha

Distrito: _____

Microregião: Sobral

Estado: Ceará

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PROJETO EXECUTIVO

VOLUME II - ESTUDOS BÁSICOS

Lote 00304 - Prep (X) Scan () Index ()
Projeto Nº CE-213/K2
Volume _____
Qtd A4 _____ Qtd A3 _____
Qtd A2 _____ Qtd A1 _____
Qtd A0 _____ Outros _____

DEZ / 88

Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda.





SUMÁRIO

0043/02.

000003

000004



SUMÁRIO



S U M Á R I O

	PÁGINAS
1 - INTRODUÇÃO	04
2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	06
3 - ESTUDOS GEOLÓGICOS	08
3.1 - GEOLOGIA REGIONAL	09
3.2 - GEOLOGIA LOCAL	13
4 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS	17
4.1 - INVESTIGAÇÕES DE SUBSUPERFÍCIE	18
4.1.1 - Sangradouro	20
4.1.2 - Tomada d'água	21
4.1.3 - Perfis individuais das sondagens	21
4.2 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS	71
4.2.1 - Materiais terrosos (áreas de emprésti mos)	72
4.2.2 - Características das áreas de emprés- timo	75
4.2.3 - Materiais granulares (jazidas de a- reia)	121
4.2.4 - Materiais rochosos (pedreiras)	127
5 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS	129



1 - INTRODUÇÃO

000006



1 - INTRODUÇÃO

Para a obtenção dos dados necessários à concepção do Açude Público Frecheirinha, foram desenvolvidos estudos sequenciais que permitiram a definição dos aspectos técnicos e geométricos finais das obras.

O primeiro contato com as condições gerais da região foi feito através de uma pesquisa bibliográfica dos dados existentes sobre a região, bem como de interpretações minuciosas de fotografias aéreas (escala 1:25.000) cedidas pelo DNOCS.

Concluídos os trabalhos preliminares de escritório, foram iniciados os Estudos Básicos, que constaram do levantamento topográfico do eixo selecionado e da bacia hidráulica, e da caracterização geológica e geotécnica do local das obras.

Foi realizado então uma programação que constou de estudos geológicos e hidrológicos de superfície, da identificação de materiais de empréstimo através de poços de inspeção e investigações de superfície e subsuperfície através da realização de sondagens.

Com base nos resultados destes estudos definiram-se algumas conceituações e concepções técnicas iniciais para as obras, possibilitando a verificação de sua exequibilidade técnica e, posteriormente, fornecendo dados para realização de um novo programa de estudos de superfície e subsuperfície, visando a aquisição de dados a nível que permitissem as conceituações e concepções técnicas finais das obras.

Os estudos realizados se reúnem nos seguintes grupos de atividades:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Geológicos;



- Estudos Geotécnicos;
- Estudos Hidrológicos.

A seguir, será detalhado individualmente cada grupo de atividade, onde abordar-se-ão os resultados obtidos e a metodologia empregada para obtenção desses dados.



2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

000009



2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Os estudos topográficos básicos, utilizados no projeto, constaram do clássico levantamento planialtimétrico da bacia hidráulica e do local da implantação das obras, que permitiram a confecção de plantas em escalas compatíveis com as dimensões das obras.

Na área da bacia hidráulica o levantamento foi realizado com o objetivo de se obter uma planta planialtimétrica na escala 1:5.000, com curvas de nível equidistantes de 5 em 5 metros. Este levantamento foi realizado até a cota 140m.

No local de implantação das obras foi executado um levantamento planialtimétrico detalhado, com piquetes locados e nivelados a cada 20m e seccionados também a cada 20m, numa faixa de domínio de 500m. Deste levantamento foi confeccionada uma carta na escala 1:1000 com curvas de nível equidistantes a cada metro.

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

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



3-ESTUDOS GEOLÓGICOS

000011



3-ESTUDOS GEOLÓGICOS

Os estudos geológicos foram realizados em âmbito regional, possibilitando uma vasta visão dos condicionamentos geológicos da região, e em escala localizada, expondo uma visão detalhada das litologias e estruturas do local da implantação das obras.

3.1 - GEOLOGIA REGIONAL

No que concerne a geologia, este amplo peneplano assenta-se quase totalmente sobre as rochas do paleozóico e secundariamente sobre áreas de rochas pré-cambrianas como pode ser visto na Figura 3.1, a seguir.

Um resumo das principais características estratigráficas da região é apresentado a seguir:

a) Formação Serra Grande (SDsg)

A Formação Serra Grande condiciona um típico relevo cuestiforme com a escarpa voltada para Leste e o reverso para Oeste, em direção ao centro da bacia em concordância com o mergulho das camadas. A drenagem é pouco densa e predominantemente consequente.

Litologicamente, a Formação Serra Grande se caracteriza por arenitos grosseiros e conglomerados com ocasionais intercalações de folhelhos e siltitos.

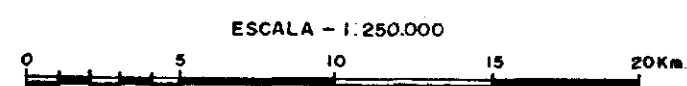
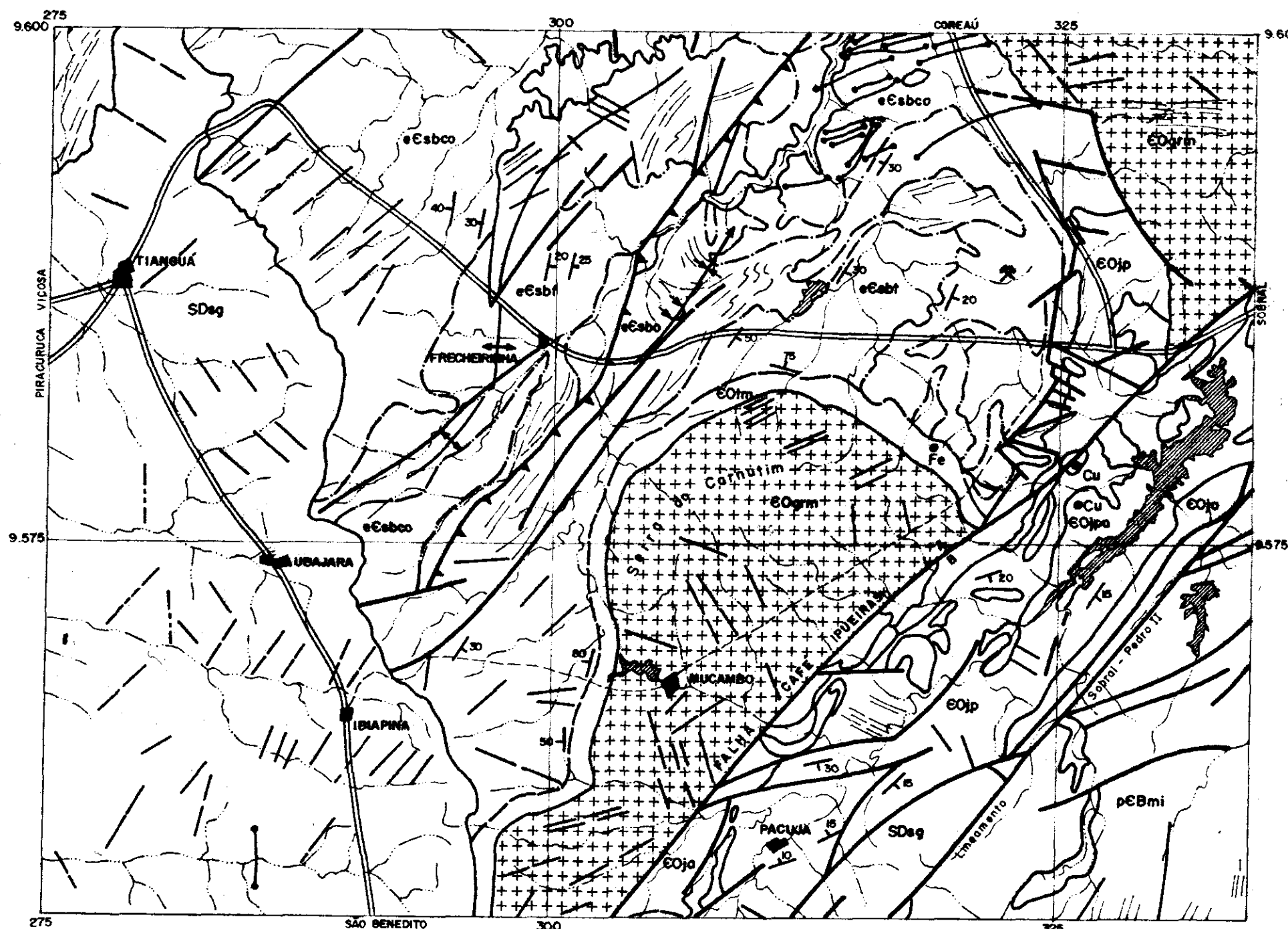
b) Formação Aprazível (EOja)

Esta unidade é constituída por conglomerados grosseiros com matriz arcoseana, ocorrentes ao longo da linha de falha e relevo escarpado.

SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

SDsg	FORMAÇÃO SERRA GRANDE - CONGLOMERADO E ARENITO GROSSEIRO, ARCOSEANOS OU CAULÍNICOS, EM BANCOS MACIÇOS HORIZONTALIZADOS, COM INTERCALAÇÃO DE SILTITO E FOLHELHO.
EOja	FORMAÇÃO APRAZÍVEL - CONGLOMERADO GROSSEIRO, POLIMITICO, MAL CLASSIFICADO, MATRIZ ARCOSEANA E NÃO ESTRATIFICADO.
EOjpa	FORMAÇÃO PARAPUI - BASALTOS, ANDESITOS E DACITOS ESPILITIZADOS, DIORITOS, GABROS, QUARTZO - SIENITOS E RIOLITOS. DISCORDÂNCIA
EOjp	FORMAÇÃO PACUJÁ - ARENITOS LÍTICO E ARCOSEANO, CASTANHOS, FOLHELMO E GRAUVACA LÍTICA CONGLOMERÁTICA. DISCORDÂNCIA
EOgrm	GRANITÓIDE TIPO MERUOCA - GRANITOS MONZONÍTICOS E HORNBLENDA - BIOTITA - GRANITOS. DISCORDÂNCIA
eEsbc	FORMAÇÃO COREAÚ - ARENITO ARCOSEANO FINO BEM CLASSIFICADO E GRAUVACA LÍTICA CONGLOMERÁTICA, MAL ESTRATIFICADA. INTERDIBITADO
eEsbf	FORMAÇÃO FRECHEIRINHA - CALCÁRIO CINZA AZULADO A CINZA ESCURO, COM EVENTUAIS HORIZONTES MARGOSOS. INTERDIBITADO
eEsbc	FORMAÇÃO CAICARAS - ARDÓSIA VERMELHA, LAMINADA, COM BANCOS ORTOQUARTZÍTICOS GROSSEIROS, INTERCALADOS. INTERDIBITADO
eEsbt	FORMAÇÃO TRAPIÁ - ARENITOS, QUARTZITOS, CONGLOMERADO, ARENITO E SILTITO FILITOSOS. INTERDIBITADO
pEBmi	MISMATITOS HETEROGÊNEOS DOMINANTES - EMBRECHITOS, ANATEXITOS E ROÇHAS CALCO - SILICATADAS

	CONTATO GEOLÓGICO DEFINIDO		FRATURA
	CONTATO GEOLÓGICO APROXIMADO		DIQUE
	CONTATO GEOLÓGICO TRANSICIONAL		ALINHAMENTOS ESTRUTURAIS
	CONTATO GEOLÓGICO ENCOBERTO		ANTICLINAL
	20 ATITUDE DA CAMADA COM VALOR MEDIDO		ANTICLINAL COM CAIMENTO DEFINIDO
	50 FOLIÇÃO C/ VALOR DO MERGULHO		ANTICLINAL COM FLANCO INVERTIDO
	FALHA INDISCRIMINADA		SINCLINAL
	FALHA NORMAL C/ MOVIMENTO RELATIVO DOS BLOCOS		SINCLINAL COM CAIMENTO DEFINIDO
	FALHA DE DESLOCAMENTO HORIZONTAL		SINCLINAL COM FLANCO INVERTIDO
	FALHA INVERSA OU DE EMPURRÃO		JAZIDA DE CALCÁRIO DA C.C.C.P.
	FALHA PROVÁVEL		OCORRÊNCIA MINERAL
	FALHA ENCOBERTA	Ag - ARGILA Au - OURO Ca - CALCÁRIO	
		Ci - CIANITA Cu - COBRE Fe - FERRO	



000013

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

ÇAÚDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG. Nº 3.1



c) Formação Parapuí (E0jpa)

Esta unidade é constituída por uma grande variedade de tipos petrográficos de origens vulcânicas. Além dos extensos derrames de espilitos, andesitos, dacitos e riolitos, adquirem especial importância os diques e "sills" de rochas subvulcânicas. Ocorrem preferencialmente ao longo da calha do Rio Jaibaras, e ao longo do bordo Leste da falha Café-Ipueiras.

d) Formação Pacujá (E0jp)

Esta unidade representa uma associação de arenitos líticos e arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos e, subordinadamente grauvacas e horizontes conglomeráticos. São sedimentos imaturos de cores róseo-avermelhado, castanho e cinza esverdeado. Ocorre normalmente como uma sucessão de bancos decimétricos bem estratificados.

e) Granitóide Tipo Meruoca (E0grm)

Este corpo de rocha granítica localiza-se no curso médio do Rio Acaraú, e tem forma aproximada de um quadrado, e que corresponde a uma área da ordem de 400km². Constitui as conhecidas Serras da Meruoca e do Rosário. A fácies petrográfica dominante da área do maciço é o granito vermelho da Meruoca.

f) Formação Coreau (eEsbc)

As áreas de ocorrências da Formação Coreau caracterizam-se por um relevo suavemente ondulado, colinoso, evoluindo para áreas planas. Esta unidade é formada por arenito arcoseano, aflorando em bancos decimétricos bem acamado com mergulhos de média a alta intensidade, geralmente em cores creme claro e cinza.



g) Formação Frecheirinha (e_{gsbf})

É litologicamente constituída por calcários pretos e azulados com eventuais horizontes margosos intercalados.

Os calcários da Formação Frecheirinha distribuem-se em faixas irregulares na região compreendida entre a Serra da Ibiapaba e a Serra da Meruoca.

Morfologicamente esta unidade corresponde a áreas planas ou levemente onduladas com solos argilosos bem desenvolvidos, abrigando capa vegetal arbustiva e intensamente cultivada.

h) Formação Caiçaras (e_{csbc})

As áreas de ocorrências da Formação Caiçaras exibem um modelado acidentado onde se destacam cristas alinhadas de quartzitos e vales entalhados com encostas íngremes.

Esta unidade é formada por espessos pacotes de ardósias vermelhas e rósea-avermelhadas, laminadas e clivagem ardosiana bem desenvolvida.

i) Formação Trapiá (e_{csbt})

A Formação Trapiá apresenta um relevo ondulado suave, solo arenoso síltico bastante delgado e irregular e cobertura vegetal arbustiva, marcadamente rarefeita. Esta unidade é formada por arenitos, quartzitos e conglomerado.

j) Migmatitos Heterogêneos (p_e mi)

Esta unidade é composta por migmatitos heterogêneos predominantes, do tipo embrechito, é essencialmente gnaisses de



granulação grosseira, de aspecto granitóide com bandeamento irregular e uma xistosidade remanescente, por vezes confusa.

3.2 - GEOLOGIA LOCAL

Geologicamente a área em estudo é formada por duas unidades lito-estratigráficas: os arenitos da Formação Coreau e as ardósia da formação Caiçaras.

Petrograficamente a Formação Coreau caracteriza-se por uma associação de sedimentos clásticos imaturos com dominância de arenitos de cores claras variando de creme a cinza, amarelado, de granulação média a fina, bastante endurecidos, podendo apresentar silicificação em áreas tectonicamente favoráveis.

Estes arenitos se apresentam em uma estreita faixa de domínio a Nordeste da área, ao longo de uma crista alinhada, como é visto no mapa geológico local, Figura 3.2, a seguir. Aparecem também na área, em forma de blocos rolados principalmente nas áreas de cotas mais elevadas. As dimensões desses blocos variam desde blocos centimétricos até matacões.

A segunda unidade, ou seja, as ardósias da formação Caiçaras, estão presentes por toda a área em estudo. Nos afloramentos apresentam-se como espessos pacotes de cor avermelhada, laminada e clivagem ardosiana bem desenvolvida. Estas ardósias apresentam grande fissilidade, desagregando-se facilmente em placas lisas segundo uma direção preferencial de clivagem. Apresentam cores avermelhadas a róseo-avermelhada com manchas de descoloração creme esbranquiçada, que conferem aos afloramentos um aspecto mosqueado. São rochas de composição argilosa e síltica, sedosa ao tato e bastante compactas.

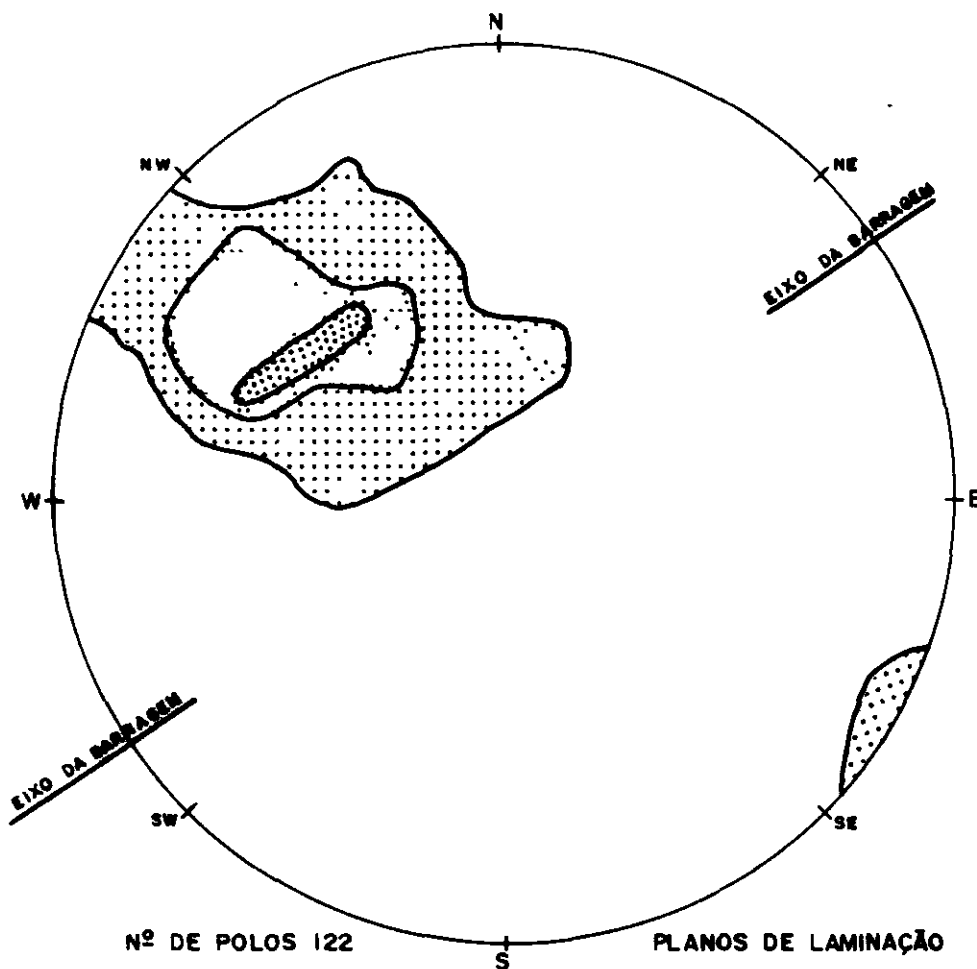
Não foi observado nenhum evento estrutural de relevância, sendo notado apenas os sistemas de clivagem ardosiana, fraturamentos e pequenas falhas. Os sistemas de







clivagem apresentam uma direção média preferencial de 30° N/ 50° SE, como é observado no diagrama de frequência, Figura 3.3, a seguir.

Os depósitos aluvionares estão distribuídos na calha principal do rio e nas planícies aluvionares. Estes depósitos apresentam espessuras que variam de 4 a 7 metros e são formados geralmente por sedimentos silto arenoso e/ou silto-arenoso-argiloso.


Os sedimentos da calha do rio são representados por um pacote arenoso, com espessura que varia de 1 a 1,5 metros formados de areia de granulometria média a grossa.



-  0%
-  1 - 9%
-  10 - 20%
-  21 - 25%

DIREÇÃO MÉDIA PREFERENCIAL { 21 - 25% | 30°N/50SE

000019

	PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS DIRETORIA REGIONAL
	AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
	DIAGRAMA DE FREQUÊNCIA
	SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASESORIA E CONSULTORIA LTDA.



4 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

000020



4 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos basicamente constaram das investigações de superfície através do mapeamento geológico/geotécnico, e de subsuperfície através da realização de sondagens a percussão, mista e rotativa, complementadas pela execução de poços de inspeção realizados a pá e picareta.

A definição da permeabilidade da fundação foi feita através de ensaios de infiltração (Lefranc) em solo e perda d'água (Lugeon) no maciço rochoso.

Foram também identificados e caracterizados táctil visualmente os materiais terrosos, granulares e rochosos a serem usados na execução das obras.

A seção geológica/geotécnica longitudinal pelo eixo da Barragem é mostrada no Desenho 02 "Seção Geológica/Geotécnica pelo eixo da Barragem" do Volume III, Tomo I.

4.1 - INVESTIGAÇÕES DE SUBSUPERFÍCIE

As investigações de subsuperfície compreenderam a realização de sondagens a percussão, mista e rotativa, que permitiram uma caracterização completa da fundação das obras no trecho do leito do rio e no terraço aluvionar, onde ocorre o pacote aluvionar, e das ombreiras naturais, onde existe uma grande quantidade de blocos areníticos sobrepostos ao embasamento rochoso formado por ardósia.

Com a finalidade de definir as características e o desempenho do pacote aluvionar, foi executada uma campanha de sondagens a percussão no eixo da barragem complementadas com uma linha de sondagens a montante e outra a jusante do eixo até o impenetrável, sendo que no eixo da barragem estas sondagens foram complementadas por sondagens rotativas, denominadas (sondagens



mistas) tendo como objetivo caracterizar o substrato rochoso, formado por ardósia e blocos de arenito, sob condições hidráulicas e geomecânicas.

O depósito aluvionar apresenta uma espessura variando entre 1,5 e 8,50m e é formado principalmente por silto-arenoso de cor cinza, apresentando intercalações de argila-siltosa como é observado nas sondagens SM-7 e SM-2, ou areia média a grossa como está representado nas sondagens SM-4 e SM-3. Os valores de SPT obtidos nesse depósito aluvionar variam de 4 a 45 golpes sendo que os valores de SPT mais baixos são observados superficialmente e crescentes com a profundidade. O valor médio da permeabilidade desta camada aluvionar é de 10^{-5} cm/s, podendo ocorrer pontos localizados com permeabilidade de 10^{-3} cm/s e 10^{-6} cm/s.

Com a finalidade de caracterizar o substrato rochoso do eixo da barragem, as sondagens a percussão foram complementadas por sondagens rotativas. Com base nestas investigações e nos estudos geológicos de superfície, o maciço será assente sobre rocha ardósiana e/ou em pontos localizados sobre blocos de arenito. Em um contexto geral o substrato rochoso ardósiano se apresenta normalmente homogêneo sob o aspecto geomecânico, fraturado, e com planos de clivagem ardósiana geralmente horizontal. As fraturas se encontram geralmente preenchidas, podendo eventualmente se encontrar fraturas não seladas, apresentando indícios de percolação de água através destas, como também pelos planos de clivagem.

O percentual de recuperação destas investigações é relativamente baixo em alguns trechos, variando entre 5 e 30%, no entanto, existem trechos localizados com percentual de recuperação variando entre 50 e 90% como pode ser observado nas sondagens SM-2, SM-4, SM-6 e SM-7.

Sobre o ponto de vista hidráulico o embasamento rochoso apresenta as seguintes condições:



As fraturas se encontram geralmente seladas, como é observado nos testemunhos de sondagens, estas fraturas se apresentam, em sua grande maioria, com orientações horizontais e subverticais, ocorrendo também em menor escala fraturas verticais. O número de fraturas varia bastante, ocorrendo uma média de 10 a 15 fraturas por metro de rocha recuperada, como é mostrado nos perfis individuais de sondagens item 4.1.3 a seguir.

Apesar dos sistemas de fraturamentos e os planos de clivagem ardosiária existentes, a percolação de água através dessas feições atinge valores relativamente baixos, variando entre 0,01 e 8,31/min/m/kg/cm². Existem grandes trechos com perda d'água nula como é observado nas sondagens SM-2, SM-5 e SM-6 e alguns trechos localizações com perda d'água elevada chegando a atingir entre 10 e 11,51/min/m/kg/cm², como é observado na sondagem SM-4.

Como é visto no Desenho 02 "Seção Geológica/Geotécnica, do eixo da barragem", do Volume III, Tomo I, o substrato rochoso se apresenta de uma maneira geral com boas características hidráulicas, pois apresenta condutividade hidráulica baixa a média, e apenas alguns pontos localizados com valores de perdas d'água elevadas.

A descrição de todos os parâmetros obtidos nas investigações de subsuperfície, pode ser observada nos perfis individuais das sondagens, apresentados no item 4.1.3.1 a seguir, e no Desenho 02 "Seção Geológica/Geotécnica do eixo da barragem" do Volume III, Tomo I.

4.1.1 - SANGRADOURO

Com base nos estudos geológicos de superfície a área de implantação do sangradouro apresenta na parte mais elevada do morro uma grande quantidade de blocos de arenito, sobrepondo-se



ao embasamento rochoso ardosiado o qual se estende pelas encostas do morro até a base deste.

Os blocos de arenito são geralmente de cores claras variando de creme a cinza amarelado, de granulação média a fina, bastante endurecidos, podendo apresentar silicificação. O embasamento ardosiado se apresenta geralmente laminado com clivagem bem desenvolvida que desagrega-se facilmente em placas, características esta que indica ser este material rochoso pouco resistente ao arraste ocasionado pelo fluxo de água.

4.1.2 - TOMADA D'ÁGUA

No local de implantação da tomada d'água foi realizada uma campanha de 2 sondagens rotativas com a finalidade de caracterizar a rocha ardosiada quanto ao aspecto geomecânico, como é visto nas sondagens SR-1 e SR-10.

Superficialmente tem-se uma camada de solo de alteração sobrepondo-se ao substrato rochoso ardosiado. A ardósia apresenta-se alterada com recuperação nula, possivelmente ocasionada pela grande presença de minerais micáceos.

As informações obtidas nas investigações são mostradas nos perfis individuais das sondagens realizadas pela tomada d'água, item 4.1.3.2 a seguir.

4.1.3 - PERFIS INDIVIDUAIS DAS SONDAJENS

A seguir será apresentada a ficha com o perfil individual de cada sondagem realizada, que consta da descrição e perfil dos materiais, a porcentagem de recuperação, os parâmetros geomecânicos e os ensaios de infiltração e perda d'água.



4.1.3.1 - Perfis individuais das sondagens realizadas no eixo da barragem

000025

LOCAL <u>RIO CAIÇARA</u>	SONDAGEM Nº
EXECUTADO POR <u>SOLOTÉCNICA</u>	SR-1
COTA DA BOCA <u>120,00</u>	DATA <u>09/01/88</u>
FOLHA 1	

# DO PUNTO, N.º A MÉTODO PENETRAÇÃO, COTA E INVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PERFIL	PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica $\frac{1}{\text{min}} \frac{1}{\text{cm}^2}$	
			RECUPERAÇÃO					ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRECISÃO	K _{eq} Cm/s				
			20	40	80	80						L/min/m				
	Argila arenosa pedregulhosa solo de alteração da ardósia															
R S B X	Ardósia alterada de cor avermelhada	2,10														
		3,90														
		4,60														
		6,10														
		7,60														
		9,10														
		10,80														
		12,10														

<p>LEGENDA</p> <p>ORIENTAÇÃO FRATURAS { H - HORIZONTAL V - VERTICAL SH - SUB-HORIZONTAL SV - SUB-VERTICAL I - INCLINADA</p> <p>ALTERAÇÃO { A1 - ROCHA Sã A2 - FOLHO ALTERADA AS - ALTERADA</p> <p>PERCUSSÃO { P - PERCUSSÃO R - ROSETA</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">000026</p>	<p>OBS. N.A = Seco</p> <hr/> <hr/> <hr/> <div style="text-align: center;">  <p>PROGRAMA NACIONAL DE ENGENHARIA DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS 2ª DIRETORIA REGIONAL</p> <p>AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA</p> <p>PERFIL DE SONDAJEM</p> </div>
<p>SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA</p>	
<p>P16 Nº</p>	

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº

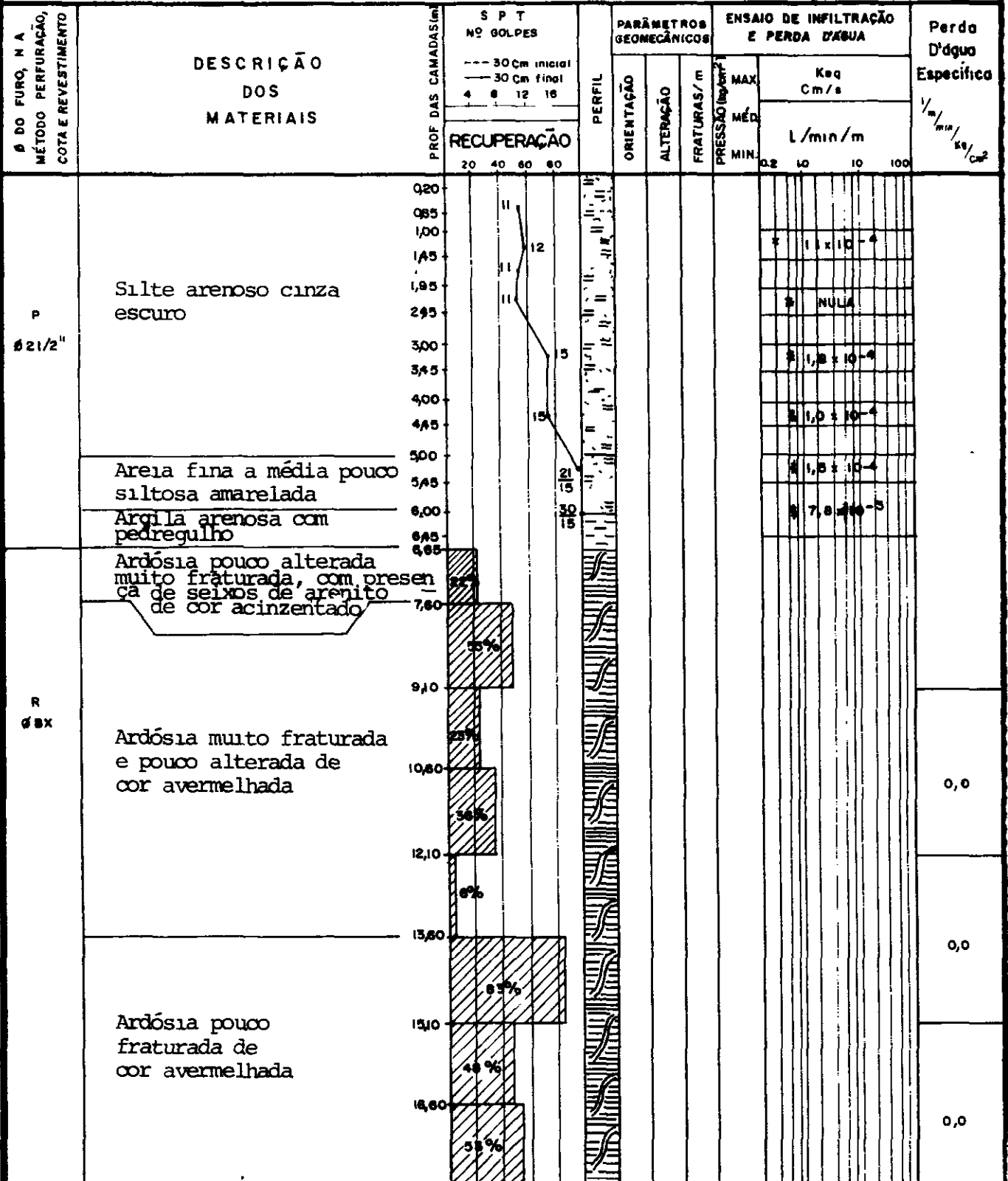
EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

SM-2

COTA DA BOCA 112,00

DATA 19/12/87

FOLHA 1



- LEGENDA
- ORIENTAÇÃO FRATURAS:
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - BH - SUB-HORIZONTAL
 - BV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
 - ALTERAÇÃO:
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
 - PERFORAÇÃO:
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS. O N.A. Seco.
* Ensaio de infiltração tipo Lefranc



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAJEM

000027

LOCAL RIO CAIÇARA

EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

COTA DA BOCA 112,00

DATA

SONDAGEM Nº

SM-2

FOLHA 2

B DO FURO, N A MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA			Perda D'água Específico $\frac{l}{m/min} / \frac{kg}{cm^2}$	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / m	PRESSÃO (kg/cm ²)	MAX MÉD MIN.		Kg Cm/s
			20	40	60	80								
	Ardósia pouco fraturada de cor avermelhada	18,65	60%				S						0,0	

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFURAÇÃO
 - P - PERAMBÃO
 - R - ROTATVA

OBS



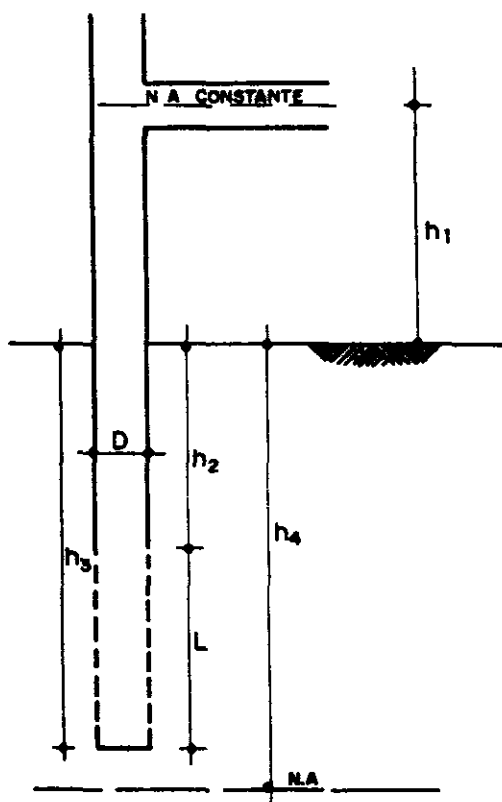
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000028

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

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

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

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-2	15	100	145	45	2.551,7	1500	137,5	1,1x10 ⁻⁴
SM-2	15	200	245	45	0	1500	237,5	NULLA
SM-2	15	300	345	45	10.207,0	1500	337,5	1,8x10 ⁻⁴
SM-2	15	400	445	45	7.655,2	1500	437,5	1,0x10 ⁻⁴
SM-2	15	500	545	45	12.758,8	1500	537,5	1,5x10 ⁻⁴
SM-2	15	500	645	145	16.586,4	1500	587,5	7,8x10 ⁻⁵

000029



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA
	DE 15,00 m A 18,65 m		3,0	m	Bx	m	DIÂM 0,06 COMP 17,15m		0,45	m	Seco	m		ABAIXO	<input type="checkbox"/>	
PRESSÃO P _m MANOM	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q	FATOR "F"	F	PERDA DE CARGA P _c	CARGA EFETIVA CE	VAZÃO ESPEC QE	PERDA D'ÁGUA ESP ₂	PE	COEFICIENTE K		
kg/cm ²						l/min	1,1069 X 10 ⁻⁴	X 10 ⁻⁴	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	cm/s	PERMEABIL		
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,695 kg/cm ²		-	1,795	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0			-	3,595	-	-	-	-		
1,90	0	0	0	0	0	0,0			-	5,495	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0			-	3,595	-	-	-	-		
3,80	0	0	0	0	0	0,0			-	1,795	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0										
1,90	0	0	0	0	0	0,0										
0,10	0	0	0	0	0	0,0										
	0	0	0	0	0	0,0										

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA
	DE 12,00 A 15,00 m		3,0	m	Bx	m	DIÂM. 0,06 COMP 13,5 m		0,45	m	Seco	m		ABAIXO	<input type="checkbox"/>	
PRESSÃO P _m MANOM	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q	FATOR "F"	F	PERDA DE CARGA P _c	CARGA EFETIVA CE	VAZÃO ESPEC QE	PERDA D'ÁGUA ESP ₂	PE	COEFICIENTE K		
kg/cm ²						l/min	1,1069 X 10 ⁻⁴	X 10 ⁻⁴	kg/cm ²	kg/cm ²	l/min/m	l/min/m/kg/cm ²	cm/s	PERMEABIL		
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,395 kg/cm ²		-	1,495	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0			-	2,895	-	-	-	-		
1,50	0	0	0	0	0	0,0			-	4,395	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0			-	2,895	-	-	-	-		
3,00	0	0	0	0	0	0,0			-	1,495	-	-	-	-		
	0	0	0	0	0	0,0										
1,50	0	0	0	0	0	0,0										
0,10	0	0	0	0	0	0,0										
	0	0	0	0	0	0,0										

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº

SONDAGEM Nº SM-2

000030



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº

EXECUTADO POR SOLOTECNICA

SM-3

COTA DA BOCA 112,70

DATA 17/12/87

FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/min/m ² kg/cm ²						
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	Kg Cm/s			L/min/m					
			20	40	60	80						MAX	MIN							
P Ø 2 1/2"	Silte arenoso de cor cinza escuro	0,20 0,65 1,00 1,45 1,95 2,45 3,00 3,45 4,00 4,45	7	8	8	8														
	Areia média com pedregulhos de cor amarelada	5,00 5,45 6,00 6,45			15	30														

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - BH - SUB-HORIZONTAL
 - BV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - AI - ROCHA Sã
 - AE - FOLGO ALTERADA
 - AS - ALTERADA
- PERFURAÇÃO
 - P - PERFURAÇÃO
 - R - ROSETINA

000032

OBS. N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc

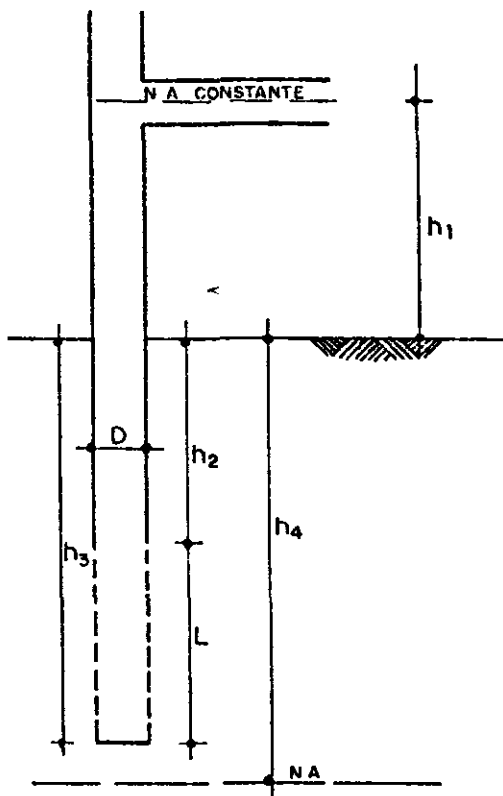


PROGRAMA NACIONAL DE REENCAIXAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS

ÁÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6.50 cm

h_1 = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h_2 = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h_3 = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

h_4 = 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-3	15	100	145	45	17862,3	1500	137,5	$8,0 \times 10^{-4}$
SM-3	15	200	245	45	30621,1	1500	237,5	$8,0 \times 10^{-4}$
SM-3	15	300	345	45	35724,6	1500	337,5	$6,5 \times 10^{-4}$
SM-3	15	400	445	45	22965,8	1500	437,5	$3,2 \times 10^{-4}$
SM-3	15	500	545	45	8931,1	1500	537,5	$1,0 \times 10^{-4}$
SM-3	15	600	625	25	12758,8	1500	627,5	$1,7 \times 10^{-4}$

000033



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

ACUDE PÚBLICO FRECHEIRENHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº

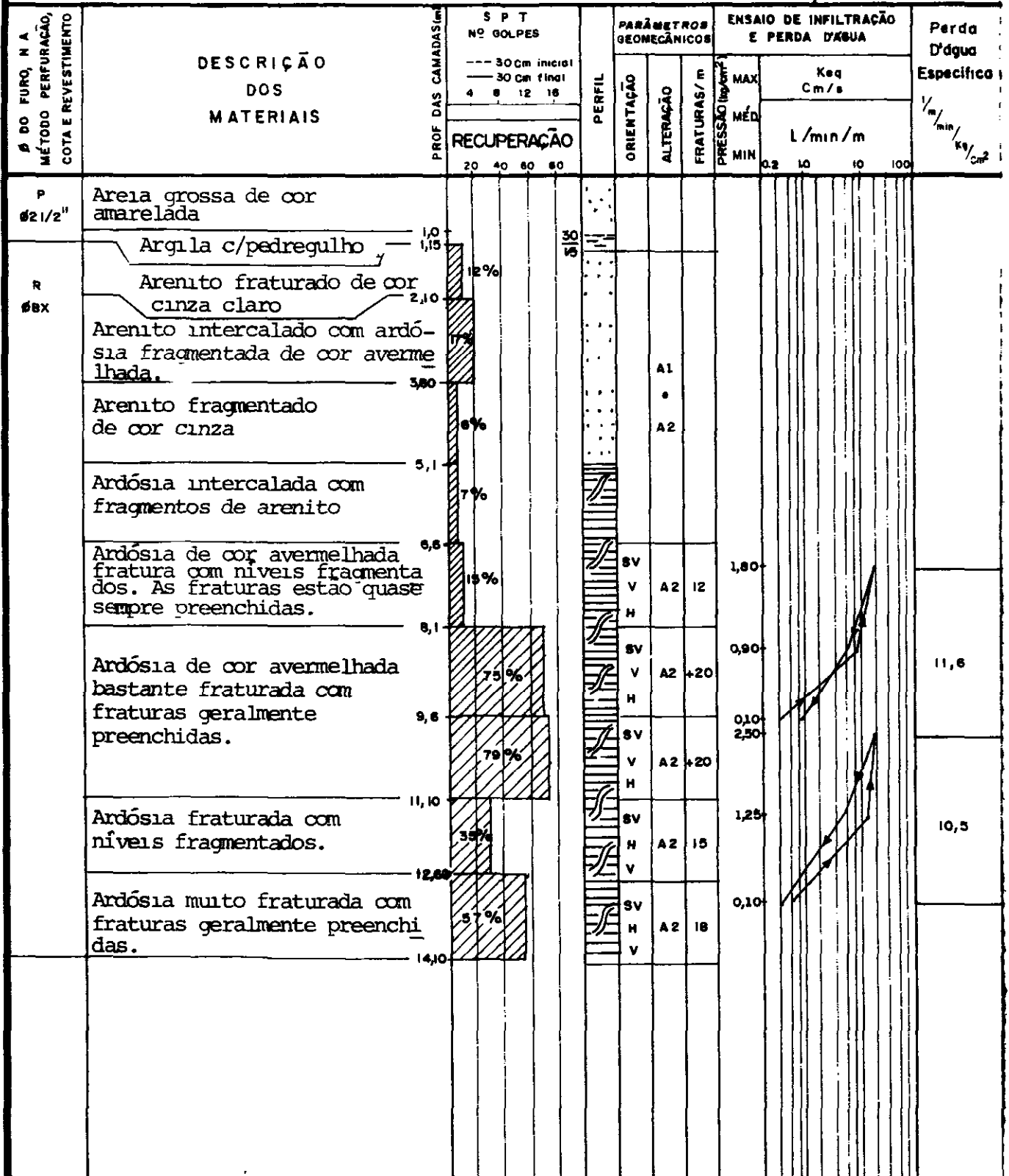
EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

SM-4

COTA DA BOCA 107,50

DATA 6 a 8/01/87

FOLHA 1



LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS
- H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
- A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
- P - PERFORAÇÃO
 - R - ROTATIVA

000034

OBS N.A = 1,0 m



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAGEM

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº 1

ENSAIO Nº 1	Pob DE 10,00 m A 13,10 m	TRECHO 3,10 m	L m	DIÂM FURO Bx m	d m	CANALIZAÇÃO c DIÂM. 0,06 COMP. 11,6 m	ALT. MANÔM h m	N.A ADOTADO N m	ENSAIO ACIMA <input type="checkbox"/> ABAIXO <input checked="" type="checkbox"/> ARTES <input type="checkbox"/>	DO NA <input checked="" type="checkbox"/>		
PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ³	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s
0,10	2	2	0	2	2	2,0	COLUNA D'ÁGUA 0,095 kg/cm ²	-	0,197	0,667	3,421	3,79x10 ⁻⁴
	2	2	2	3	2							
1,25	33	42	33	33	33	33,0		0,30	1,045	11,0	10,526	1,17x10 ⁻³
	33	33	33	33	33							
2,50	20	44	51	47	44	44,0		0,50	2,095	14,667	7,0	7,75x10 ⁻⁴
	44	44	44	45	45							
1,25	10	15	15	15	15	15,0		0,07	1,275	5,0	3,922	4,34x10 ⁻⁴
	15	15	15	15	16							
0,10	1	1	1	2	1	1,3		-	0,195	0,433	2,221	2,46x10 ⁻⁴
	1	1	1	2	2							

OBSERVAÇÕES

SONDAGEM Nº SM-4

ENSAIO Nº 2	Pob DE 7,00 A 10,00 m	TRECHO 3,00 m	L m	DIÂM FURO Bx m	d m	CANALIZAÇÃO c DIÂM. 0,06 COMP. 8,5 m	ALT. MANÔM h m	N.A ADOTADO N m	ENSAIO ACIMA <input type="checkbox"/> ABAIXO <input checked="" type="checkbox"/> ARTES <input type="checkbox"/>	DO NA <input type="checkbox"/>		
PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ³	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s
0,10	1	1	1	1	2	1,3	COLUNA D'ÁGUA 0,095 kg/cm ²	-	0,195	0,433	2,221	2,46x10 ⁻⁴
	1	1	1	2	2							
0,90	25	25	25	25	25	25		0,13	0,865	8,333	9,633	1,07x10 ⁻³
	25	25	25	25	25							
1,80	80	20	50	50	50	50		0,47	1,425	16,667	11,696	1,29x10 ⁻³
	50	50	50	50	50							
0,90	24	24	24	24	24	24		0,13	0,865	8,0	9,249	1,02x10 ⁻³
	24	24	24	25	24							
0,10	1	1	1	3	3	1,8		-	0,195	0,6	3,077	3,41x10 ⁻⁴
	1	2	2	2	2							

OBSERVAÇÕES

000035



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO Nº	Pob	TRECHO L	DIÂM. FURO	CANALIZAÇÃO	ALT MANÔM	N.A ADOTADO	ENSAIO	ACIMA ABAIXO ARTES		DO NA					
								<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Nº 1	DE 14,00 m A 16,80 m	2,80 m	Bx	DIAM 0,06 COMP 15,3 m	0,47 m	Seco		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
PRESSÃO Pm MANOM	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q	FATOR "F"	F	PERDA DE CARGA Pc	CARGA EFETIVA CE	VAZÃO ESPEC QE	PERDA D'ÁGUA ESP	PE	COEFICIENTE K PERMEABIL	
kg/cm ²						l/min	1,0887	X 10 ⁻⁴	kg/cm ²	kg/cm ²	l/m ² /m	l/m ² /m/kg/cm ²	cm/s	cm/s	
							COLUNA D'ÁGUA 1,587 kg/cm ²			1,687					
0,10	0	0	0	0	0	0,0	OBSERVAÇÕES		-						
	0	0	0	0	0	0,0			-	3,337					
1,75	0	0	0	0	0	0,0			-	5,087					
	0	0	0	0	0	0,0			-	3,337					
3,50	0	0	0	0	0	0,0			-	1,687					
	0	0	0	0	0	0,0									
1,75	0	0	0	0	0	0,0									
	0	0	0	0	0	0,0									
0,10	0	0	0	0	0	0,0									
	0	0	0	0	0	0,0									
Nº 2	DE 11,0 A 14,0 m	3,0 m	BX	DIAM 0,06 COMP 12,5 m	0,47 m	N.T				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
PRESSÃO Pm MANOM	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q			FATOR "F"	F	PERDA DE CARGA Pc	CARGA EFETIVA CE	VAZÃO ESPEC QE	PERDA D'ÁGUA ESP	PE
kg/cm ²						l/min	1,1069	X 10 ⁻⁴	kg/cm ²	kg/cm ²	l/m ² /m	l/m ² /m/kg/cm ²	cm/s	cm/s	
							COLUNA D'ÁGUA 1,447 kg/cm ²								
0,10							Este trecho não obstruiu.								
1,40															
2,80															
1,40															
0,10															

000038



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES N2

LOCAL RIO CAIÇARA SONDAGEM Nº _____
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA SM-6
 COTA DA BOCA 112,00 DATA 11/12/87 FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	SPT Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/min/m ² /cm ²	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	MAX.	K _{eq} Cm/s		L/min/m
			4	8	12	16									
P Ø 2 1/2"	Silte arenoso cinza escuro	0,20 - 0,65													
	Argila siltosa cinza escura	0,65 - 1,45										NULLA			
		1,45 - 1,95										* 9,5 x 10 ⁻⁵			
		1,95 - 2,45										* 8,1 x 10 ⁻⁵			
	Areia fina pouco siltosa	2,45 - 3,00										* 2,9 x 10 ⁻⁵			
R Ø 8x	Solo de alteração da ardósia de cor avermelhada	3,00 - 3,45										* 6,5 x 10 ⁻⁵			
	Ardósia alterada de cor avermelhada	3,45 - 5,00													
		5,00 - 5,45													
		5,45 - 5,80													
	Ardósia fragmentada, pouco coerente sedosa ao tato de cor avermelhada	5,80 - 7,60												8,3	
		7,60 - 9,10													
	Ardósia medianamente fragmentada sedosa ao tato de cor avermelhada	9,10 - 10,60												0,0	
		10,60 - 12,10													
Ardósia avermelhada fraturada com fraturas geralmente sedosas	12,10 - 13,60												0,0		
	13,60 - 15,10														
	15,10 - 16,60												0,0		
	16,60 - 17,80														

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTÓRIMA

000039

OBS

N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

ENSAIO Nº 1	Pob		TRECHO	L	DIÂM. FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT. MANÔM	h	N/A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	ABAIXO	DO NA
	DE 15,0 m A 17,8 m		2,8	m	Bx	m	DIÂM 0,05 COMP 16,3 m		0,47	m	Seco	m		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRESSÃO Pm MANOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,0887 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO ESPEC QE l/min/m	PERDA D'ÁGUA PE l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s				
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,687 kg/cm ²	-	1,787	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
1,90	0	0	0	0	0	0,0		-	3,587	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
3,80	0	0	0	0	0	0,0		-	5,487	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
1,90	0	0	0	0	0	0,0		-	3,587	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	1,787	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
OBSERVAÇÕES																

ENSAIO Nº 2	Pob		TRECHO	L	DIÂM. FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT. MANÔM	h	N/A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	ABAIXO	DO NA
	DE 12,0 A 15,0 m		3,0	m	3,0	m	DIÂM 0,06 COMP 13,5 m		0,47	m	Seco	m		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRESSÃO Pm MANOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO ESPEC QE l/min/m	PERDA D'ÁGUA PE l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s				
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,397 kg/cm ²	-	1,497	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
1,50	0	0	0	0	0	0,0		-	2,897	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
3,00	0	0	0	0	0	0,0		-	4,397	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
1,50	0	0	0	0	0	0,0		-	2,897	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	1,497	-	-	-				
	0	0	0	0	0											
OBSERVAÇÕES																

000041



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	ABAIXO	ARTES	DO NA
	DE	A	m	m	Bx	m	DIÂM 0,06 COMP	10,5 m	0,47	m	Seco	m		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PERDA Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP ₂ l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s					
0,10	0	0	0	0	0	0,0	OBSERVAÇÕES	-	1,197	-	-	-					
	0	0	0	0	0	0,0		-	2,247	-	-	-					
1,15	0	0	0	0	0	0,0		-	3,397	-	-	-					
	0	0	0	0	0	0,0		-	2,247	-	-	-					
2,30	0	0	0	0	0	0,0		-	1,197	-	-	-					
	0	0	0	0	0	0,0		-		-	-	-					
1,15	0	0	0	0	0	0,0		-		-	-	-					
	0	0	0	0	0	0,0		-		-	-	-					
0,10	0	0	0	0	0	0,0		-		-	-	-					
	0	0	0	0	0	0,0		-		-	-	-					

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	ABAIXO	ARTES	DO NA
	DE	A	m	m	Bx	m	DIÂM 0,06 COMP	7,5 m	0,47	m	Seco	m		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PERDA Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP ₂ l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s					
0,10	0	0	0	0	0	0,0	OBSERVAÇÕES	-	0,897	-	-	-					
	0	0	0	0	0	22,0		0,11	1,547	7,4	4,8	5,3x10 ⁻⁴					
0,75	20	20	20	20	40	22,0		0,65	2,297	19,0	8,3	9,0x10 ⁻⁴					
	20	21	20	20	20	57,0		0,08	1,547	6,7	4,3	4,7x10 ⁻⁴					
1,50	25	50	58	110	55	57,0		-	0,897	1,7	1,9	2,1x10 ⁻⁴					
	64	55	55	55	45	20,0		-		-	-	-					
0,75	20	20	20	20	20	20,0		-		-	-	-					
	20	20	20	20	20	5,0		-		-	-	-					
0,10	5	5	5	5	5	5,0		-		-	-	-					
	5	5	5	5	5	5,0		-		-	-	-					

ENSAIOS DE PERDA D'AGUA Nº 3

SONDAGEM Nº SM-6

000042



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇÃO PÚBLICA FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'AGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA DES Nº

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº

EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

SM-7

COTA DA BOCA 112.00

DATA 12 a 16/12/87

FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	SPT Nº GOLPES				PERFIL	ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l ³ /m ³ /kg/cm ²																																																																	
			RECUPERAÇÃO					ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)		MAX	K _{eq} cm/s																																																															
			20	40	60	80									MÉD	L/min/m																																																													
P Ø 2 1/2"	Silte arenoso de cor cinza escuro	0,20																																																																											
		0,65																																																																											
	1,00																																																																												
	1,45																																																																												
	1,95																																																																												
	2,45																																																																												
	3,00																																																																												
	3,45																																																																												
	4,00																																																																												
	4,45																																																																												
5,00																																																																													
5,45																																																																													
6,00																																																																													
6,45																																																																													
7,00																																																																													
7,45																																																																													
8,00																																																																													
8,53																																																																													
9,00																																																																													
9,50																																																																													
10,00																																																																													
10,50																																																																													
11,00																																																																													
11,50																																																																													
12,00																																																																													
12,50																																																																													
13,00																																																																													
13,50																																																																													
14,00																																																																													
14,50																																																																													
15,00																																																																													
15,50																																																																													
16,00																																																																													
16,50																																																																													
17,00																																																																													
17,50																																																																													
18,00																																																																													
18,53																																																																													
19,00																																																																													
19,50																																																																													
20,00																																																																													
20,53																																																																													

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCA ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAGEM

000043

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA
 COTA DA BOCA 112,00 DATA 17/12/87

SONDAGEM Nº
SM-7
 FOLHA 2

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (cm)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS		ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/min/m ²								
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/ m	PRESSÃO (kg/cm ²)	K _{eq} Cm/s									
			20	40	60	80						MAX		MÉD	MIN	0.2	10	10	100		
	Ardósia de cor avermelhada fraturada com fraturas geralmente seladas	2000	88%				SV	V	A2	+20											0,13

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS {
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - BH - SUB-HORIZONTAL
 - BV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO {
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO {
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS



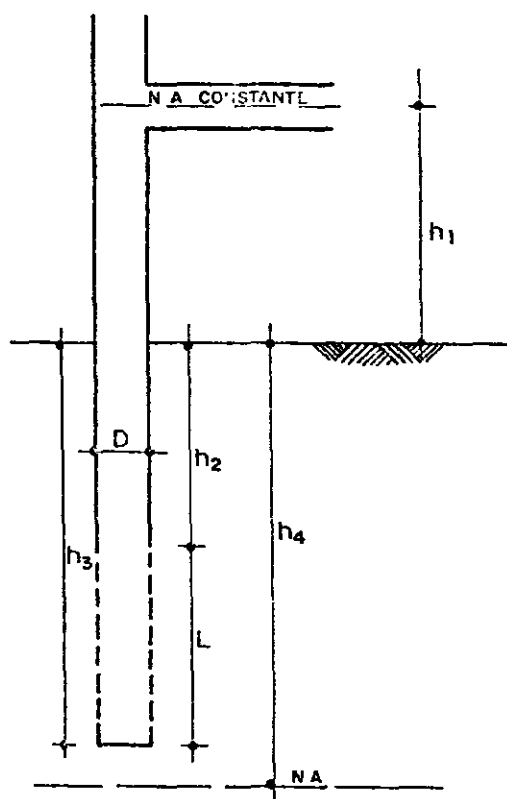
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000044

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



$D =$ DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

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

$h_2 =$ PROFUNDIDADE REVESTIDA

$L =$ COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3 =$ PROFUNDIDADE DO FURO

$Q =$ QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

$h_4 =$ PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

SONDAGEM	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_3 (cm)	L (cm)	Q (cm ³)	t (seg)	h_0 (cm)	K (cm/seg)
SM-7	15	100	145	45	0	1500	137,5	NULA
SM-7	15	200	245	45	5.103,5	1500	237,5	$1,3 \times 10^{-4}$
SM-7	15	200	345	145	6.379,4	1500	287,5	$6,1 \times 10^{-5}$
SM-7	20	200	445	245	10.207,0	1500	342,5	$5,5 \times 10^{-5}$
SM-7	20	200	545	345	7.655,3	1500	392,5	$2,8 \times 10^{-5}$
SM-7	20	600	645	45	5.103,5	1500	642,5	$5,0 \times 10^{-5}$
SM-7	20	700	745	45	0	1500	742,5	NULA
SM-7	20	700	835	135	0	1500	787,5	NULA

000045



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA	
	DE 17,00 m A 20,00 m		3,00	m	Bx	m	DIAM 0,06 COMP 18,5 m	0,47	m	Seco	m			ABAI CO	<input type="checkbox"/>		
1	PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm^2					ABSORÇÕES A CADA MINUTO	VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 $X 10^{-4}$	PERDA Pc DE CARGA kg/cm^2	CARGA CE EFETIVA kg/cm^2	VAZÃO QE ESPEC $l/min/m$	PERDA PE D'ÁGUA ESP. $l/min/m/kg/cm^2$	COEFICIENTE K FERMEABIL. cm/s				
	0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUMNA D'ÁGUA 1,897 kg/cm^2	-	1,997	-	-	-				
	1,15	0	0	0	0	0	0,0	OBSERVAÇÕES	-	3,047	-	-	-				
	3,30	2	2	2	2	1	2,0		-	5,197	0,7	0,128	$1,4 \times 10^{-5}$				
	1,15	0	0	0	0	0	0,0		-	3,047	-	-	-				
	0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	1,997	-	-	-				
		0	0	0	0	0											
		0	0	0	0	0											
ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA	
	DE 14,00 A 17,00 m		3,00	m	Bx	m	DIAM 0,06 COMP 15,5 m	0,47	m	Seco	m			ABAI CO	<input type="checkbox"/>		
2	PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm^2					ABSORÇÕES A CADA MINUTO	VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 $X 10^{-4}$	PERDA Pc DE CARGA kg/cm^2	CARGA CE EFETIVA kg/cm^2	VAZÃO QE ESPEC $l/min/m$	PERDA PE D'ÁGUA ESP. $l/min/m/kg/cm^2$	COEFICIENTE K FERMEABIL. cm/s				
	0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUMNA D'ÁGUA 1,597 kg/cm^2	-	1,697	-	-	-				
	1,25	1	1	1	2	2	1,5	OBSERVAÇÕES	-	2,847	0,5	0,17	$1,9 \times 10^{-5}$				
	3,50	5	5	5	5	5	5,0		0,015	5,097	1,7	0,33	$3,5 \times 10^{-5}$				
	1,25	1	1	1	1	1	1,2		-	2,847	0,4	0,14	$1,5 \times 10^{-5}$				
	0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	1,697	-	-	-				
		0	0	0	0	0											
		0	0	0	0	0											

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº.

SONDAGEM Nº SM-7

000046



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHETRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA
	DE 11,0 m A 14,0 m		3,0	m	Bx	m	DIÂM 0,06 COMP 12,5 m		0,47	m	Seco	m		ABAXO	<input type="checkbox"/>	
PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069	F X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s			
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,297 kg/cm ²		-	1,397	-	-	-			
	0	0	0	0	0											
1,40	0	0	0	0	0	0,0			-	2,697	-	-	-			
	0	0	0	0	0											
2,80	18	24	20	1	21	19,0			0,130	4,097	6,4	1,56	1,7x10 ⁻⁴			
	21	25	20	20	20											
1,40	10	10	10	10	10	10,0			0,038	2,697	3,4	1,26	1,4x10 ⁻⁴			
	10	10	10	10	10											
0,10	0	0	0	0	0	0,0			-	1,397	-	-	-			
	0	0	0	0	0											

OBSERVAÇÕES

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA
	DE 8,0 A 11,0 m		3,0	m	Bx	m	DIÂM 0,06 COMP 9,5 m		0,47	m	Seco	m		ABAXO	<input type="checkbox"/>	
PRESSÃO Pm MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069	F X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL cm/s			
0,10							COLUNA D'ÁGUA 1,147 kg/cm ²									
1,00							O trecho não obturou.									
2,00																
1,00																
0,10																

OBSERVAÇÕES

000647



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHETRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO TÉCNICO E CONSULTORIA LTDA SLS Nº

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº 45

EXECUTADO POR SOLOTECNICA

SR-8

COTA DA BOCA 118,00

DATA 10 a 12/12/87

FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PERFIL	PARÂMETROS GEOMECÂNICOS		ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/min/m ² Kg/cm ²		
			RECUPERAÇÃO					ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	K _{eq} Cm/s				
			20	40	60	80						MAX	MÉD		MIN	0,8
R Ø B X	Solo de alteração da ardósia. Argila siltosa avermelhada	1,50						A3							NÃO OBTUROU	
	Ardósia muito fraturada de cor avermelhada	2,30	25%				SV H	A2 +20								
	Solo de alteração da ardósia. Argila siltosa avermelhada	3,10						A2							NÃO OBTUROU	
	Ardósia fragmentada de coloração avermelhada	4,60	5%				SV H	A2 18								
	Ardósia muito fraturada, avermelhada	6,10	37%				SV V H	A2 12							0,014	
	Ardósia fragmentada de cor avermelhada	7,60	11%													
	Ardósia fraturada com fraturas quase sempre preenchidas	10,60	35%				SV V H	A2 +20							0,03	
	12,00	39%														

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS Não houve perda d'água de perfuração

N.A. = Seco



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

ACEDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000048

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

FIG Nº

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO	L	DIÂM. FURO	d	CANALIZAÇÃO	c	ALT MANÔM	h	N.A ADOTADO	N	ENSAIO	ACIMA	<input checked="" type="checkbox"/>	DO NA
	DE	A	m	m	Bx	m	DIÂM. 0,06 COMP	7,5 m	0,60	m	Seco	m		ABAIXO	<input type="checkbox"/>	
3	6,0	9,0	3,0		Bx		DIÂM. 0,06 COMP	7,5	0,60		Seco					
PRESSIONE MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP. l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE Y PERMEABIL cm/s				
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 0,81 kg/cm ²	-	0,91	0,0	0,0	-				
0,75	0	0	0	0	0,5	0,05	OBSERVAÇÕES	-	1,56	0,017	1,0x10 ⁻²	1,1x10 ⁻⁶				
1,50	0	0	0	0	1,0	0,1		-	2,31	0,033	1,4x10 ⁻²	1,5x10 ⁻⁶				
0,75	0	0	0	0	0	0,0		-	1,56	0,0	0,0	-				
0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	0,91	0,0	0,0	-				
	0	0	0	0	0											
	0	0	0	0	0											
4	9,0	12,0	3,0		Bx		DIÂM. 0,06 COMP	10,5m	0,60		Seco					
PRESSIONE MANÔM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP. l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE Y PERMEABIL cm/s				
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'ÁGUA 1,11 kg/cm ²	-	1,21	0,0	0,0	-				
1,15	0	1,0	0	1,0	0	0,2	OBSERVAÇÕES	-	2,26	0,07	3,0x10 ⁻²	3,3x10 ⁻⁶				
2,30	0	0	3,0	0	0	0,3		-	3,41	0,10	3,0x10 ⁻²	3,3x10 ⁻⁶				
1,15	0	0	0	0	0	0,0		-	2,26	0,0	0,0	-				
0,10	0	0	0	0	0	0,0		-	1,21	0,0	0,0	-				
	0	0	0	0	0											
	0	0	0	0	0											

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº 3

SONDAGEM Nº SR-8

000049



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

ACEUDE PÚBLICO FRECHETRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO TÉCNICO E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA Nº 1

ENSAIO Nº 1	Pob DE 0,0 m A 3,0 m	TRECHO 3,0 m	L m	DIÂM FURO Bx m	d m	CANALIZAÇÃO c DIÂM 0,06 COMP 1,50 m	ALT MANÔM h 0,60 m	N.A ADOTADO N m	Seco m	ENSAIO	ACIMA ABAIXO ARTES <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DO N.A. <input type="checkbox"/>
PRESSÃO Pm MATOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL. cm/s
0,10	-	-	-	-	-	-	COLUNA D'ÁGUA kg/cm ² 0 trecho não obturou					
0,20	-	-	-	-	-							
0,40	-	-	-	-	-	OBSERVAÇÕES						
0,20	-	-	-	-	-							
0,10	-	-	-	-	-							
0,10	-	-	-	-	-							

SONDAGEM Nº SR-8

ENSAIO Nº 2	Pob DE 3,0 A 6,0 m	TRECHO 3,0 m	L m	DIÂM FURO Bx m	d m	CANALIZAÇÃO c DIÂM 0,06 COMP 4,5 m	ALT MANÔM h 0,60 m	N.A ADOTADO N m	Seco m	ENSAIO	ACIMA ABAIXO ARTES <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DO N.A. <input type="checkbox"/>
PRESSÃO Pm MATOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" X 10 ⁻⁴	PERDA Pc DE CARGA kg/cm ²	CARGA CE EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO QE ESPEC l/min/m	PERDA PE D'ÁGUA ESP l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL. cm/s
0,10	-	-	-	-	-	-	COLUNA D'ÁGUA kg/cm ² Não foi feito ensaio de perda d'água neste trecho, pois o mesmo não obturou.					
0,40	-	-	-	-	-	OBSERVAÇÕES						
0,80	-	-	-	-	-							
0,40	-	-	-	-	-							
0,10	-	-	-	-	-							

000050



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA DES Nº

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA
 COTA DA BOCA 135,20 DATA 15 a 17/01/88
 SONDAGEM Nº SR-9
 FOLHA 01

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	SPT Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específico L/min/m Kg/cm ²	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / m	PRESSÃO (kg/cm ²)	K _{eq} Cm/s			L/min/m
			4	6	12	16						MAX	MIN		
R Ø BX	Argila silte-arenosa	1.50													
	Ardósia alterada de cor avermelhada	3.00													
		4.50													
		6.00													
	Ardósia fraturada de cor avermelhada	7.50												0,0	
		9.00													
		10.50												0,0	
		12.00													
		16.00												0,0	

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFURAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS N.A. = Seco
 * Ensaio de infiltração tipo Lefranc



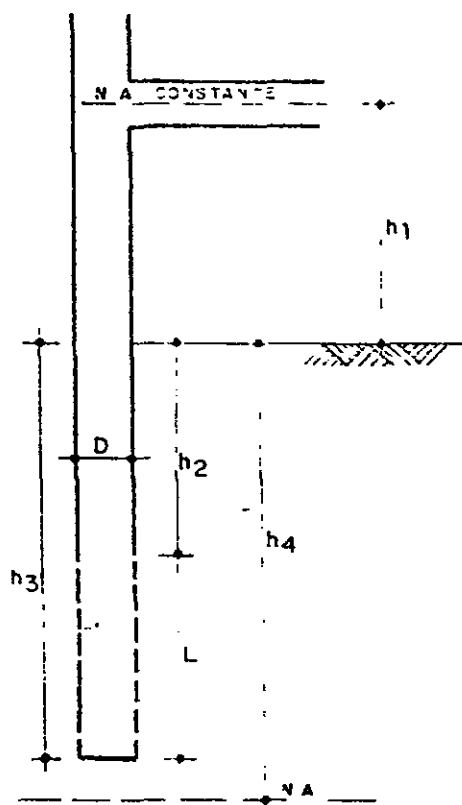
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000051

ENSAIO DE PERMEABILIDADE "IN SITU" CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6,50cm

h_1 = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h_2 = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h_3 = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

h_4 = 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)
SR-9	10	150	450	300	2551,7	1500	310,0	$1,3 \times 10^{-5}$
SR-9	10	150	750	600	5103,5	1500	460,0	$1,0 \times 10^{-5}$
SR-9	10	150	1050	900	5103,5	1500	610,0	$5,5 \times 10^{-6}$
SR-9	10	150	1200	1050	2551,7	1500	685,0	$2,1 \times 10^{-6}$

000052



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE CURSOS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA NACIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

ENSAIOS DE PERDA D'AGUA Nº 5

ENSAIO Nº	Pob DE 6,0 m A 9,0 m	TRECHO 3,0 m	L m	DIÂM FURO Bx m	CANALIZAÇÃO c DIÂM 0,06 COMP 7,5 m	ALT. MANÔM. h 0,45 m	N.A ADOTADO N m Seco	ENSAIO ACIMA ABAIXO ARTES <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DO N.A. <input type="checkbox"/>			
PRESSIONE MANÔM. kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO ESPEC. QE l/min/m	PERDA D'AGUA ESP. l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE k PERMEABIL. cm/s
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'AGUA 0,795 kg/cm ²	0,0	0,895	-	-	-
	0	0	0	0	0			0,0	1,545	-	-	-
0,75	0	0	0	0	0	0,0		2,295	-	-	-	
	0	0	0	0	0	0,0		1,545	-	-	-	
1,50	0	0	0	0	0	0,0		0,895	-	-	-	
	0	0	0	0	0	0,0						
0,75	0	0	0	0	0	0,0						
	0	0	0	0	0	0,0						
0,10	0	0	0	0	0	0,0						
	0	0	0	0	0	0,0						

OBSERVAÇÕES

SONDAGEM Nº SR-9

ENSAIO Nº	Pob DE 9,0 A 12,0 m	TRECHO 3,0 m	L m	DIÂM FURO Bx m	CANALIZAÇÃO c DIÂM 0,06 COMP 10,5 m	ALT. MANÔM. h 0,45 m	N.A ADOTADO N m Seco	ENSAIO ACIMA ABAIXO ARTES <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	DO N.A. <input type="checkbox"/>			
PRESSIONE MANÔM. kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" 1,1069 X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA CE kg/cm ²	VAZÃO ESPEC. QE l/min/m	PERDA D'AGUA ESP. l/min/m/kg/cm ²	COEFICIENTE k PERMEABIL. cm/s
0,10	0	0	0	0	0	0,0	COLUNA D'AGUA 1,095 kg/cm ²	0,0	1,195	-	-	-
	0	0	0	0	0			0,0	2,245	-	-	-
1,15	0	0	0	0	0	0,0		3,395	-	-	-	
	0	0	0	0	0	0,0		2,245	-	-	-	
2,30	0	0	0	0	0	0,0		1,195	-	-	-	
	0	0	0	0	0	0,0						
1,15	0	0	0	0	0	0,0						
	0	0	0	0	0	0,0						
0,10	0	0	0	0	0	0,0						
	0	0	0	0	0	0,0						

OBSERVAÇÕES

000053



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

ÁGUE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'AGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO Nº	Pob		TRECHO L	DIÂM FURO d	CANALIZAÇÃO c	ALT MANÔM. h	N.A ADOTADO N	ENSAIO	AC/MA ABAIXO ARTES		DO N/A	
	DE	A	m	m	DIÂM. COMP. m	m	m		ACIMA	ABAXO		
	DE 11,00m A 14,00 m		3,00 m	Bx	DIÂM 0,06 COMP 12,5 m	0,45 m	Seco		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PRESTÃO Pm MATIOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO ESPEC QE l/mn/m	PERDA DE ÁGUA ESP. l/mn/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL. cm/s
0,10	0	0	0	0	0	0,0	1,069	0,0	1,395	-	-	-
	0	0	0	0	0							
1,90	0	0	0	0	0	0,0	1,295	0,0	3,195	-	-	-
	0	0	0	0	0							
2,80	0	0	0	0	0	0,0	1,295	0,0	4,095	-	-	-
	0	0	0	0	0							
1,90	0	0	0	0	0	0,0	1,295	0,0	3,195	-	-	-
	0	0	0	0	0							
0,10	0	0	0	0	0	0,0	1,295	0,0	1,395	-	-	-
	0	0	0	0	0							
OBSERVAÇÕES												
ENSAIO Nº	Pob		TRECHO L	DIÂM FURO d	CANALIZAÇÃO c	ALT MANÔM h	N.A ADOTADO N	ENSAIO	ACIMA ABAIXO ARTES		DO N/A	
DE	A	m	m	m	DIÂM. COMP. m	m	m		ACIMA	ABAXO		
									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
PRESTÃO Pm MATIOM kg/cm ²	ABSORÇÕES A CADA MINUTO					VAZÃO Q l/min	FATOR "F" X 10 ⁻⁴	PERDA DE CARGA Pc kg/cm ²	CARGA EFETIVA kg/cm ²	VAZÃO ESPEC QE l/mn/m	PERDA DE ÁGUA ESP. l/mn/m/kg/cm ²	COEFICIENTE K PERMEABIL. cm/s
OBSERVAÇÕES												

SONDAGEM Nº SR-9

000054



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA DES Nº

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR PROTÉGIA
 COTA DA BOCA 111,60 DATA 12/06/87

SONDAGEM Nº
 SP - 1
 FOLHA 01

Ø DO FURO, N.º A MÉTODOS PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	SPT Nº GOLPES				PERFIL	PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/m ² /min / kg/cm ²				
			RECUPERAÇÃO					ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / E PRESSÃO (kg/cm ²)	Kg Cm/s		L/min/m						
			20	40	60	80					MAX	MED	MIN	02		10	10	100	
P Ø 2 1/2"	Silte pouco arenoso de cor cinza																		
NA=390		4.20																	
	Areia fina siltosa marrom																		
	Areia fina a média siltosa pedregulhosa de cor cinza	5.00 5.40																	
	* Impenetrável a percussão																		

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

000055

OBS.:



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAJEM

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR PROTEGIA
 COTA DA BOCA 112,20 DATA 12/06/87
 SONDAGEM Nº SP-2
 FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS(m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS				ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica 1/m ³ /min/ kg/cm ²	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	MAX	MÉD	MIN		K _{eq} cm/s
			4	8	12	16										
P Ø 2 1/2"	Silte arenoso cinza escuro															
	Areia fina siltosa com pedregulhos de coloração cinza amarelada	2 30														
	* Impenetrável a percussão	4 05														

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO {
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO {
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFURAÇÃO {
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

000056

OBS.: N.A. = Seco



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

LOCAL <u>RIO CAICARA</u>	SONDAGEM Nº
EXECUTADO POR <u>PROTÉGIA</u>	SP - 3
COTA DA BOCA <u>112,20</u> DATA <u>12/06/87</u>	FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º, MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS		ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Especifica $\frac{1}{m} \frac{1}{min} / \frac{kg}{cm^2}$			
			---				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	K _{eq} Cm/s				
			4	8	12	16						MAX		MÉD	MIN	L/min/m
RECUPERAÇÃO			20	40	60	80			02	10	10	100				
P Ø 2 1/2	Silte arenoso cinza escuro	1.00														
	Silte argiloso cinza escuro	4.40	4	5	14	14										
	Areia média a grossa com pedregulho de cor amarelada	6.30	9	23	8	8	o									
	* Impenetrável a percussão															

LEGENDA

- | | | |
|---------------------|---|---|
| ORIENTAÇÃO FRATURAS | { | H - HORIZONTAL
V - VERTICAL
SH - SUB-HORIZONTAL
SV - SUB-VERTICAL
I - INCLINADA |
| ALTERAÇÃO | { | A1 - ROCHA Sã
A2 - POUCO ALTERADA
A3 - ALTERADA |
| PERFURAÇÃO | { | P - PERCUSSÃO
R - ROTATIVA |

000057

OBS. N.A. = Seco



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

LOCAL RIO CAIÇARA

SONDAGEM Nº

EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

SP-4

COTA DA BOCA 111,00

DATA 19/12/87

FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específico $\frac{1}{m} \frac{min}{kg/cm^2}$	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/m	PRESSÃO (kg/cm ²)	MAX	Ked Cm/s		L/min/m
			20	40	60	80									
P 6 2 1/2"	Silte arenoso cinza escuro	0,20	7				=								
		0,65	8				=								
		1,00	7				=								
		1,45	8				=								
	Areia fina a média de cor amarelada	1,95	8				=								
		2,45	8				=								
		3,00	8				=								
		3,45	8				=								
		4,00	8				=								
		4,45	8				=								
Argila arenosa variegada	5,00	20													
	5,40	30													
		5,58	10												

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

000658

OBS: N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc

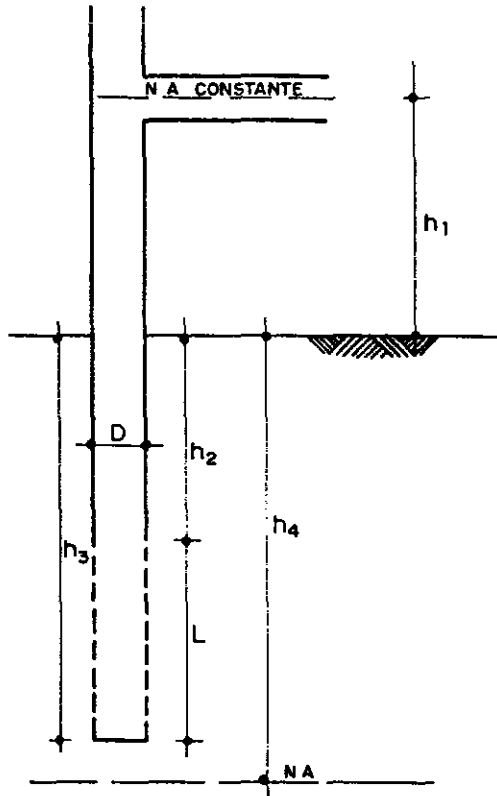


PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



$D =$ DIÂMETRO DO FURO = 6.50 cm

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

$h_2 =$ PROFUNDIDADE REVESTIDA

$L =$ COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3 =$ PROFUNDIDADE DO FURO

$Q =$ QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

$h_4 =$ 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)
SP - 4	15	100	145	45	5103,5	1500	137,5	$2,3 \times 10^{-4}$
SP - 4	15	200	245	45	7655,3	1500	237,5	$2,0 \times 10^{-4}$
SP - 4	15	300	345	45	5103,5	1500	337,5	$9,3 \times 10^{-5}$
SP - 4	15	400	445	45	63.793,9	1500	437,5	$9,0 \times 10^{-4}$
SP - 4	15	500	545	45	99.518,6	1500	537,5	$1,1 \times 10^{-3}$
SP - 4	15	500	640	140	105.898,0	1500	585,0	$5,1 \times 10^{-4}$

000059



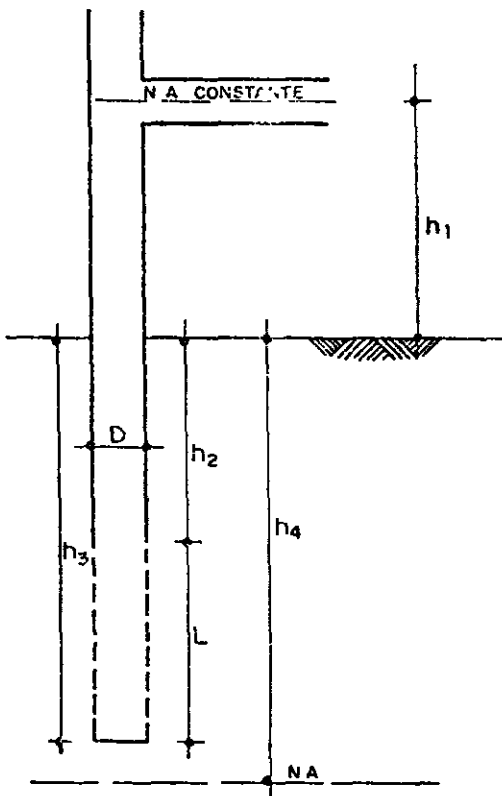
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



$D =$ DIÂMETRO DO FURO = 6,50 cm

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

$h_2 =$ PROFUNDIDADE REVESTIDA

$L =$ COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3 =$ PROFUNDIDADE DO FURO

$Q =$ QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

$h_4 =$ 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)
SP - 5	15	100	145	45	2551,7	1500	137,5	$1,1 \times 10^{-4}$
SP - 5	15	200	245	45	5103,5	1500	237,5	$1,3 \times 10^{-4}$
SP - 5	15	300	345	45	0	1500	337,5	NULA
SP - 5	15	400	445	45	6379,4	1500	437,5	$9,0 \times 10^{-5}$
SP - 5	15	500	545	45	0	1500	537,5	NULA
SP - 5	15	500	625	225	14.034,6	1500	627,5	$4,4 \times 10^{-5}$

000061



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ARQUITECTURA E CONSULTORIA LTDA. DES. Nº

LOCAL RIO CAICARA

SONDAGEM Nº

EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA

SP-7

COTA DA BOCA 112,20

DATA 16/12/87

FOLHA 01

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específico 1/2 min / kg/cm²		
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / m	PRESSÃO (kg/cm²)	L/min/m				
			20	40	80	80						MAX	10		10	100
Ø 2 1/2"	Silte arenoso de coloração cinza-escuro	0,20					"	"	"							
		0,85	5				"	"	"							
	Silte argiloso, cinza escuro	1,00	6				"	"	"							
		1,45	8				"	"	"							
	1,80	13				"	"	"								
	2,45	19				"	"	"								
	3,00	25				"	"	"								
	3,45	10				"	"	"								
	4,00					"	"	"								
	4,45					"	"	"								
	5,00					"	"	"								
	5,25					"	"	"								
	5,45					"	"	"								
	6,00					"	"	"								
	6,30					"	"	"								
	Areia fina siltosa de coloração cinza escura e amarelada															
	Areia média a grossa com pedregulhos															

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Bã
 - AS - FONDO ALTERADA
 - AS - ALTERADA
- PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS. N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc



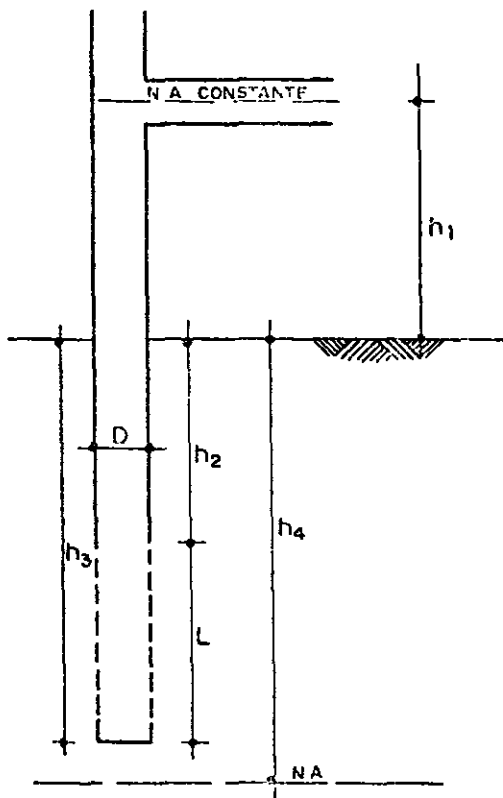
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAJEM

000004

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



$D =$ DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

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

$h_2 =$ PROFUNDIDADE REVESTIDA

$L =$ COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3 =$ PROFUNDIDADE DO FURO

$Q =$ QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

$h_4 =$ PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA :

SONDAGEM	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_3 (cm)	L (cm)	Q (cm ³)	t (seg)	h_0 (cm)	K (cm/seg)
SP - 7	15	100	145	45	62.518,0	1500	137,5	$2,8 \times 10^{-3}$
SP - 7	15	200	245	45	85.483,9	1500	237,5	$2,2 \times 10^{-3}$
SP - 7	15	300	345	45	1.020,7	1500	337,5	$1,8 \times 10^{-5}$
SP - 7	15	300	445	145	2.551,7	1500	387,5	$1,8 \times 10^{-5}$
SP - 7	15	400	545	145	126.312,0	1500	487,5	$7,2 \times 10^{-4}$
SP - 7	15	500	625	125	81.656,2	1500	577,5	$1,2 \times 10^{-4}$

000665



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES 4º

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA
 COTA DA BOCA 112,00 DATA 15/12/87

SONDAGEM Nº SP-8
 FOLHA 1

B DO FURO, N A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS(m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica l/m ² /min/kg/cm ²	
			---				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS/ m	PRESSÃO (kg/cm ²)	Kg Cm/s			
			4	8	12	16						MAX	MED		MIN
P 6 2 1/2"	Silte arenoso de cor cinza escuro	0,20													
		0,65	10				"								
		1,00	11				"								
		1,45	13				"								
		1,95	14				"								
		2,45	14				"								
		3,00	18				"								
		3,45	18				"								
		4,00	14				"								
		4,45	14				"								
5,00	18				"										
5,45	18				"										
6,00	48				"										
6,42	12				"										
	Areia siltosa c/pedregulhos de cor amarelada														
	Silte argiloso de cor amarelada														

- LEGENDA
- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
 - ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
 - PERFORAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS N.A. = Seco
 * Ensaio de infiltração tipo Lefranc



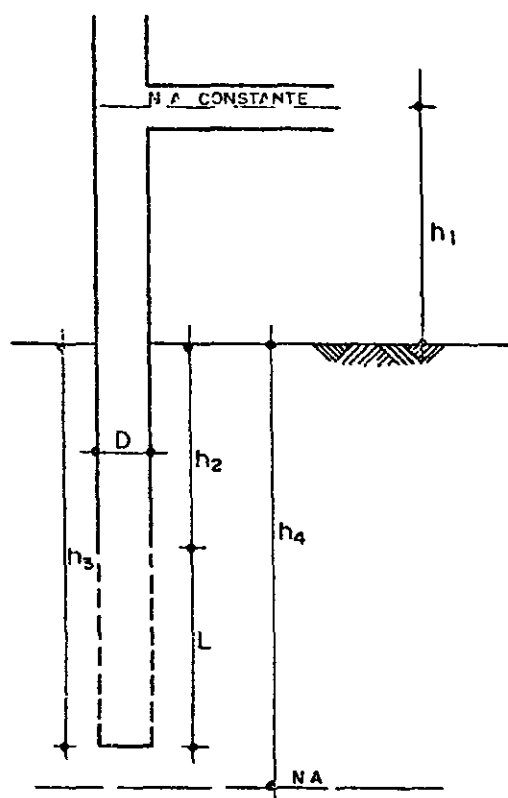
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 29 DIRETORIA REGIONAL

ÁÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAJEM

000006

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



D = DIÂMETRO DO FURO = 6 50 cm

h_1 = COLUNA D'ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE DO TERRENO

h_2 = PROFUNDIDADE REVESTIDA

L = COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

h_3 = PROFUNDIDADE DO FURO

Q = QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

h_4 = PROFUNDIDADE DO NÍVEL D'ÁGUA =

SONDAGEM	h_1 (cm)	h_2 (cm)	h_3 (cm)	L (cm)	Q (cm ³)	t (seg)	h_0 (cm)	K (cm/seg)
SP - 8	15	100	145	45	0	1500	137,5	NULA
SP - 8	15	200	245	45	1275,9	1500	237,5	$5,7 \times 10^{-5}$
SP - 8	15	200	345	145	2551,7	1500	287,5	$2,4 \times 10^{-5}$
SP - 8	15	200	445	245	0	1500	337,5	NULA
SP - 8	15	200	545	345	1275,9	1500	387,5	$4,7 \times 10^{-6}$
SP - 8	15	500	642	142	5103,5	1500	586,0	$2,4 \times 10^{-5}$

000067



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

LOCAL RIO CAIÇARA
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA
 COTA DA BOCA 112,00 DATA 14/12/87

SONDAGEM Nº
 SP-9
 FOLHA 1

Ø DO FURO, N.º A MÉTODO PERFURAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específica $\frac{l}{m} / \frac{min}{kg/cm^2}$			
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / m	PRESSÃO (kg/cm ²) MAX MÉD MIN	K _{eq} Cm/s			L/min/m		
			20	40	60	80						0,2	10			10	100
P Ø 2 1/2"	Silte arenosa de coloração cinza escuro	0,20 0,65 1,00 1,45	6														
	Areia siltosa amarelada	2,00 2,45 3,00 3,45	19														
	Areia grossa amarelada	4,00 4,45	13														
	Areia siltosa avermelhada com pedregulhos	4,85 5,25	25 15 35 10														

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO
 - H - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO
 - A1 - ROCHA SA
 - A2 - POUCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFURAÇÃO
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATIVA

OBS N.A. = Secc
 * Ensaio de infiltração tipo Lefranc



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

ÁÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000068



4.1.3.2 - Perfis individuais das sondagens realizadas no eixo da tomada d'água

000070

LOCAL RIO CAICAR

SONDAGEM N.º

EXECUTADO POR SOLOTEC

SF-1

COTA DA BOCA 20,00 DATA 09/01/88

FOLHA 1

S DO FURO, N.º MÉTODO PERFORAÇÃO, CORA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF. DAS CAMADAS (m)	SPT N.º GOLPES				PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA				Perda D'água Específico γ_{min} $\frac{m^3}{m^2 \cdot h}$	
			RECUPERAÇÃO				PERFIL	ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / R	PRESSÃO (kg/cm²)	K _{eq} cm/s			L/min/m
			20	40	60	80						0,2	1,0		
R B B X	Argila arenosa pedregulhosa solo de alteração da ardósia														
	Ardósia alterada de cor avermelhada	2,10 3,90 4,60 6,10 7,60 9,10 10,80 12,10													

LEGENDA

- ORIENTAÇÃO FRATURAS {
 - N - HORIZONTAL
 - V - VERTICAL
 - SH - SUB-HORIZONTAL
 - SV - SUB-VERTICAL
 - I - INCLINADA
- ALTERAÇÃO {
 - A1 - ROCHA Sã
 - A2 - POLCO ALTERADA
 - A3 - ALTERADA
- PERFORAÇÃO {
 - P - PERCUSSÃO
 - R - ROTATVA

OBS.: N.A = Seco



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

000071

LOCAL RIO CAIÇARA SONDAAGEM Nº SR-10
 EXECUTADO POR SOLOTÉCNICA
 COTA DA BOCA _____ DATA _____ FOLHA _____

S DO PUNO, N A MÉTODO PERFORAÇÃO, COTA E REVESTIMENTO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	PROF DAS CAMADAS (m)	S P T Nº GOLPES				PERFIL	PARÂMETROS GEOMECÂNICOS			ENSAIO DE INFILTRAÇÃO E PERDA d'ÁGUA			Perda D'água Específicas L/min / m ²
			RECUPERAÇÃO					ORIENTAÇÃO	ALTERAÇÃO	FRATURAS / m	PRESSÃO (kg/cm ²)	Keg cm/s		
			20	40	60	80						MAX	L/min / m	
R Ø BX	Argila arenosa com pedregulho de cor avermelhada. Solo de alteração da ardósia													
		3.00												
	Ardósia muito alterada de cor avermelhada com pedregulho.	4.80												
	Arenito de cor cinza em blocos	6.00												
		7.50												
	Ardósia alterada de cor avermelhada	9.00												
		10.50												
		12.00												
		14.00												

LEGENDA

ORIENTAÇÃO FRATURAS
 H - HORIZONTAL
 V - VERTICAL
 SH - SUB-HORIZONTAL
 SV - SUB-VERTICAL
 I - INCLINADA

ALTERAÇÃO
 A1 - ROCHA Sã
 A2 - POUCO ALTERADA
 A3 - ALTERADA

PERFORAÇÃO
 P - PERCUSSÃO
 R - ROTATINA

000072

OBS. N.A. = Seco

* Ensaio de infiltração tipo Lefranc

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

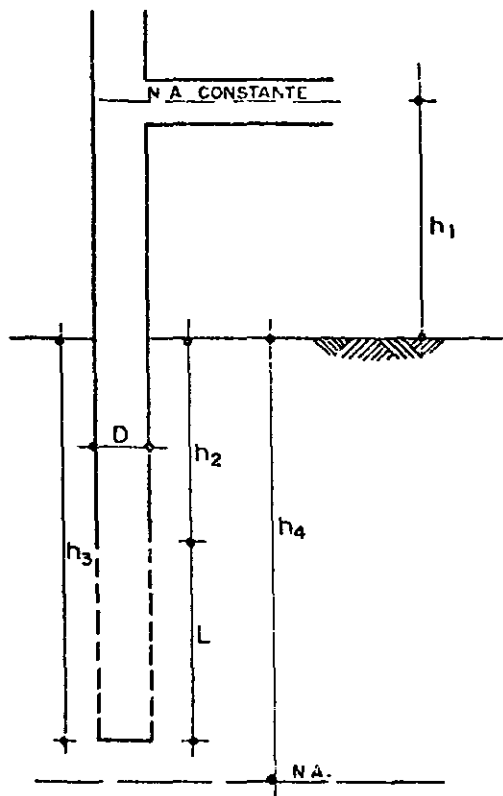
ÁÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

PERFIL DE SONDAAGEM

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

FIS Nº

ENSAIO DE PERMEABILIDADE " IN SITU " CARGA CONSTANTE



$D =$ DIÂMETRO DO FURO = 6,50 cm

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

$h_2 =$ PROFUNDIDADE REVESTIDA

$L =$ COMPRIMENTO DO FURO NÃO REVESTIDO

$h_3 =$ PROFUNDIDADE DO FURO

$Q =$ QUANTIDADE D'ÁGUA ABSORVIDA PELO FURO

TEMPO NECESSÁRIO PARA QUE SEJA ABSORVIDO Q

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

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

$h_4 =$ 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)
SR-10	10	150	450	300	0	1500	310,0	NULA
SR-10	10	150	750	600	2551,7	1500	460,0	$5,1 \times 10^{-6}$
SR-10	10	150	1050	900	2551,7	1500	610,0	$2,8 \times 10^{-6}$
SR-10	10	150	1200	1050	5103,5	1500	685,0	$4,3 \times 10^{-6}$
SR-10	10	150	1400	1250	2551,7	1500	785,0	$1,6 \times 10^{-6}$

000073



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIFETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

ENSAIOS DE PERMEABILIDADE

SERVÍCIOS INTEGRADOS DE ENGENHARIA E CONSULTORIA LTOA DES Nº



4.2 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS

O estudo dos materiais de empréstimos constaram inicialmente do reconhecimento dos materiais de empréstimos existentes nas proximidades do eixo da barragem, cujas características permitissem a utilização na construção do maciço e obras de concreto.

Foram estudadas quatro áreas de empréstimo, sendo que três de materiais provindos da alteração da ardósia com características areno-argilo-siltosa situada a jusante do eixo da barragem.

Das áreas de empréstimo estudadas, a área 2, localizada a jusante do eixo dentro da mancha de solos que futuramente deverá ser irrigada, não é aconselhada a sua utilização na construção das obras, a não ser com autorização do DNOCS, caso as demais áreas estudadas não sejam suficientes.

Nos estudos dos materiais arenosos, para utilização nas obras de concreto e nos drenos dos barramentos, foi realizada uma série de poços de inspeção ao longo do Rio Caiçara, onde foi identificada quantidade suficiente de areia quartzosa, média a grossa, com características adequadas às necessidades das obras.

Os materiais rochosos a serem empregados nas obras serão provenientes das rochas areníticas existentes nas ombreiras, e da pedreira de rocha granítica sã, de coloração acinzentada, com excelentes características de resistência, que se localiza a montante do eixo da barragem próximo a Serra do Carnutim.

As características dos materiais de empréstimo, jazidas e pedreiras são apresentadas a seguir nos itens 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3, e na "Locação das Investigações, áreas de empréstimo, jazidas e pedreiras", Desenho 03 do Volume III, Tomo I.



4.2.1 - MATERIAIS TERROSOS (ÁREAS DE EMPRÉSTIMO)

Dentro de um afastamento econômico da obra foram estudadas três áreas de empréstimo oriundas da alteração da ardósia e uma ocorrência de solo coluvionar.

Cobrindo todas as áreas selecionadas, foram executados poços a pá e picareta, de modo a definir a espessura e características táctil-visual da camada de material aproveitável.

Para cada área de empréstimo foi feito croqui de localização, a descrição táctil-visual das características dos materiais em cada um dos poços de inspeção, sua potencialidade e sua distância média de transporte, conforme mostra o Quadro 4.1 resumo das características das áreas de empréstimo 1, 2, 3 e 4 a seguir.

Em cada uma das áreas de empréstimo foram coletadas amostras representativas, sobre as quais foram realizados os seguintes ensaios de laboratório:

- a) Ensaios de granulometria com sedimentação;
- b) Ensaios dos limites de "ATTERBERG";
- c) Ensaios de compactação;
- d) Ensaios de permeabilidade.

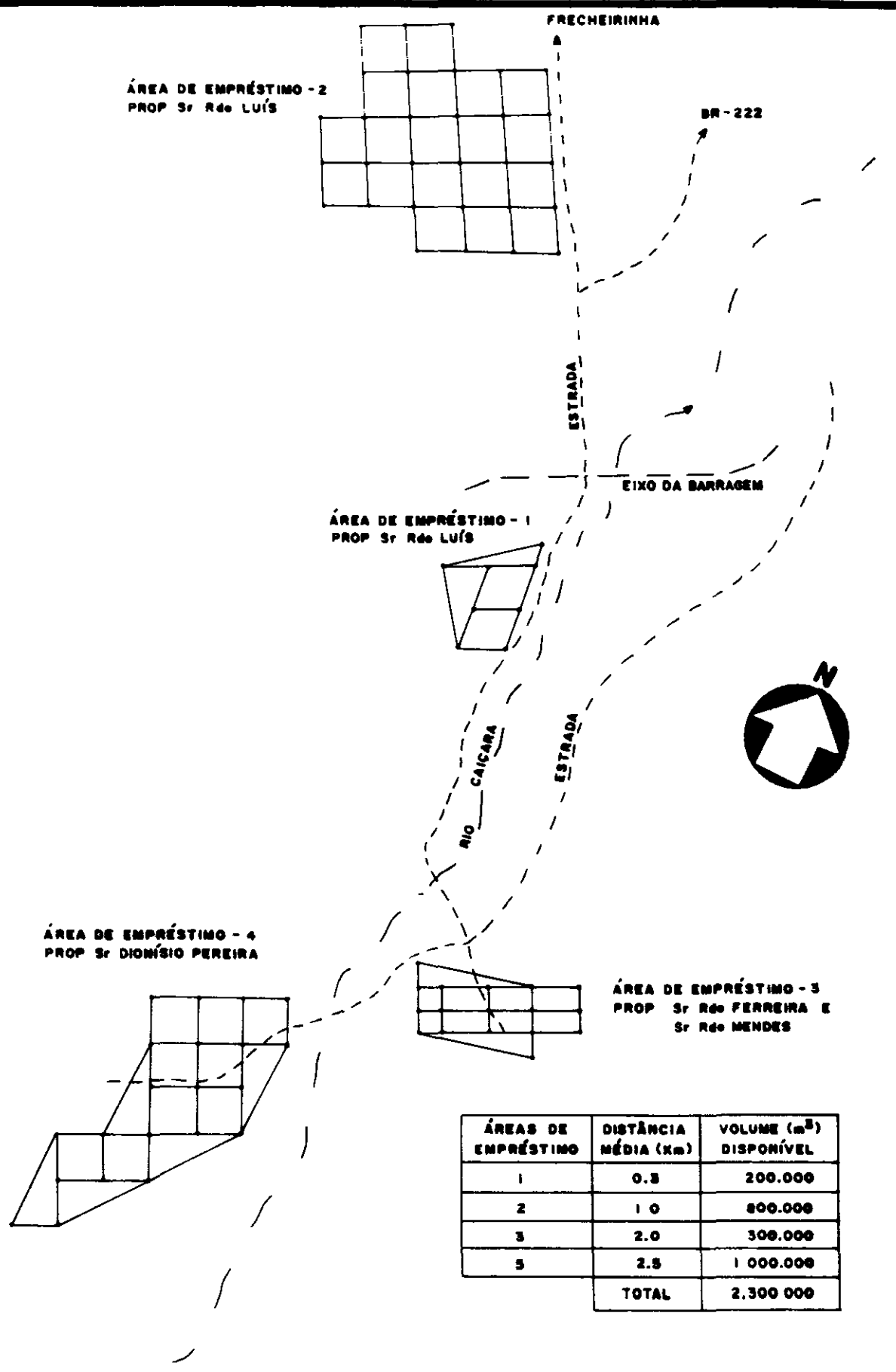
Os resultados dos ensaios de laboratório, realizados nas amostras dos materiais das áreas de empréstimo, o croqui de localização e as fichas de descrição dos poços de inspeção são mostrados no item 4.2.2, a seguir.

QUADRO 4.1

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO


	VALOR/ LIMITE	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉ- DIA DE TRANS- PORTE (km)
		LL	LP	IP	γ_{sm} (g/cm ²)	hot (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO 1	MÁXIMO	40	21	19	2,0	16,8	SC	200.000	0,30
	MÍNIMO	28	18	10	1,79	11,0	GC		
	MÉDIO	33	19	14	1,89	14,0	SC		
ÁREA DE EMPRÉSTIMO 2	MÁXIMO	46	17	29	2,04	19,8	SC	800.000	1,0
	MÍNIMO	19	16	3	1,77	8,3	SM		
	MÉDIO	34	18	16	1,90	14,2	SC		
ÁREA DE EMPRÉSTIMO 3	MÁXIMO	46	14	32	1,92	15,3	SC	300.000	2,0
	MÍNIMO	27	16	11	1,85	12,9	SC		
	MÉDIO	36	14	22	1,88	14,2	SC		
ÁREA DE EMPRÉSTIMO 4	MÁXIMO	38	14	24	2,02	16,6	SC	1.000.000	2,5
	MÍNIMO	18	16	2	1,69	12,9	SC		
	MÉDIO	29	16	13	1,90	14,9	SC		





ÁREAS DE EMPRÉSTIMO	DISTÂNCIA MÉDIA (Km)	VOLUME (m ³) DISPONÍVEL
1	0.5	200.000
2	1.0	800.000
3	2.0	300.000
5	2.5	1.000.000
TOTAL		2.300.000

000077



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

CROQUI DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

FIG. Nº



4.2.2 - Características das áreas de empréstimo

000078



4.2.2.1 - Área de empréstimo - 1

000679



4.2.2.1 - Área de empréstimo - 1

Esta área situa-se 300m a montante do eixo barrável, na margem esquerda do Rio Caiçara, numa zona de solo de alteração da ardósia.

Os estudos constaram da abertura de poços dentro de uma malha quadrada de 200m de lado, que foram classificados táctil-visualmente, e escolhidas três amostras representativas para serem ensaiadas em laboratório, visando à caracterização completa do material.

As características principais desta área são:

- constituída de solo alteração da ardósia;
- características granulométricas homogêneas;
- classificada como SC;
- umidade ótima entre 11,0 e 16,8%;
- densidade seca máxima entre 1,79 e 2,00g/cm³.

As demais características e os resultados dos ensaios são apresentados a seguir.

QUADRO RESUMO
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 1

	VALOR/ LIMITE	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉ- DIA DE TRANS- PORTE (km)
		LL	LP	IP	γ_{sm} (g/cm ²)	hot(%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 1	MÁXIMO	40	21	19	2,0	16,8	SC	200.000	0,30
	MÍNIMO	28	18	10	1,79	11,0	GC		
	MÉDIO	33	19	14	1,89	14,0	SC		

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - I

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

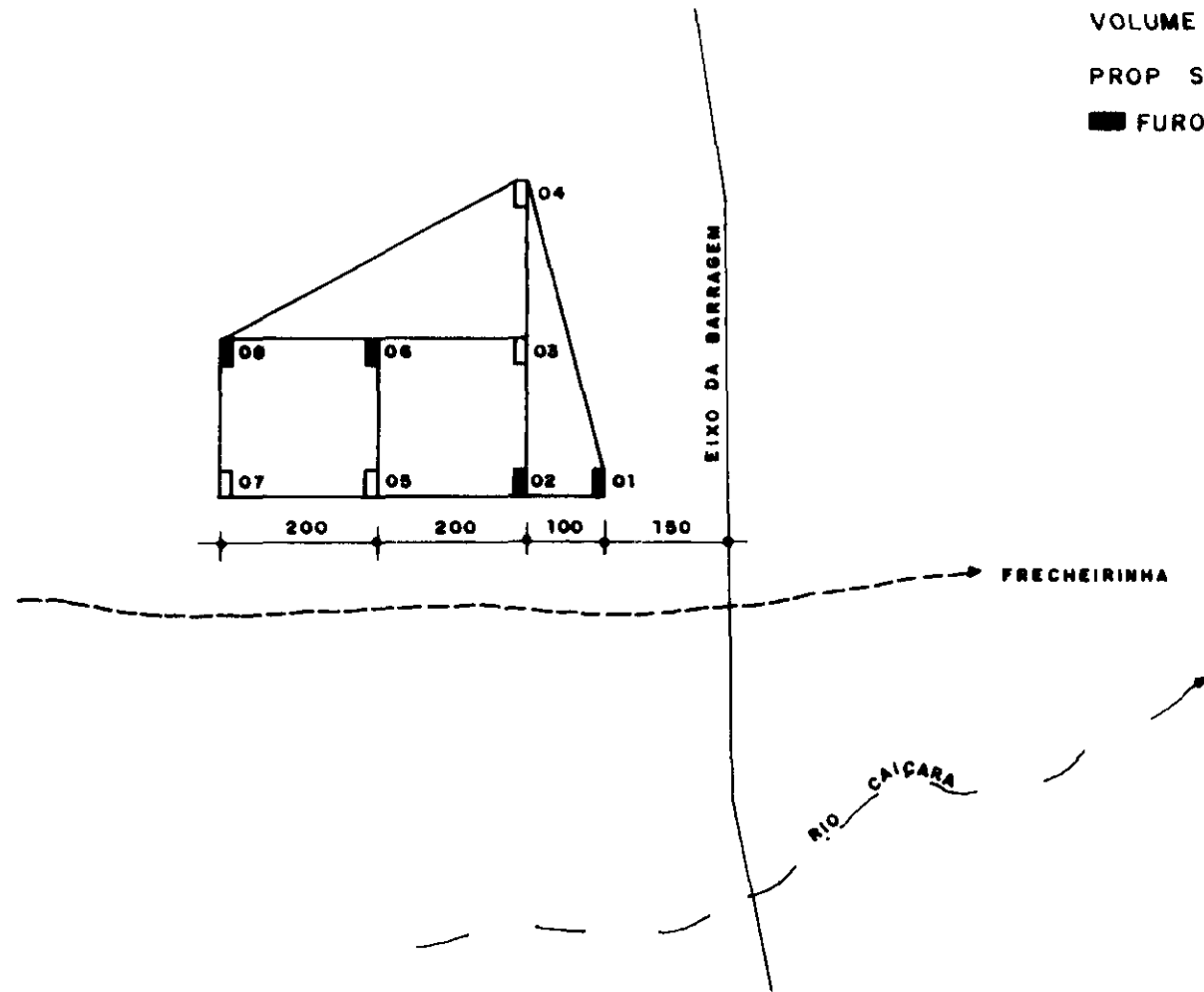
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - I

DISTÂNCIA MÉDIA 300 m

VOLUME = 200 000 m³

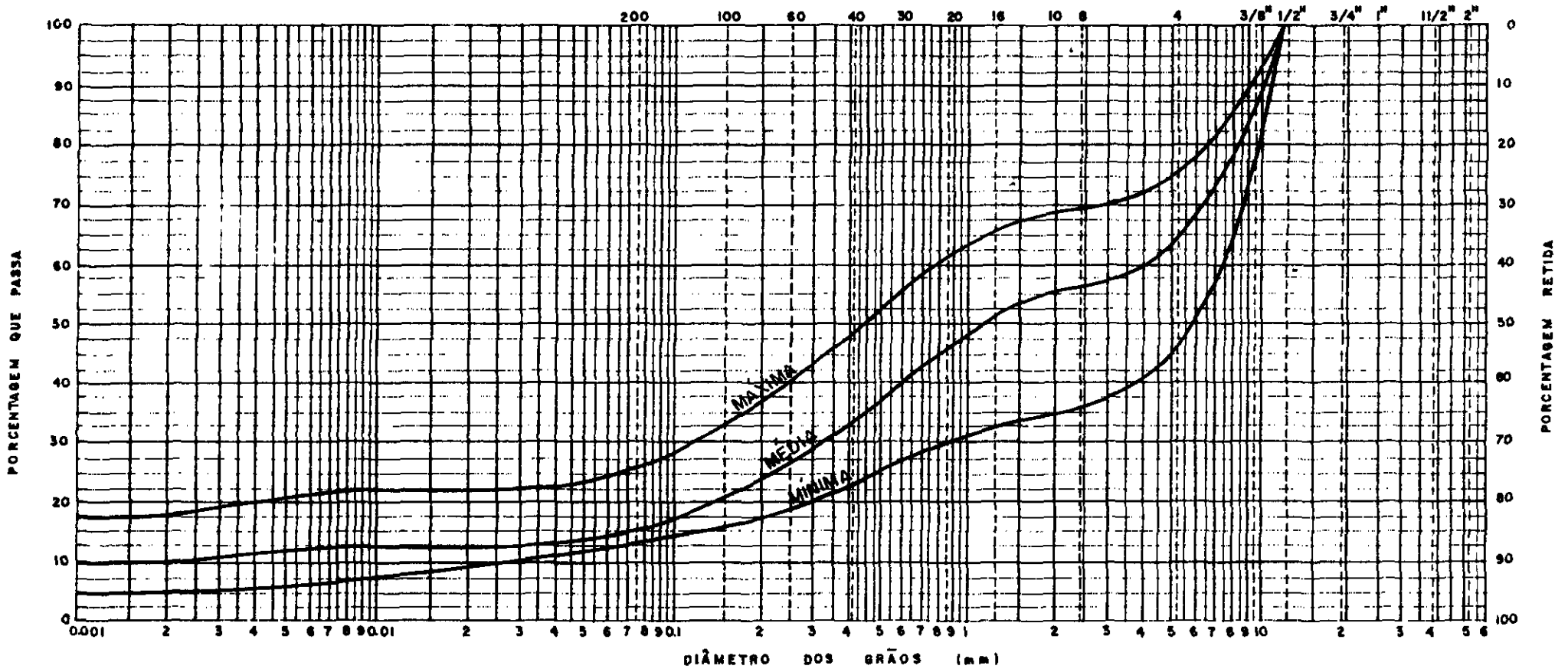
PROP Sr Rdo LUÍS

■ FURO AMOSTRADO



000582

PENEIRAS (ASTM)



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

00JCS4



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 1

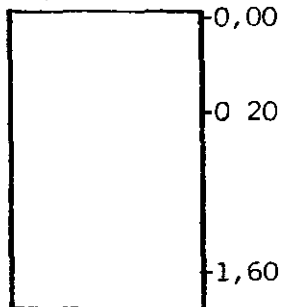
CURVA GRANULOMÉTRICA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 01 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 02

DESCRIÇÃO

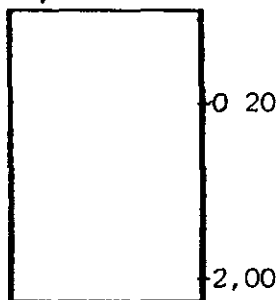


Expurgo, cinza

Argila siltosa, bastante sedosa de cor cinza-clara, pouco plástica

POÇO Nº 03

DESCRIÇÃO

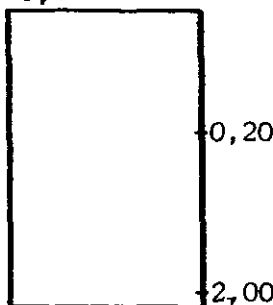


Expurgo siltoso, cinza

Argila siltosa, sedosa de cor amarelada.

POÇO Nº 04

DESCRIÇÃO

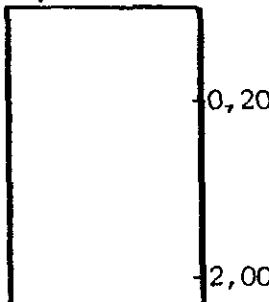


Expurgo siltoso, cinza

Argila siltosa, muito plástica de cor avermelhada e presença de pedregulho fino.

POÇO Nº 05

DESCRIÇÃO



Expurgo siltoso, amarelado.

Argila siltosa, amarelo-avermelhado, muito plástica

000086



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

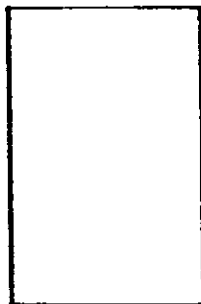
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 01 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 06

DESCRIÇÃO



0,20

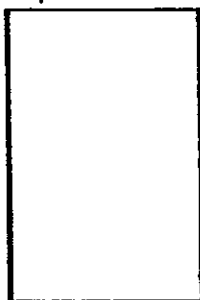
2,00

Expurgo cinza

Argila de cor vermelha, muito plástica.

POÇO Nº 07

DESCRIÇÃO



0,15

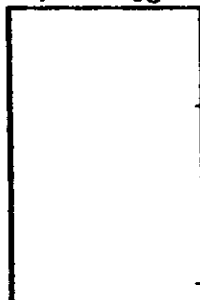
0,30

Expurgo siltoso, cinza.

Cascalho argiloso a partir da alteração da ardósia

POÇO Nº 08

DESCRIÇÃO



0,15

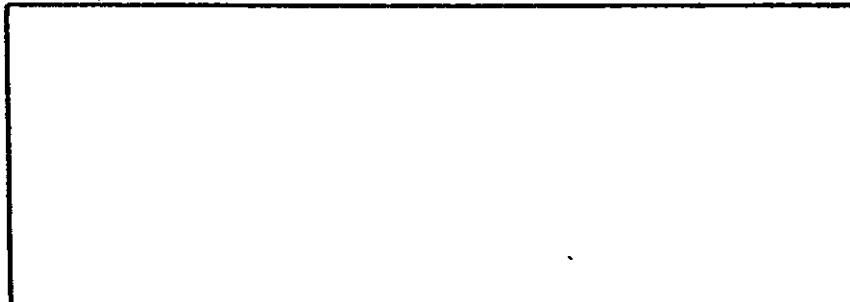
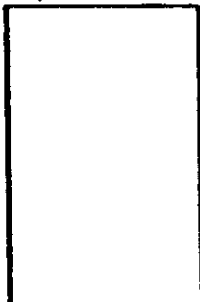
1,00

Expurgo siltoso, cinza

Ardósia alterada, argilosa e plástica, avermelhada.

POÇO Nº

DESCRIÇÃO



000087



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA



4.2.2.2 - Área de empréstimo - 2

000088



4.2.2.2 - Área de empréstimo - 2

Esta área situa-se numa zona de depósitos coluvionares na margem esquerda do Rio Caiçara, distando 1,0km a jusante do eixo da barragem.

A área foi investigada através da realização de poços abertos dentro de uma malha de 200m de lado, descrito táctil-visualmente e coletadas amostras representativas para ensaios de caracterização completa em laboratório.

As características principais desta área de empréstimo são:

- constituída de solos coluvionais;
- características granulométricas homogêneas;
- classificação SC/SM;
- umidade ótima entre 8,3 e 19,8;
- densidade seca máxima entre 1,77 e 2,04;
- umidade natural 3,1 e 12,3%;
- densidade natural entre 1,38 e 1,83g/cm³.

As demais características e os resultados dos ensaios são apresentados a seguir.

QUADRO RESUMO
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 2

	VALOR/ LIMITE	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉ- DIA DE TRANS- PORTE (km)
		LL	LP	IP	γ_{sm} (g/cm ²)	hot (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 2	MÁXIMO	46	17	29	2,04	19,8	SC	800.000	1,0
	MÍNIMO	19	16	3	1,77	8,3	SM		
	MÉDIO	34	18	16	1,90	14,2	SC		

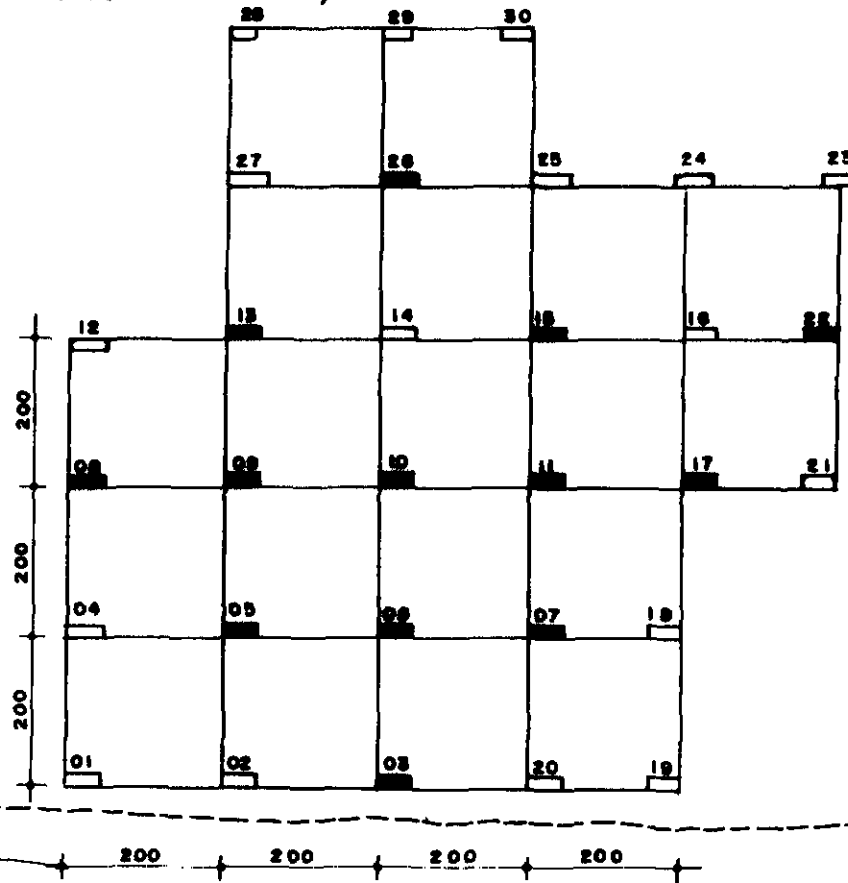


ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 2

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 2
 DISTÂNCIA MÉDIA 1 Km
 VOLUME = 800.000 m³
 PROP Sr Rdo. LUÍS
 ■ FURO AMOSTRADO

EIXO DA BARRAGEM



000091

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} (t/cm ³)	h ₀ (%)		
				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							
03	2,59									91	83	78	61	36	29	27	24	23	30	18	12	1,89	14,2	SC
05	2,58									96	92	89	72	25	21	18	18	17	46	17	29	1,77	17,2	SC
06	2,57	5,2	1,836							99	95	92	72	36	30	28	24	23	34	12	22	1,84	16,7	SC
07	2,59									99	97	94	71	32	26	22	22	21	36	17	19	1,87	14,1	SC
08	2,59	3,1	1,465							90	74	67	38	7	4	3	2	1	29	13	16	2,04	11,8	SC-SP
09	2,58									84	68	60	37	24	18	17	15	14	27	14	13	1,93	12,6	SC
10	2,57	* 12,3	1,423							98	92	89	81	69	57	53	52	51	45	22	23	1,80	8,3	CL
11	2,58									100	99	95	75	46	38	34	33	30	39	20	19	1,84	16,3	SC
13	2,59									88	62	46	19	6	4	2	2	1	30	19	11	1,96	19,8	SC-SP
15	2,60	5,3	1,381							86	71	69	62	48	31	20	10	9	27	22	5	1,84	11,8	SM
17	2,62									-	100	99	89	46	24	13	11	7	19	16	3	2,04	9,5	S1
22	2,56	6,4	1,716							97	93	88	51	21	16	14	13	13	45	20	25	1,98	17,1	SC
26	2,58	6,4	1,739							86	73	64	34	19	15	13	12	12	34	15	19	1,96	15,3	SC

* Ensaio realizado em dia de chuva.

000092



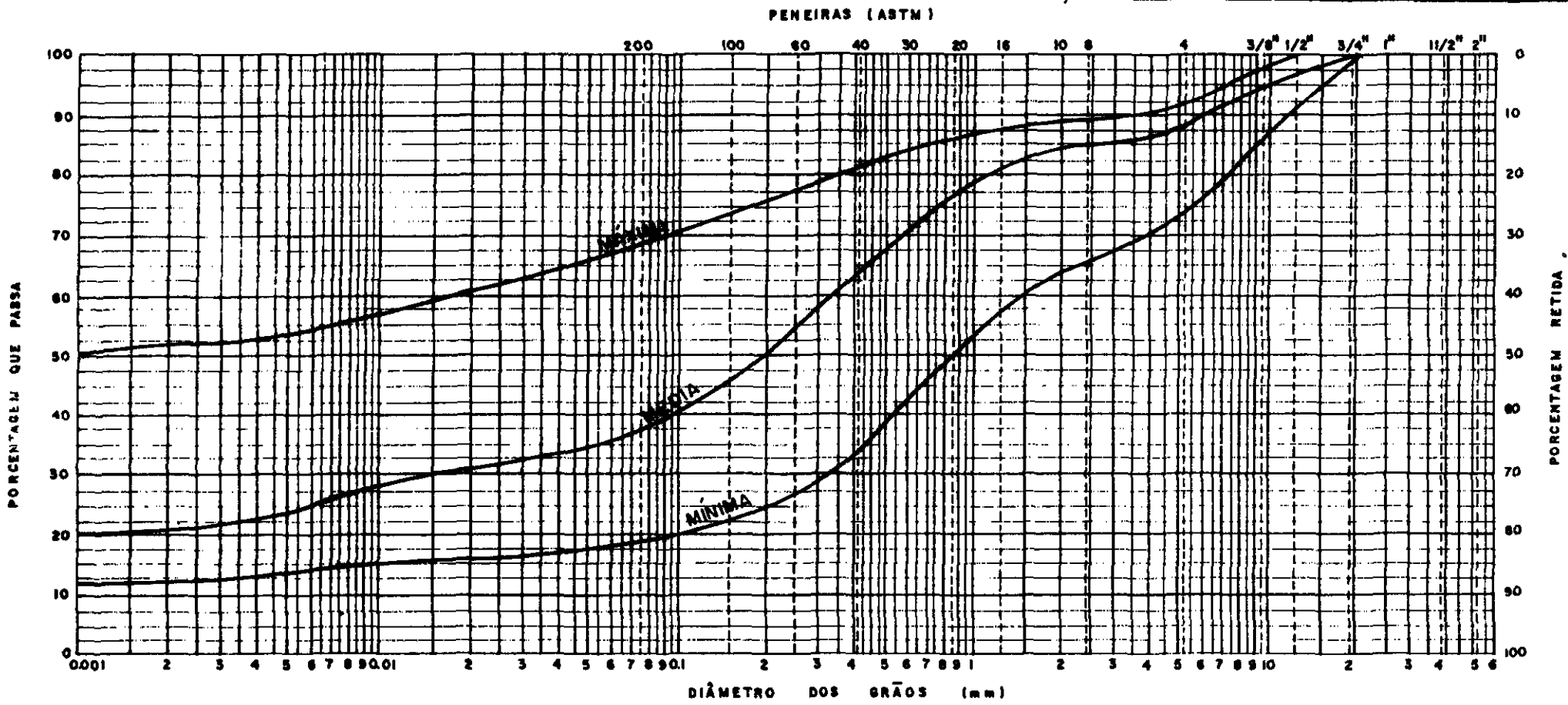
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 02

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

DES Nº



A B N T	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
M I T	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
U S C S.	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho

000093



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
ÁREA DE EMPRESTIMO - 2

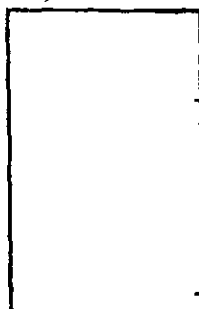
CURVA GRANULOMÉTRICA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE APOIO E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 05

DESCRIÇÃO

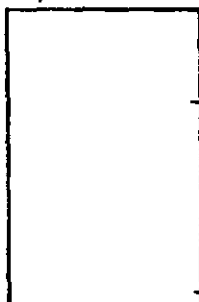


Expurgo

Argila siltosa, pouco plástica de cor cinza-amarelado.

POÇO Nº 06

DESCRIÇÃO

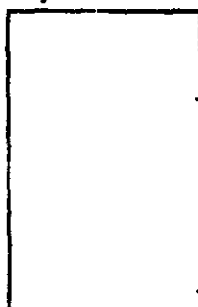


Expurgo argiloso, cinza

Argila bem compacta, amarelada pouco siltosa e muito plástica.

POÇO Nº 07

DESCRIÇÃO



Expurgo argiloso, cinza.

Argila bem compacta, amarelada e muito plástica

POÇO Nº 08

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila vermelha, plástica e pouco siltosa

000095



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

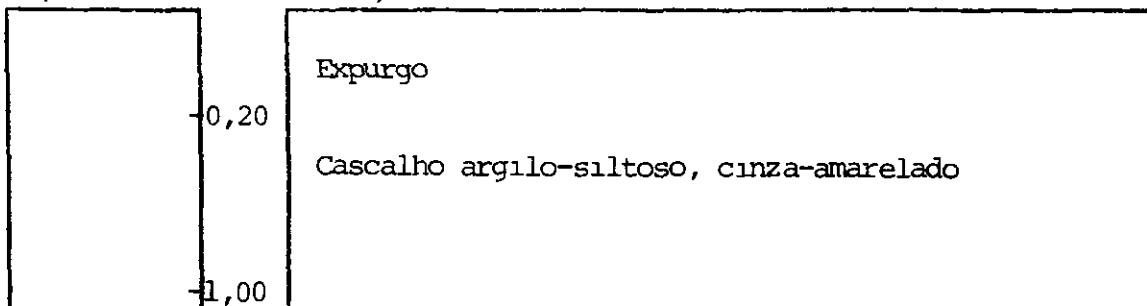
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAIÇARA)

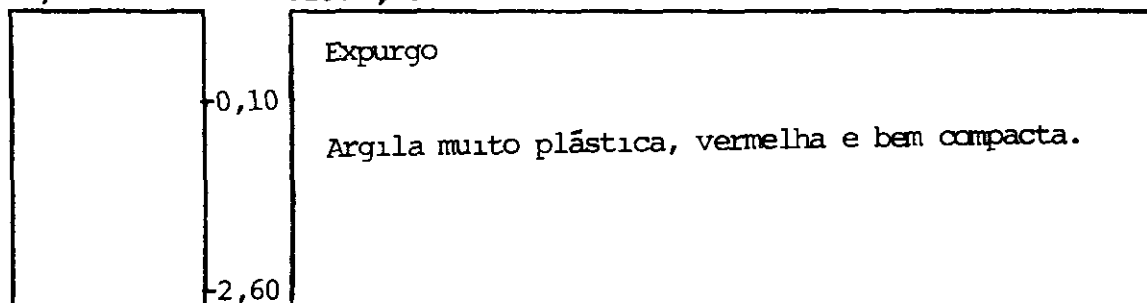
POÇO Nº 09

DESCRIÇÃO



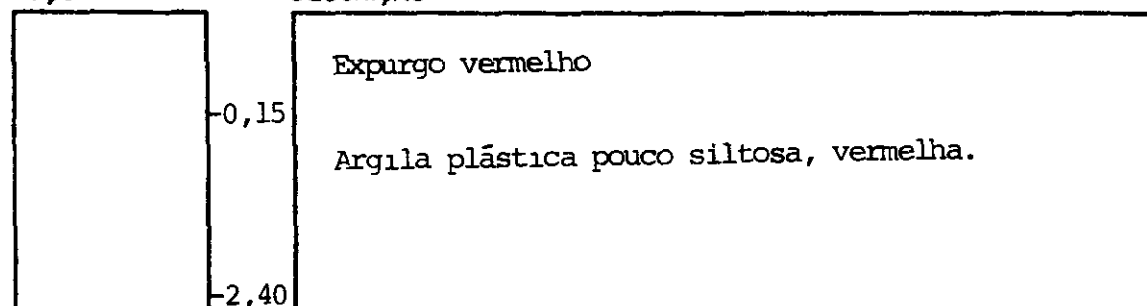
POÇO Nº 10

DESCRIÇÃO



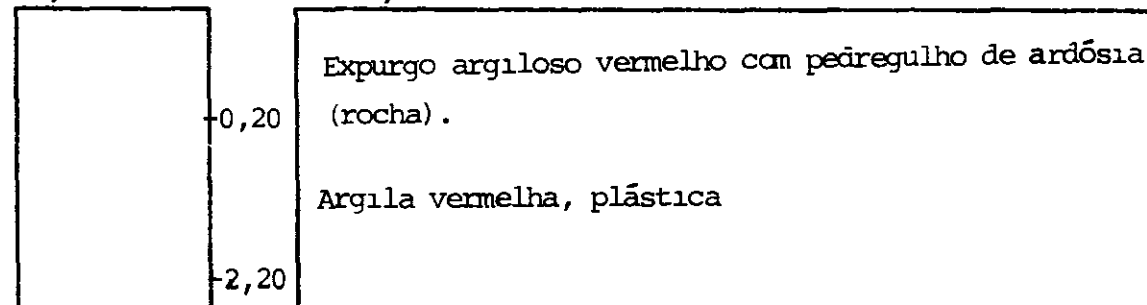
POÇO Nº 11

DESCRIÇÃO



POÇO Nº 12

DESCRIÇÃO



000096



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

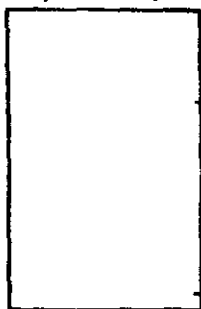
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAICARA)

POÇO Nº 13

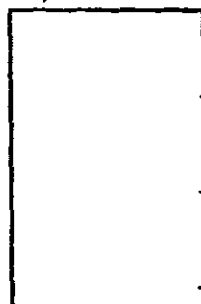


DESCRIÇÃO

Expurgo

Argila pedregulhosa, vermelha, plástica.

POÇO Nº 14



DESCRIÇÃO

Expurgo argilo-siltoso, cinza.

Argila pedregulhosa, siltosa, amarelada.

Argila bem compacta, plástica e variegada.

POÇO Nº 15



DESCRIÇÃO

Expurgo areno-siltoso, amarelo-claro.

Argila siltosa, plástica, com cascalho de ardósia.

POÇO Nº 16



DESCRIÇÃO

Expurgo argiloso.

Argila bem compacta, plástica e amarelada.

000097



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

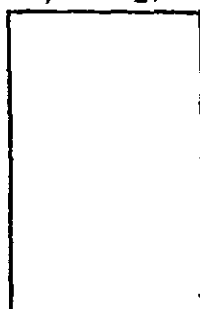
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 17

DESCRIÇÃO

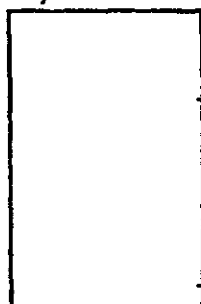


Expurgo argiloso

Argila avermelhada, pouco siltosa, plástica.

POÇO Nº 18

DESCRIÇÃO

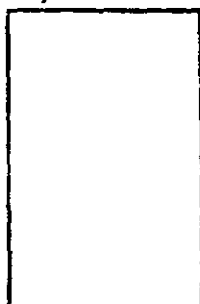


Expurgo

Argila siltosa, amarelada.

POÇO Nº 21

DESCRIÇÃO

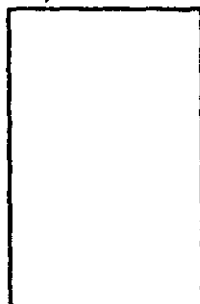


Expurgo

Argila siltosa, amarelada, plástica

POÇO Nº 22

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila siltosa pouco plástica, amarelada

000098



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

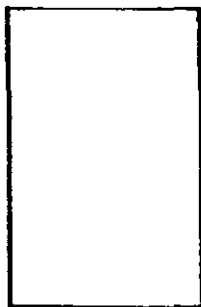
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 23

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila siltosa, pouco plástica, amarelada.

POÇO Nº 24

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila pouco siltosa, plástica, amarelada.

POÇO Nº 25

DESCRIÇÃO

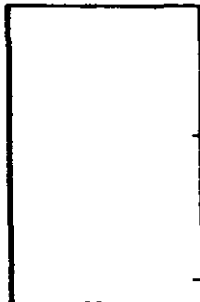


Expurgo siltosa cinza

Argila siltosa, compacta, plástica e amarelada

POÇO Nº 26

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila vermelha com pedregulho fino, plástica e vermelha.

000099



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

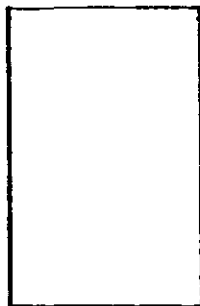
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTOA

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 02 (LOCAL CAIÇARA)

POÇO Nº 27

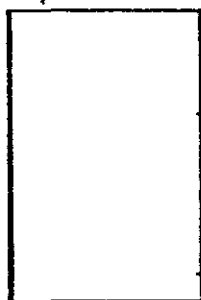


DESCRIÇÃO

Expurgo siltoso pedregulhoso.

Solo de alteração de ardósia com presença de pedregulho.

POÇO Nº 28

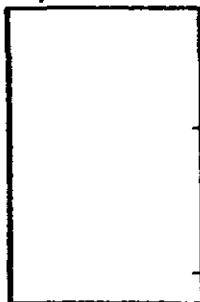


DESCRIÇÃO

Expurgo areno-siltoso, cinza

Argila siltosa, plástica de cor avermelhada.

POÇO Nº 29



DESCRIÇÃO

Expurgo areno-siltoso, cinza

Argila siltosa, plástica de cor avermelhada.

POÇO Nº 30



DESCRIÇÃO

Expurgo

Argila siltosa, plástica de cor avermelhada.

000100



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA



4.2.2.3 - Área de empréstito - 3

000101



4.2.2.3 - Área de empréstimo - 3

Esta área localiza-se aproximadamente 2,0km a montante do eixo da barragem dentro da bacia hidráulica na localidade denominada Várzea.

Os estudos constaram da abertura de poços dentro de uma malha quadrada de 200m de lado. Todos os poços foram descritos táctil visualmente e coletadas amostras para caracterização completa em laboratório.

As principais características desta área são:

- constituída de solo alteração da ardósia;
- características granulométricas homogêneas;
- classificado como SC;
- umidade ótima entre 12,9 e 15,3%;
- densidade seca máxima entre 1,85 e 1,92g/cm³;
- umidade natural entre 5,3 e 8,7%;
- densidade natural entre 1,35 e 1,69g/cm³.

Os resultados dos ensaios são apresentados todos a seguir.

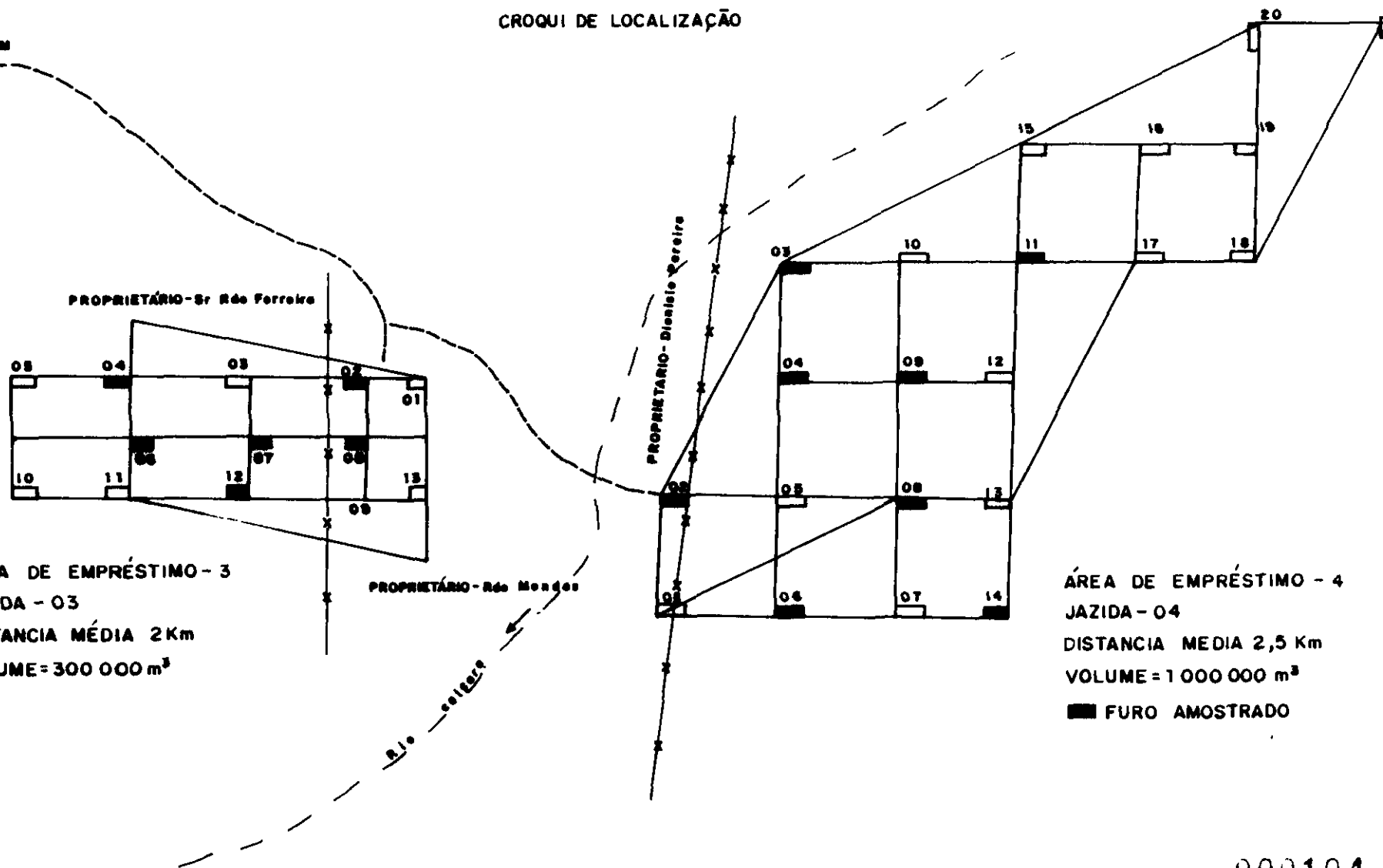
QUADRO RESUMO
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3

	VALOR/ LIMITE	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉ- DIA DE TRANS- PORTE (km)
		I.L	LP	IP	γ_{sm} (g/cm ²)	hot (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3	MÁXIMO	46	14	32	1,92	15,3	SC	300.000	2,0
	MÍNIMO	27	16	11	1,85	12,9	SC		
	MÉDIO	36	14	22	1,88	14,2	SC		

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3 e 4

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

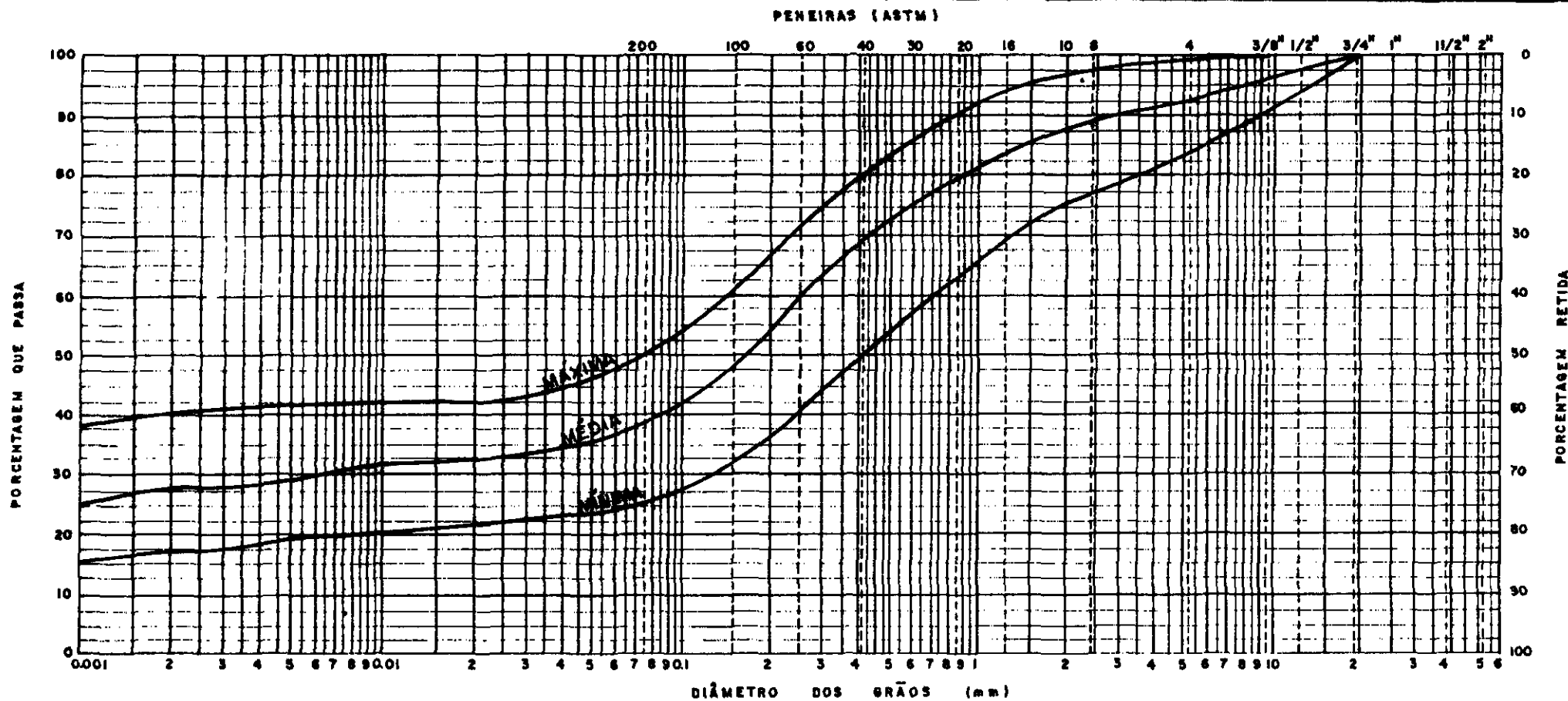
EIXO DA BARRAGEM



ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3
 JAZIDA - 03
 DISTANCIA MÉDIA 2 Km
 VOLUME = 300 000 m³

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 4
 JAZIDA - 04
 DISTANCIA MEDIA 2,5 Km
 VOLUME = 1 000 000 m³
 ■ FURO AMOSTRADO

000104



A B N T	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
M I T	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho
U S C S.	Argila	Silte	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho

000106



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
 2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
 ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3

CURVA GRANULOMÉTRICA

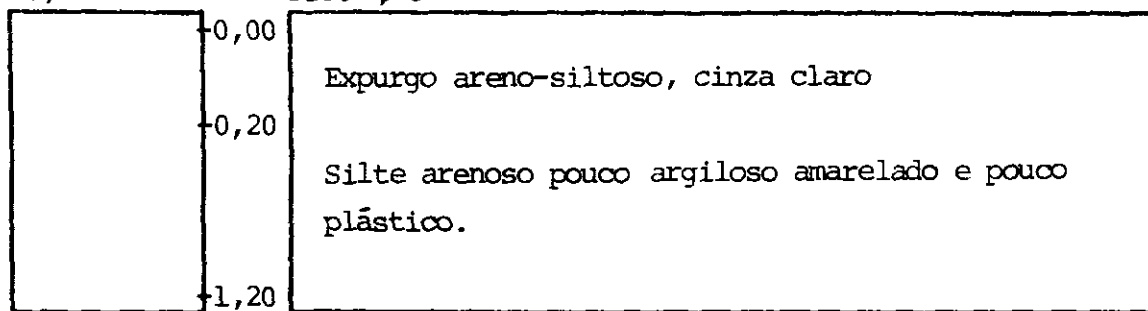
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASESORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

103

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03

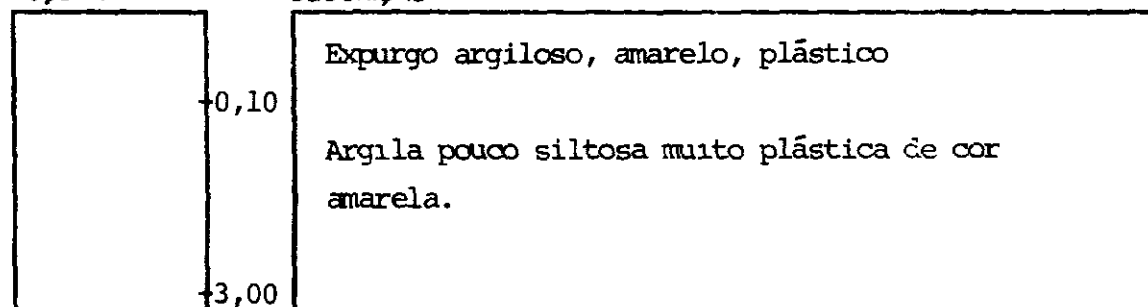
POÇO Nº 01

DESCRIÇÃO



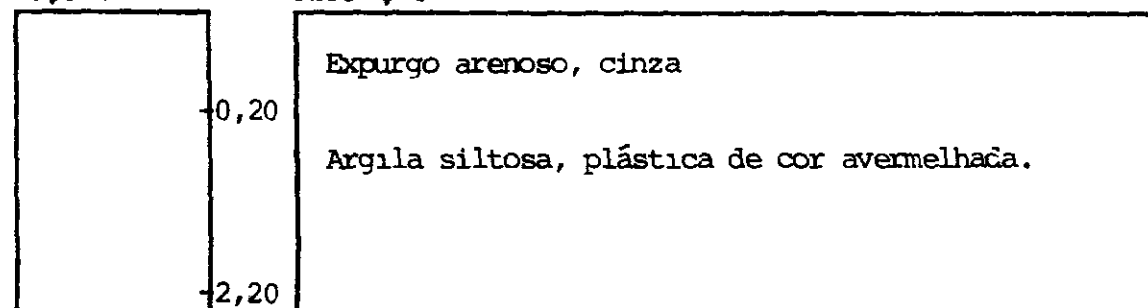
POÇO Nº 02

DESCRIÇÃO



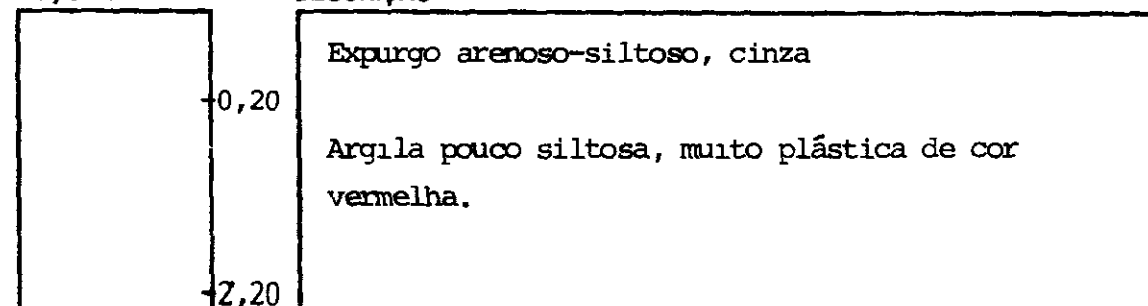
POÇO Nº 03

DESCRIÇÃO



POÇO Nº 04

DESCRIÇÃO



900108



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

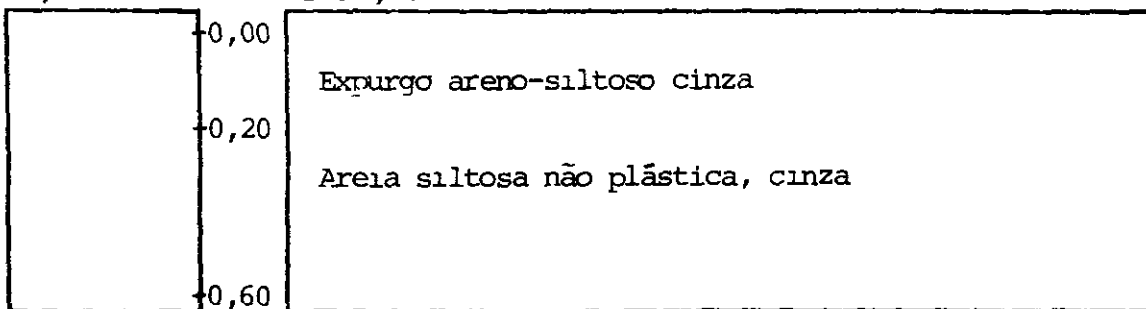
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03

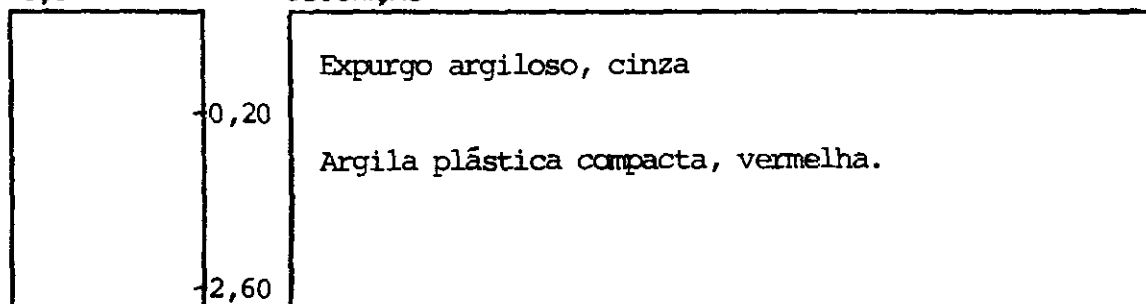
POÇO Nº 05

DESCRIÇÃO



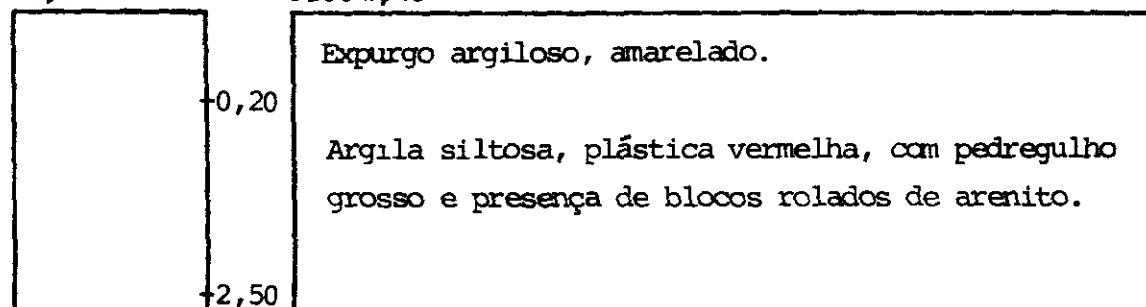
POÇO Nº 06

DESCRIÇÃO



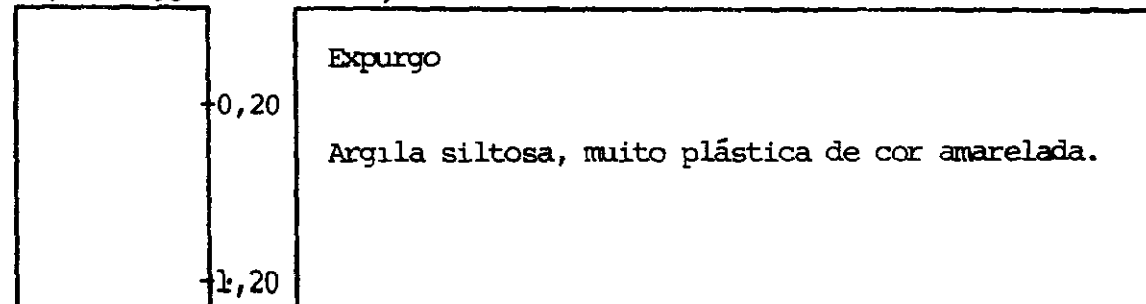
POÇO Nº 07

DESCRIÇÃO



POÇO Nº 08

DESCRIÇÃO



000109



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03

POÇO Nº 09

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila siltosa com cascalho a partir de alteração da ardósia (rocha).

POÇO Nº 10

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila silto-arenosa, cinza.

Argila siltosa e cascalho (rocha alterada).

POÇO Nº 11

DESCRIÇÃO



Expurgo arenoso, cinza.

Argila siltosa, pouco plástica, amarelada.

POÇO Nº 12

DESCRIÇÃO



Expurgo arenoso com blocos rolados de arenito.

Argila vermelha, plástica.

000110



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 03

POÇO Nº 13

--

0,20

1,60

DESCRIÇÃO

Expurgo arenoso, cinza
Silte argiloso de cor cinza, pouco plástico.

POÇO Nº

--

DESCRIÇÃO

--

POÇO Nº

--

DESCRIÇÃO

--

POÇO Nº

--

DESCRIÇÃO

--

000111



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.



4.2.2.4 - Área de empréstimo - 4

000112



4.2.2.4 - Área de empréstimo - 4

Esta área situa-se a 2,5km a montante do eixo da barragem à margem esquerda do Rio Caiçara na localidade denominada Várzea.

Esta área foi investigada através da realização de poços de inspeção abertos dentro de uma malha quadrada de 200m de lado, descritos táctil visualmente e coletadas amostras representativas para ensaios de caracterização completa em laboratório.

As características principais desta área de empréstimo são:

- constituída por solo de alteração da ardósia;
- características granulométricas homogêneas;
- classificados como SC;
- umidade ótima entre 11,7 e 17,9%;
- densidade seca máxima entre 1,69 e 2,02g/cm³;
- umidade natural entre 8,7 e 13,6%;
- densidade natural entre 1,49 e 1,67g/cm³.

As demais características e os resultados dos ensaios são apresentados a seguir.

QUADRO RESUMO
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 4

	VALOR/ LIMITE	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉ- DIA DE TRANS- PORTE (km)
		LL	LP	IP	$\gamma_{sm}(g/cm^2)$	hot (%)			
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 4	MÁXIMO	38	14	24	2,02	16,6	SC	1.000.000	2,5
	MÍNIMO	18	16	2	1,69	12,9	SC		
	MÉDIO	29	16	13	1,90	14,9	SC		

111

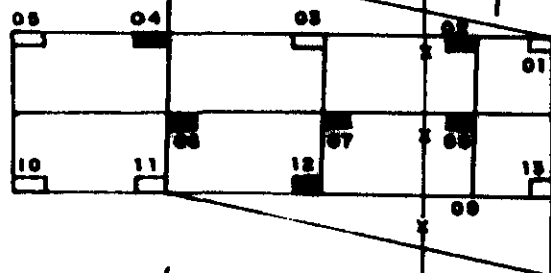
000114

ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3 e 4

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

EIXO DA BARRAGEM

PROPRIETÁRIO - Sr Rêo Ferrêre



ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 3

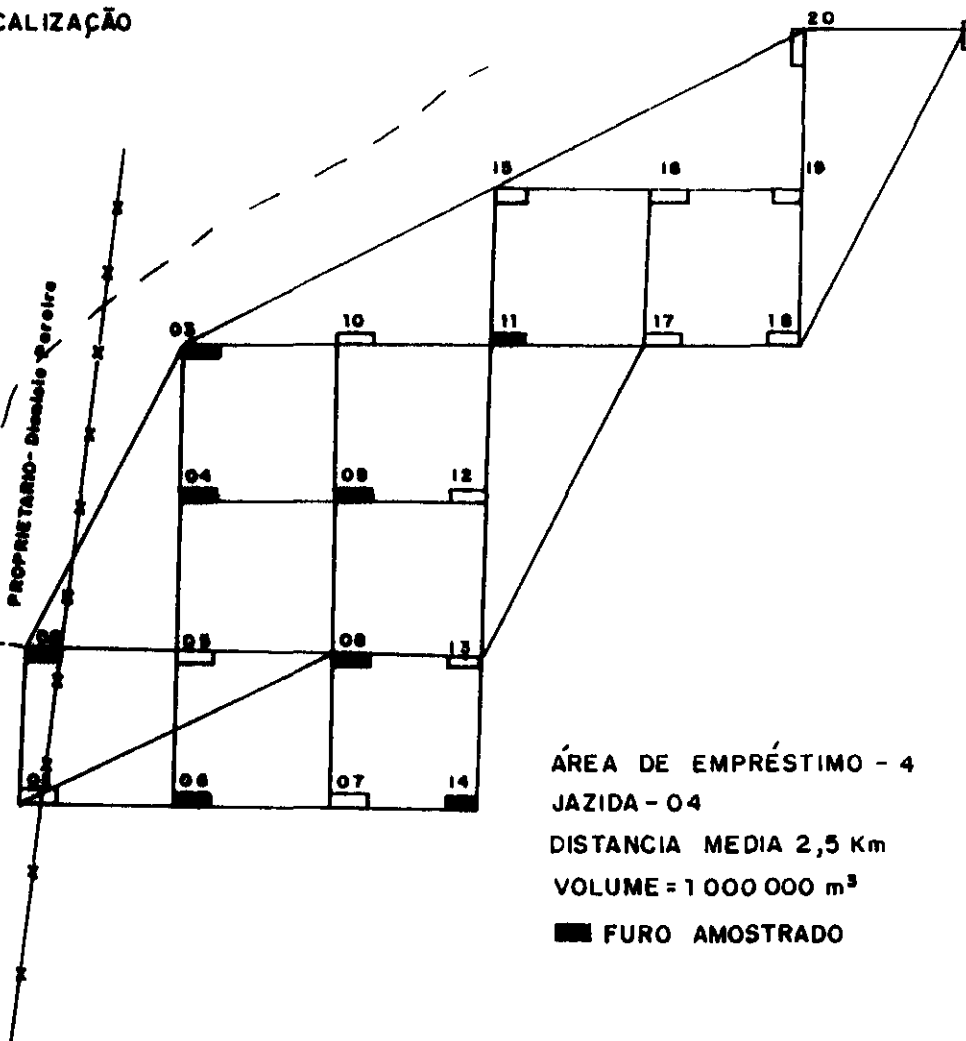
JAZIDA - 03

DISTANCIA MÉDIA 2 Km

VOLUME = 300 000 m³

PROPRIETÁRIO - Rêo Mendes

PROPRIETÁRIO - Diomêdo Carreira



ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 4

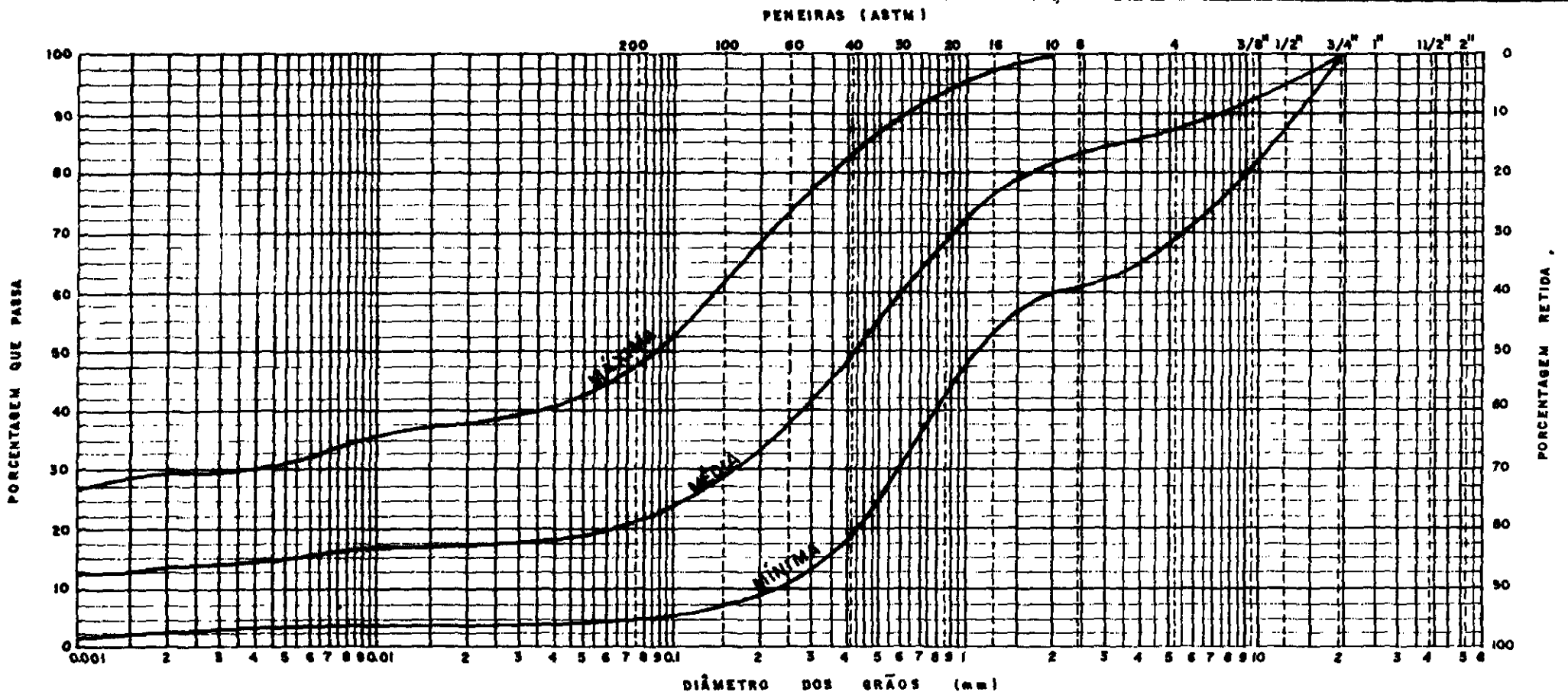
JAZIDA - 04

DISTANCIA MEDIA 2,5 Km

VOLUME = 1 000 000 m³

■ FURO AMOSTRADO

000115



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

000117



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
ÁREA DE EMPRÉSTIMO - 4

CURVA GRANULOMÉTRICA

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 04

POÇO Nº 01



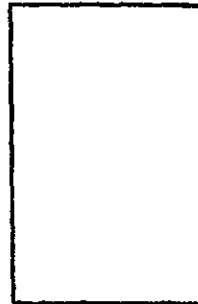
DESCRIÇÃO

Expurgo arenoso, cinza

Silte arenoso cinza amarelado

Pedregulho, rocha

POÇO Nº 02

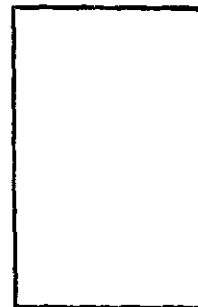


DESCRIÇÃO

Expurgo

Argila pouco siltosa, plástica de cor vermelha e presença de cascalho fino.

POÇO Nº 03



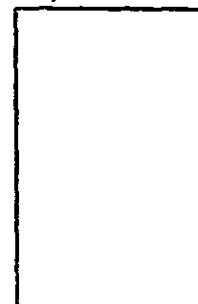
DESCRIÇÃO

Expurgo

Areia siltosa de cor cinza a amarelo claro.

Argila areno-siltosa, amarela e de boa plasticidade.

POÇO Nº 04



DESCRIÇÃO

Expurgo

Argila vermelha, plástica pouco siltosa.

000119



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

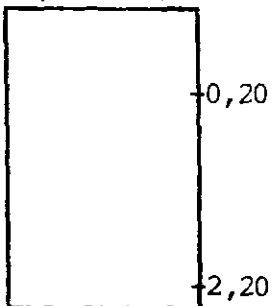
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 04

POÇO Nº 05

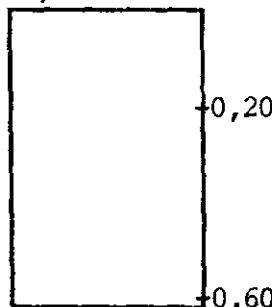


DESCRIÇÃO

Expurgo com blocos rolados de arenito.

Argila siltosa de boa plasticidade de cor vermelha

POÇO Nº 06

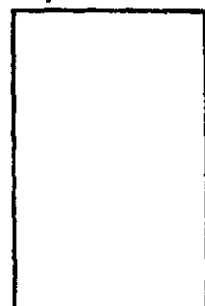


DESCRIÇÃO

Expurgo

Cascalho siltoso cinza.

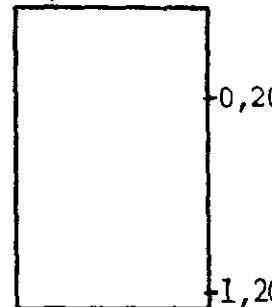
POÇO Nº 07



DESCRIÇÃO

Cascalho pedregulhoso

POÇO Nº 08



DESCRIÇÃO

Expurgo com pedregulho.

Argila siltosa com pedregulho, cor amarelada.

000120



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

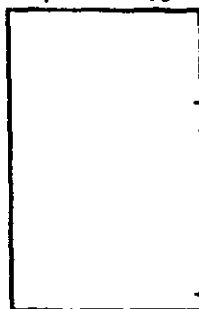
FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 04

POÇO Nº 09

DESCRIÇÃO

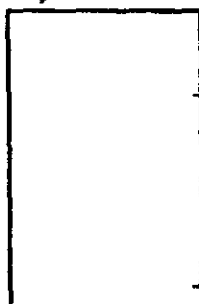


Expurgo siltoso amarelado.

Argila siltosa com presença de cascalho, plástica de cor amarelada.

POÇO Nº 10

DESCRIÇÃO

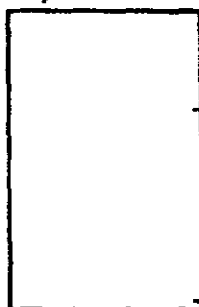


Expurgo com blocos rolados de arenito.

Argila siltosa de boa plasticidade, de cor avermelhada.

POÇO Nº 11

DESCRIÇÃO

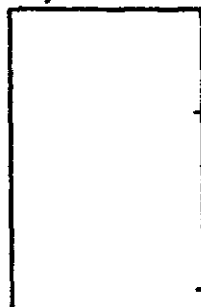


Expurgo siltoso vermelho.

Argila siltosa de boa plasticidade e de cor avermelhada.

POÇO Nº 12

DESCRIÇÃO



Expurgo

Argila siltosa com pedregulho e cascalho de cor amarelada.

000121



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 04

POÇO Nº 13

DESCRIÇÃO

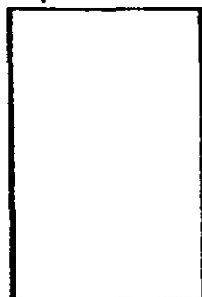


Expurgo com cascalho

Cascalho argilo-siltoso, de cor amarela.

POÇO Nº 15

DESCRIÇÃO

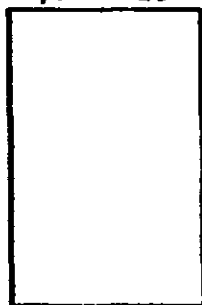


Expurgo

Silte arenoso, pouco argiloso de cor amarela.

POÇO Nº 16

DESCRIÇÃO



Expurgo

Cascalho siltoso e rocha alterada.

POÇO Nº 17

DESCRIÇÃO



Expurgo, argiloso, amarelado.

Argila siltosa, amarelada, com pedregulho.

000122



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

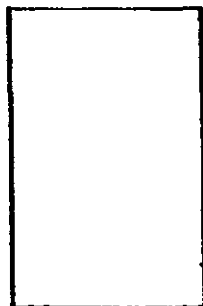
AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

ÁREA DE EMPRÉSTIMO Nº 04

POÇO Nº 18

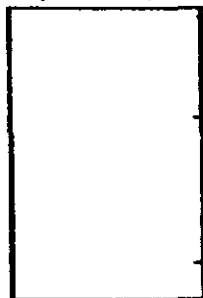


DESCRIÇÃO

Expurgo pedregulhoso

Argila siltosa, amarelada, com pedregulho.

POÇO Nº 19

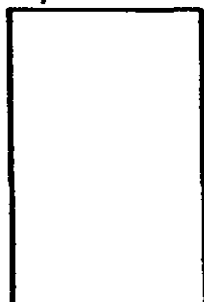


DESCRIÇÃO

Expurgo amarelado.

Argila siltosa com presença de cascalho de cor amarela.

POÇO Nº 20

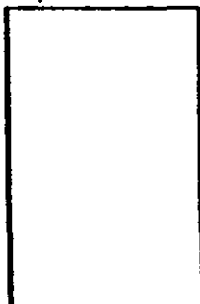


DESCRIÇÃO

Expurgo

Silte pouco argiloso de boa plasticidade e cor amarelada.

POÇO Nº



DESCRIÇÃO

000123



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA

FICHA DE DESCRIÇÃO DE POÇOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA



4.2.3 - Materiais granulares (jazidas de areia)

Esta jazida localiza-se ao longo do Rio Caiçara, em forma de bancos de areia a montante e a jusante do eixo da barragem. Os estudos desta jazida constaram da abertura de poços, caracterização táctil visual e a coleta de amostra para realização de ensaios de permeabilidade e granulometria em laboratório.

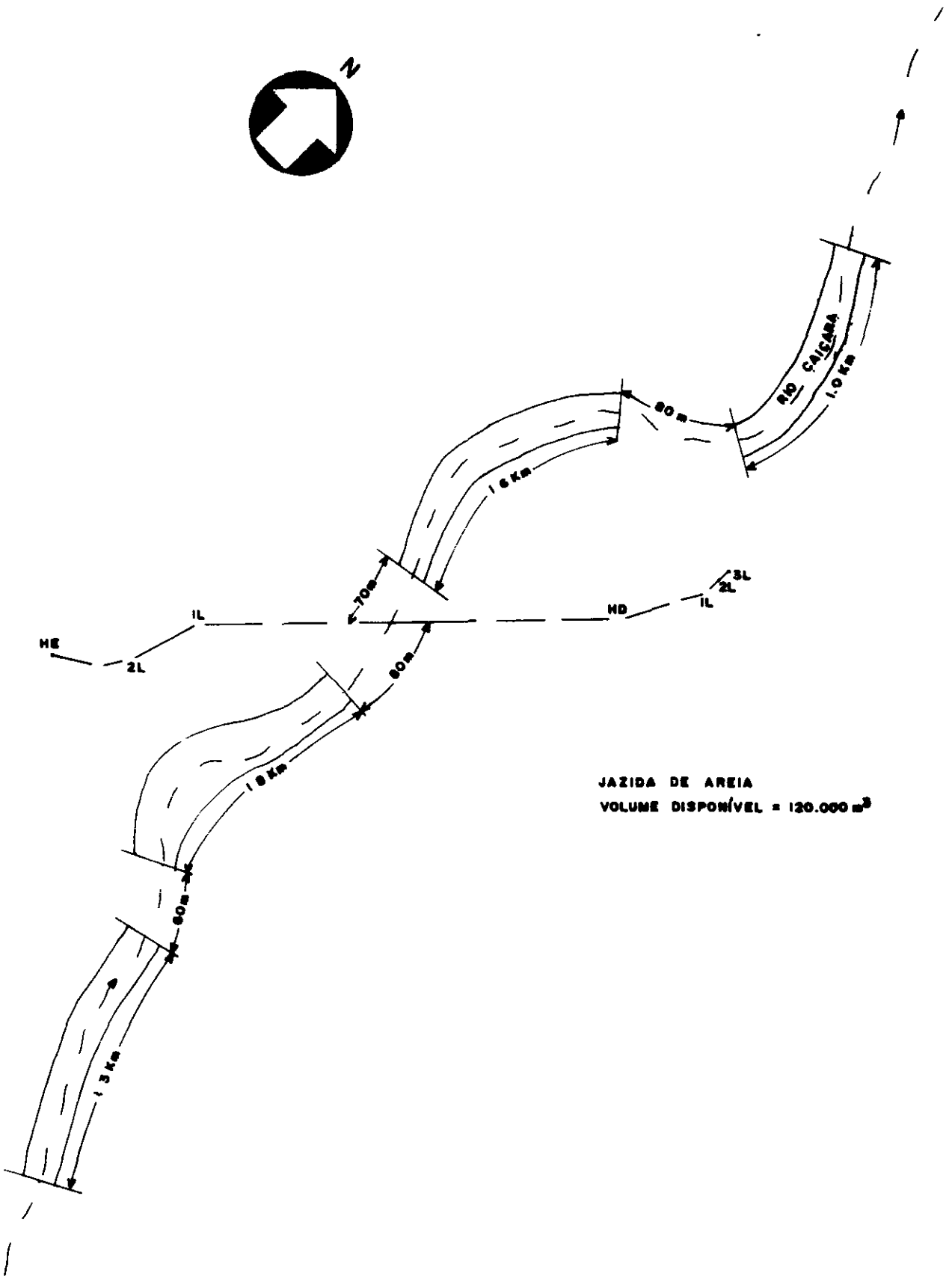
Os resultados dos ensaios de laboratório são apresentados a seguir no item 4.2.3.1.



4.2.3.1 - Jazidas de areia

000125

JAZIDA DE AREIA



JAZIDA DE AREIA
VOLUME DISPONÍVEL = 120.000 m³

JAZIDA Nº	AMOSTRA Nº	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)										hof (%)	γS_{\min} (g/cm ³)	γS_{\max} (g/cm ³)	
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200				
1	1			100	81	77	73	68	59	16	1		1,68	1,96	
1	2			100	85	81	77	71	63	19	3		1,62	2,04	
1	3			100	89	85	83	78	69	23	4		1,68	2,01	

000127

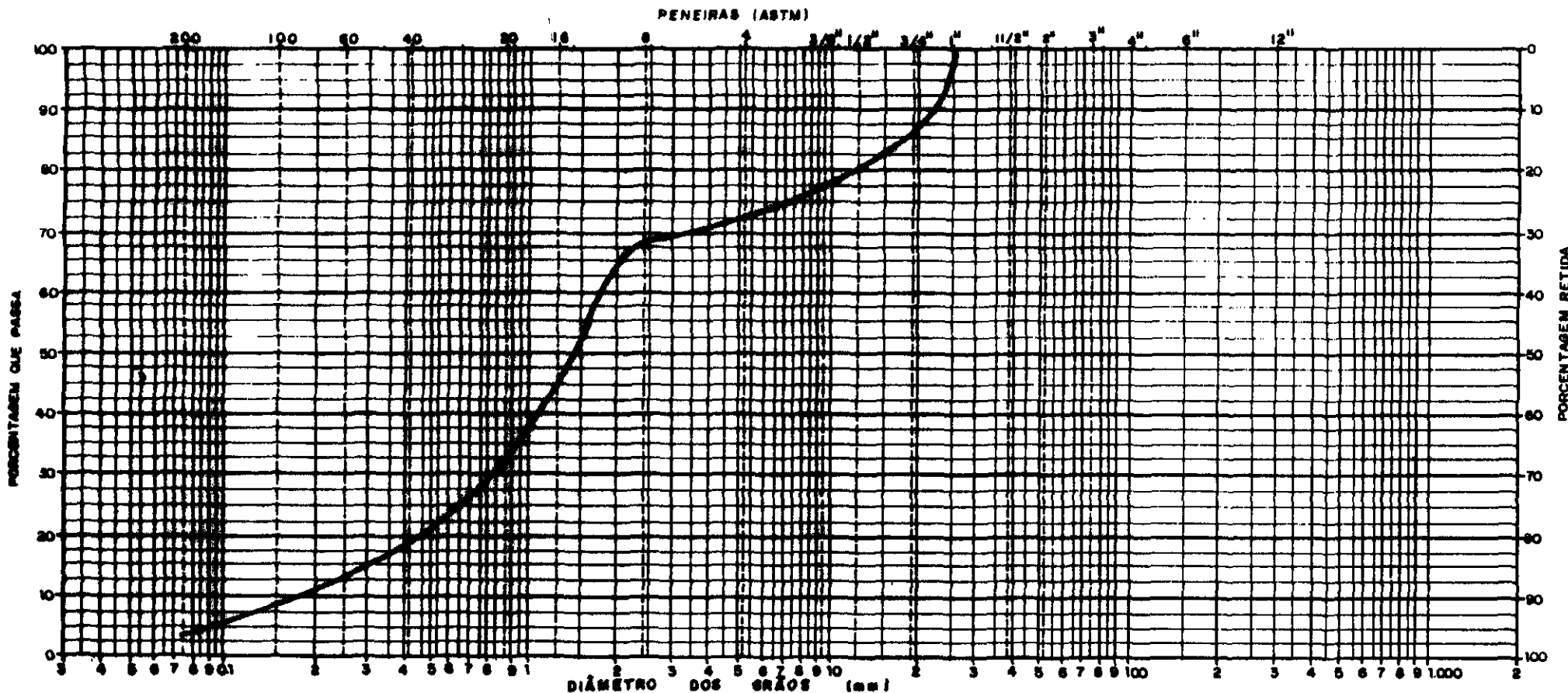


PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA NACIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHETRIJNHA

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA



ABNT	Areia fina		Areia média		Areia grossa	Pedregulho	Enrocamento
MIT	Areia fina	Areia média	Areia grossa	Pedregulho		Enrocamento	
USCS	Areia fina		Areia média		Areia grossa	Pedregulho	Enrocamento

000128



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS
2ª DIRETORIA REGIONAL

AÇUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA
JAZIDA

CURVA GRANULOMÉTRICA

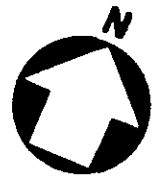
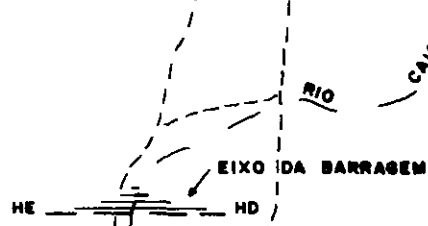
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA DES Nº



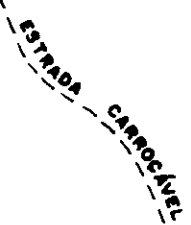
4.2.4 - **Materiais rochosos (pedreiras)**

Os materiais rochosos a serem utilizados na construção das obras são provenientes da ocorrência de blocos de arenitos localizados nas ombreiras natural da barragem, ou da pedreira de rocha granítica, que dista 6,0km do eixo da barragem, situada na localidade Roça do Mato, nas proximidades da Serra do Carnutim.

A seguir é mostrado o croqui de localização desta pedreira.



PEDREIRA
 LOCALIDADE ROÇA DO MATO
 DISTÂNCIA MÉDIA 6KM
 VOLUME DISPONÍVEL 300.000 m³



MOCAMBO



000131

	<p>PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS 2ª DIRETORIA REGIONAL</p>
	<p>ACUDE PÚBLICO FRECHEIRINHA</p>
	<p>PEDREIRA</p>
<p>SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASESORIA E CONSULTORIA LTDA.</p>	<p>FIG Nº</p>



5 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

000132



5 - ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

5.1 - INTRODUÇÃO

5.1.1 - Objetivos

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

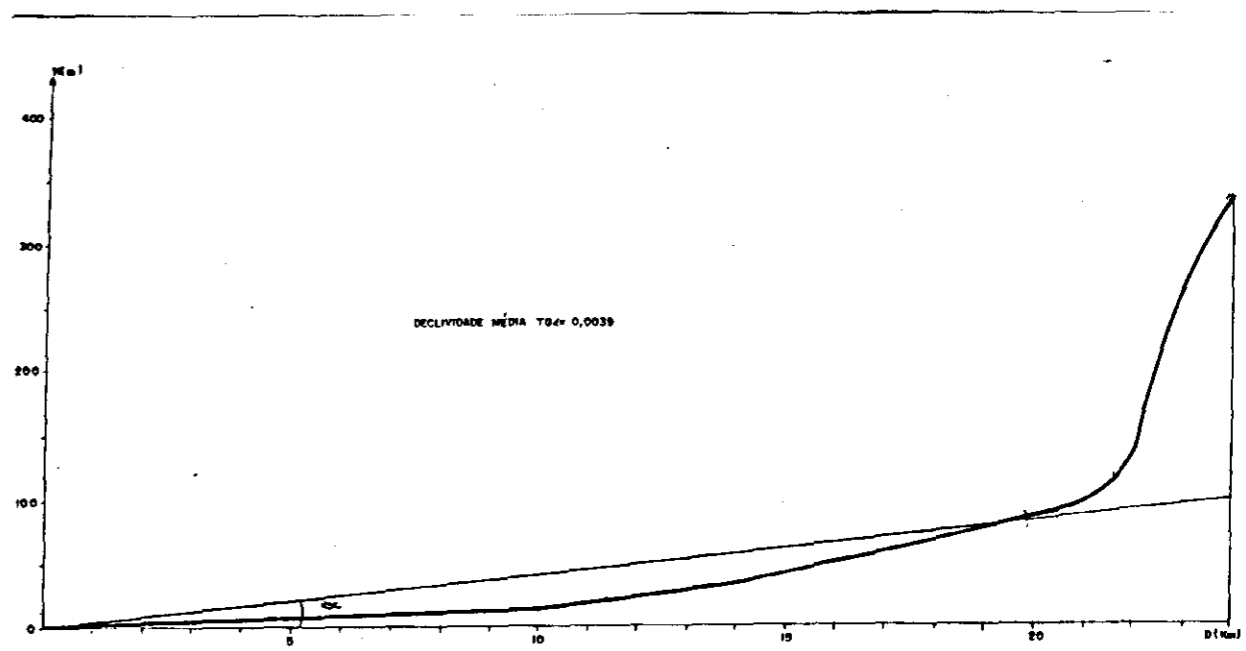
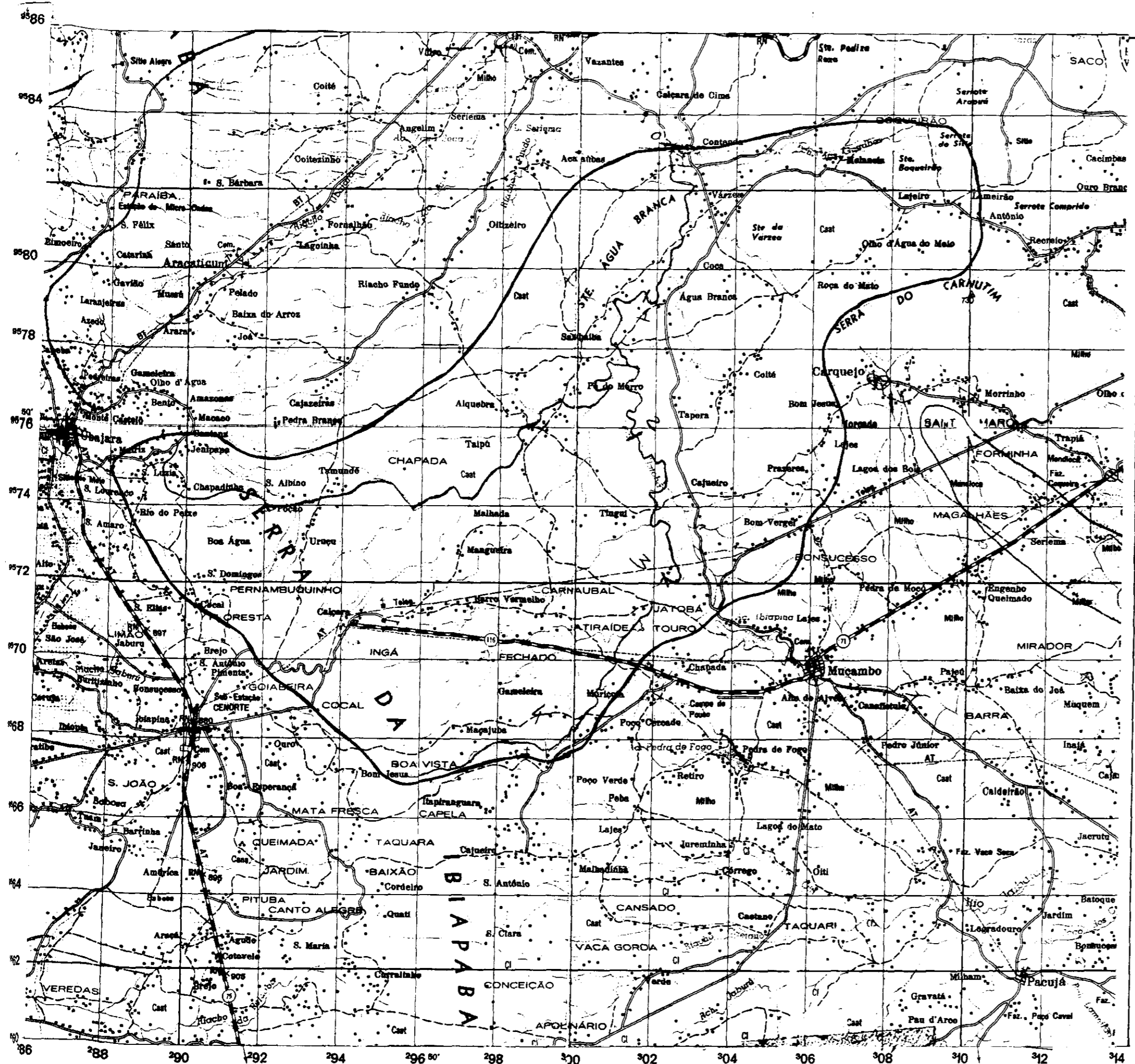
5.1.1.2 - Fisiografia e Vegetação

O rio Coreaú, principal curso d'água da bacia, nasce da confluência de vários pequenos riachos derivados das vertentes da Serra da Ibiapaba a montante da cidade de Frecheirinha, onde é inicialmente conhecido por rio Caiçara. Seu principal afluente no interior da bacia é o riacho Jatobá, que drena praticamente todas as águas de sua margem direita.

Com uma área de 197 Km², a bacia hidrográfica do Açude Frecheirinha se encontra na microrregião de Ibiapaba se desenvolvendo sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina com relevos do tipo R₆ e R₇.

O vale tem sentido sul-norte, com 24 Km de comprimento, se desenvolvendo numa rede de drenagem dendrítica, com altitude inicial de 450 m e declividade média 0,38%. O Mapa da figura 5.1 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



PERFIL DO TALVEGUE

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA

Área	A = 197 m ²
Comprimento do talvegue	L = 24 Km
Índice de compacidade	K _c = 1,30 K _c
Fator de Forma	K _f = 0,34 K _f
Declividade média	D = 0,0038 D _m
Tipo de relevo	R ₆ e R ₇

FIGURA 5.1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO AÇUDE FRECHEIRINHA

000134



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 degradada, pouco alta e espinhosa.

Na região serrana da Ibiapaba, bem como na Serra da Meruoca, desenvolve-se uma vegetação exuberante de mata úmida, como resultado do microclima local.

5.2 - CLIMATOLOGIA

A bacia do Açude Frecheirinha apresenta, predominantemente um único tipo climático, o tropical semi-úmido, com chuvas de outono, correspondendo ao tipo AW' de Köppen, com precipitações que chegam a atingir 1.300 mm anuais.

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

5.2.1 - Estudos pluviométricos

5.2.2.1 - 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.

5.2.1.2 - O Fator Orográfico

O fato de a pluviometria na área controlada pelo Açude Frecheirinha ser mais elevada e melhor distribuída que as demais



regiões drenadas pelo rio Coreaú, explica-se devido a influência do relevo.

Assim, dado que na estação chuvosa prevalecem os ventos do quadrante norte, e uma vez que a bacia do rio Coreaú está orientada na direção norte-sul, resulta que as massas quentes e úmidas são canalizadas e empilhadas dentro da mesma, sofrendo ascensão forçada, com resfriamento adiabático ao longo das escarpas, de onde resulta o aumento da precipitação.

Vale observar que próximo à bacia hidrográfica do Açude Frecheirinha, em São Benedito, a precipitação média anual é uma das mais altas registradas no Ceará, da ordem de 2,0 m, o que se deve ao fato que as massas úmidas podem atingir esse local através de um corredor entre as serras da Gameleira e do Rosário. Assim, o efeito de empilhamento é mais potente, o que conjugado com relevo e altura da Ibiapaba nessa região, explica a maior precipitação nela verificada.

5.2.1.3 - 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 10 se mostraram aproveitáveis. As principais características destes postos se encontram no Quadro 5.1.

Os postos de Frecheirinha e Tianguá são os mais representativos da região e foram usados para caracterizar a pluviometria. A Figura 5.2 extraída do PERH apresenta de forma pormenorizada esta caracterização.

QUADRO 5.1
BACIA DO FRECHEIRINHA - DADOS HIDROLÓGICOS
PLUVIOMETRIA

CÓDIGO DA ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	LATITUDE		LONGITUDE		ALTITUDE (m)
			GR.	MIN.	GR.	MIN.	
2778354	Mocambo	Mocambo	03	54	40	44	150
2778714	Ubajara	Ubajara	03	51	40	56	870
2778538	Frecheirinha	Frecheir.	03	46	40	49	100
2778238	Araquém	Coreaú	03	37	40	49	200
2777185	Viçosa do Ceará	V. Ceará	03	34	41	05	685
2778406	Tianguá	Tianguá	03	44	40	59	795
2788127	São Benedito	S Benedito	04	03	40	52	903
2788152	Graça	S Benedito	04	04	40	45	190
2777987	Santo Antônio da Pindoba	Ibiapina	03	57	41	04	780
2778825	Ibiapina	Ibiapina	03	55	40	53	885
-	Faz. Caiçara	Frecheir.	03	46	40	49	100



CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

FIG 5 2

I - POSTOS REPRESENTATIVOS

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
FRECHEIRINHA	2778538	1080
TIANGUA	2778406	1197

II - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL

POSTO	PROBABILIDADE P(H ≤ Hp) (%)										← Hp(mm) ←
	1	2	5	10	20	50	80	90	98	99	
FRECHEIRINHA	655,0	665,0	675,0	715,0	740,0	966,0	1329,0	1599,0	2229,0	2504,0	
TIANGUA	389,0	502,0	559,0	714,0	781,0	1158,0	1537,0	1758,0	2188,0	2353,0	

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

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

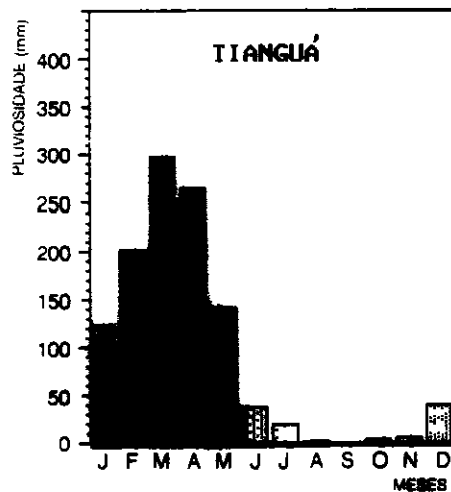
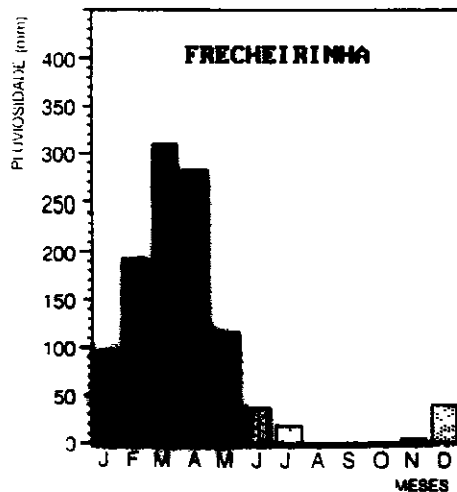
POSTO	MES	NÚMERO DE DIAS									
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25
2778538	JAN	93,6	87,2	66,0	23,4	6,4	2,1	2,1	2,1	2,1	0,0
	FEV	97,9	97,9	91,7	68,8	35,4	27,1	12,5	2,1	0,0	0,0
	MAR	95,7	95,7	95,7	83,0	74,5	55,3	34,0	23,4	14,9	2,1
	ABR	97,9	97,9	93,6	87,2	66,0	44,7	27,7	21,3	17,0	2,1
	MAI	91,3	87,0	76,1	45,7	26,1	17,4	10,9	8,7	4,3	2,2
	JUN	76,1	60,9	32,6	10,9	2,2	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0
	JUL	66,7	40,0	11,1	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	18,2	11,4	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	17,8	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	19,1	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	43,5	19,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	75,0	56,3	25,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

IV - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA PARA MAIORES PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

POSTO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)										← H (mm) ←
	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	
FRECHEIRINHA	100,0	118,0	128,0	135,0	141,0	145,0	152,0	157,0	166,0	173,0	
TIANGUA	100,0	113,0	121,0	126,0	130,0	133,0	138,0	142,0	148,0	153,0	

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

V - HIETOGRAMAS



000138

5.2.1.4 - Chuvas Intensas

- Caracterização do regime de chuva diária

Os dados utilizados nesta fase de estudo são os de precipitação diária do posto de Frecheirinha, com 77 anos de observação, que se mostrou o mais adequado da região em estudo para caracterizá-la sobre este aspecto.

As precipitações diárias no posto de Frecheirinha 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 5.2, 5.3 e 5.4.

- 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 Frecheirinha, próximo a 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 5.3 a isozona correspondente ao projeto (ISOZONA E);

QUADRO 5.2

Bacia da Barragem do Frecheirinha, Ceara
Estatística da pluviometrias máximas observadas

MONTH	DAY	WAT	YR	PEAK VALUE (mm)	RANK	WEIBULL	RETURN PERIOD			
							HAZEN	GRINGORTEN	CHEGODAYEV	CUNNAME
maí	15		1934	58 20	33	1 55	1 54	1 54	1 54	1 54
fev	26		1935	82 80	13	3 92	4 00	3 99	3 97	3 98
fev	21		1936	51 20	36	1 42	1 41	1 41	1 41	1.41
maí	25		1937	60 50	30	1 70	1 69	1 70	1 70	1 70
mar	30		1938	54 60	34	1 50	1 49	1 49	1 50	1.49
mar	25		1939	70 00	23	2 22	2 22	2 22	2.22	2 22
mar	30		1940	72 50	22	2 32	2 33	2 32	2 32	2.32
mar	10		1941	40 50	44	1 16	1 15	1 15	1 15	1 15
fev	11		1942	96 00	6	8 50	9 09	9 01	8 84	8.96
dez	30		1943	46 50	38	1 34	1 33	1 33	1 34	1 34
jul	15		1944	85 60	11	4 64	4 76	4 75	4 71	4.74
abr	21		1945	87 10	9	5 67	5 88	5 86	5 79	5 84
dez	20		1946	58 60	32	1 59	1 59	1 59	1 59	1.59
fev	10		1948	41 30	42	1 21	1 20	1 21	1 21	1 21
mar	25		1949	40 50	45	1 13	1 12	1 12	1 13	1 13
abr	10		1950	40 80	43	1 19	1 18	1 18	1 18	1 18
abr	30		1951	35 10	49	1 04	1 03	1 03	1 03	1 03
maí	6		1952	67 30	24	2 13	2 13	2 13	2 13	2.13
abr	26		1953	199 30	1	51 00	100 00	89 50	72.00	83 67
fev	21		1954	119 20	2	25 50	33 33	32 13	29 65	31 38
jan	30		1955	49 50	37	1.38	1 37	1 37	1.37	1 37
fev	10		1956	78 30	17	3 00	3 03	3 03	3 02	3.02
abr	26		1957	80 60	15	3 40	3 45	3 44	3.43	3 44
mar	11		1958	43 60	40	1 27	1 27	1 27	1 27	1 27
mar	10		1959	97 20	5	10 20	11 11	10 99	10 72	10 91
mar	31		1960	97 60	4	12 75	14 29	14 08	13 62	13.94
fev	6		1961	90 80	8	6 38	6 67	6 63	6 55	6 61
fev	15		1962	66 00	25	2 04	2 04	2 04	2.04	2.04
mar	1		1963	110 20	3	17 00	20.00	19 58	18 67	19 31
mar	25		1964	42 70	41	1 24	1 23	1 24	1.24	1 24
maí	1		1965	82 10	14	3 64	3 70	3 70	3 68	3 69
fev	30		1966	40 50	46	1 11	1 10	1 10	1 10	1 10
abr	6		1967	80 10	16	3 19	3 23	3 22	3 21	3.22
mar	25		1968	53 90	35	1 46	1 45	1 45	1 45	1 45
fev	11		1969	73 60	19	2 68	2 70	2 70	2.70	2 70
nov	10		1970	84 80	12	4 25	4 35	4 34	4 31	4 33
mar	26		1971	72 60	21	2 43	2 44	2 44	2 43	2 44
mar	15		1972	38 50	47	1 09	1 08	1 08	1 08	1.08
abr	16		1973	85 80	10	5 10	5 26	5 24	5 20	5 23
jan	16		1974	62 30	29	1 76	1.75	1 75	1 76	1 76
dez	26		1975	72 80	20	2 55	2.56	2 56	2 56	2 56
fev	11		1976	62 60	27	1 89	1 89	1 89	1 89	1 89
mar	15		1977	45 60	39	1 31	1 30	1 30	1 30	1 30
jan	21		1979	62 60	28	1 82	1 82	1 82	1 82	1 82
maí	19		1981	5 80	50	1 02	1 01	1 01	1 01	-1.01
abr	10		1983	95 90	7	7.29	7 69	7 64	7.52	7.61
fev	10		1984	38 00	48	1 06	1 05	1 05	1 06	1.05
abr	5		1985	64 00	26	1 96	1.96	1 96	1 96	1 96
mar	16		1986	60 00	31	1 65	1 64	1 64	1 64	1 64
mar	15		1987	76 00	18	2 83	2.86	2 85	2 85	2 85

000140

Bacia da Barragem do Frecheirinha, Ceara

SAMPLE SIZE = 50

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 68.43 STD DEV = 29.20 COEF OF SKEW = 1.7577

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 4.13038 STD DEV = .49205 COEF OF SKEW = -2.0777

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 1.79380 STD DEV = .21369 COEF OF SKEW = -2.0769

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	68.43	62.20	61.98	63.85	57.58	60.59	72.32
2.33	73.67	67.94	66.51	69.19	63.00	65.23	77.08
5.00	93.22	94.46	87.53	92.37	93.10	87.46	90.80
10.00	106.36	117.87	106.20	111.24	127.98	107.32	96.19
20.00	117.38	141.93	125.45	129.35	173.65	127.42	98.62
50.00	130.03	175.66	152.55	152.79	257.76	154.73	99.73
100.00	138.65	203.10	174.67	170.35	346.55	176.11	99.88
200.00	146.68	232.54	198.46	187.85	465.42	198.22	99.89
500.00	156.63	274.98	232.87	210.94	686.80	228.66	100.10
1000.00	163.76	310.13	261.44	228.39	921.60	252.69	100.63

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	0.0000	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
1	.14286	37.26	36.78	42.02	37.89	37.17	45.06	41.91
2	.28571	51.91	47.08	50.08	48.96	44.80	52.69	46.00
3	.42857	63.18	56.93	57.82	58.80	52.88	60.93	51.56
4	.57143	73.69	67.96	66.53	69.24	63.05	70.74	59.73
5	.71429	84.96	82.18	77.78	82.03	78.23	83.77	73.49
6	.85714	99.60	105.18	96.07	101.67	108.91	104.90	104.72
7	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		11.600	13.000	7.960	11.040	15.520	7.680	23.360

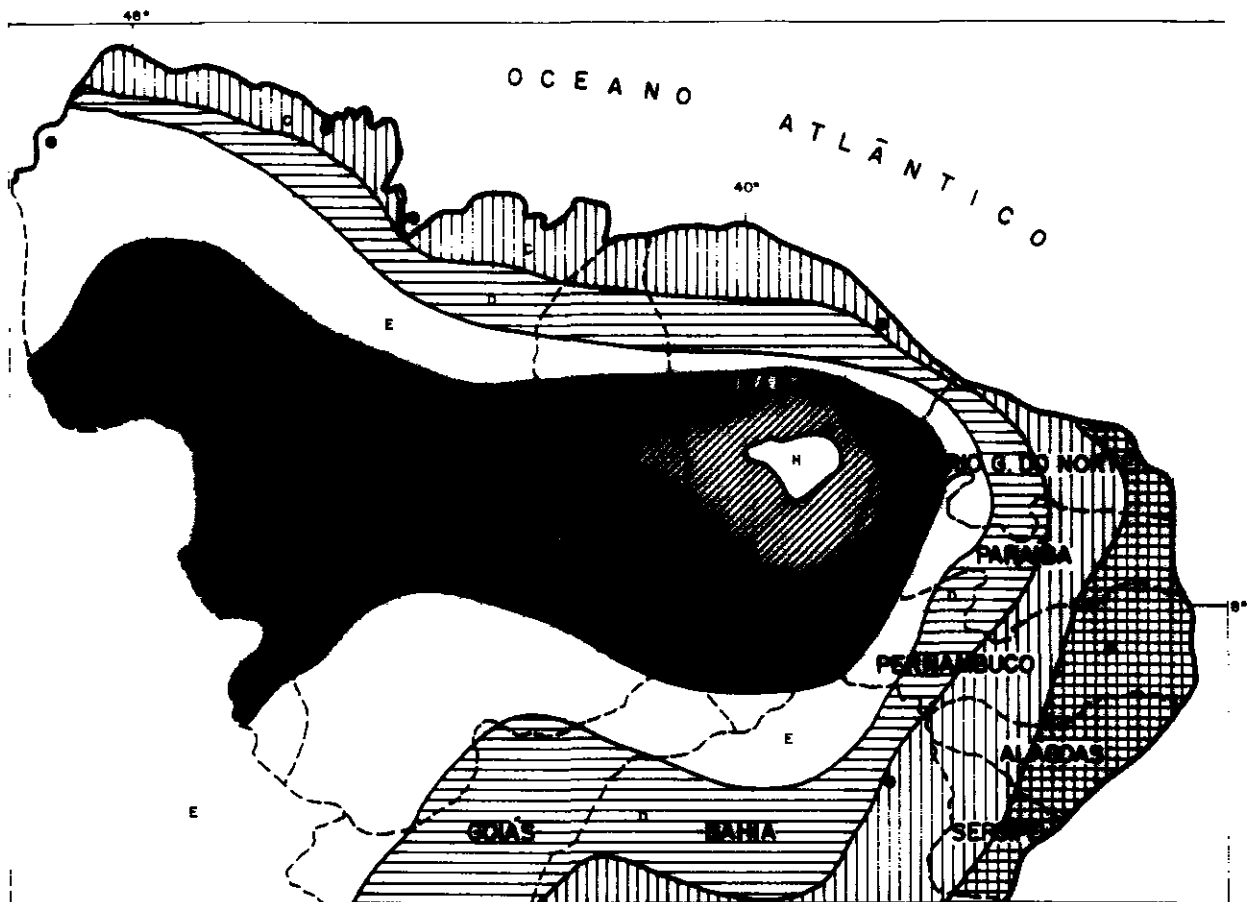
95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC =12.596

000141

QUADRO 5.4

RETURN PERIOD (YRS)	LOG PEARSON TYPE III WITH WEIGHTED REGIONAL SKEW (mm)
2 00	64 49
2 33	70 29
5 00	95 03
10.00	114.40
20.00	132.30
50 00	154.61
100.00	170 78
200 00	186.51
500 00	206 76
1000 00	221 73

WEIGHTED SKEW CHI-SQUARE VALUE	13.280
COMPUTED SKEW (LOG10)=	-2.0769
REGIONAL SKEW (LOG10)=	500
WEIGHTED SKEW (LOG10)=	- 4431
MEAN SQUARE ERROR OF LOG10 SKEW=	5232
MEAN SQUARE ERROR OF REGIONAL SKEW=	3020



ZONA		TEMPO DE RESISTÊNCIA EM ANOS											
		1 HORA / 24 HORAS CURVA											
		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	24h CURVA	
		5-50	50-100	100-1000	1000-10000	10000-100000	100000-1000000	1000000-10000000	10000000-100000000	100000000-1000000000	1000000000-10000000000	10000000000-100000000000	100000000000-1000000000000
A		362	358	356	355	354	353	35.0	34.7	33.6	32.5	7.9	6.3
B		38.1	37.8	37.5	37.4	37.3	37.2	36.9	36.6	35.4	34.3	8.4	7.5
C		40.1	39.7	39.6	39.3	39.2	39.1	38.8	38.4	37.2	36.2	9.8	8.8
D		42.0	41.6	41.4	41.2	41.1	41.0	40.7	40.3	39.0	37.8	11.2	10.0
E		44.0	43.6	43.3	43.2	43.0	42.9	42.6	42.2	40.9	39.6	12.6	11.2
F		46.0	45.5	45.3	45.1	44.9	44.8	44.5	44.1	42.7	41.3	13.9	12.4
G		47.9	47.4	47.2	47.0	46.8	46.7	46.4	45.9	44.3	43.1	16.4	13.7
H	X X X X	49.9	49.4	49.1	48.9	48.6	48.5	48.3	47.8	46.3	44.6	16.7	14.9

FIGURA - 5 3

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

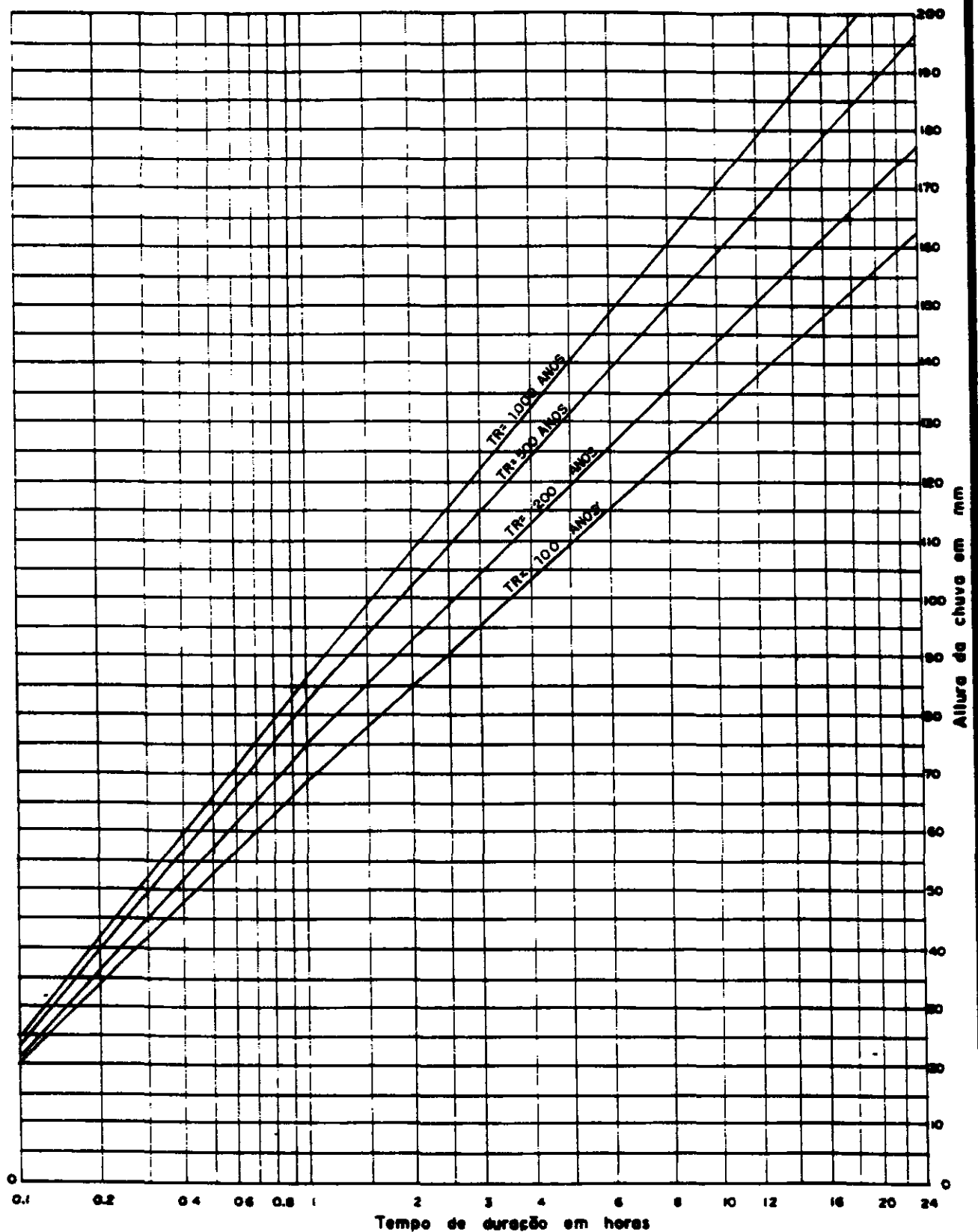
000143

- na tabela da Figura 5.3, 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 5.4 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;

5.2.2 - Outros parâmetros climatológicos

5.2.2.1 - Evaporação

Segundo os dados da estação de Sobral as maiores marcas de evaporação se concentram nos meses de setembro e outubro; as menores ocorrem nos meses de março e abril. Embora estas estações se encontrem próximas à Bacia do Frecheirinha espera-se alguma discrepância entre a evaporação efetiva no vale e os registros da estação mencionada, dadas as diferenças climáticas mais peculiares existentes. O Quadro 5.5 apresenta a média mensal de evaporação registrada no posto de Sobral.



000145



POSTO FRECHEIRINHA-277.85.38

ALTURA DE CHUVA E TEMPO DE DURAÇÃO

QUADRO 5.5
EVAPORAÇÃO MENSAL, MEDIDA EM TANQUE CLASSE "A"
SOBRAL (mm)

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
CAIO PRADO	145.3	94.4	70.9	63.2	80.3	112.0	157.8	191.8	193.3	195.8	179.6	169.7	1653

FONTE: Plano Estadual dos Recursos Hídricos

5.2.2.2 - 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 Frecheirinha situado próximo à bacia.

O parâmetro ETP, foi calculado pela fórmula de Hargreaves 1/, 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 5.6.

QUADRO 5.6
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL - FRECHEIRINHA (mm)

POSTO	MESES												ANO
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
FRECHEIRINHA	182	143	130	118	122	129	152	175	188	202	193	192	1926

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

5.3 - ESTUDOS DOS DEFLÚVIOS

O posto fluviométrico mais próximo à área em estudo fica no local denominado Fazenda Caiçara, no Boqueirão do Silva. Porém, o citado posto é inadequado para a utilização nesta fase de estudo, pois a qualidade de seus dados é duvidosa e com muitas falhas.

Em consequência da má qualidade dos dados de Caiçara, tornou-se necessário empregar uma metodologia que permitisse, através do uso de dados de outras bacias 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 Granja, mostrou-se o mais adequado a representar a área em estudo. Tal posto controla uma área de aproximadamente 3.400 Km² e fica situado no trecho da jusante do rio Coreau, mesmo rio onde será instalada a futura barragem Frecheirinha.

5.3.1 - 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 5.5, obtida junto aos autores do modelo, pode ser observado o esquema da concepção do mesmo.

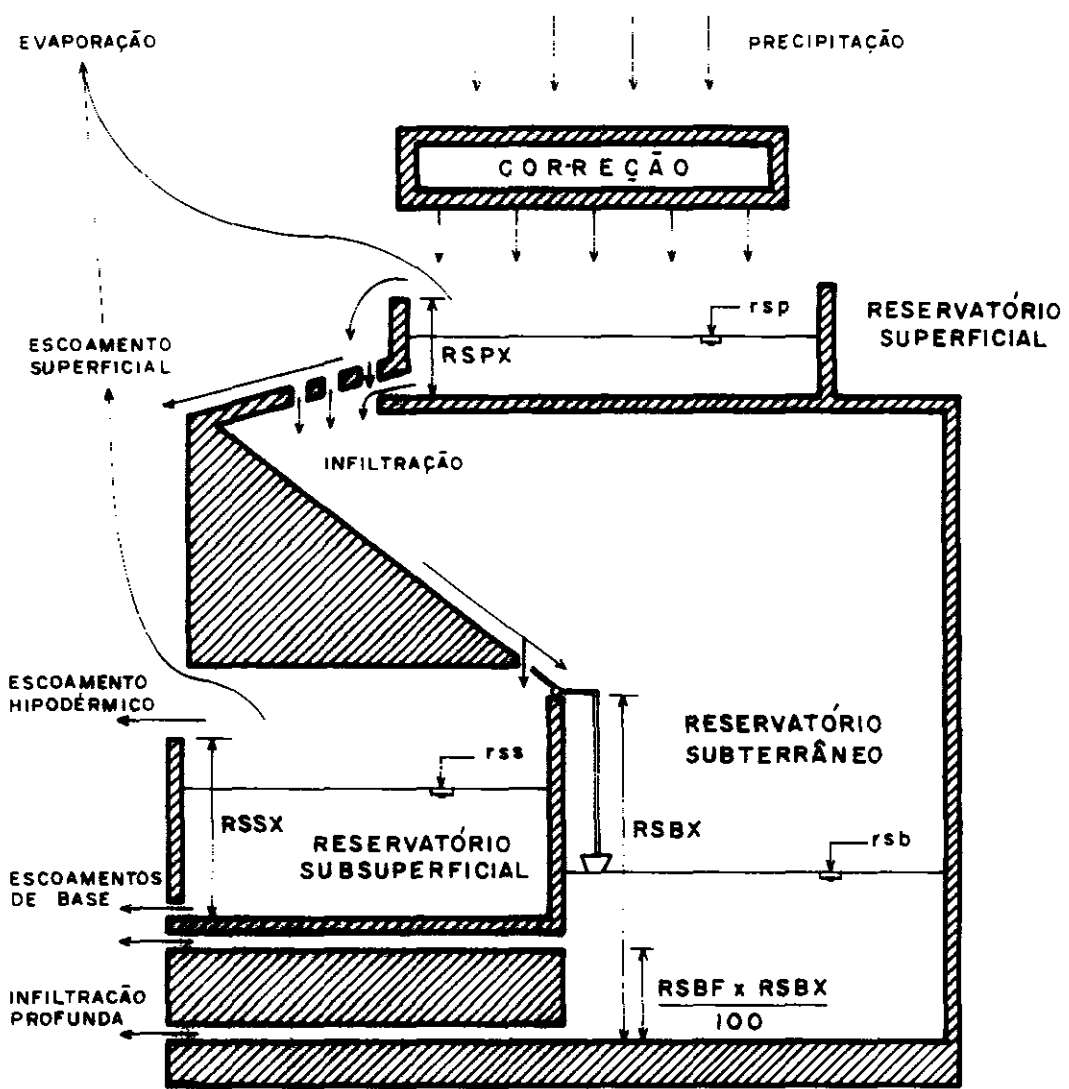
Por essa concepção, o armazenamento da água na bacia é feito por três reservatórios fictícios, quais sejam, os reservatórios superficial, subsuperficial e subterrâneo.

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 evapotransposição 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 interiramente suprida, a água armazenada no reservatório subsuperficial passará a ser apropriada para tal.

Figura 5.5



CONCEPÇÃO DO MODHAC

FIGURA - 55



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.

5.3.2.1 - Séries Pluviométricas Diárias

Estavam disponíveis 5 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 5.7, mostrado a seguir apresenta a pluviometria média mensal da bacia do Açude Castro.

QUADRO 5.7

PLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
1912	96 6	437 2	419 9	463 5	527 9	60 2	35 8	28 9	31 1	0 0	15 0	1 3	2117 4
1913	34 6	288 7	563 0	372 5	295 5	97 8	37 2	34 8	15 3	27 7	0 0	89 9	1857 0
1914	251 2	317 0	250 0	235 3	94 7	153 0	42 4	101 1	0 4	60 1	2 9	0 0	1508 1
1915	106 9	40 3	98 1	170 6	58 4	41 2	0 1	7 0	0 0	1 8	0 0	61 1	585 5
1916	164 7	274 5	326 3	308 0	104 7	31 2	0 8	0 0	0 0	0 0	107 7	45 9	1363 8
1917	358 5	405 5	474 4	347 4	314 9	44 1	29 6	0 4	0 0	11 2	97 9	88 2	2172 1
1918	338 1	164 1	344 9	166 9	467 0	78 3	1 0	76 5	0 2	0 0	0 0	2 2	1639 2
1919	54 7	162 2	89 0	42 0	93 0	15 9	12 3	0 0	19 5	0 0	0 0	0 4	489 0
1920	40 2	80 8	445 3	374 7	202 5	54 9	47 8	11 6	0 0	0 0	41 6	141 2	1440.6
1921	147 5	426 8	424 1	284 1	314 9	69 5	63 9	0 0	7 4	32 7	94 3	10 5	1875 7
1922	70 9	296 7	357 2	373 5	215 9	137 3	79 1	16 5	3 9	0 0	30 1	13 9	1595 0
1923	112 2	491 3	189 8	434 6	44 1	100 1	38 9	5 1	0 0	0 1	16 2	29 5	1461 9
1924	223 3	411 8	424 5	599 7	445 6	93 8	0 8	3 0	7 4	12 1	11 5	286 1	2519 6
1925	209 1	262 3	720 1	770 0	284 9	59 8	40 0	4 1	6 7	25 0	35 4	69 3	2486 7
1926	343 1	420 8	282 7	308 3	140 9	25 8	11 1	0 0	8 3	0 0	0 4	1 1	1542 5
1927	85 9	276 5	362 7	599 8	120 9	30 8	14 1	13 5	7 0	9 8	3 0	6 5	1530 5
1928	57 9	77 1	223 7	443 0	38 7	12 1	16 0	7 3	7 3	5 5	32 1	100.4	1021 1
1929	520 1	594 1	1044 9	531 5	143 8	87 2	1 8	31 1	13 5	58 7	8 1	15 9	3050 7
1930	420 9	655 8	239 0	205 4	41 6	186 8	8 3	2 3	2 8	20 1	34 8	10 4	1828 2
1931	89 2	319 0	300 1	311 4	86 5	10 4	7 4	1 0	0 0	0 0	0 0	10 9	1135 9
1932	103 0	172 7	113 8	87 8	47 8	60 4	32 1	0 0	0 4	0 0	0 0	0 0	618 0
1933	101 8	179 5	335 8	547 7	72 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 3	0 0	24 6	1263.7
1934	177 3	390 9	385 4	260 9	245 1	104 9	12 7	9 6	0 0	0 0	17 2	121 4	1725.4
1935	142 8	377 4	359 2	468 5	202 3	40 7	14 1	4 6	6 0	1 9	0 1	64 8	1682.4
1936	50 5	282 7	106.4	213.5	112 0	42 9	0 4	0 3	2 2	0.0	4 5	1 7	817 1
1937	45 7	311 7	216 4	325 2	163 2	64 1	40 2	5 5	2 4	2 2	4 0	17 4	1198.0
1938	100 7	92 2	297 2	299 5	49 0	13 4	17 8	2 3	0 4	9 1	1 6	36 9	920 1
1939	80 0	348 2	320 5	191 4	77 1	32 7	31 1	13 6	21 3	41 0	9 0	25 5	1191 4
1940	154 0	262 4	370 4	498 1	233 7	98 2	40 5	9 9	4 2	11 7	3 0	11 4	1697 5
1941	18 7	88 1	213 8	194 8	77 6	25 7	14 9	7 4	1 0	0 7	3 6	8 1	654 4
1942	6 1	86 3	215 9	164 8	61 1	6 0	0 6	1 0	0 0	4 3	8 6	62 3	617 0
1943	97 9	72 5	324 1	176 0	96 1	28 0	42 1	1 9	0 0	0 0	21 7	58 8	919 1
1944	55 2	52 5	333 6	213 9	355 4	12 3	40 4	2 1	1 6	0 6	0 0	217 4	1285 0
1945	146 7	467 7	281 6	255 7	162 7	66 0	18 6	4 3	6 6	10 9	1 6	17 4	1439 8
1946	266 7	253.0	336 0	299 4	76 5	101 3	5 0	2 0	0 0	1 1	5 0	108 6	1454 6
1947	247 3	265.8	437 9	585 4	240 2	14 8	47 1	1 4	0 2	3 6	179 2	248 4	2271 3
1948	106 9	188.9	310 0	244 3	128 4	21 7	30.4	4 5	0 3	0 0	0 0	60 1	1095 5
1949	52 2	231 0	392 3	323 8	139 5	30 4	44 1	12 8	0 0	0 7	69 3	15 4	1311 5
1950	127 3	212.1	405 5	425 8	69 4	5 0	3 4	0 1	0 5	0 0	2 4	60 6	1312 1
1951	51 8	46 5	210 2	236 5	157 4	68 3	3 5	0 0	0 0	3 8	0 0	62 0	840 0
1952	54 8	203.3	395 6	307 2	147 1	11 1	1 8	0 0	0 0	0 0	2 0	4 8	1127 7
1953	13 7	80.5	163 2	369 7	20 8	4 1	0 9	0 0	0 0	0 0	2 7	37 9	693 5
1954	18 5	280.8	268 2	162 2	116 7	55 6	1 2	1 7	0 0	0 0	17 0	2 1	924 0
1955	244 6	152.3	242 8	541 0	160 7	22 2	1 6	0 9	0 0	3 4	5 9	15 3	1390 7
1956	23.1	396.8	531 7	326 1	44 1	9 3	11 8	9 2	0 3	0 0	5 7	23 1	1381 2
1957	297 3	58.0	290 3	537 8	263 3	12 3	11 2	1 7	0 0	3 5	4 7	25 0	1505 1
1958	119 6	76 5	90 2	98 2	146.9	25 7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	21 0	578 1
1959	97 0	391 7	442 4	207 8	117 6	70 3	22 6	10 1	0 5	0 0	10 9	0 0	1370 9
1960	102.5	73 2	395 6	465 2	67 4	70 7	45 3	0 0	0 0	8 1	0 0	35 9	1263 9
1961	223.2	619 5	430 1	340 8	134 6	20 5	3 9	5 1	0 0	0 0	2 8	45 0	1825 5
1962	185 3	203 4	399 5	184 1	108.6	45 0	6 8	0 6	0 0	0 0	44 3	46 7	1224 3
1963	191 0	174 2	538 0	373 5	44 2	15.8	17 6	3 0	0 0	0 0	31 9	77 6	1466 8
1964	181 9	392 0	314 4	371 0	216 1	23 6	9 0	18 1	4 1	1 2	0 4	1 1	1532 9
1965	106.2	113 3	276 4	459 8	266 9	137 2	9 2	1 5	12 8	31 0	5 0	14 5	1433 8
1966	17.1	151 9	157 6	213 0	121 7	31.1	29 9	4 6	2 8	0 1	2 7	8 0	740.5
1967	94 5	164 2	405 4	366 7	317 3	33 8	14 7	6 2	32 2	3 4	0 0	32 5	1470 9
1968	77 0	129 6	354 8	258 8	291 0	10 7	21 1	1 5	0 0	0 0	0 9	66 1	1211 5
1969	78 6	206.6	285 7	257 0	103 7	67 8	98 7	5 5	0 0	1 7	3 0	3 9	1112 2
1970	102.1	78.5	278 0	141 9	30.6	17 5	23 6	0 0	11 5	1 8	52 0	5 3	742 8
1971	161 0	228 2	351 8	270 3	155 9	71 5	59 7	11 2	2 7	32 3	1 5	0 4	1346 5
1972	46 3	88.6	204 5	240 7	143 6	68 3	20.8	19 1	0 0	0 0	0 0	29 1	861 0
1973	374 4	236 9	449 3	785 3	277 1	190 4	176 3	12 9	52 7	28 0	8 9	91 6	2683 8
1974	379 4	440.4	542 9	1041 5	452 6	97 3	3 7	3 4	64 9	23 7	0 0	60 2	3110 0
1975	121 1	232 7	262 6	155 9	189 1	45 8	36 6	15 3	7 9	0 7	3 6	158 8	1230 1
1976	103 8	325 6	230 7	181 4	68 4	15 9	5 4	1 7	3 4	37 7	19 0	13 2	1006 2
1977	204 0	141 9	308 6	231 9	161 9	79 8	47 7	6 7	4 2	1 8	0 0	92 7	1281 2
1978	173 4	79 0	142 5	344 1	141 6	14 2	55 6	0 1	8 3	3 3	35 4	29 5	1027 0
1979	133.0	102.2	174 0	143 4	254 4	48.1	9 4	4 8	2 8	19 4	17 7	6 4	915 6
1980	53 7	414 9	258 9	87 6	45 3	31 0	0 0	0 0	37 1	4 8	21 1	16 8	971 2
1981	93 9	59 9	370 8	72 8	87 2	6 0	0 0	16 5	0 0	0 0	0 6	64 5	772 2
1982	115 5	219.8	174 6	252 8	109 8	58 4	13 0	2 0	1 7	5 7	26 8	33 5	1013 6
1983	20 5	319 5	259 2	153 8	23 8	12 6	4 9	9 5	0 0	1 9	0 0	7 7	813 4
1984	90.5	171 8	256 6	267 2	296 7	59 0	11 7	6 0	3 3	7 6	2 4	56 0	1228 8
1985	262 6	414 4	513 4	439 8	277 1	134 9	64 7	5 8	6 8	0 2	0 0	218 5	2338.2
1986	167 1	255 1	383 1	480 8	315.8	166 2	11 0	3 6	2 2	0 5	3 0	16 0	1804 4
1987	83 1	56 0	618 0	73 2	31 5	61 8	28 2	0 0	0 0	0 2	0 0	1 7	953 7
1988	119 0	226 8	270 9	324 9	149 9	145 7	2 2	2 9	1 8	1 0	0 8	182 5	1428 4
media	140 1	243 4	332 2	323 2	165 0	54 8	23 5	8 0	5 7	7 6	15 5	48 7	1367.7



5.3.2.2 - Ajuste do Modelo às Séries de Vazões

O ajuste do modelo ao posto de Caio Prado 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	ININ	IPEC	ASP	ASS	CEVA
205.5	209.6	18.67	6.15	0.7920	1.001	0.0043	0.8454

A fluviometria média mensal gerada para a bacia do Açude Frecheirinha é mostrada no Quadro 5.8.

5.4 - DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO

5.4.1 - Introdução

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

QUADRO 5.8

FLUVIOMETRIA MEDIA MENSAL NA BACIA DA BARRAGEM FRECHEIRINHA (mm)

ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
912	0 0	60 7	177 4	315 1	399 5	53 3	23 5	9 4	0 1	0 0	0 0	0 0	1039 0
913	0 0	0 0	217 8	220 4	186 1	24 8	23 0	16 4	1 5	0 0	0 0	0 0	690 0
914	0 1	41 1	56 4	69 3	48 2	18 4	17 2	15 0	2 7	0 0	0 0	0 0	268 4
915	0 0	0 0	0 0	0 2	0 5	0 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 2
916	0 0	0 3	106 9	120 4	63 7	19 8	10 9	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	322 0
917	0 2	137 4	226 5	229 7	190 6	25 7	23 7	10 7	0 0	0 0	0 0	0 0	844 6
918	0 1	0 8	114 0	56 1	216 0	53 1	23 9	12 6	0 9	0 0	0 0	0 0	477 5
919	0 0	0 0	0 2	0 1	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 5
920	0 0	0 0	69 3	170 7	62 4	20 9	19 4	10 7	0 0	0 0	0 0	0 0	353 3
921	0 1	38 8	179 3	112 5	201 4	56 1	24 1	12 4	0 1	0 0	0 0	0 0	624 7
922	0 0	0 0	107 9	131 6	127 5	26 4	24 4	20 2	3 7	0 0	0 0	0 0	441 7
923	0 0	90 9	42 9	202 6	24 5	21 3	19 2	5 8	0 0	0 0	0 0	0 0	407 2
924	0 0	125 8	162 8	464 3	345 0	24 6	22 9	11 2	0 0	0 0	0 0	0 1	1156.6
925	0 5	9 9	402.5	663 0	178 0	28 9	24 0	12 5	0 1	0 0	0 0	0 0	1319.5
926	0 1	136 0	82 7	153 3	41 1	24 5	21 2	4 7	0 0	0 0	0 0	0 0	463 6
927	0 0	0 0	151 9	335 9	68 9	24 4	18 9	2 9	0 0	0 0	0 0	0 0	602.9
928	0 0	0 0	0 1	120 4	13 8	12 1	4 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	150 5
929	112 0	286 0	932 8	436 5	26 0	22 8	21 1	10 2	0 1	0 0	0 0	0 0	1847 5
930	80 5	408.9	69 0	92 3	26 4	23 3	22 1	12 4	0 1	0 0	0 0	0 0	734 9
931	0 0	0 1	108 1	115 4	17 0	15 0	9 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	265.1
932	0 0	0 1	0 3	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 7
933	0 0	0 1	17 9	278 7	29 6	23 0	12 6	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	362 0
934	0 0	16 2	134 9	91 8	178 2	25 0	23.4	10 7	0 0	0 0	0 0	0 0	480 1
935	0 0	31 4	122.9	282 9	107 3	25 0	22 2	6 4	0 0	0 0	0 0	0 0	598.1
936	0 0	0 0	0 6	32 1	6 1	5 1	2 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	46 6
937	0 0	0 1	33 6	112 8	35 1	19 5	18 1	7 7	0 0	0 0	0 0	0 0	226 9
938	0 0	0 0	0 2	74 9	10 6	9 4	2 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	97 6
939	0 0	0 1	117 9	30 6	17 6	15 5	11 4	0 8	0 0	0 0	0 0	0 0	194.0
940	0 0	0 2	106 0	273 0	114 3	43 7	24 9	16 1	0 8	0 0	0 0	0 0	578.9
941	0 0	0 0	0 1	0 5	1 1	1 3	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 2
942	0 0	0 0	0 1	0 5	0 9	0 7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	2 2
943	0 0	0 0	0 1	13 5	10 1	5 9	4 7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	34 3
944	0 0	0 0	1 8	49 8	133 9	21 0	18 8	4 5	0 0	0 0	0 0	0 0	229.8
945	0 3	73.1	83 1	80 9	87 8	24 4	22 3	7 6	0 0	0 0	0 0	0 0	379 4
946	0 1	0 2	94 0	98 3	21 0	18 4	17 0	4 6	0 0	0 0	0 0	0 0	253 5
947	0 0	22 8	187 7	414 4	181 0	23 8	20 5	4 4	0 0	0 0	0 0	0 3	855 0
948	0 4	0 2	9 8	57 9	32 4	13 3	10 6	0 4	0 0	0 0	0 0	0 0	125 0
949	0 0	0 1	78 1	101 0	27 6	22 6	20 5	7 6	0 0	0 0	0 0	0 0	257 5
950	0 0	0 0	65 8	180 7	26 6	23 1	15 1	0 9	0 0	0 0	0 0	0 0	312 1
951	0 0	0 0	0 0	44 2	18 2	7 9	7 2	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	77 8
952	0 0	0 1	66 2	107 2	57 6	21 7	14 4	0 7	0 0	0 0	0 0	0 0	267 9
953	0 0	0 0	0 1	53 0	7 0	6 1	0 4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	66 6
954	0 0	0 1	27 3	27 6	12 5	11 3	9 2	0 3	0 0	0 0	0 0	0 0	88 3
955	0 0	0 4	15 4	254 6	101 1	24 2	18 2	2 1	0 0	0 0	0 0	0 0	416 1
956	0 0	12 8	227 4	204 8	26 5	22 9	13 6	0 6	0 0	0 0	0 0	0 0	508.6
957	0 1	0 5	10 7	228 6	151 7	25 5	22 0	5 1	0 0	0 0	0 0	0 0	444 0
958	0 0	0 0	0 0	0 0	0 2	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 4
959	0 0	45.7	159 7	78 6	42 4	23 9	21 5	6 5	0 0	0 0	0 0	0 0	378 2
960	0 0	0 1	45 4	210 7	31 5	19 7	16 0	3 8	0 0	0 0	0 0	0 0	327.2
961	0 0	219 1	258 6	223 0	62 1	24 0	19 2	2.9	0 0	0 0	0 0	0 0	809 0
962	0 0	0 2	96 8	44 8	19 5	17 3	14 9	1 9	0 0	0 0	0 0	0 0	195 3
963	0 0	0 1	143 6	195 1	36 8	23 1	13 5	0 5	0 0	0 0	0 0	0 0	412 7
964	0 0	28 9	74 7	177 8	103 5	24 9	21 8	6 6	0 0	0 0	0 0	0 0	438.2
965	0 0	0 0	0 0	153 7	117 0	44 1	25 4	15 3	0 5	0 0	0 0	0 0	356 0
966	0 0	0 1	0 3	0 6	1 1	1 5	1 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	4 5
967	0 0	0 0	58 1	131 0	206 3	24 8	21 6	5 7	0 0	0 0	0 0	0 0	447 5
968	0 0	0 0	27 2	67 7	113 2	24 4	20 4	3 8	0 0	0 0	0 0	0 0	256.7
969	0 0	0 1	3 8	59 3	15 7	14 4	13 4	7 8	0 0	0 0	0 0	0 0	114 4
970	0 0	0 0	0 2	0 8	1 4	1 5	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	3 9
971	0 0	0 1	57 7	74 8	43 2	22 9	21 2	11 6	0 1	0 0	0 0	0 0	231 6
972	0 0	0 0	0 1	0 3	15 5	4 1	4 0	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	24 2
973	0 1	30 3	166 2	646 0	163 7	63 8	40 5	25 6	15 1	2 3	0 0	0 0	1153 5
974	10 2	162 8	365 9	914 8	332 5	28 8	24 3	13 6	0 2	0 0	0 0	0 0	1853 1
975	0 0	0 1	10 0	6 3	45 6	11 2	10 4	2 0	0 0	0 0	0 0	0 1	85.7
976	0 0	0 1	43 6	44 3	12 3	10 9	3 7	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	114 9
977	0 0	0 2	17 0	54 8	24 4	15 3	14 3	7 1	0 0	0 0	0 0	0 0	133 0
978	0 1	0 1	0 1	8 5	28 7	8 0	5 2	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	50.7
979	0 0	0 0	0 1	0 3	43 8	5 9	4 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	54 5
980	0 0	33 8	108 9	15 1	14 1	10 7	0 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	183 4
981	0 0	0 0	44 1	18 4	8 4	6 7	0 2	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	77 9
982	0 0	0 0	0 3	37 8	15 8	8 4	6 7	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	69 0
983	0 0	18 7	47 8	54 6	9 3	6 5	0 1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	136 8
984	0 0	0 1	0 1	40 1	102 8	21 1	19 0	4 8	0 0	0 0	0 0	0 0	188.1
985	0 0	91 0	243 3	323 3	188 1	25 0	23 6	19 2	2 8	0 0	0 0	0 0	916 3
986	0 2	0 2	115 1	266 8	195 8	74 4	25 5	16 6	0 9	0 0	0 0	0 0	695 5
987	0 0	0 0	162 6	17 0	15 7	13 6	5 6	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	214 5
988	0 0	0 0	17 7	118 7	30 0	18 0	17 4	10 1	0 0	0 0	0 0	0 0	212 0
media	2 7	27 6	89 3	144 0	73 7	19 9	14 3	5 4	0 4	0 0	0 0	0 0	377 3



sangradouro em um intervalo suficiente para demonstrar o comportamento geral da curva capacidade x vazão regularizada.

5.4.2 - Simulação da operação dos reservatórios

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 frequência permite obter, para qualquer volume liberado no açude, o nível de garantia correspondente, considerada uma vazão contínua.

5.4.2.1 - 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 5.6.

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 5.7.

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

5.4.3 - Análise dos resultados

As vazões regularizáveis com garantia de 90% foram sendo computadas mensalmente para um incremento de capacidade da ordem de 1 hm^3 a partir do volume mínimo de 11.0 hm^3 até atingir ao máximo de 132.0 hm^3 (limite da topografia). Tais resultados são mostrados na Figura 5.8, através da curva capacidade por vazão regularizável.

O reservatório começa a regularizar a partir do volume 16.00 hm^3 , devendo a curva capacidade por vazão regularizável se tornar assintótica ao eixo das vazões por volta dos 200 hm^3 com disponibilidades sempre inferiores a $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

A bacia hidráulica do açude apresentada na Figura 5.9, contém uma restrição topográfica ao tamanho do açude, isto é, a soleira do sangradouro não poderá ultrapassar a cota 133.0 m , sob pena de extravasar por cinco pontos de fuga.

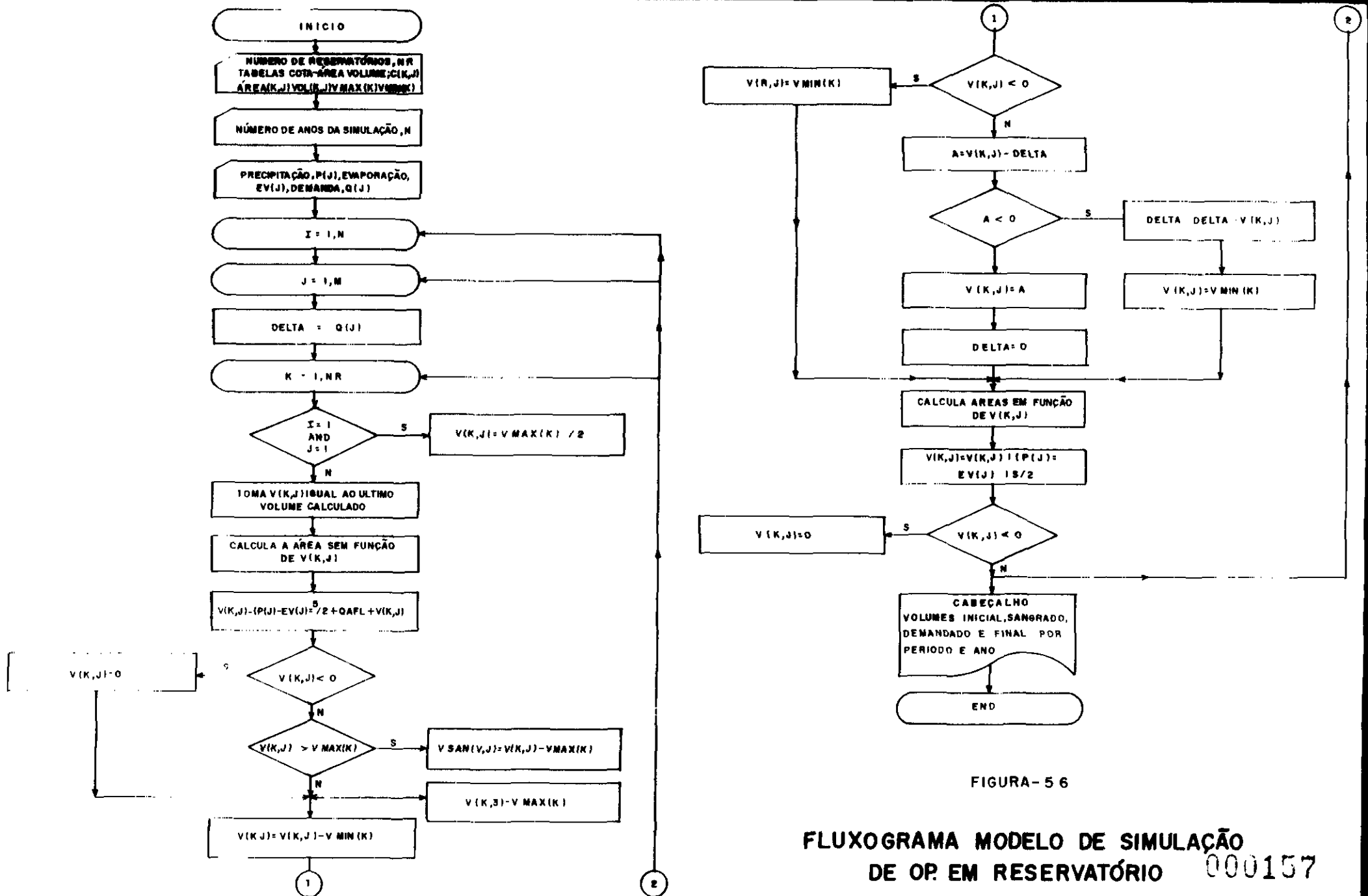


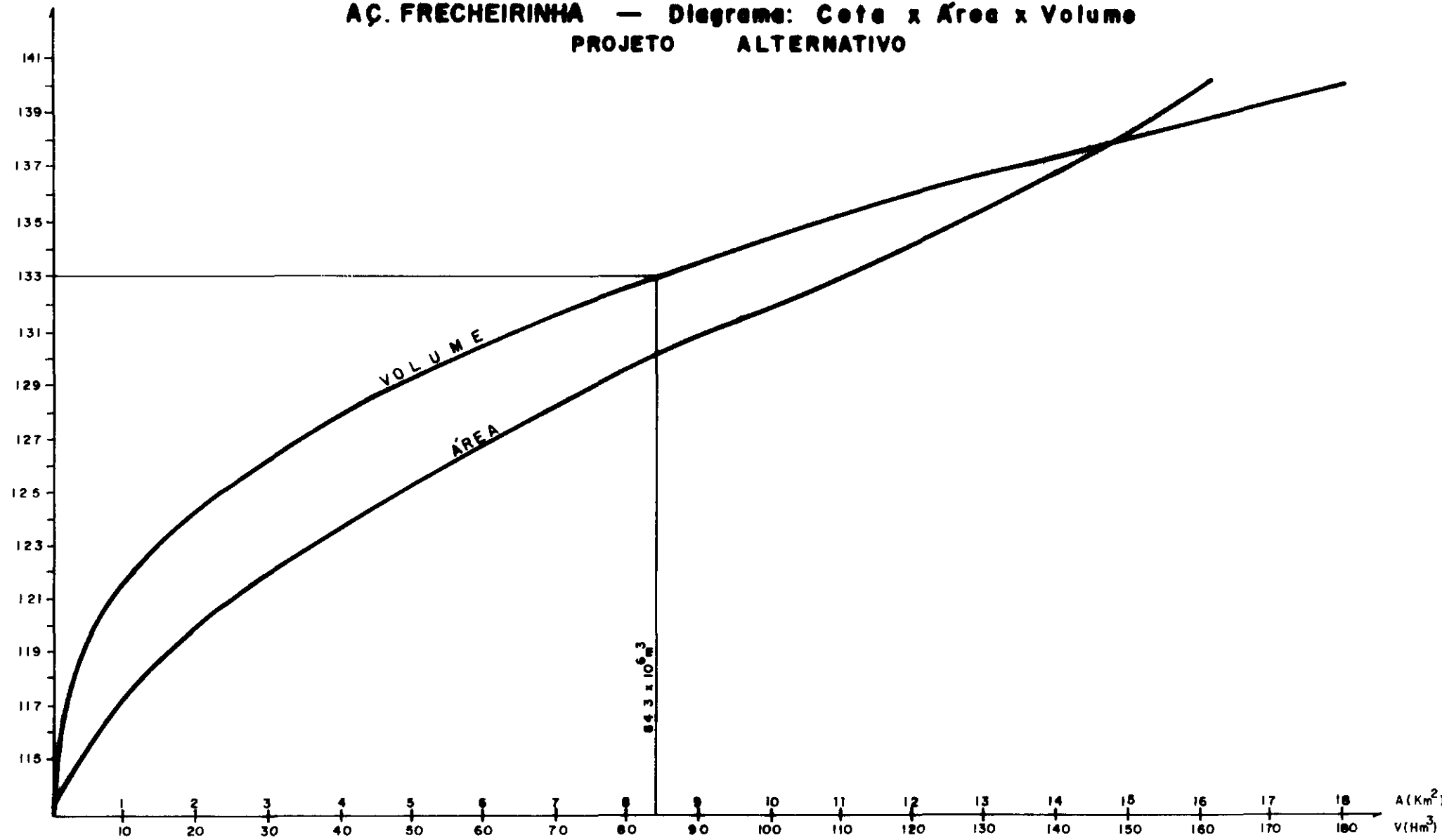
FIGURA-5 6

FLUXOGRAMA MODELO DE SIMULAÇÃO
DE OP. EM RESERVATÓRIO 000157

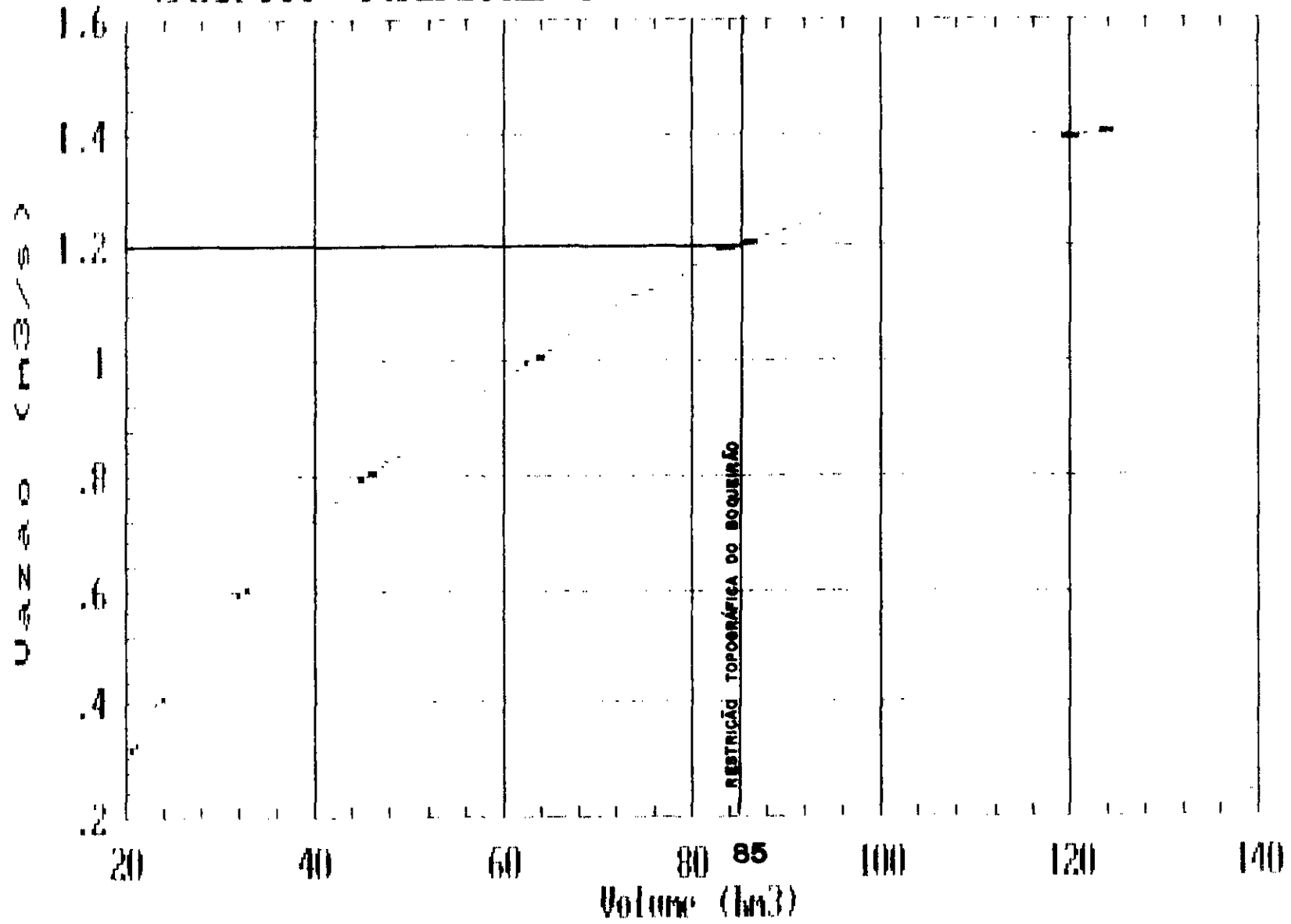
COTA (m)

FIGURA-8.7

AÇ. FRECHEIRINHA — Diagrama: Cota x Área x Volume
PROJETO ALTERNATIVO



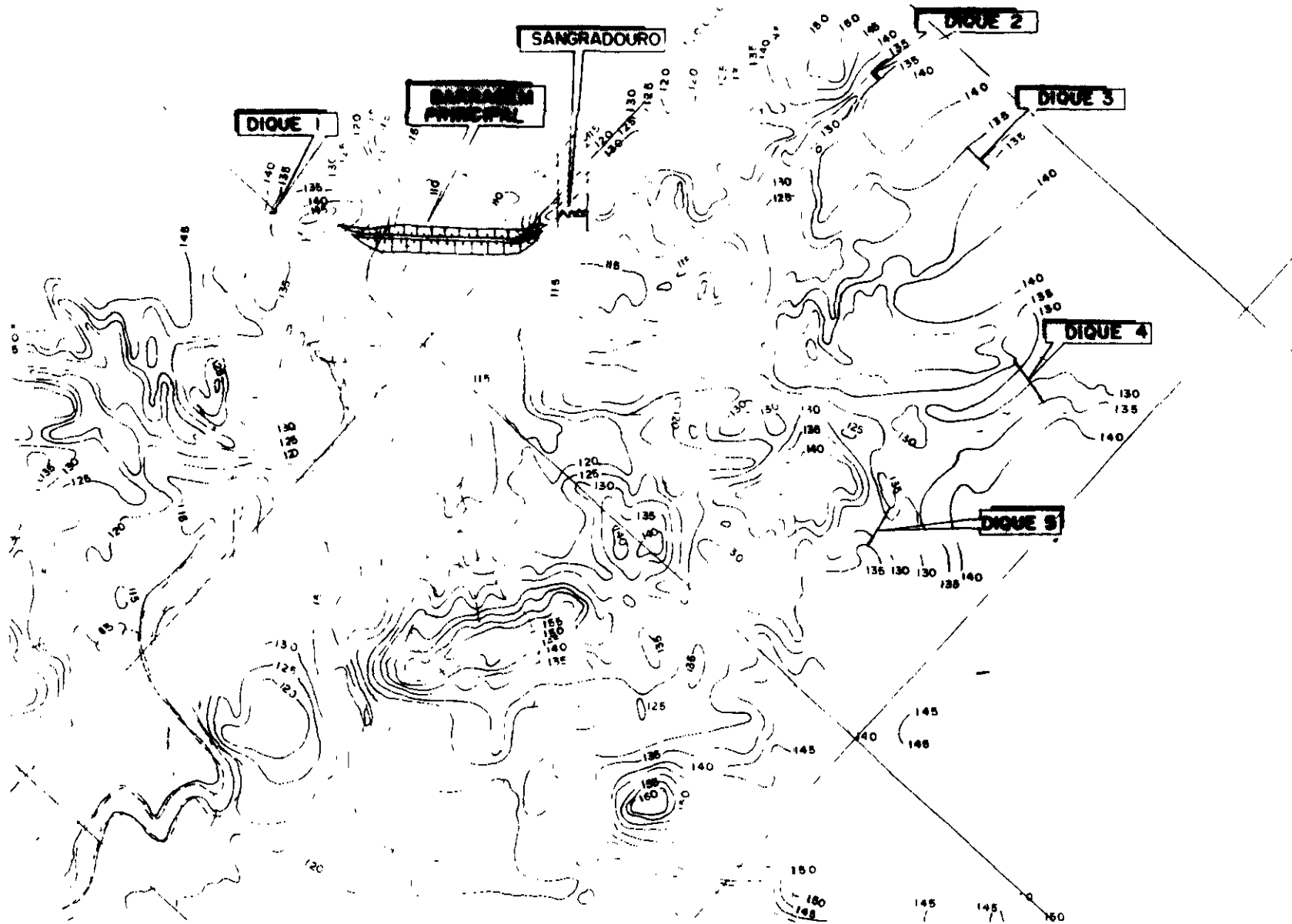
CURVA VOLUME X VAZAO REGULARIZADA



BARRAGEM FRECHETRINHA

000159

FIGURA - 5 9
BACIA HIDRÁLICA - FRECHEIRINHA



Sujeito a esta restrição deve-se admitir o volume do reservatório na cota 133.0 m, que corresponde a uma capacidade de 85.00 hm³ com vazão regularizável de 1.20 m³/s. Considerando que a vazão média anual da bacia é 2.36 m³/s, o reservatório chega a regularizar 51% desta vazão, fato que expressa uma eficiência hidrológica bastante satisfatória para os padrões do semi-árido nordestino. A curva vazão regularizável contra garantia na cota referida é mostrada na Figura 5.10, enquanto que as demais são apresentadas em anexo.

5.4.4 - Estudos de Cheias

5.4.4.1 - Objetivo

O estudo de descargas máximas prováveis desenvolvido neste item visa, fundamentalmente, reunir informações para o dimensionamento do sangradouro do açude Castro. 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 perímetros de recorrência de 100 a 1.000 anos.

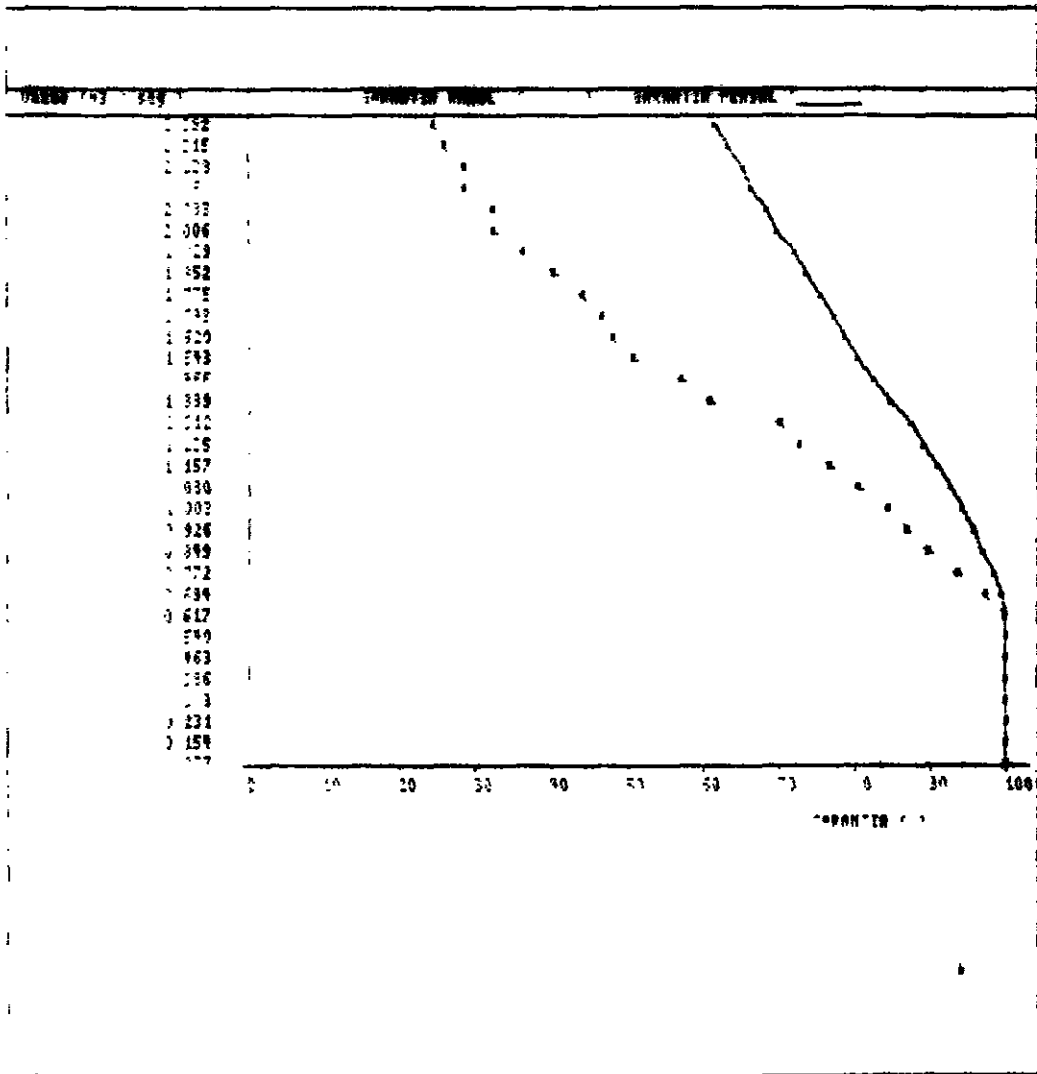
5.4.4.2 - Chuva de Projeto

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

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 42,2% para 100 anos e 40,9% 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 5.9.

FIGURA - 5 10

DE ... A ... 25 ... 100
 ... 100
 ...
 ... GARANTIA ANUAL DE 90% = 1 00 ...
 ... GARANTIA ANUAL DE 30% = 09 ...



QUADRO 5.9
CHUVAS DE PROJETO (mm)

ESTAÇÃO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)							
	100		200		600		1.000	
	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA
Frecheir.	187.93	79.3	205.0	86.3	227.5	94.7	243.9	99.8

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);

$A = 196 \text{ km}^2$ (área da bacia total);

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

De onde resulta:

BACIA	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)							
	100		200		500		1.000	
	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA	24 HORAS	1 HORA
Frecheir.	163.5	65.0	178.5	75.1	197.5	82.4	212.2	86.8

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 Castro tem-se:

$$L = 24 \text{ km}$$

$$S = 0,38\%$$

$$T_C = 6.5 \text{ horas}$$

onde:

L = Comprimento do talvegue (km);

S = Declividade (%);

T = Tempo de concentração (horas).

5.4.4.3 - 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 Frecheirinha com solo areno argiloso e cobertura vegetal xerófila superior a 50% 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 $CN = 75$. De onde resulta:

$$S = 84.57 \text{ mm}$$

Os hidrogramas sintéticos são apresentados nos Quadros 5.10 a 5.13.

5.4.4.4 - Laminação de cheias

Os hidrogramas de cheias foram estabelecidos para chuvas de 9 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 $(I-Q) dt=ds$

QUADRO 5.10

C - Setor de Hidrologia
DO HIDROLOGICO PARA DIMENSIONAMENTO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

Area da Bacia(km2)	Parametro CN	Tr (Anos)	Interv. Tempo(h)	Tc (h)
197.00	75	100	1.00	6.50

Precipitacao de Projeto

Duracao (h)	P.Acumulada (mm)	P.Efetiva (mm)
1.00	6.00	0.00
2.00	14.00	0.00
3.00	30.00	1.75
4.00	99.00	38.65
5.00	110.00	8.34
6.00	116.00	4.68
7.00	120.00	3.17

Vol. Hidrograma 11.085 hm3
Vol. Precipitado 11.147 hm3

h) Vazao (m3/s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.00	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.70	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
89.19	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+
192.34	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+	+
305.39	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+	+
421.61	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+	+
456.99	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
423.13	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+
368.48	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+
301.06	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+
229.34	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+
157.63	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*
86.47	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
29.32	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11.46	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3.00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
0.00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

QUADRO 5.11

C - Setor de Hidrologia
DO HIDROLOGICO PARA DIMENSIONAMENTO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

Area da Bacia(km2)	Parametro CN	Tr (Anos)	Interv. Tempo(h)	Tc (h)
197.00	75	200	1.00	6.50

Precipitacao de Projeto

Duracao (h)	P.Acumulada (mm)	P.Efetiva (mm)
1.00	6.00	0.00
2.00	15.00	0.00
3.00	33.00	2.56
4.00	108.00	44.63
5.00	120.00	9.39
6.00	127.00	5.63
7.00	131.00	3.26

Vol. Hidrograma 12.826 hm3
Vol. Precipitado 12.898 hm3

h) Vazao 0 (m3/s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.00	*										
0.00	*										
5.42	*										
105.31		*									
225.07			*								
356.74				*							
490.11					*						
529.40						*					
489.20						*					
424.87					*						
346.31				*							
263.33			*								
180.35		*									
98.20		*									
32.72	*										
12.55	*										
3.09	*										
0.00	*										

QUADRO 5.12

3 - Setor de Hidrologia
 DO HIDROLOGICO PARA DIMENSIONAMENTO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

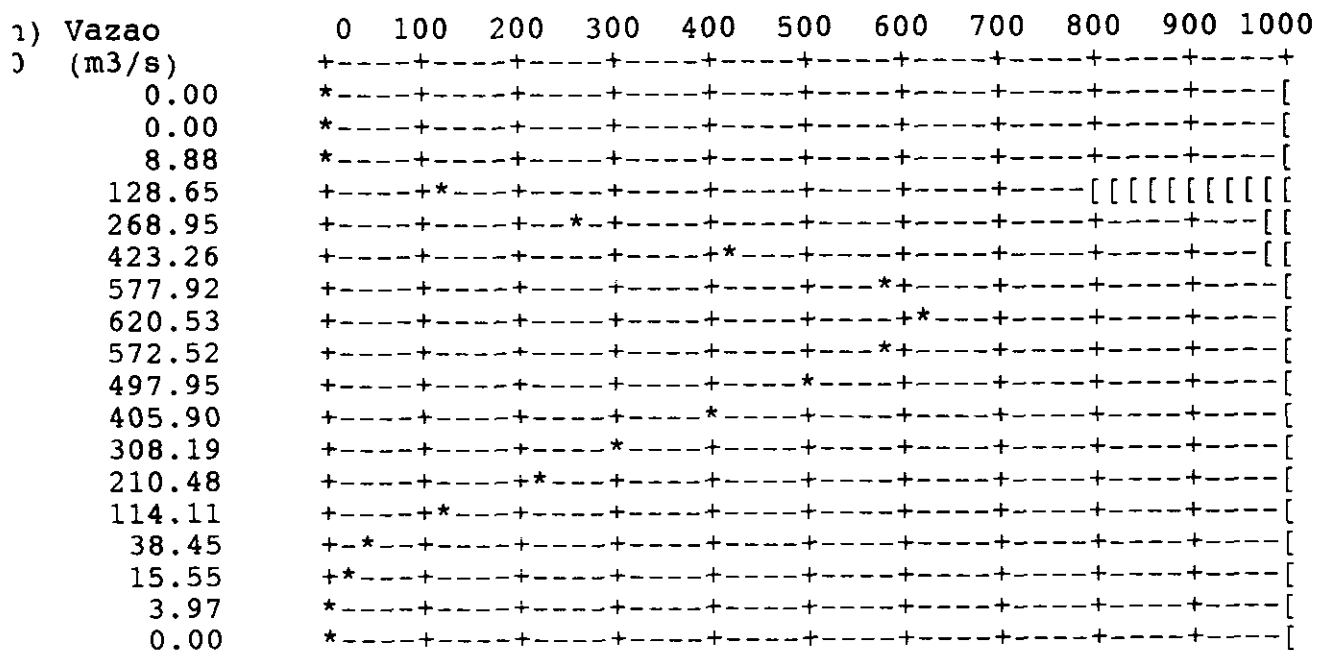
Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

Area da Bacia(km2)	Parametro CN	Tr (Anos)	Interv. Tempo(h)	Tc (h)
197.00	75	500	1.00	6.50

Precipitacao de Projeto

Duracao (h)	P.Acumulada (mm)	P.Efetiva (mm)
1.00	7.00	0.00
2.00	17.00	0.00
3.00	38.00	4.20
4.00	120.00	52.39
5.00	132.00	9.71
6.00	140.00	6.62
7.00	145.00	4.19

Vol. Hidrograma 15.103 hm3
 Vol. Precipitado 15.188 hm3



QUADRO 5.13

C - Setor de Hidrologia
DO HIDROLOGICO PARA DIMENSIONAMENTO DA BARRAGEM FRECHEIRINHA

Hidrograma de Projeto pelo Metodo do SCS

Area da Bacia(km2)	Parametro CN	Tr (Anos)	Interv. Tempo(h)	Tc (h)
197.00	75	1000	1.00	6.50

Precipitacao de Projeto		
Duracao (h)	P.Acumulada (mm)	P.Efetiva (mm)
1.00	8.00	0.00
2.00	18.00	0.01
3.00	39.00	4.55
4.00	126.00	56.84
5.00	141.00	12.34
6.00	149.00	6.73
7.00	155.00	5.11

Vol. Hidrograma 16.766 hm3
Vol. Precipitado 16.860 hm3

h) Vazao (m3/s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0.00	*										
0.03	*										
9.68	*										
139.64		*									
295.72			*								
466.02				*							
637.88					*						
688.18						*					
636.49						*					
554.42						*					
452.87					*						
344.40			*								
235.94			*								
128.94		*									
44.41	*										
17.70	*										
4.84	*										
0.00	*										

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 largura equivalente de 530 m obedecendo a seguinte equação:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{3/2}$$

onde:

Q = vazão em m^3/s ;
 L = largura do sangradouro;
 H = altura da lâmina de sangria;
 C = constante (característica do sangradouro) com
 $C = 2.0$ e $L = 530$ metros.

Os resultados são mostrados nos Quadros 5.14 a 5.17.

Esses resultados foram checados pelo pacote computacional HEC-1, em fase de implantação nas bacias do Estado. Da análise do Quadro 5.18 verifica-se a grande proximidade dos hidrogramas de entrada e saída utilizados nos dois métodos.

5.4.5 - Probabilidade de enchimento do Açude

Para estudo da fase transiente foi utilizado o método de Campos 1/. Esse método, com suporte na teoria estocástica dos reservatórios, permite calcular, em uma sequência de anos, a

QUADRO 5.14

AMORTECIMENTO DE CHEIA EM RESERVATORIO

RESERVATORIO : FRECHEIRINHA
 Tempo de retorno (anos)R = 100

AREA DE DRENAGEM : 197.0 Km2

altura	volume (m3)
133.0	85,000,000
134.0	95,000,000
135.0	106,000,000

tempo (h)	Qa (m3/s)	h (m)	V 1000m3	Qs (m3/s)
0.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
1.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
2.00	0.00	0.00	85000.00	0.01
3.00	3.70	0.01	85005.59	1.85
4.00	89.19	0.05	85145.10	13.52
5.00	192.34	0.12	85546.01	44.10
6.00	305.39	0.21	86200.66	100.11
7.00	421.61	0.30	87073.88	173.65
8.00	456.99	0.37	87994.00	239.86
9.00	423.13	0.41	88713.41	281.72
10.00	368.48	0.43	89133.72	295.82
11.00	301.06	0.42	89270.53	284.87
12.00	229.34	0.39	89164.43	254.88
13.00	157.63	0.34	88866.81	212.34
14.00	86.47	0.29	88423.58	164.65
15.00	29.32	0.24	87889.57	121.82
16.00	11.46	0.19	87363.78	88.82
17.00	3.00	0.15	86914.82	64.40
18.00	0.00	0.12	86545.42	46.80
19.00	0.00	0.10	86249.13	34.21
20.00	0.00	0.08	86013.61	25.13
21.00	0.00	0.07	85825.35	18.55
22.00	0.00	0.06	85674.11	13.75
23.00	0.00	0.05	85552.08	10.23
24.00	0.00	0.04	85453.23	7.63
25.00	0.00	0.03	85372.88	5.71
26.00	0.00	0.03	85307.36	4.29
27.00	0.00	0.02	85253.80	3.22
28.00	0.00	0.02	85209.89	2.43
29.00	0.00	0.01	85173.83	1.83
30.00	0.00	0.01	85144.14	1.39
31.00	0.00	0.01	85119.66	1.05
32.00	0.00	0.01	85099.44	0.80
33.00	0.00	0.01	85082.71	0.61
34.00	0.00	0.01	85068.85	0.46
35.00	0.00	0.00	85057.36	0.35
36.00	0.00	0.00	85047.82	0.27

QUADRO 5.15

AMORTECIMENTO DE CHEIA EM RESERVATORIO

RESERVATORIO : FRECHEIRINHA

AREA DE DRENAGEM : 197.0 Km2

Tempo de retorno (anos)R = 200

altura	volume (m3)
133.0	85,000,000
134.0	95,000,000
135.0	106,000,000

tempo (h)	Qa (m3/s)	h (m)	V 1000m3	Qs (m3/s)
0.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
1.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
2.00	0.00	0.00	85000.00	0.02
3.00	5.42	0.02	85008.19	2.44
4.00	105.31	0.06	85174.24	17.32
5.00	225.07	0.14	85643.88	55.95
6.00	356.74	0.24	86407.08	126.15
7.00	490.11	0.35	87419.43	217.37
8.00	529.40	0.43	88477.51	298.44
9.00	489.20	0.48	89295.73	348.50
10.00	424.87	0.49	89763.56	363.87
11.00	346.31	0.48	89902.62	348.50
12.00	263.33	0.44	89763.59	310.18
13.00	180.35	0.39	89407.59	256.98
14.00	98.20	0.33	88888.00	198.09
15.00	32.72	0.27	88268.70	145.72
16.00	12.55	0.22	87663.68	105.70
17.00	3.09	0.17	87150.38	76.31
18.00	0.00	0.14	86730.61	55.27
19.00	0.00	0.11	86395.64	40.28
20.00	0.00	0.09	86130.25	29.52
21.00	0.00	0.07	85918.71	21.74
22.00	0.00	0.06	85749.20	16.08
23.00	0.00	0.05	85612.73	11.94
24.00	0.00	0.04	85502.40	8.89
25.00	0.00	0.03	85412.88	6.65
26.00	0.00	0.03	85340.00	4.98
27.00	0.00	0.02	85280.50	3.74
28.00	0.00	0.02	85231.79	2.82
29.00	0.00	0.02	85191.83	2.12
30.00	0.00	0.01	85158.96	1.61
31.00	0.00	0.01	85131.89	1.22
32.00	0.00	0.01	85109.54	0.92
33.00	0.00	0.01	85091.07	0.70
34.00	0.00	0.01	85075.78	0.53
35.00	0.00	0.01	85063.11	0.40
36.00	0.00	0.00	85052.60	0.31

QUADRO 5.16

AMORTECIMENTO DE CHEIA EM RESERVATORIO

RESERVATORIO : FRECHEIRINHA

AREA DE DRENAGEM : 197.0 Km2

tempo de retorno (anos)R = 500

altura	volume (m3)
133.0	85,000,000
134.0	95,000,000
135.0	106,000,000

tempo (h)	Qa (m3/s)	h (m)	V 1000m3	Qs (m3/s)
0.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
1.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
2.00	0.00	0.00	85000.00	0.05
3.00	8.88	0.02	85013.42	3.44
4.00	128.65	0.08	85219.12	23.20
5.00	268.95	0.17	85782.42	73.37
6.00	423.26	0.29	86685.86	163.29
7.00	577.92	0.41	87873.65	278.42
8.00	620.53	0.50	89101.36	378.95
9.00	572.52	0.56	90037.18	439.67
10.00	497.95	0.57	90561.78	456.71
11.00	405.90	0.55	90704.58	435.29
12.00	308.19	0.51	90524.77	385.45
13.00	210.48	0.45	90094.57	317.60
14.00	114.11	0.38	89477.60	243.49
15.00	38.45	0.30	88750.74	178.32
16.00	15.55	0.25	88047.36	128.85
17.00	3.97	0.20	87453.82	92.63
18.00	0.00	0.16	86969.27	66.81
19.00	0.00	0.13	86583.73	48.51
20.00	0.00	0.10	86279.47	35.44
21.00	0.00	0.08	86037.80	26.02
22.00	0.00	0.07	85844.73	19.20
23.00	0.00	0.06	85689.71	14.22
24.00	0.00	0.05	85564.69	10.58
25.00	0.00	0.04	85463.46	7.89
26.00	0.00	0.03	85381.21	5.90
27.00	0.00	0.03	85314.16	4.43
28.00	0.00	0.02	85259.36	3.33
29.00	0.00	0.02	85214.46	2.51
30.00	0.00	0.01	85177.58	1.89
31.00	0.00	0.01	85147.23	1.43
32.00	0.00	0.01	85122.21	1.08
33.00	0.00	0.01	85101.55	0.82
34.00	0.00	0.01	85084.46	0.62
35.00	0.00	0.01	85070.30	0.48
36.00	0.00	0.00	85058.57	0.36

QUADRO 5.17

AMORTECIMENTO DE CHEIA EM RESERVATORIO

RESERVATORIO : FRECHEIRINHA

AREA DE DRENAGEM : 197.0 Km2

tempo de retorno (anos)R = 1000

altura	volume (m3)
133.0	85,000,000
134.0	95,000,000
135.0	106,000,000

tempo (h)	Qa (m3/s)	h (m)	V 1000m3	Qs (m3/s)
0.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
1.00	0.00	0.00	85000.00	0.00
2.00	0.03	0.00	85000.05	0.06
3.00	9.68	0.02	85014.72	3.89
4.00	139.64	0.09	85238.02	26.50
5.00	295.72	0.18	85855.03	84.31
6.00	466.02	0.32	86849.44	188.12
7.00	637.88	0.45	88158.03	321.51
8.00	688.18	0.56	89514.30	438.31
9.00	636.49	0.61	90550.34	508.73
10.00	554.42	0.63	91129.91	528.26
11.00	452.87	0.61	91285.84	503.09
12.00	344.40	0.56	91084.55	445.00
13.00	235.94	0.49	90606.64	366.20
14.00	128.94	0.41	89923.51	280.31
15.00	44.41	0.33	89119.89	204.77
16.00	17.70	0.27	88341.80	147.53
17.00	4.84	0.22	87685.65	105.76
18.00	0.00	0.17	87151.15	76.05
19.00	0.00	0.14	86726.54	55.08
20.00	0.00	0.11	86392.42	40.14
21.00	0.00	0.09	86127.69	29.42
22.00	0.00	0.07	85916.67	21.67
23.00	0.00	0.06	85747.56	16.02
24.00	0.00	0.05	85611.40	11.90
25.00	0.00	0.04	85501.33	8.86
26.00	0.00	0.03	85412.01	6.62
27.00	0.00	0.03	85339.29	4.96
28.00	0.00	0.02	85279.92	3.73
29.00	0.00	0.02	85231.32	2.81
30.00	0.00	0.02	85191.44	2.12
31.00	0.00	0.01	85158.64	1.60
32.00	0.00	0.01	85131.62	1.21
33.00	0.00	0.01	85109.32	0.92
34.00	0.00	0.01	85090.89	0.70
35.00	0.00	0.01	85075.63	0.53
36.00	0.00	0.01	85062.99	0.40

QUADRO 5.18

RESULTADOS OBTIDOS PELO HEC-1

BACIA DO ACUDE FRECHEIRINHA
 ESTUDO DOS EVENTOS MAXIMOS DE CHEIA
 PARA DIMENSIONAMENTO DO SANGRA DOURO

precipitacoes 0 8 18 39 126 141 149 155
 area da baccia 197
 curva numero 75
 tempo de conc 6.5
 volumes (1000m3) 70000 80000 84300 90000 100000
 cotas (m) 131.5 132.5 133 133.6 135

soleira larg C exp
 133.0 530.0 2.0 1.5

 HYDROGRAPH AT STATION BACIA

ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q	*	ORD	RAIN	LOSS	EXCESS	COMP Q
1	00	00	00	0	*	19	00	00	00	29
2	8 00	8 00	00	0	*	20	00	00	00	20
3	10 00	9 99	01	0	*	21	00	00	00	14
4	21 00	16.45	4 55	5	*	22	00	00	00	10
5	87 00	30 16	56 84	83	*	23	00	00	00	7
6	15.00	2 66	12 34	258	*	24	00	00	00	5
7	8.00	1 27	6 73	514	*	25	00	00	00	3
8	6 00	89	5 11	687	*	26	00	00	00	1
9	00	00	00	728	*	27	00	00	00	0
10	00	00	00	663	*	28	00	00	00	0
11	00	00	00	519	*	29	00	00	00	0
12	00	00	00	374	*	30	00	00	00	0
13	00	00	00	265	*	31	00	00	00	0
14	00	00	00	184	*	32	00	00	00	0
15	00	00	00	127	*	33	00	00	00	0
16	00	00	00	88	*	34	00	00	00	0
17	00	00	00	60	*	35	00	00	00	0
18	00	00	00	42	*	36	00	00	00	0

 TOTAL RAINFALL = 155 00, TOTAL LOSS = 69 42, TOTAL EXCESS = 85 58

PEAK FLOW = 728 m3/s TIME 8 00hs

 HYDROGRAPH AT STATION SANGRA

ORD	OUTFLOW	STORAGE	STAGE	*	ORD	OUTFLOW	STORAGE	STAGE	*	ORD	OUTFLOW	STORAGE	STAGE
1	0	84300	0	133 0	*	13	432	89507	3	133 5	* 25	35	85280 2 133 1
2	0	84300	0	133 0	*	14	358	88895	8	133.5	* 26	30	85169 4 133 1
3	0	84300	0	133 0	*	15	290	88290	6	133 4	* 27	25	85072 7 133 1
4	0	84309	3	133 0	*	16	232	87737	3	133 4	* 28	21	84989 7 133 1
5	3	84462	5	133 0	*	17	184	87254	4	133 3	* 29	18	84918 8 133 1
6	23	85028	9	133 1	*	18	148	86839	9	133 3	* 30	15	84858 7 133 1
7	96	86203	4	133 2	*	19	118	86488	5	133 2	* 31	13	84807 3 133 1
8	235	87768	2	133 4	*	20	95	86192.6	133 2	* 32	12.	84762 5 133 0	
9	392	89187	1	133 5	*	21	77	85942 9	133 2	* 33	10	84722 8 133 0	
10	506	90075	8	133 6	*	22	62	85734 1	133 2	* 34	9.	84687 5 133 0	
11	548	90306	2	133 6	*	23	52	85558.4	133 1	* 35	8.	84656 2 133 0	
12	498	90030	5	133 6	*	24	43	85408 3	133 1	* 36	7	84628 5 133 0	

 PEAK FLOW = 548 M3/S TIME 10 Hs

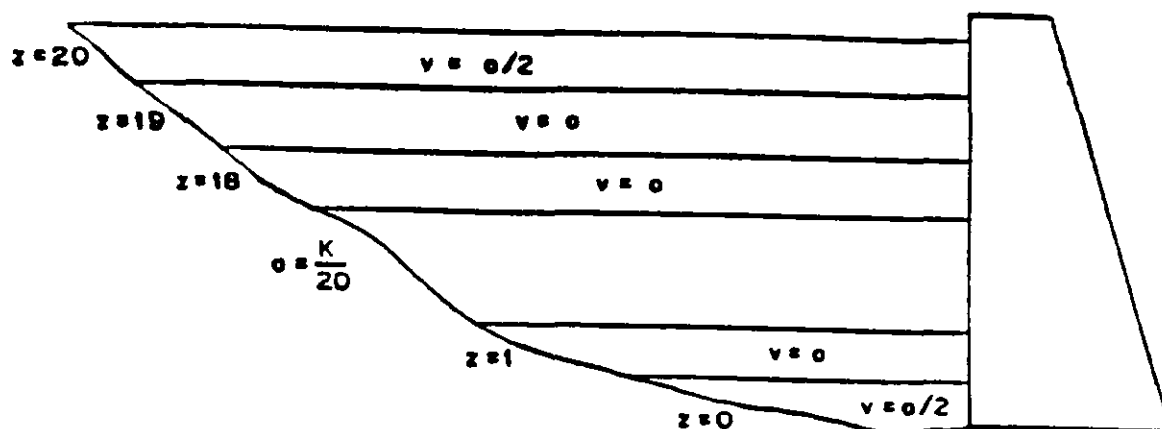
*** NORMAL END OF HEC-1 ***

probabilidade do nível da água encontrar-se em um determinado estado como, por exemplo, seco ou cheio.

Em resumo, a sequência de cálculos consta das etapas descritas a seguir:

- 1) Dividir o volume total do reservatório, K , por 20, definindo 21 estados que podem ser atingidos pela reserva. A representação do espaço de definição desses estados está apresentada na Figura 5.11 e no Quadro 5.19.

FIGURA 5.11
REPRESENTAÇÃO DO ESPAÇO DE DEFINIÇÃO DOS ESTADOS DE RESERVA



- 2) Calcular a matriz de transição de probabilidade da estação úmida (W). Supõe-se que os deflúvios seguem uma lei de probabilidade gama com dois parâmetros.

^{1/} Campos, J. N. B., "A Procedure for Reservoir Sizing on Intermittent River Under High Evaporation Rate" Tese de doutorado - Universidade do Colorado, Fort Collins, 1978

QUADRO 5.19
LIMITES, EM VOLUME, DOS ESTADOS DA RESERVA

NÚMERO DO ESTADO (z)	LIMITES DE ARMAZENAMENTO	ARMAZENAMENTO NO ESTADO (z)
0	$0 < z < (1/2) a$	$z = \text{Seco}$
1	$(1/2) a < z < (5/2) a$	$z = a$
2	$(3/2) a < z < (5/2) a$	$z = 2a$
.
.
.
$n - 1$	$(n-3/2) a < z < (n-1) a$	$z = (n-1) a$
n	$(n-1/2) a < z < K$	$z = \text{Cheio}$

- 3) Calcular a matriz de transição de probabilidade devido à metade da Evaporação (E). Supõe-se que a relação cota x área x volume obedece as fórmulas:

$$V = \alpha h^9$$

$$A = 3ah^2, \text{ onde:}$$

h = altura do espelho d'água

V = volume acumulado à altura h ;

A = área do espelho d'água à altura h ;

α = coeficiente de forma da bacia hidráulica obtido por regressão.

- 4) Calcular a matriz de transição de probabilidade para uma retirada anual de M unidades de água (M).

- 5) Calcular a matriz de transição de probabilidade anual através do produto das matrizes parciais.

$$[Q] = [W] [E] [M] [E]$$

6) Calcular o vetor de probabilidade de reserva no ano N, através da relação

$$\underline{P}_N = [Q] \underline{P}_{N-1}$$

O vetor de probabilidade do ano N tem a forma

$$\underline{P}_N = \begin{bmatrix} P_{0,n} \\ P_{1,n} \\ P_{2,n} \\ \vdots \\ P_{n,n} \end{bmatrix}$$

Onde P_N representa a probabilidade da reserva está no estado i no tempo j . Assim, o elemento $P_{n,N}$ representa a probabilidade do reservatório estar cheio no ano N.

Admitindo-se o reservatório inicialmente seco, tem-se o vetor de probabilidade de reserva P_0 .

$$\underline{P}_N = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

A partir daí, pode-se determinar esse valor a qualquer tempo.

Através dessa metodologia foram determinadas as curvas de probabilidade de enchimento do açude no ano N para as hipóteses de retiradas: de $1.20 \text{ m}^3/\text{s}$ e nula. Os resultados são mostrados no Quadro 5.20.

QUADRO 5.20
ANÁLISE PROBABILÍSTICA DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO NA FASE
TRANSIENTE (0-10 ANOS). AÇUDE INICIALMENTE SECO

ANO	PROBABILIDADE DE ENCHIMENTO (%)	
	P/M = 0	P/M = 1.20m ³ /s
1	24.35	24.35
2	39.02	27.77
3	46.75	28.28
4	50.51	28.36
5	52.27	28.37 *
6	53.07	28.37
7	53.44	28.37
8	53.60	28.37
9	53.68	28.37
10	53.71 *	28.37

M = Retirada anual

0.36 m³/s = Vazão regularizada com 90% de garantia

* = Início do estado de equilíbrio (independente das condições iniciais).