

**MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO
4ª DIRETORIA NACIONAL**

BARRAGEM PUIÚ

ESTUDOS BÁSICO E PROJETO EXECUTIVO

Relatório Geral

MINISTÉRIO DA IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

VERSÃO - 2

BARRAGEM PUIÚ

ESTUDOS BÁSICOS E PROJETO EXECUTIVO

VOLUME - I
RELATÓRIO GERAL

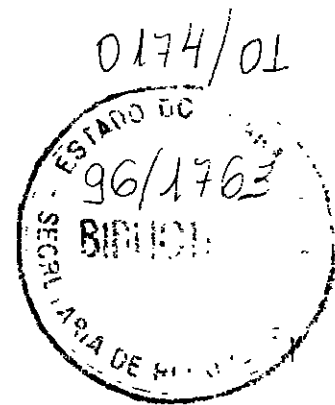
Lote. 01701 - Prep Scan () Index ()
Projeto Nº 0174/01
Volume _____
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

0174/01

JULHO / 1987

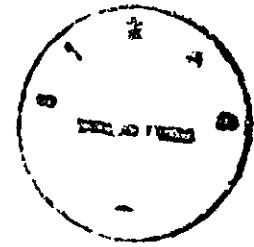


P
L



SUMÁRIO

000003



S U M Á R I O

PÁGINAS

VOLUME I

1 - INTRODUÇÃO	04
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	07
3 - ESTUDOS BÁSICOS	10
3.1 - Estudos topográficos	12
3.2 - Estudos hidroclimatológicos	12
3.2.1 - Climatologia	17
3.2.2 - Estudo dos deflúvios	30
3.2.3 - Operação do reservatório	34
3.2.4 - Estudo de cheias	38
3.3 - Estudos geológicos	44
3.3.1 - Geologia regional	47
3.3.2 - Geologia local	50
3.4 - Estudos geotécnicos	51
3.4.1 - Aspectos geotécnicos regionais	51
3.4.2 - Estudos geotécnicos locais	54
4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO	59
4.1 - Escolha da seção-tipo	60
4.2 - Materiais de empréstimos	60
4.3 - Sangradouro	61
4.4 - Tomada d'água	64
4.5 - Quadro de cubação do maciço e sangradouro	64
5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DO PROJETO	68
6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO	73



	<u>PÁGINAS</u>
7 - QUANTITATIVOS E CUSTOS	76
8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA A EXECUÇÃO DAS OBRAS DA BARRAGEM PUIÚ	83
9 - MEMÓRIA DE CÁLCULOS DO PROJETO EXECUTIVO	85
9.1 - Parâmetros geométricos do maciço	86
9.2 - Cálculo do filtro e transições	92
9.3 - Estabilidade dos taludes	103
9.4 - Cálculo do sangradouro	111
9.5 - Cálculo do perfil "Creager"	115
9.6 - Cálculo da tubulação da galeria	118
9.7 - Cálculo da bacia de dissipação	126
9.8 - Cálculo dos muros do sangradouro	144
10- AMARRAÇÃO DA OBRA	148
10.1 - Amarração da obra do maciço	149
10.2 - Amarração do sangradouro	152
11- INSTALAÇÃO MÍNIMA DA OBRA	155
12- EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS ..	157
<u>VOLUME II - ANEXOS</u>	A-1
ANEXO A - PLUVIOMETRIA	A-2
ANEXO B - OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO	A-21
ANEXO C - ESTUDOS GEOTÉCNICOS	A-76
ANEXO D - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	A-119
<u>VOLUME III - DESENHOS</u>	A-143



Não comece aqui
 eu itens e sub-^{itens}
 crítica para aqueles que são
 copiar
 DJ

1 - INTRODUÇÃO

NAO



05

1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório, referente ao projeto executivo da Barragem Puiú, foi elaborado em decorrência de Contrato firmado entre o DNOS - Departamento Nacional de Obras de Saneamento e a SIRAC - Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda., conforme Carta Convite 04/87 - DPO.

A obra deverá barrar o rio Puiú, a 25km de sua foz no Jaguaribe, possibilitando a criação de um reservatório com $24,5 \times 10^6 m^3$, que constituirá uma fonte de recursos hídricos para a perenização do rio, possibilitando assim a irrigação das áreas aluviais a jusante da barragem.

Os estudos relativos a barragem tiveram início no final do mês de maio de 1987, quando iniciaram-se os trabalhos preliminares e de campo, objetivando a concepção técnica do projeto.

Com a evolução dos trabalhos foram definidos os seguintes aspectos básicos das obras:

- a) Maciço de terra zoneado com filtro vertical e horizontal, e trincheira de vedação no trecho do rio e em parte das ombreiras;
- b) Maciço de terra homogêneo para obstrução de três pontos de fuga ao longo da bacia hidráulica;
- c) Sangradouro localizado numa sela topográfica, cerca de 500 m da ombreira direita, assente sobre rochas gnáissicas, constituído por um perfil "Creager" com 147,0 metros de extensão e um cordão de fixação imediatamente a jusante para combater processos erosivos;
- d) Tomada d'água na ombreira direita, com dois registros em série e bacia de dissipação, situados a jusante.

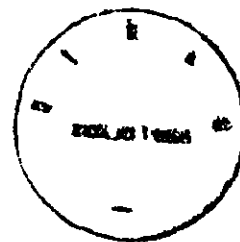
000007



Para um melhor conhecimento das características principais da obra, apresenta-se a seguir um resumo das mesmas:

Tomada D'água

Cota do porão: 404,00 m
Diâmetro do tubo: 600 mm
Vazão máxima: 1.0m³/s



Maciço da Barragem Principal

Cota do coroamento: 416,70 m
Altura máxima: 19,70 m
Comprimento: 560 m
Nível d'água máximo: 415,25
Volume de material: 310.500 m³
Volume de acumulação: 24,5 x 10⁶ m³

Barragens Auxiliares

Número de barramentos auxiliares: 03
Altura máxima: 2,0 m
Comprimento máximo: 150 m
Volume de material: 1.200 m³

Vertedouro

Cota da soleira: 413,50 m
Largura: 147,0 m
Vazão máxima de projeto (TR = 500 anos): 684,1 m³/s
Lâmina d'água máxima de projeto: 1,75 m



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000009

SIM



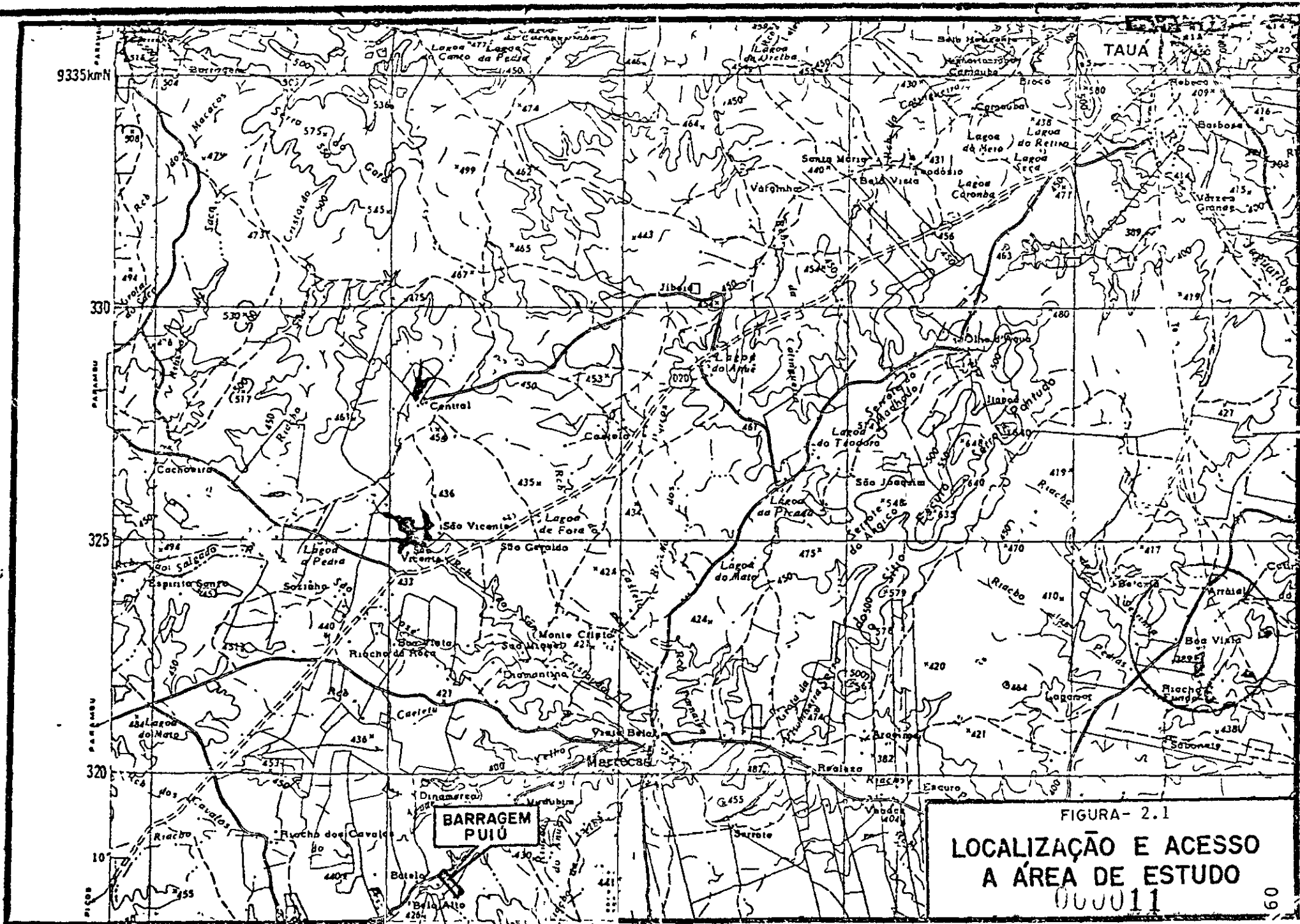
08

2 -- LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Puiú está localizada a 25 km da cidade de Tauá, no sertão dos Inhamuns, no sudoeste do Estado do Ceará, que é ligada a Fortaleza pela rodovia federal (BR-020), conforme mostra a Figura 2.1 a seguir.

O acesso ao sítio barrável, se faz partindo de Tauá, pela BR-020 até o quilômetro 18, deste segue-se pela estrada municipal CE-075 até o distrito de Marrecas. Daí segue-se por uma estrada carroçável até a localidade de Tapera, onde está localizada a barragem.

000010





3 - ESTUDOS BÁSICOS

000012

SIA

3 - ESTUDOS BÁSICOS



11

Os estudos básicos foram realizados visando a obtenção dos parâmetros necessários à concepção da barragem, e se desenvolviam em etapas sequenciais, objetivando a definição dos aspectos técnicos e geométricos finais da obra.

Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico dos dados existentes sobre a região de interesse, dando ênfase às fotografias aéreas, que foram interpretadas detalhadamente, possibilitando, assim, formar uma idéia inicial das condições gerais da área.

Após os trabalhos iniciais de escritório, uma equipe multidisciplinar foi ao campo para verificar as condições dos locais de barramentos relacionados na etapa anterior, e as características geológicas - geotécnicas gerais da área.

Depois desse contacto primeiro com o local, foram iniciados os estudos topográficos do eixo selecionado, realizado mapeamento geológico detalhado da área, e também um estudo geotécnico, através de investigações de subsuperfície, com a realização de sondagens rotativas e a percussão, poços de inspeção, e laboratoriais.

Com base nos resultados preliminares destes estudos, definiram-se algumas conceituações e concepções técnicas iniciais para as obras, possibilitando a verificação de sua viabilidade técnica, e posteriormente, após a conclusão dos trabalhos as conceituações e concepções técnicas finais das obras.

Os estudos realizados foram divididos nos seguintes grupos de atividades:

- Estudos topográficos;
- Estudos hidroclimatológicos;

000013



- Estudos geológicos;
- Estudos geotécnicos.

A seguir será detalhado individualmente cada grupo de atividade as metodologias empregadas e os resultados alcançados.

^{SIM}
3.1 - Estudos topográficos

Os estudos topográficos realizados para a implantação da obra, visaram a obtenção de plantas planialtimétricas em escalas compatíveis com os estudos que se desenvolveriam.

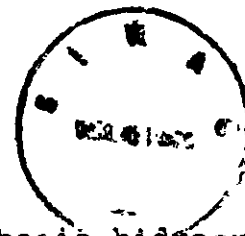
O levantamento, do local da obra, foi realizado com o objetivo de se obter uma planta planialtimétrica na escala 1:1.000, com curvas de nível equidistantes a cada metro.

Na área da bacia hidráulica foi realizada uma restituição de fotos aéreas, na escala 1:25.000, com apoio sistemático de campo, para a obtenção de uma planta planialtimétrica na escala de 1:5.000, com curvas de nível de metro em metro, Desenho 01 do Volume III.

Todos os levantamentos tiveram suas origens e estão amarrados a um marco topográfico do IBGE, situado na ponte do riacho Pau Preto, na rodovia BR-020.

^{SIM}
3.2 - Estudos hidroclimatológicos

Os estudos hidroclimatológicos objetivaram fornecer informações relativas ao clima e aos recursos hídricos de superfície, necessárias ao desenvolvimento do projeto, principalmente com vistas ao dimensionamento do açude e de suas possibilidades de abastecer áreas irrigáveis a jusante.



Com uma área de 828,5 km², a bacia hidrográfica do Açude Puiú se encontra situada na micro-região dos Inhamuns, com baixos e irregulares índices pluviométricos. O vale tem sentido oeste-leste com 59 km de comprimento. Sua nascente se encontra na serra dos Cariris, em altitude de 600 m. As declividades variam de 0,063 a 0,0009, sendo a média de 0,0023. Ver Figura 3.1.

A bacia apresenta características predominantes do semi-árido nordestino, com relevos do tipo R4 e R5, (Ver Figura 3.2), segundo a classificação de NOUVELOT,^{1/} desenvolvendo-se sobre terrenos de formação geológica cristalina, portanto, praticamente impermeáveis, com cobertura vegetal pouco densa do tipo hiperxerófila (caatinga). As altitudes variam de 200 a 600 metros. O mapa com a hipsometria do município de Tauá é mostrado na Figura 3.3.

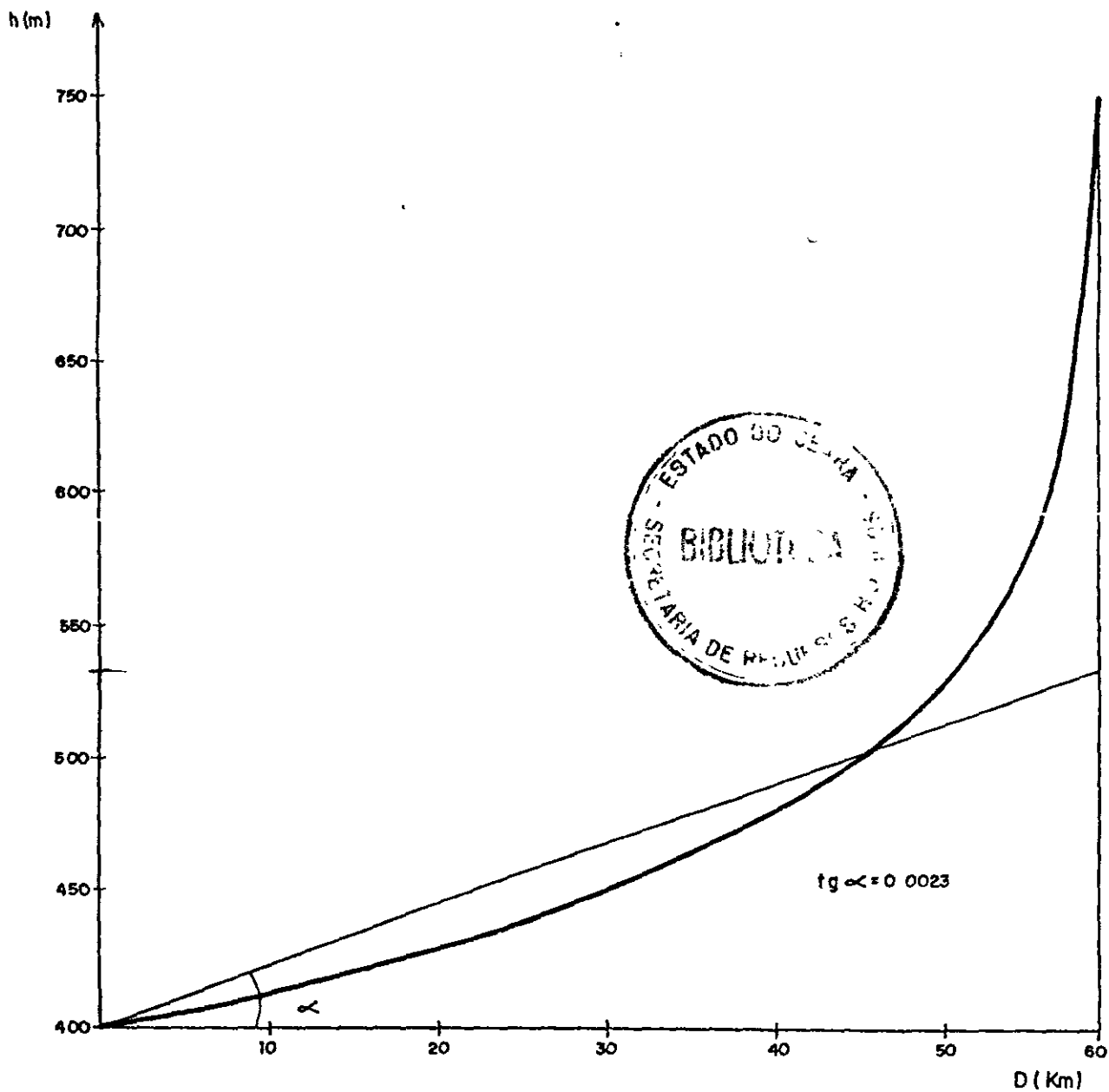
Deve-se observar que a bacia está sujeita a um clima de alto poder evaporante, provocando conseqüentemente, um regime de escoamento superficial também de alta variabilidade, com cursos d'água intermitentes, apresentando vazões nulas por longos períodos, exatamente quando mais acentuado é o "déficit" hídrico local.

A bacia do riacho Puiú possui os seguintes parâmetros de caracterização física:

- Área	A = 828,5 km ²
- Comprimento do talvegue	l = 59,0 km
- Índice de compacidade	kc = 1,32.
- Fator de forma	kf = 0,238
- Declividade média	Dm = 0,0023
- Tipo de relevo	R ₄ e R ₅

^{1/} NOUVELOT, J.F. - "Planificações da Implantação de Bacias Representativas", SUDENE, 1974.

DECLIVIDADE MÁXIMA - 0,28%
 DECLIVIDADE MÉDIA - 0,23%
 DECLIVIDADE MÍNIMA - 0,09%



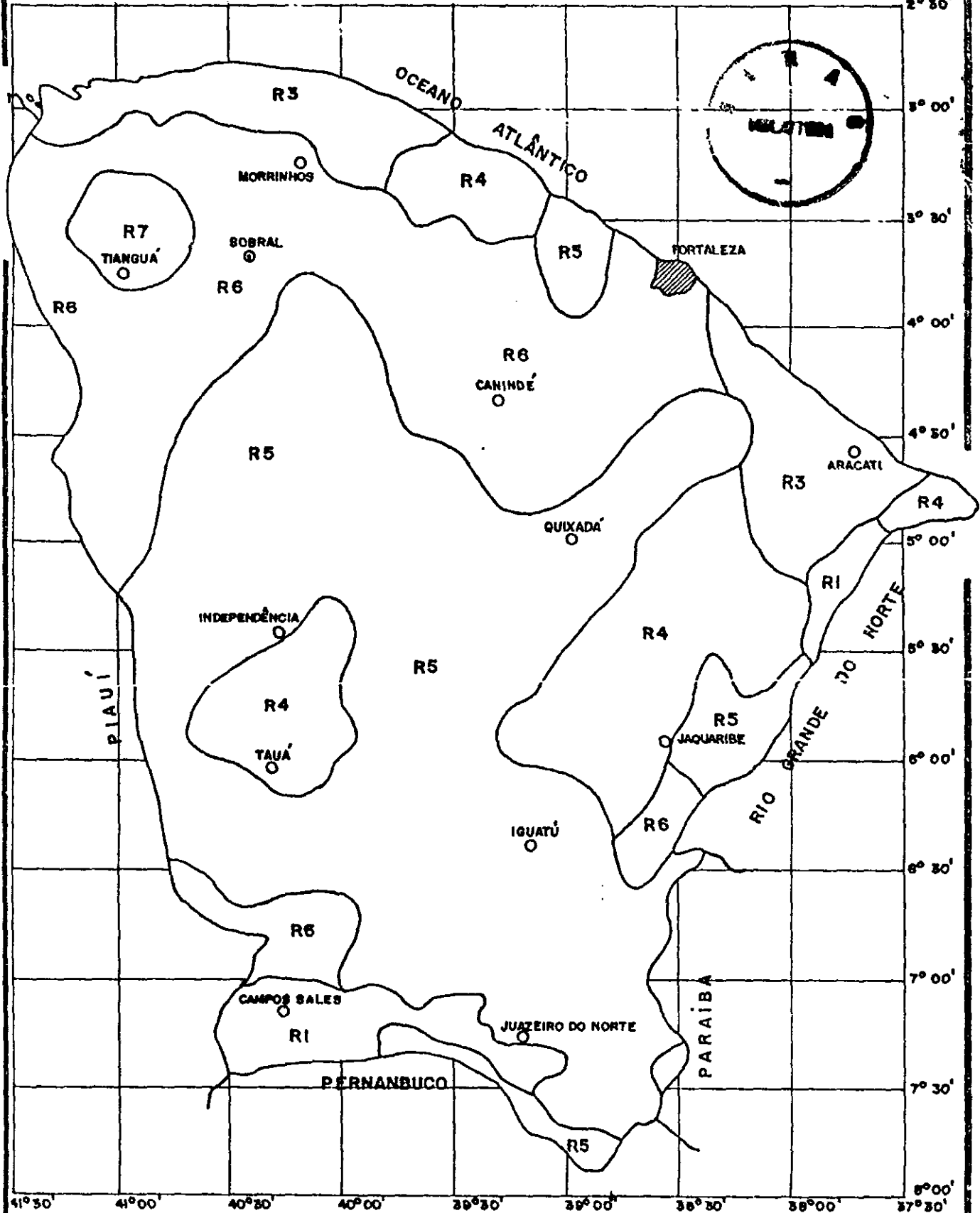
000016



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANTEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEG



LIMITES E CLASSIF. DE RELEVO

R1	03 < D3 < 10 m
R2	10 < D3 < 25 m
R3	25 < D3 < 50 m
R4	50 < D3 < 100 m
R5	100 < D3 < 300 m
R6	250 < D3 < 500 m
R7	D3 > 300 m



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

CLASSIFICAÇÃO DE NOUVELOT

000017

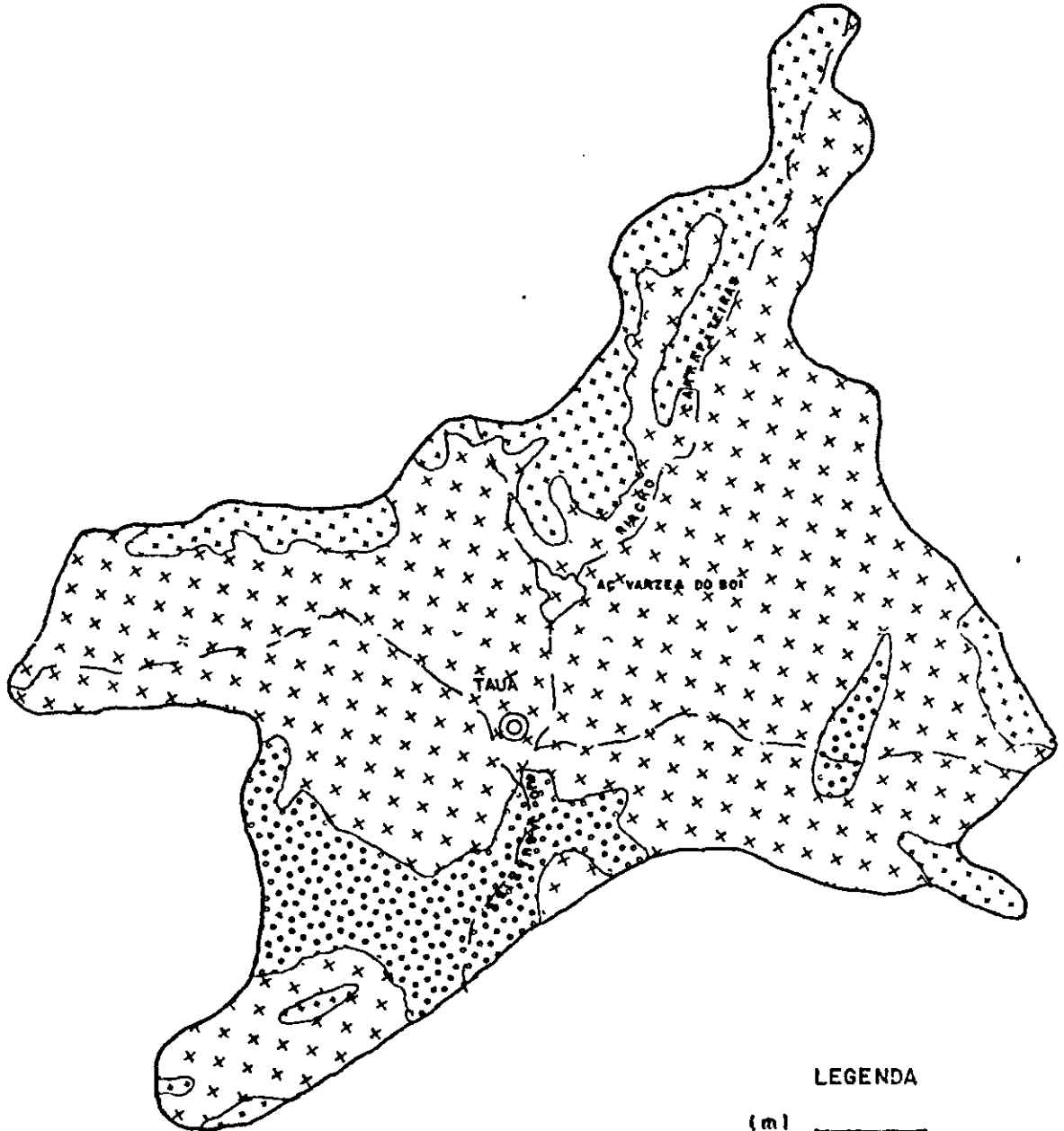


BARRAGEM PUIÚ

HIPSOMETRIA DO MUNICIPIO DE TAUÁ

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

FIG Nº 33



LEGENDA

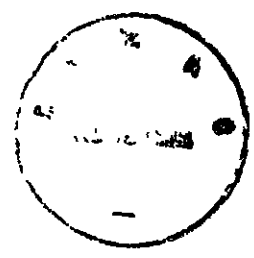
(m)

600

400

200





3.2.1 - Climatologia

3.2.1.1 - Estudos pluviométricos

3.2.1.1.1 - Objetivos

Os estudos pluviométricos visam fundamentalmente:

- Caracterizar o regime pluviométrico a nível anual e mensal, bem como o relativo às chuvas intensas na região do projeto;
- Fornecer os elementos indispensáveis aos estudos subseqüentes de deflúvios e cheias.

3.2.1.1.2 - Dados utilizados

No interior da região estudada foram selecionados 09 postos de melhor disponibilidade e qualidade de dados para caracterizar o regime pluviométrico da região. O conjunto apresenta uma boa distribuição e possibilita uma apreciável repartição da área de influência de cada posto, como mostra o polígono de Thiessen da Figura 3.4.

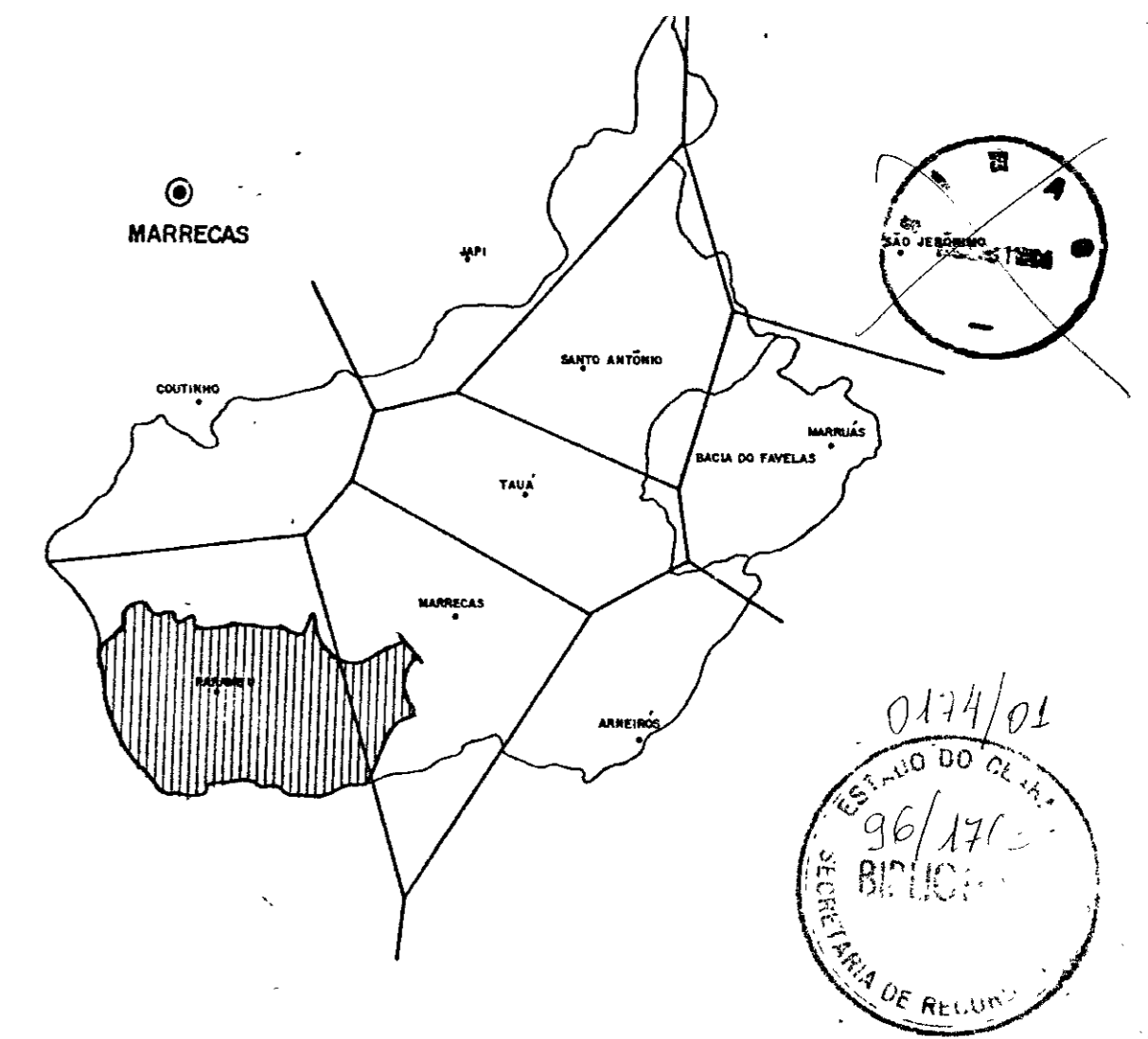
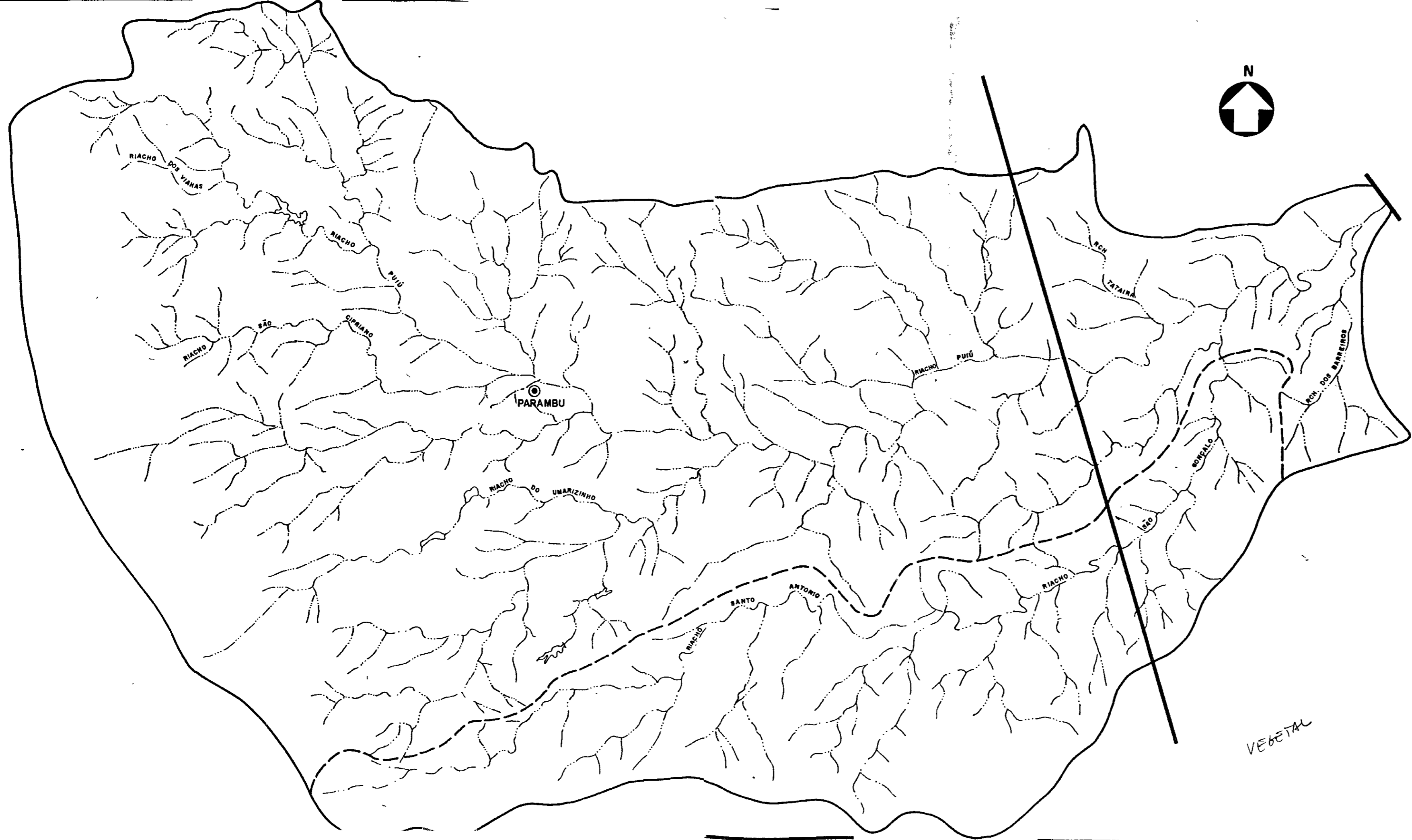
As principais características destes 09 postos encontram-se no Quadro 3.1, enquanto que sua disponibilidade de dados é mostrada esquematicamente na Figura 3.5.

3.2.1.1.3 - Caracterização do regime pluviométrico

3.2.1.1.3.1 - Nível anual

Analisando-se as séries mencionadas acima, constata-se claramente a irregularidade interanual do regime pluviométrico da região.

O indicador CV anual, que indica o grau de dispersão em relação à média, mostrou pouca variação, tendo-se apresentado em torno de 0,40.



COEFICIENTES DE THIESSEN

BACIA - AÇUDE PUIÚ		ÁREA - 828,5 Km ²	
POSTO PLUVIOMÉTRICO	PRECIPITAÇÃO (mm)	ÁREA (Km ²)	C. THIESSEN
PARAMBU	526,0	717,7	0,8694
MARRECAS	546,7	110,8	0,1337

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA DO PUIÚ - 530,39 mm
 OBS. OS OUTROS POSTOS NÃO SÃO MOSTRADOS POR NÃO TEREM ÁREA DE INFLUÊNCIA SOBRE A BACIA

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ
 POLÍGONO DE THIESSEN

000020



SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA			
ESCALA	DATA	CONTRATO Nº	FIGURA
1: 100.000	JULHO/87		3 4

514

QUADRO 3.1

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

POSTO	CÓDIGO (DNOCS)	MUNICÍPIO	COORDENADAS		ALTITUDE (m)
			LAT	LONG	
Tauá	3.729.018	Tauá	06°01'	42°25'	356
Marruás	3.820.026	Tauá	06°02'	39°53'	410
Marrecas	3.729.304	Tauá	06°09'	40°29'	330
Arneirós	3.729.676	Arneirós	06°20'	40°10'	325
Iapi	3.719.218	Independência	05°37'	40°25'	340
Parambu	3.728.459	Parambu	06°14'	40°43'	410
Coutinho	3.718.666	Independência	05°50'	40°40'	380
Sto. Antonio	3.719.731	Tauá	05°51'	40°21'	420
S. Jerônimo	3.810.339	Mombaça	05°41'	39°49'	300

000021





A média pluviométrica anual é da ordem de 450 a 650 mm; crescendo na circunvizinhança e diminuindo na direção do centro.

^{SIM} 3.2.1.1.3.2 - Nível mensal

A heterogeneidade da repartição temporal se constitui numa característica básica do regime pluviométrico da região, bem como do semi-árido nordestino.

As precipitações se concentram fortemente no primeiro semestre, sendo insignificantes os índices dos meses restantes, exceção feita, em alguns anos, no mês de dezembro.

O Quadro 3.2 apresenta alguns indicadores de concentração de pluviometria dos postos utilizados na região, para os períodos mais chuvosos de 1 mês, 2 meses, 3 meses e 6 meses. Março é o mês mais chuvoso, apresentando, em média, em torno de um quarto da precipitação anual. O trimestre de maior pluviosidade, geralmente de março/abril/maio, responde por cerca de dois terços desse mesmo índice. No semestre janeiro/junho a taxa de concentração supera 90%.

A Figura 3.6 permite uma visualização gráfica da repartição mensal da pluviometria, através do ietograma relativo a posto de Tauá, representativo da bacia.

O anexo mostra a pluviometria mensal para os postos na área em estudo. Anexo A do Volume II.

^{SIM} 3.2.1.2 - Chuvas intensas na área do projeto

^{SIM} 3.2.1.2.1 - Dados disponíveis

Os dados utilizados nesta fase do estudo são os de precipitação diária do posto de Marruás, com 45 anos de observações e localizado nas proximidades da bacia.

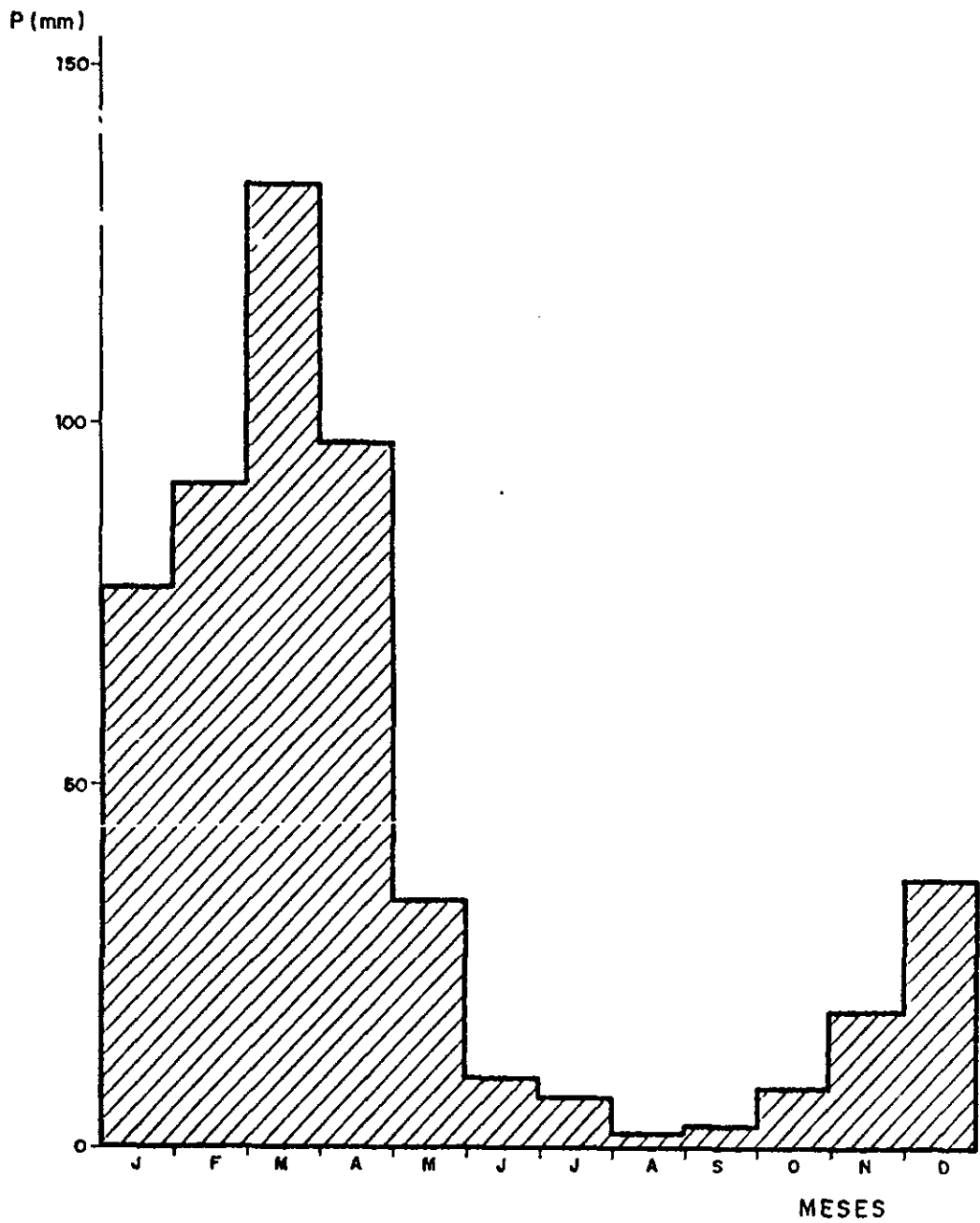
QUADRO 3.2

INDICADORES DE CONCENTRAÇÃO

SIM

P O S T O	MÊS (%)	BIMESTRE (%)	TRIMESTRE (%)	SEMESTRE (%)
Marruás	Março- 25,8	Mar/abr- 47,5	Fev/abr- 64,0	Jan/jun- 89,7
Tauã	Março- 26,2	Mar/abr- 48,0	Fev/abr- 66,0	Jan/jun- 88,7
Marrecas	Março- 28,9	Mar/abr- 49,5	Fev/abr- 67,9	Jan/jun- 88,7
Arneirões	Março- 27,2	Mar/abr- 45,6	Fev/abr- 64,4	Jan/jun- 87,4
Iapi	Março- 28,6	Mar/abr- 50,7	Fev/abr- 70,4	Jan/jun- 91,5
Parambu	Março- 25,7	Mar/abr- 44,5	Fev/abr- 62,2	Jan/jun- 85,6
Coutinho	Março- 28,0	Mar/abr- 50,7	Fev/abr- 70,2	Jan/jun- 90,9
Sto. Antonio	Março- 27,3	Mar/abr- 48,1	Fev/abr- 65,3	Jan/jun- 89,9
S. Jerônimo	Março- 24,3	Mar/abr- 46,8	Mar/mai- 61,5	Jan/jun- 88,9





PERÍODO DE OBSERVAÇÃO
1932 a 1980

000025



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

IETOGRAMA DE PARAMBU



SIM

3.2.1.2.2 - Metodologia

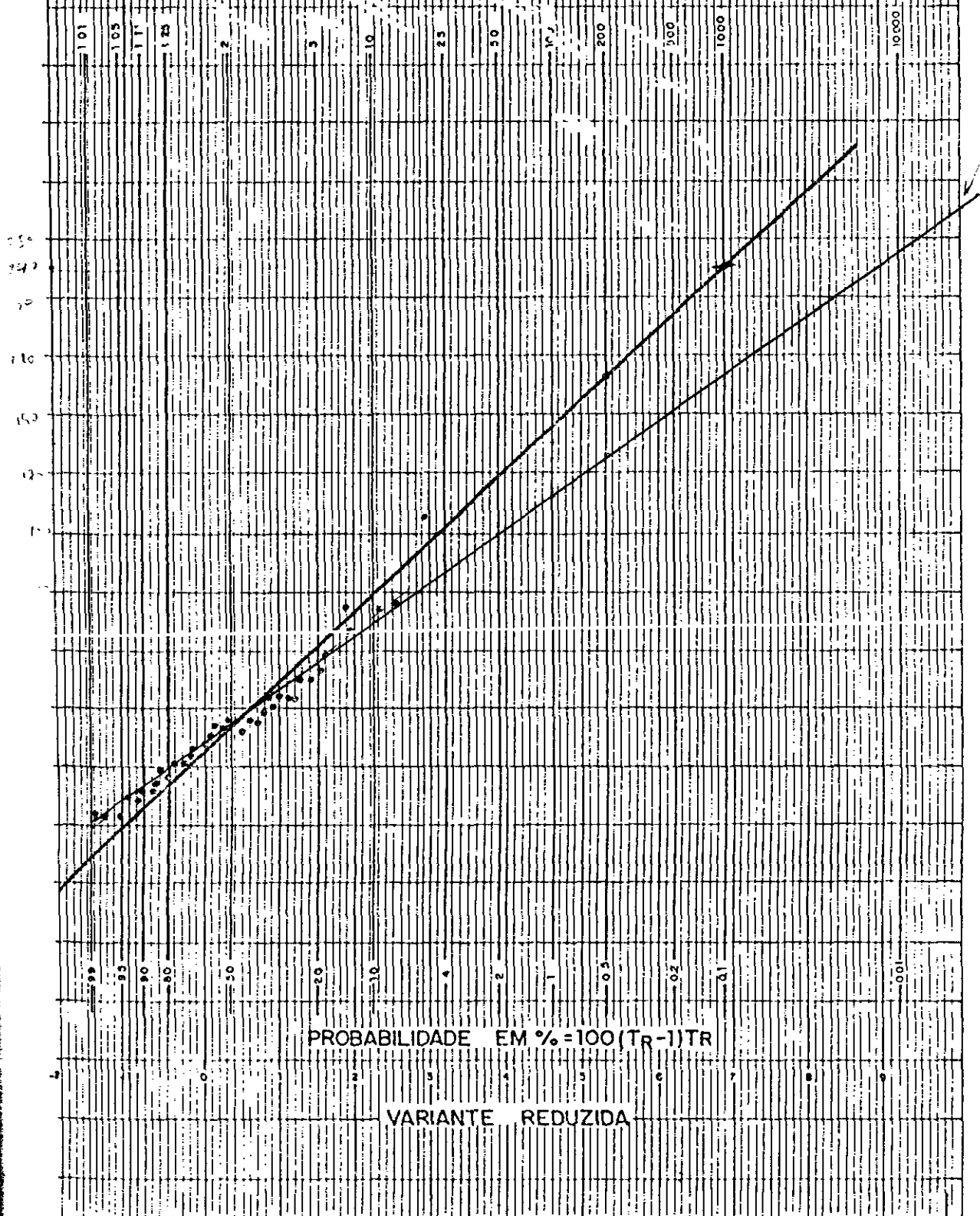
A metodologia utilizada é a das "Isozonas" ^{1/} e descreve-se a seguir a sua aplicação:

- Compilou-se os dados das máximas chuvas diárias, para o posto de Marruás, na área do projeto;
- Calculou-se, para o posto, pelo método estatístico de Gumbel, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto: (5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1.000 anos), (Ver Figura 3.7);
- Converteu-se a chuva real de um dia em chuva virtual de 24 horas, multiplicando-se a primeira pelo fator 1,10;
- Determinou-se nas Figuras 3.8 e 3.9 a isozona correspondente ao projeto (ISOZONA G);
- Na tabela da Figura 3.8, fixou-se, para isozona do projeto e para o tempo de recorrência previsto, a percentagem para 1 hora;
- Calculou-se, com essa percentagem e a chuva virtual de 24 horas (100%), a altura de precipitação para 1 hora;
- Converte-se a chuva pontual em chuva para toda a área em estudo;
- Delimitou-se no papel de probabilidade, Figura 3.10, as alturas de chuva para 24 horas e 1 hora de duração;
- Traçou-se a reta da precipitação 1 hora para 24 horas, no papel de probabilidades;
- Para qualquer tempo de duração contido entre 1 hora e aproximadamente 16 horas, lê-se a altura correspondente no gráfico do papel de probabilidades.

^{1/} Taborga Torrico, Jaime - Práticas Hidrológicas, 2ª Edição. Rio de Janeiro, 1975, 120 p.

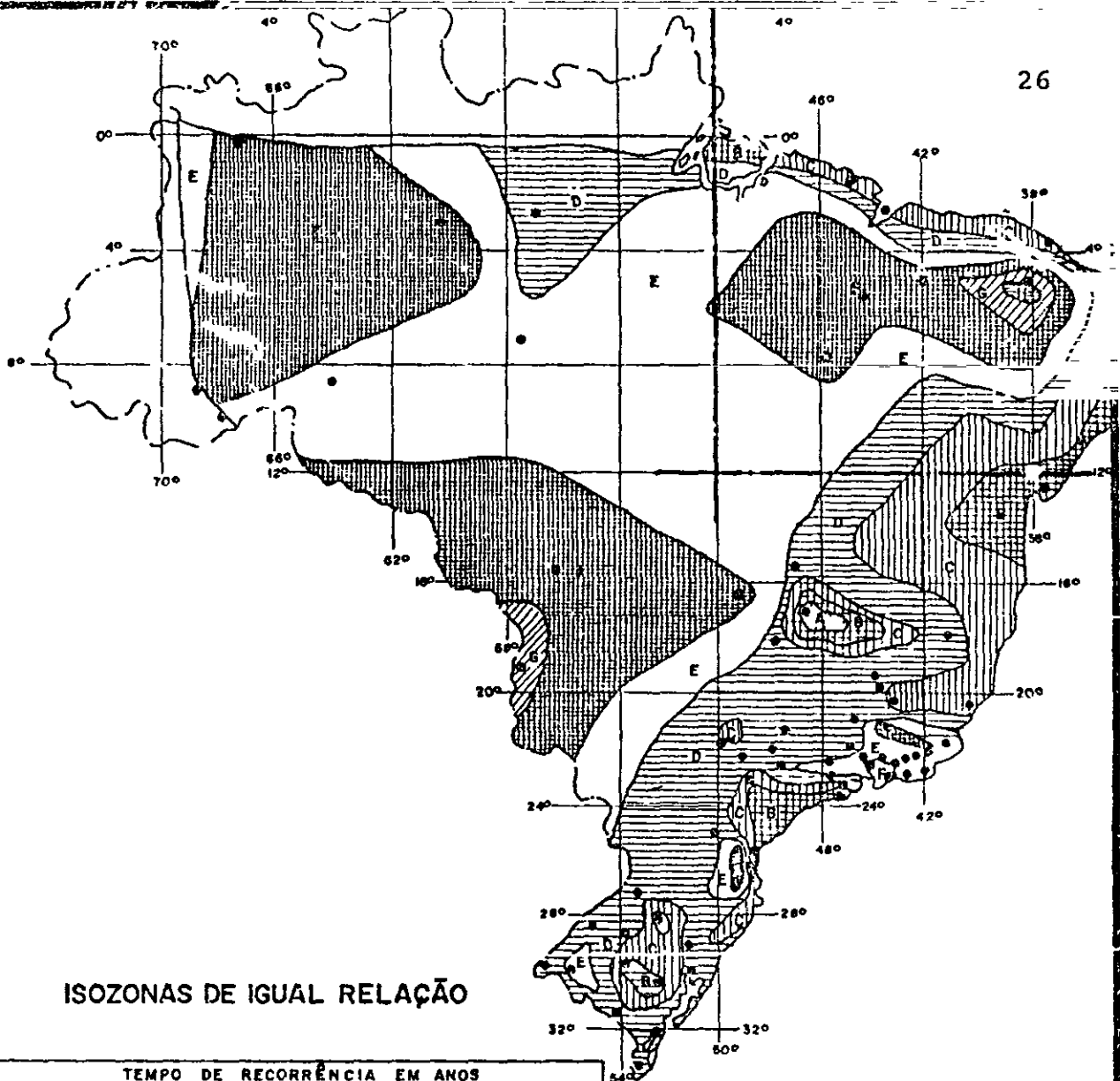
PAPEL DE PROBABILIDADE EXTREMA GUMBEL

TEMPO DE "RECORRÊNCIA" TR ANOS



	PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO 4ª DIRETORIA REGIONAL
	<h2>BARRAGEM PUIÚ</h2>
	AJUSTE DAS CHUVAS DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS A DISTRIBUIÇÃO EXTREMA DE GUMBEL
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASESORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº 37	

600027



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

ZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA / 24 HORAS CHUVA											5 mm / 24h CHUVA
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-30	100
A	56.2	35.8	30.8	35.5	35.4	35.3	35.0	34.7	33.6	32.8	7.0	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	39.5	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	44.5	43.1	15.4	13.7
H	49.9	49.4	49.1	48.9	48.8	48.6	48.3	47.8	46.3	44.8	16.7	14.9

11/11/88



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

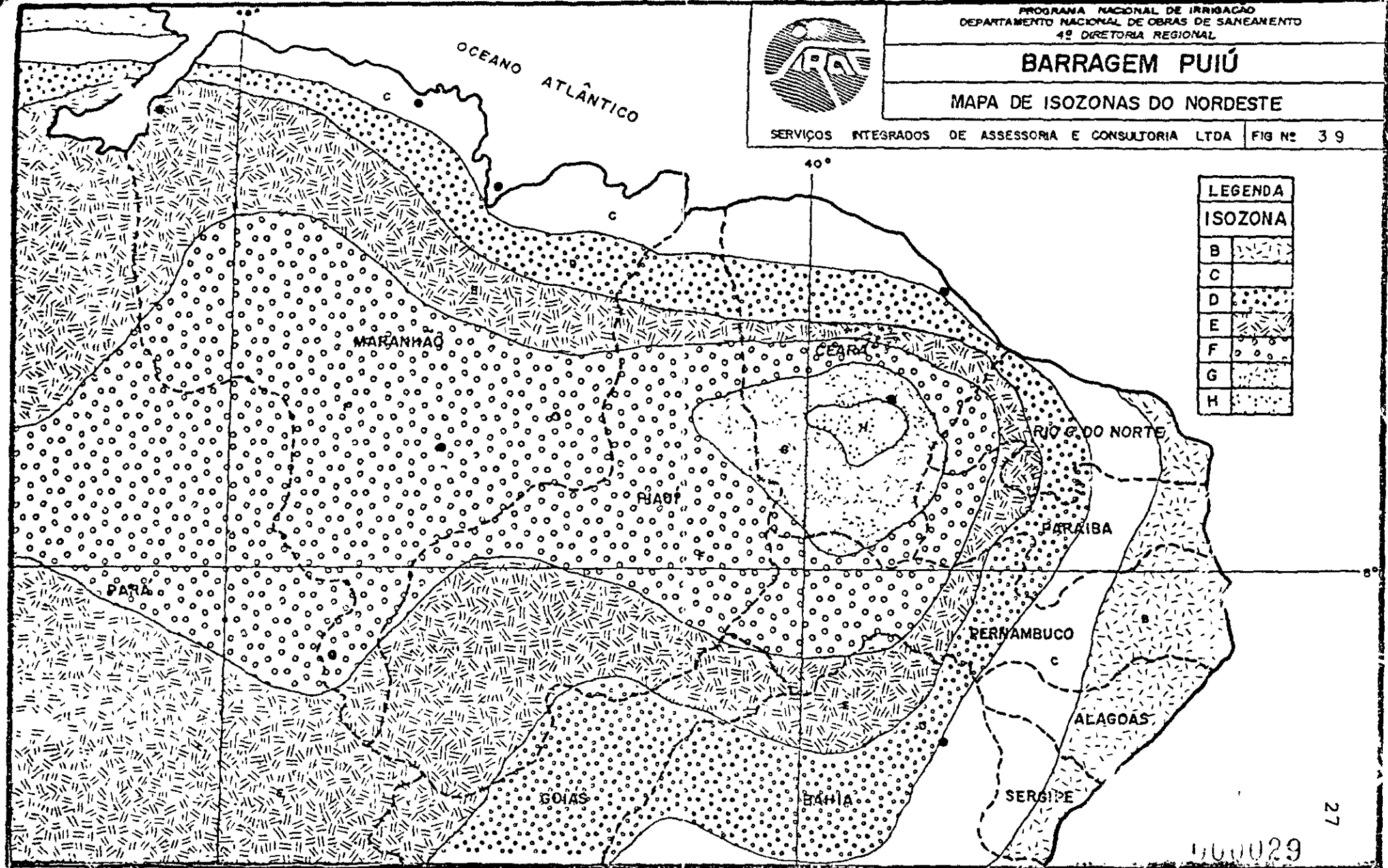


PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

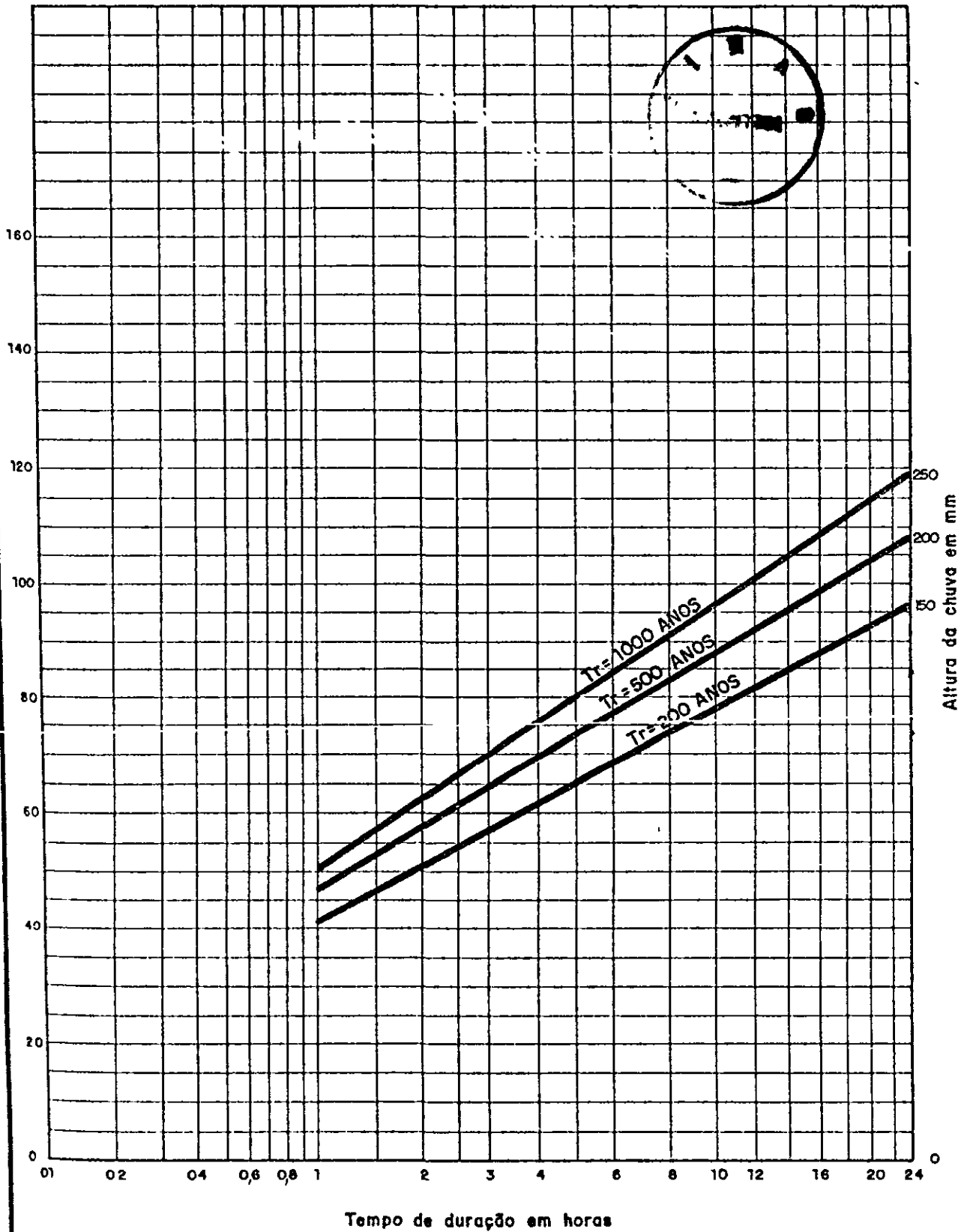
BARRAGEM PUIÚ

MAPA DE ISOZONAS DO NORDESTE

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA FIG Nº 39



LEGENDA	
ISOZONA	
B	[Hatching pattern]
C	[Hatching pattern]
D	[Hatching pattern]
E	[Hatching pattern]
F	[Hatching pattern]
G	[Hatching pattern]
H	[Hatching pattern]



000030



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

ALTURA DE CHUVA E TEMPO DE DURAÇÃO

3.2.1.3 - Estudos de outros parâmetros climatológicos

41M

3.2.1.3.1 - Dados disponíveis

A falta de uma estação climatológica na área do projeto, dificulta uma caracterização mais precisa do clima na região, no entanto serão mostrados os dados de evaporação, evapotranspiração e déficit hídrico; indispensáveis ao balanço hidrológico da bacia.

51M

3.2.1.3.2 - Evaporação

Para a evaporação na área do projeto, foram utilizados os dados da estação de Tauá.

Observações iniciadas pela SUDENE a partir de 1965, em tanques evaporimétricos "classe A" do USWB, fornecem para o período de 1965/71 uma média anual da ordem de 2.800 mm.

A seguir o Quadro 3.3 mostra para a estação de Tauá os valores médios mensais da evaporação corrigidos pelo fator 0,70 no período de 1965 a 1971.

QUADRO 3.3

VALORES MÉDIOS MENSAIS DA EVAPORAÇÃO (mm)

POSTO	PERÍODO	M E S E S												TOTAL
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
TAUÁ	1965/71	168	140	121	134	151	158	172	185	194	192	196	196	2007

Fonte: Rede Hidrométrica do Nordeste. Convênio SUDENE/ATECEL.

3.2.1.3.3 - Evapotranspiração potencial x déficit hídrico

O Quadro 3.4 mostra, para o posto de Tauá, os valores mensais de evapotranspiração potencial, obtida pela aplicação do método de Hargreaves.

QUADRO 3.4

VALORES DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL
E ANUAL, SEGUNDO HARGREAVES (mm)

POSTO	MESES												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
TAUÁ	197	151	147	135	123	120	141	160	175	186	195	199	1929

Fonte: Disponibilidades e deficiências de umidade para a produção agrícola no Ceará - Brasil. George H. Hargreaves.

Quanto ao déficit hídrico, a Figura 3.11 apresenta para o posto de Tauá, curvas de precipitação média mensal da evapotranspiração e da precipitação para 75% de confiabilidade segundo as recomendações da FAO ^{1/}.

Da análise da Figura 3.11, verifica-se que se tem um déficit de umidade em quase todos os meses do ano, com exceção de março e abril.

^{SIM}
3.2.2 - Estudo dos deflúvios

Os deflúvios do riacho Puiú correspondentes a bacia hidrográfica do Boqueirão em estudo foram obtidos por correlação entre a precipitação e a área desta bacia, contra a precipitação e a área do rio Jaguaribe em Arneirós, bacia representativa desta região.

1/ FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER Nº 24



O Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe - Hidrologia (SUDENE/ASMIC) apresenta a correlação entre a bacia representativa de Arneirós e as sub-bacias contidas nesta:

$$C_o = \left(\frac{A_x}{A_R} \right) - 0,075$$

Para $A_x = 828,5 \text{ km}^2$ (Puiú)

$A_R = 5.926 \text{ km}^2$ (Arneirós)

$C_o = 1,16$

A equação acima e o coeficiente calculado por esta, são válidos para precipitações médias iguais em ambas as bacias. Quando as precipitações médias são diferentes o coeficiente C_o deve modificar-se pela relação entre P_x/P_R .

Para $P_x = 528,8 \text{ mm}$ (Puiú)

$P_R = 553,4 \text{ mm}$ (Arneirós)

$C_1 = 0,96$

Daí o coeficiente que correlaciona as lâminas escoadas em Arneirós e Puiú será produto de C_o por C_1 .

$$C_2 = C_o \cdot C_1 = 1,11$$

O Estudo de Base do Vale do Jaguaribe no Volume Monografia Hidrológica, fornece 32 anos de vazões médias mensais homogeneizadas do posto de Arneirós, entre os anos de 1923 e 1964. Convertidos os anos hidrológicos (outubro/setembro) em anos hidrológicos coincidentes com os anos civis, os dados de vazões médias mensais ficam reduzidos a 28 anos.

Os dados de vazão não correspondem a uma sequência de anos contínuos, ver Quadro 5, daí procurou-se a autocorrelação anual entre os grupos de anos contínuos obtendo-se autocorrelações fracas entre 1934 e 1941, e autocorrelação negativa (considerada

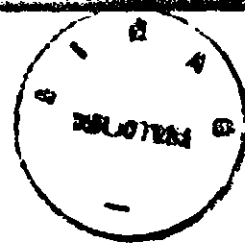
SIM

QUADRO 3.5



DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS DO JAGUARIBE EM ARNEIRÓS
(m³/s)

ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	M É D I A
1923	—	12,1	5,1	7,9	1,4	0,35	—	—	—	—	—	—	2,2
1924	5,2	194,0	34,0	352,0	77,0	9,0	1,5	0,5	0,14	1,2	0,36	—	56,2
1925	5,6	3,0	8,5	20,0	7,8	0,7	0,22	—	—	—	—	—	3,8
1926	—	96,0	177,0	85,0	11,2	1,0	0,26	0,06	—	—	—	—	30,9
1927	—	8,7	16,1	2,6	4,4	0,48	—	—	—	—	—	—	2,7
1931	1,1	15,5	2,6	4,7	0,57	0,22	—	—	—	—	—	—	2,1
1932	1,0	0,35	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1
1934	2,6	8,5	80,0	15,8	4,5	0,37	0,14	—	—	—	—	2,1	9,5
1935	1,1	49,0	18,2	45,0	37,0	1,6	0,22	0,04	—	—	—	—	12,7
1936	—	17,7	8,5	0,37	0,14	—	—	—	—	—	—	—	2,2
1937	—	1,7	0,8	26,0	2,3	0,22	—	—	—	—	—	—	2,6
1938	1,4	1,05	22,0	3,5	0,6	0,14	—	—	—	—	—	0,3	2,4
1939	—	0,07	16,8	0,9	0,14	—	—	—	—	—	—	—	1,5
1940	—	0,17	61,0	22,0	8,9	0,26	0,08	—	—	—	—	—	7,7
1941	—	2,5	1,8	0,4	0,13	—	—	—	—	—	—	—	0,4
1943	3,5	0,3	10,7	0,9	0,18	—	—	—	—	—	—	—	1,3
1944	3,9	0,26	2,9	7,4	0,3	0,08	—	—	—	—	—	13,9	2,4
1945	13,2	41,0	9,4	8,5	19,8	1,5	0,3	0,06	—	—	—	—	7,8
1947	—	—	6,0	24,0	0,5	0,17	—	—	—	—	3,5	0,01	2,8
1948	—	—	83,0	6,0	0,6	0,7	0,7	—	—	—	—	—	7,6
1949	—	10,0	3,5	1,7	0,6	0,2	—	—	—	—	2,5	—	1,5
1950	1,3	0,4	1,9	108,0	0,7	0,01	—	—	—	—	—	—	9,4
1953	—	0,3	1,8	3,6	0,26	0,08	—	—	—	—	—	—	0,5
1954	—	0,4	0,6	0,26	0,10	—	—	—	—	—	1,3	0,18	0,2
1955	5,2	13,0	2,0	0,18	0,06	—	—	—	—	—	—	—	1,7
1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1962	2,9	—	28,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6
1964	10,0	19,0	48,0	122,0	30,0	2,4	0,7	0,1	—	—	—	—	19,4



igual a zero) entre 1923 e 1927. A fraca correlação assegura uma distribuição aleatória de vazões anuais em Arreirós, o que permite a utilização dos dados disponíveis para simular a operação de reservatórios.

As vazões em Puiú, foram obtidas pela aplicação dos coeficientes de correlação entre a bacia representativa (Arreirós) e a bacia estudada (Puiú), para os 28 anos de dados disponíveis repetindo-se os 2 primeiros para completar uma série de 30 anos necessária para a operação do reservatório.

3.2.3 - Operação do reservatório

As vazões de entrada para operação do reservatório em hm³/mês são apresentadas no Quadro 3.6. O Quadro 3.7 indica a relação entre as precipitações médias e a evaporação sobre a bacia hidrográfica em estudo.

De posse dos dados de entrada foi desenvolvido um programa para operar reservatórios em linguagem BASIC, cujo fluxograma é mostrado na Figura 3.12 e que resolve a equação do balanço hídrico seguinte:

$$I + (P-E) - S - O = \Delta V$$

onde:

I = vazão afluente (hm³/mês)

P = precipitação média mensal na bacia hidráulica (mm)

E = evaporação média mensal na bacia hidráulica (mm)

S = vazão afluente pelo sangradouro (hm³/mês)

O = vazão regularizada (hm³/mês)

ΔV = variação do volume do reservatório (hm³)

NÃO

QUADRO 16

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS AFLUENTES AO PUIÚ

(hm³/mês)

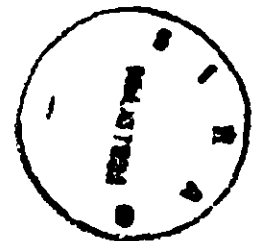
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
11	0.01	3.91	1.61	2.51	0.41	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	1.71	62.31	10.91	113.01	24.71	2.91	0.51	0.21	0.01	0.41	0.11	0.01
13	1.81	1.01	2.71	6.41	2.51	0.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	0.01	30.81	56.81	27.31	3.61	0.31	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	0.01	2.81	5.21	0.81	1.41	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16	0.41	5.01	0.81	1.51	0.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
17	0.31	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
18	0.81	2.71	25.71	5.11	1.41	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.71
19	0.41	15.71	5.81	14.41	11.91	0.51	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
110	0.01	5.71	2.71	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
111	0.01	0.51	0.31	8.31	0.71	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
112	0.41	0.31	7.11	1.11	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.11
113	0.01	0.01	5.41	0.31	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
114	0.01	0.11	19.61	7.11	2.91	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
115	0.01	0.81	0.61	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
116	1.11	0.11	3.41	0.31	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
117	1.31	0.11	0.91	2.41	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	4.51
118	4.21	13.21	3.01	2.71	6.41	0.51	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
119	0.01	0.01	1.91	7.71	0.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	1.11	0.01
120	0.01	0.01	26.61	1.91	0.21	0.21	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
121	0.01	3.21	1.11	0.51	0.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.81	0.01
122	0.41	0.11	0.61	34.71	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
123	0.01	0.11	0.61	1.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
124	0.01	0.11	0.21	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.41	0.11
125	1.71	4.21	0.61	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
126	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
127	0.91	0.01	9.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
128	3.21	6.11	15.41	39.21	9.61	0.81	0.21	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
129	0.01	3.91	1.61	2.51	0.41	0.11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
130	1.71	62.31	10.91	113.01	24.71	2.91	0.51	0.21	0.01	0.41	0.11	0.01

NÃO

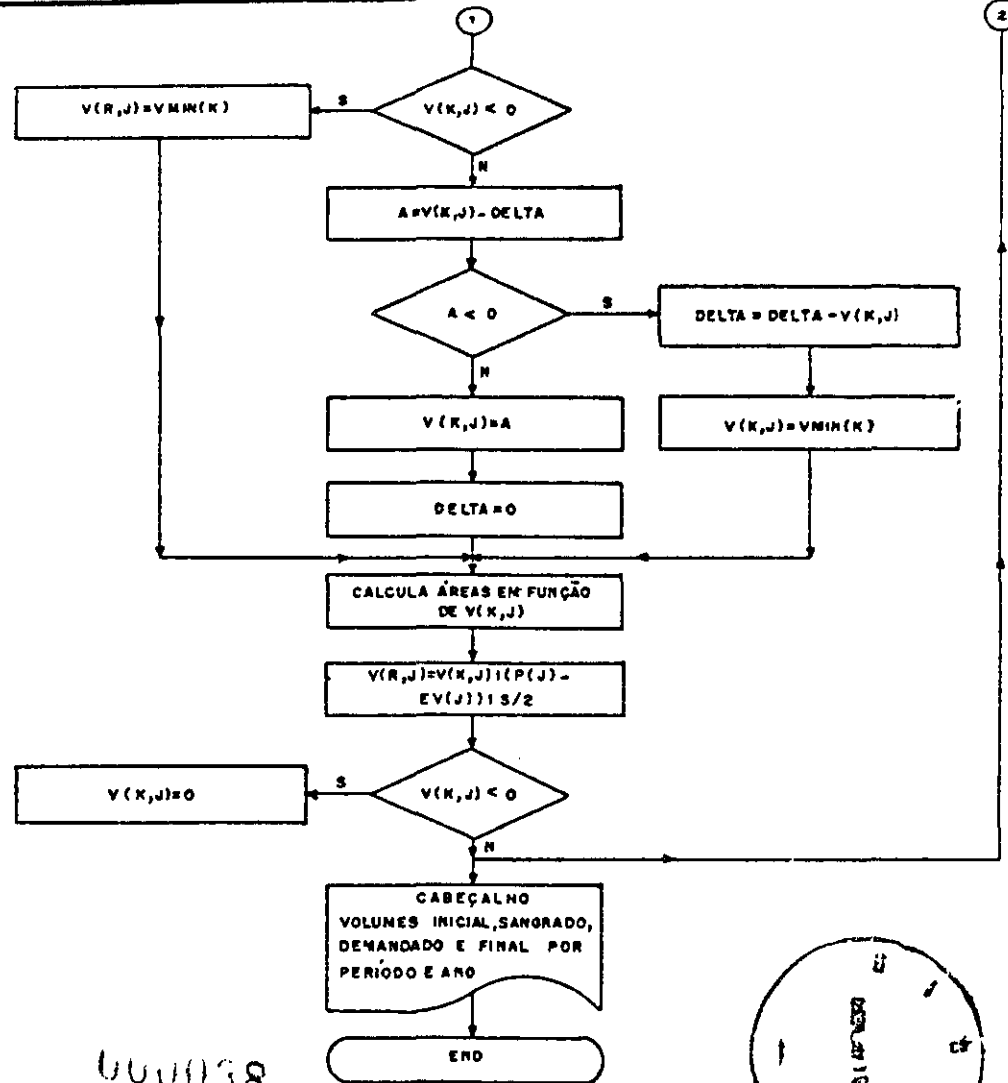
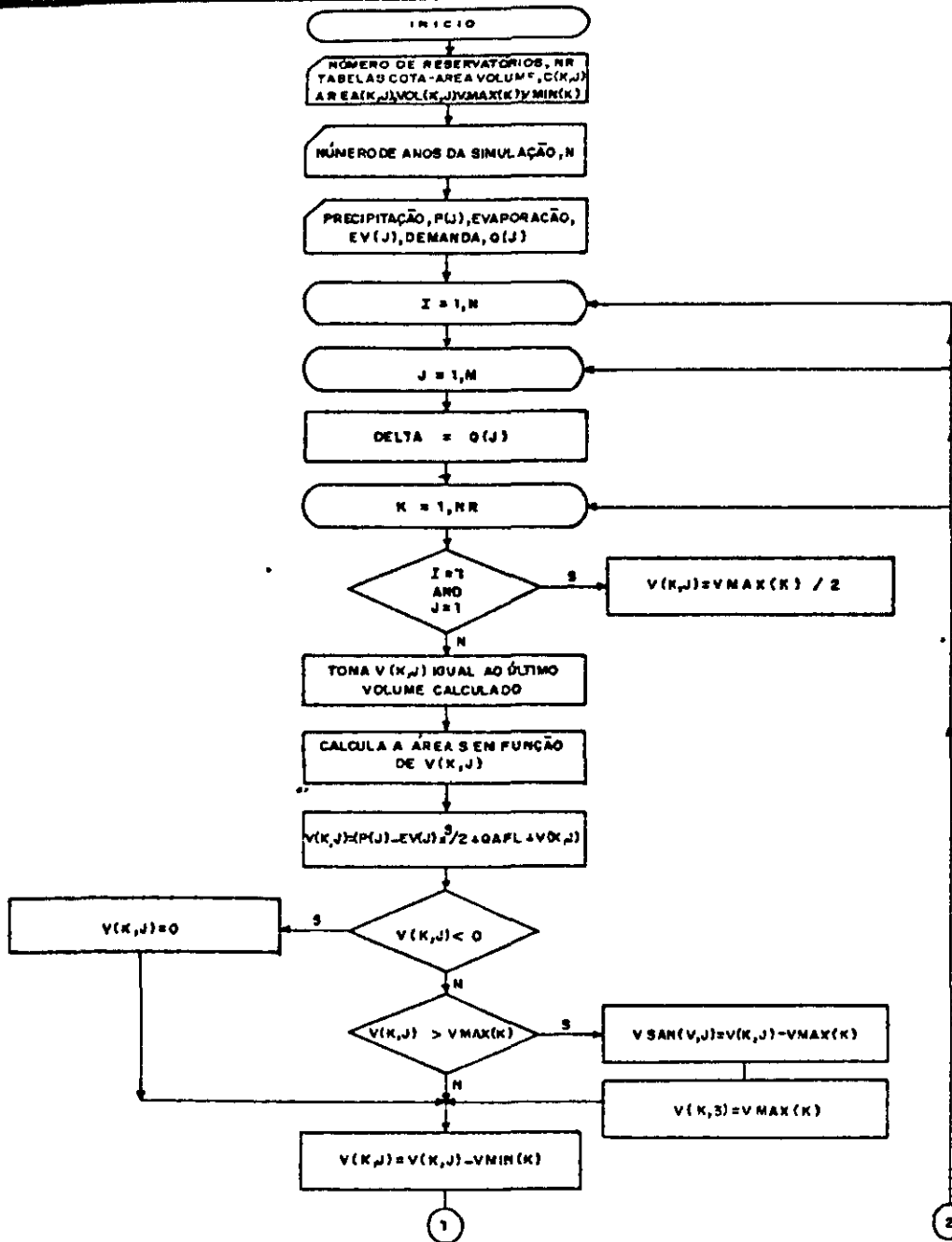
QUADRO 3.7

RELAÇÃO ENTRE A PLUVIOMETRIA MÉDIA E A EVAPORAÇÃO SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA DA BARRAGEM PUIÚ

DADOS	MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
	Pluviometria média	68	108	156	130	49	19	9,3	3,8	2,7	4,0	16	31	668
Evaporação	168	140	121	134	151	158	172	185	194	192	196	196	2007	
Déficit hídrico	100	32	-35	4	102	139	163	181	191	188	180	165	1339	



400037



001038



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

FLUXOGRAMA DA OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS



As falhas observadas foram computadas mensalmente para um incremento de demanda da ordem de 0,10 hm³/mês até atingir a vazão regularizável de 0,5 m³/s. O Gráfico da Figura 3.13 melhora o entendimento.

Para um nível de 75% de garantia, os resultados mostram que o açude atende uma demanda de 0,36 m³/s que corresponde aproximadamente a 360 ha para irrigação. Estes resultados são apresentados em detalhes no Anexo B.

^{SIM}
3.2.4 - Estudo de cheias

O estudo das descargas máximas prováveis desenvolvido neste item, visa fundamentalmente reunir informações para o dimensionamento do sangradouro do Açude Puiú, daí adotar-se como de 1.000, 500 e 200 anos o tempo de recorrência das cheias de projeto.

^{SIM}
3.2.4.1 Chuva de projeto
.....

Das séries históricas das máximas chuvas diárias no Posto de Marruás (situado nas proximidades da bacia), temos:

$N = 50$ (número de anos)

$\bar{P} = 59,34$ mm (precipitação média das máximas anuais)

$S = 28,59$ mm (desvio padrão)

$g = 1,76$ (assimetria)

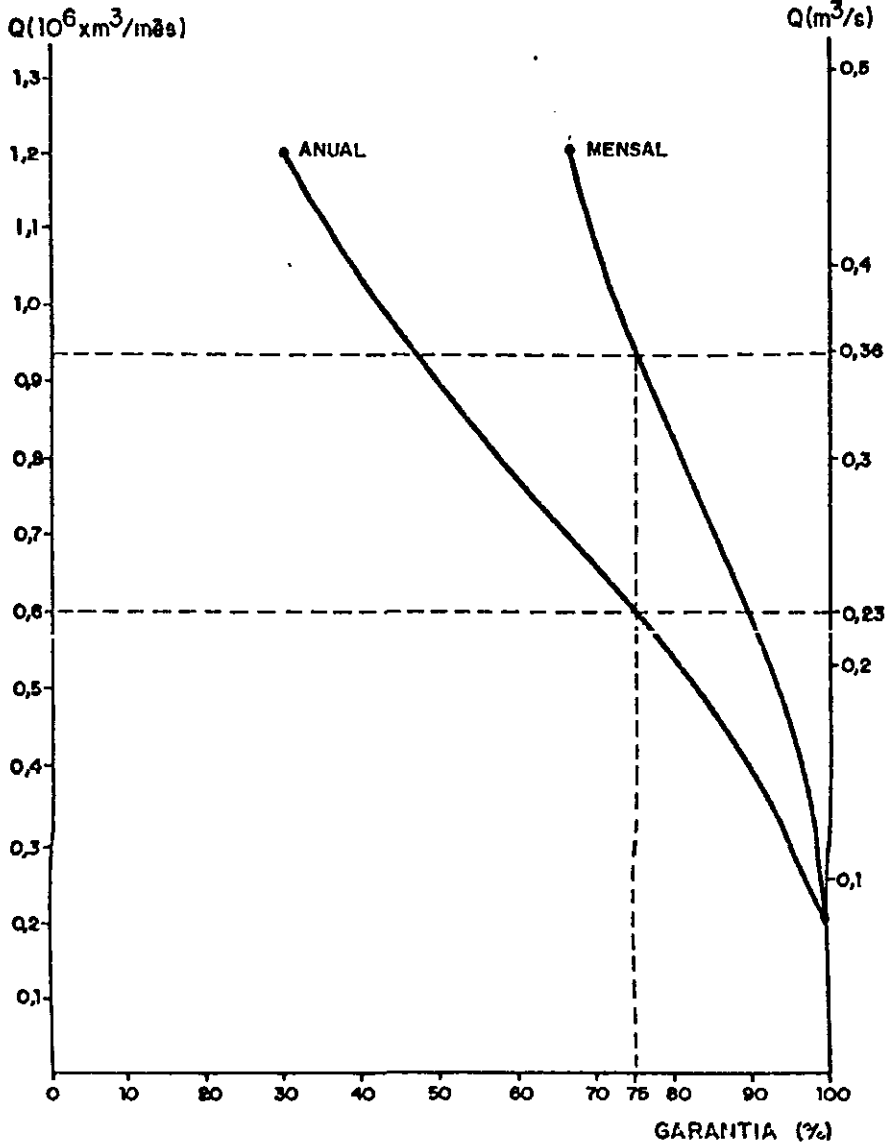
Para cada tempo de recorrência são mostradas as chuvas de projeto segundo os métodos de Gumbel e Pearson III.

TEMPO DE RETORNO (anos)	GUMBEL	PEARSON III
1.000	215,97 mm	222,88 mm
500	199,00 mm	203,46 mm
200	176,00 mm	178,07 mm

ALTEIRA DO SANGRADOURO - 13,3 m
ALTURA D' BARRAGEM - 10,7 m
VOLUME ACUMULADO - 24,6 x 10⁶ m³



N/80



000040

	PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO 4ª DIRETORIA REGIONAL
	BARRAGEM PUIÚ
	CURVAS DE GARANTIA MENSAL E ANUAL
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA	FIG. Nº 313

O teste de aderência utilizado (Kolmogorov-Smirnov) mostrou melhor ajuste dos dados à distribuição de Gumbel, para um nível de significância de 5% da hipótese de nulidade.

No item chuvas intensas verifica-se que as coordenadas do centro de gravidade da bacia 6°S e 40°W correspondem a Isonza G, onde a chuva de uma hora de duração é 42,70% da chuva diária, de onde resulta:

Tr = 1.000 anos	$P_{24} = 1,1 \times 215,9 = 237,57 \text{ mm}$
	$P_1 = 0,427 \times 237,57 = 101,44 \text{ mm}$
Tr = 500 anos	$P_{24} = 1,1 \times 199,00 = 218,90 \text{ mm}$
	$P_1 = 0,427 \times 218,90 = 93,47 \text{ mm}$
Tr = 200 anos	$P_{24} = 1,1 \times 176,00 = 193,60 \text{ mm}$
	$P_1 = 0,427 \times 193,60 = 82,67 \text{ mm}$

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

$$\frac{PA}{Po} = (1 - W \log \frac{A}{Ao}) = 0,71$$

$W = 0,20$ (coeficiente regional para zonas áridas e semi-áridas)

$A = 828,5$ (área da bacia do Puiú)

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

De onde resulta:

Tr = 1.000 anos	$PA_{24} = 237,57 \times 0,71 \approx 169 \text{ mm}$
	$PA_1 = 101,44 \times 0,71 \approx 72 \text{ mm}$
Tr = 500 anos	$PA_{24} = 218,90 \times 0,71 = 155,42 \text{ mm}$
	$PA_1 = 93,47 \times 0,71 = 66,36 \text{ mm}$



$$PA_{24} = 193,60 \times 0,71 = 137,46 \text{ mm}$$

$$Tr = 200 \text{ anos}$$

$$PA_1 = 82,67 \times 0,71 = 58,70 \text{ mm}$$

O tempo de concentração foi calculado segundo a Fórmula de Kirpich.

$$Tc = 0,39 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} = 15,9 \text{ horas}$$

onde:

$$L = 59 \text{ km (comprimento do talvegue em km)}$$

$$S = 0,23\% \text{ (declividade média em \%)}$$

SIM
 3.2.4.2 - Relações chuva-deflúvio

Para a conversão da chuva em deflúvio, utilizou-se o método preconizado pelo Soil Conservation Service dos U.S. expresso pelas equações:

$$q_j = \left(\frac{P_j - 0,25}{P_j + 0,85} \right)^2 \text{ válida para } P_j \geq 0,25$$

para $P_j < 0,25 \therefore q_j = 0$

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

onde:

- P_j = precipitação real em mm;
- q_j = deflúvio em mm;
- S = diferença potencial máxima entre P_j e q_j no início da precipitação em mm;
- CN = número da curva (Curver Number) do complexo solo vegetação.



Para a bacia do Quiú com solo areno argiloso e cobertura vegetal xerófila e com uma altura de precipitação média da somatória dos 5 dias antecedentes do dia da máxima precipitação de 22,7 mm, adotou-se um valor de CN = 70. De onde resulta:

$$S = 108,86 \text{ mm}$$

O Hidrograma equivalente ao Hidrograma triangular do SCS, expressa-se algebricamente pela equação:

$$Q_n = Q_{n-1} + \frac{A}{1000 T_c} [89,34q_n - 73,1 (q_{n-3} + q_{n-4}) + 56,89q_{n-9}]$$

onde:

Q_n = vazão em m^3/s

A = área da bacia em km^2

T_c = tempo de concentração em horas

n = frações do tempo de concentração correspondente

$$a \frac{1}{5} T_c.$$

O cálculo do Hidrograma Complexo do SCS, é mostrado no Quadro 3.8.

3.2.4.3 - Laminação de enchentes

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

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

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

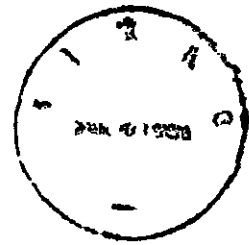
onde:



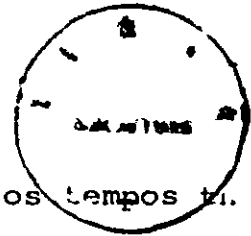
QUADRO 3.8

HIDROGRAMA COMPLEXO

SIM



N	j	Tr= 1.000 anos	Tr= 500 anos	Tr= 200 anos
		Ij (m ³ /s)	Ij (m ³ /s)	Ij (m ³ /s)
1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	3,2	163,0	138,0	106,6
3	6,4	391,1	333,5	260,9
4	9,5	661,8	566,9	446,9
5	12,7	831,5	716,2	569,8
6	15,9	840,8	729,0	586,3
7	19,1	761,9	663,6	537,8
8	22,3	621,6	543,7	443,6
9	25,4	433,5	381,1	313,4
10	28,6	224,0	199,3	167,1
11	31,8	118,2	105,4	88,6
12	35,0	53,9	48,1	40,5
13	38,2	16,6	14,9	12,5
14	41,3	0,0	0,0	0,0



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 no 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.

As características do sangradouro indicam um perfil Creager com 130 m de largura e a seguinte equação:

$$Q = CLH^{3/2}$$

$$Q = 2,00 \times 130 H^{3/2} = 260 H^{3/2}$$

Para:

$$Q_{\text{máx}} = 791 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ temos } H_{\text{máx}} = 2,10 \text{ m}$$

$$Q_{\text{máx}} = 648 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ temos } H_{\text{máx}} = 1,84 \text{ m}$$

$$Q_{\text{máx}} = 547 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ temos } H_{\text{máx}} = 1,64 \text{ m}$$

O Quadro 3.9, apresenta detalhadamente a laminação do Açude Puiú e a Figura 3.14, mostra os hidrogramas de entrada e saída para as cheias com diversos períodos de retorno.

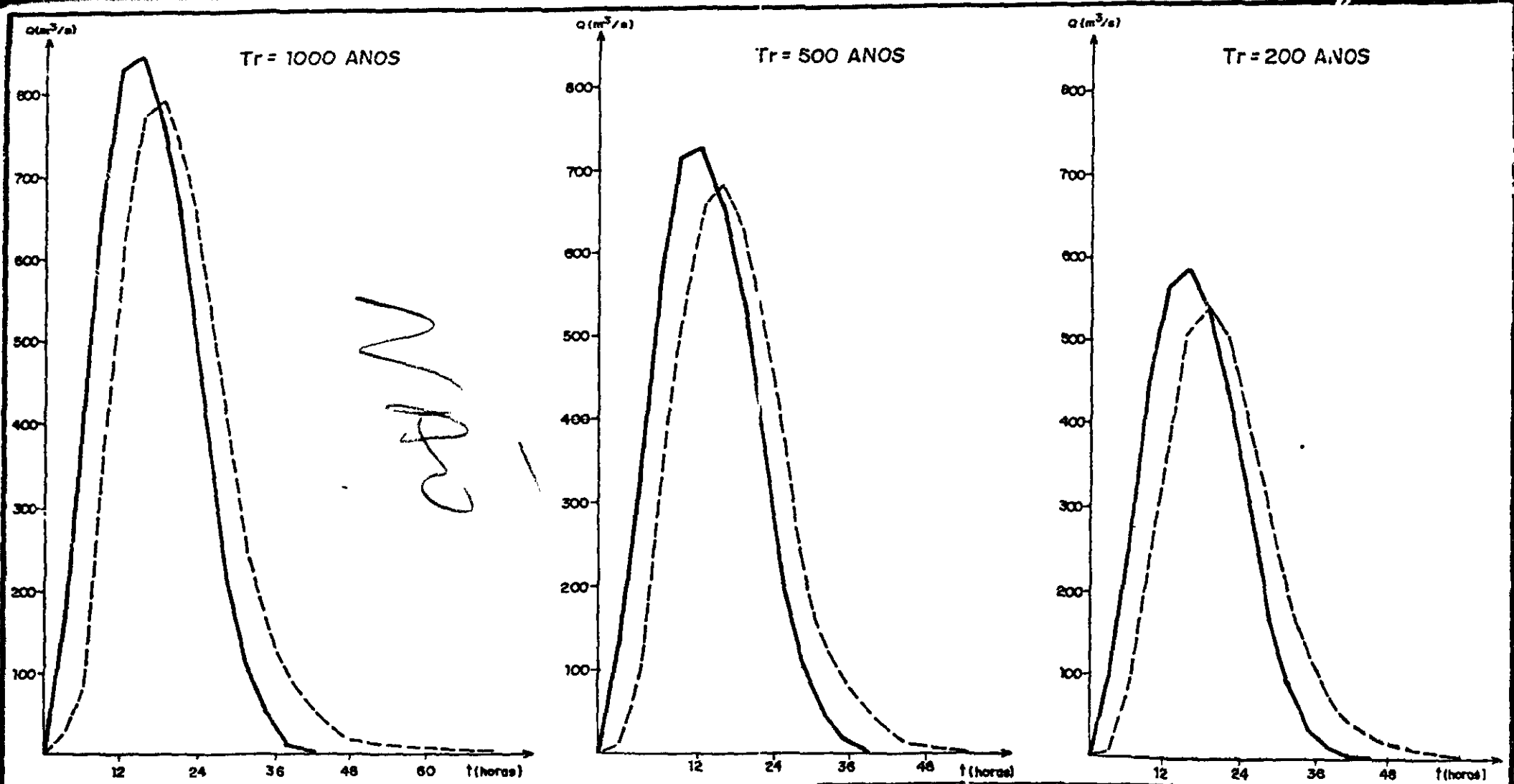
3.3 - Estudos geológicos SIM

Os estudos geológicos foram realizados em escala regional para uma visão mais ampla dos condicionamentos geológicos da região, e em escala local, resultando uma visão detalhada das litologias e estruturas existentes nos locais de implantação das obras.

QUADRO 3.9LAMINAÇÃO DE ENCHENTES NO AÇUDE PUIÙ

NÃO

Tj (horas)	Tr = 1.000 anos		Tr = 500 anos		Tr = 200 anos	
	Ij (m ³ /s)	Oj (m ³ /s)	Ij (m ³ /s)	Oj (m ³ /s)	Ij (m ³ /s)	Oj (m ³ /s)
0	0	0	0	0	0	0
3,2	163,0	25,8	138,0	21,6	106,6	16,4
6,4	391,1	134,0	333,5	109,3	260,9	80,5
9,5	661,8	370,1	566,9	306,9	446,9	226,3
12,7	831,5	619,4	716,2	523,6	569,8	402,9
15,9	840,8	768,4	729,0	657,6	586,3	518,7
19,1	761,9	791,1	663,6	684,1	537,8	547,5
22,3	621,6	722,6	543,7	629,1	443,6	509,8
25,4	433,5	589,2	381,1	517,4	313,4	422,8
28,6	224,0	416,2	199,3	368,2	167,1	306,9
31,8	118,2	263,0	105,4	234,0	88,6	196,3
35,0	53,9	156,2	48,1	142,6	40,5	124,1
38,2	16,6	95,3	14,9	88,2	12,5	78,3
41,3	0,0	57,7	0,0	53,0	0,0	48,6
44,5	0,0	35,6	0,0	33,5	0,0	30,6
47,7	0,0	23,1	0,0	21,9	0,0	20,1
50,9	0,0	15,4	0,0	14,7	0,0	13,5
54,1	0,0	10,5	0,0	10,0	0,0	9,3
57,2	0,0	7,3	0,0	6,9	0,0	6,4
60,4	0,0	5,1	0,0	4,8	0,0	4,5
63,6	0,0	3,5	0,0	3,4	0,0	3,1
66,8	0,0	2,5	0,0	2,4	0,0	2,2
70,0	0,0	1,8	0,0	1,7	0,0	1,6
73,1	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,1
76,3	0,0	0,9	0,0	0,8	0,0	0,8
79,5	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,6
82,7	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,4
85,9	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3
89,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2



LÉGENDA

- HIDROGRAMA AFLUENTE
- - - HIDROGRAMA EFLUENTE



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ

LAMINAÇÃO DE ENCHENTES

000047

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA | FIG. Nº 3 14



SIM

3.3.1 - Geologia regional

Geomorfologicamente a região é representada por uma superfície topográfica cujo relevo vai de ondulado a acidentado, com altitudes variando entre 400 e 500 metros formando as chamadas serras secas.

Traços nítidos de pediplanação são encontrados na região, em geral nas áreas onde ocorrem rochas gnáissicas.

A geologia regional é formada predominantemente por rochas metamórficas, entrecortadas por intrusões ígneas de rochas básicas e ácidas, como são mostrados no Mapa Geológico Regional, Figura 3.15.

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

a) Grupo Ceará (pC CE)

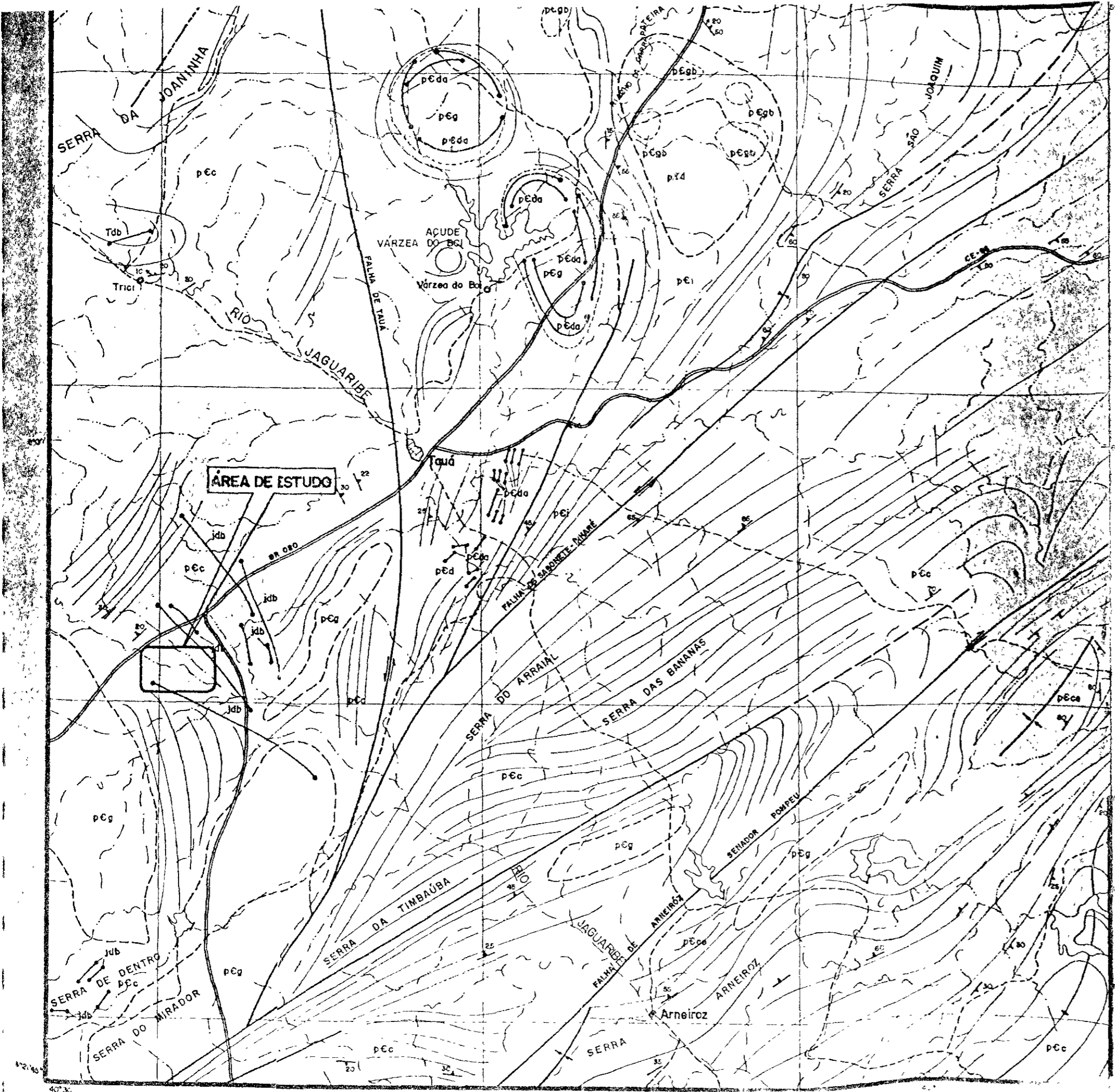
Esta unidade é constituída por uma sequência ectinítica para-metamórfica, com quartzito na base, ao qual sobrepõem-se xistos, filitos e gnaisses. Níveis de rochas carbonáticas situam-se ora no topo da sequência, ora dentro dos meta-pelitos próximo ao contato com o quartzito basal.

Ocorrências desta unidade são encontradas a sudeste da área ao longo da Falha de Arneirós, Senador Pompeu, marcando o contato desta unidade com as rochas do Complexo Caicó.

b) Complexo Independência (pGi)

Esta unidade é basicamente para-metamórficas, constituída de gnaisses variados e xistos, leptinitos, lentes onfibolíticas e calcários cristalinos.

O Complexo Independência ocorre regionalmente ao longo de uma faixa de direção NNE-SSW, e os seus contatos com as



LEGENDA

- CENOZÓICO**
TERCIÁRIO
 Tdb
 Diques básicos-dióbásios
- MESOZÓICO**
JURÁSSICO
 Jdb
 Diques básicos - dióbasios e gabros
- PALEOZÓICO**
EO-CAMBRIANO
 eCa
 Diques ácidos e intermediários-ríolitos, dacitos, andesitos e traquitos



PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO ESTRATIGRAFICAMENTE

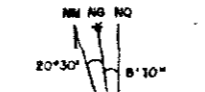
UNIDADES LITOLÓGICAS

- | | | | | |
|---------------|-------------|------------------------|----------------|------------------------------|
| pEda | pCa | pCi | pCc | pCg pEd pEg |
| Diques Ácidos | Grupo Ceará | Complexo Independência | Complexo Caicó | Rochas Plutônicas Granulares |

Diques Ácidos (pEda) granitos filonitos, veios de quartzo e pegmatitos; Grupo Ceará (pCa): quartzitos (q), micaxistos, gnaisses, calcários cristalinos (ca), Complexo Independência (pCi) para-gnaisses, metacálculos, metagrauwacas, xistos e calcários cristalinos (ca), leptinitos (l), diatexitos homogêneos e granitóides associados; Complexo Caicó (pCc): gnaisses, migmatitos e textas de calcário cristalino (ca); Rochas Plutônicas Granulares: granitóides, granitos, granodioritos e monzonitos (pCg), gabrídios, dioritos (pEd), gabros (pEg).

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--|
| Contato definido | Sinforme traçado onde interido | Faturação com indicação do eadimento de lineação |
| Contato provável | Sinforme com camesto | Lineamento estrutural |
| Contato litológico | Cidadao | Camião |
| Falha indiscriminada definida | Vila, povoado | Curso d'água intermitente |
| Falha indiscriminada provável | Rodovia pavimentada | |

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1968 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA



A DECLINAÇÃO CRESCERÁ ANUALMENTE

0174/04
 96/1763
 BIBLIOTECA
 SECRETARIA DE

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ
 MAPA GEOLÓGICO REGIONAL

000040



SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

ESCALA	DATA	CONTRATO N2	FIGURA
1 250 000	JULHO / 87		3.15



unidades circunvizinhas são geralmente tectônicas. É grande a ocorrência de dobramentos suaves e assimétricos, em sucessivas estruturas sinformes e antiformes.

c) Complexo Caicó (péc)

O Complexo Caicó ocorre largamente por toda a região e corresponde a maior unidade em termo de distribuição geográfica, e é constituída por gnaisses variados, lentes de metarcósios, quartzitos e migmatitos com as mais variadas estruturas, desde as mais foliadas, como gnaisses, até as homogêneas como os anatexis-

d) Rochas Plutônicas Granulares (pég, pēd e pēgb)

As rochas plutônicas granulares são representadas por dois tipos característicos, um de composição granítica e outro de composição gabroides, que ocorrem em forma de corpos relativamente extensos e alongados.

Os granitóides (pég) constituindo os corpos plutônicos ácidos individualizados, são encontradas associações granoclíoríticas-graníticas porfiróides e equigranulares. São via de regra, corpos alongados. As formas de contato estabelecidas com as rochas encaixantes são brusco a gradacional, passando por zonas essencialmente migmatíticas.

As rochas "básicas" pré-cambrianas, aflorantes na região, se apresentam sob a forma de corpos gabróides perfeitamente individualizados, incluídas nesta unidade encontram-se dioritos (pēd) e gabros (pēgb).

Caracteriza-se pela presença predominante de dioritos associados a gabros com inclusões de rochas mais ácidas (graníticas) e enclaves gnáissico-migmatíticos.

100030



e) Diques Ácidos (pEda)

Esta unidade agrupa todas as rochas filonianas de caráter petrográfico ácido e hiperácido, como granitos finos equigranulares, veios quartzosos e de sílica criptocristalina e pegmáticos, que ocorrem preenchendo fraturas.

f) Diques Básicos (Jdb)

Constituem-se de rochas filoneanas básicas, discordantes com a estrutura regional, preenchendo fraturas em rochas do Complexo Caicó.

Petrograficamente, a unidade é representada por diabásicos e grabo de granulação média a grosseira. Aflora sob forma de blocos arredondados em parte alterados, produzindo solos de coloração cinza e avermelhado.

g) Aluviões

Os depósitos aluviais estão restritos à calha principal dos rios e riachos. Os sedimentos da calha do rio são representados por um pacote arenoso, composto de areia média a grossa com cascalho.

Nas áreas de relevo mais acidentado, as aluviões são extremamente escassas. Próximo as nascentes, são comuns blocos rolados, com também presença de afloramentos ao longo do leito dos rios e riachos.

3.3.2 - Geologia local SIM

A geologia, do local das obras, é composta por rochas metamórficas do tipo migmatito heterogêneos, que podem ser definidos como uma associação de gnaisses xistosos com intercalações de níveis de gnaisses graníticos, entrecortadas as vezes por diques centimétricos e milimétricos de quartzo e reidspato.



Nas ombreiras tem-se a predominância dos gnaisses xistosos sobre os gnaisses graníticos, o que possibilitou a formação de uma topografia suave ondulada. No leito do rio aflora rochas granitóides do tipo equigranular, conforme mostra o mapa geológico local apresentado na Figura 3.16.

Os sistemas de fraturamentos e de xistosidades seguem as direções estruturais da região, e se encontram geralmente seladas.

Uma visualização do comportamento das direções dos fraturamentos, pode ser observado no diagrama de setor, Figura 3.17, o qual nos mostra duas direções preferenciais de fraturas.

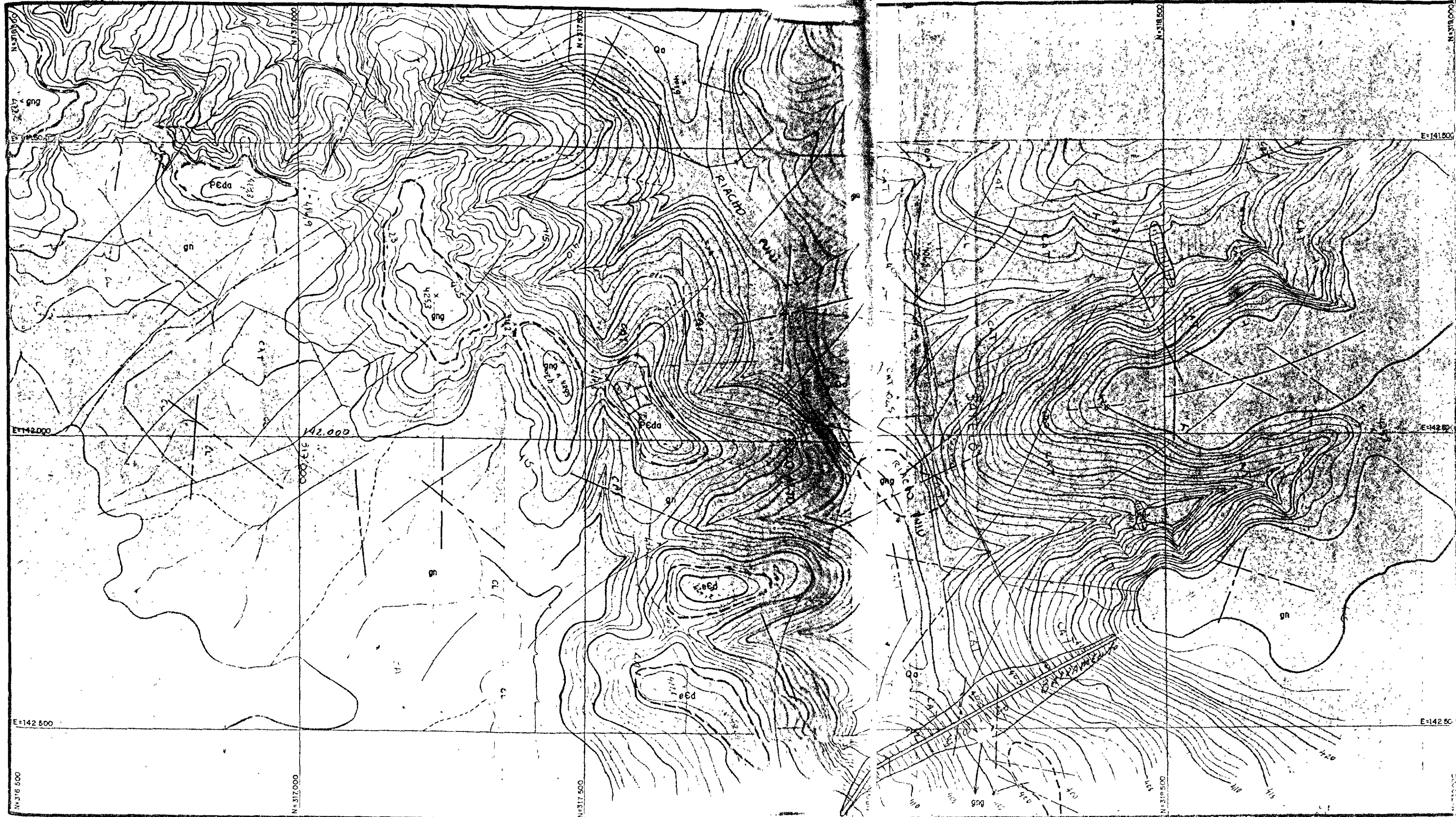
3.4 - Estudos geotécnicos SIM

Os estudos geotécnicos constaram da identificação das características geotécnicas regional, a nível de reconhecimento e do estudo geotécnico detalhado de superfície e subsuperfície na área de implantação das obras.

3.4.1 - Aspectos geotécnicos regionais

A área apresenta geotecnicamente um traçado estrutural que obedece as estruturas de caráter regional, com direções preferenciais NE-SW e NW-SE, que são consequências diretas da tectônica ruptural regional, representada por uma grande falha normal (sabonete-inharê) que corta toda a região na direção NE-SW, e por falhas de menores portes geralmente com as mesmas direções. Secundariamente uma grande rede de fraturas corta toda a região.

Estes sistemas de fraturas em sua quase totalidade, estão selados, com exceção de pequenas zonas superficiais alteradas, e não apresentam qualquer indício de percolação ou alteração em suas superfícies, levando a concluir que o comportamento do maciço rochoso da região quanto aos parâmetros



PUIÚ
LEGENDA

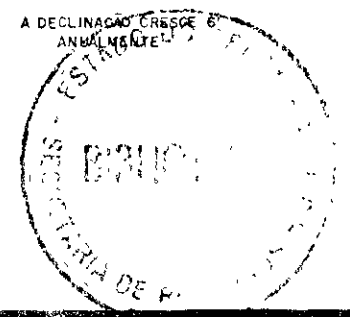
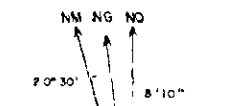
- CENOZÓICO TERCIÁRIO
- Qa ALUVIÕES
- PALEOZOICO EO-CAMBRIANO
- eEd DIQUES ÁCIDOS A INTERMEDIÁRIOS - DÁCITOS, RIOLITOS, ANDESITOS
- PRE-CAMBRIANO INDIFFERENCIADO ESTATIGRAFICAMENTE
- UNIDADES LITOLÓGICAS
- Peda DIQUES ÁCIDOS VEIOS DE QUARTZO E PEGMATITOS
 - gn / gn **PEC** COMPLEXO CAIÇÓ GNAISSES E GNAISSES GRANÍTICAS LOCALIZADAS



CONVENÇÕES

- CONTATO DEFINIDO
- CONTATO PROVÁVEL
- FRATURA
- 20 ATITUDE DA FOLIÇÃO
- LINEAMENTO ESTRUTURAL
- CONTORNO DO MACIÇO DA BARRAGEM

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1968
E CONVERGÊNCIA MERIDIANA
DO CENTRO DA FOLHA



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ
MAPA GEOLÓGICO LOCAL

SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA			
ESCALA 1 5000	DATA JULHO / 67	CONTRATO Nº	FIGURA 3 16

000052

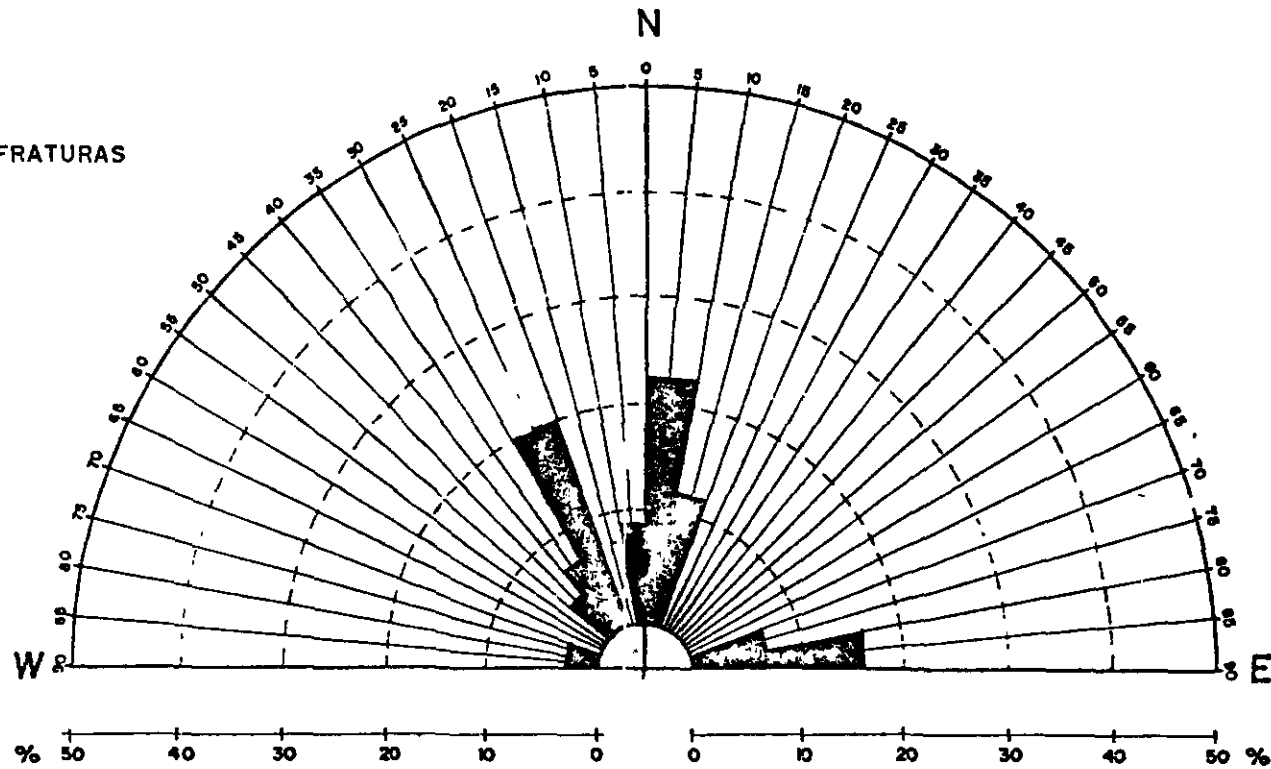
FIGURA 3.17

BARRAGEM PUIÚ

DIAGRAMA DE SETOR

LEGENDA

 DISTRIBUIÇÃO DAS FRATURAS



TOTAL DE FRATURAS MEDIDAS - 92

000054

de condutividade hidráulica, será extremamente favorável a implantação de obras de acumulação de água.

As aluviões que ocorrem ao longo dos vales são compostas em sua maioria, por areia média a grossa restritas ao leito e margens dos rios e riachos.

Os materiais identificados como empréstimo, nas áreas próximas ao local selecionado, são solos resultantes da alteração das rochas gnáissicas, que tãctil-visualmente são classificados como areia argilosa com pedregulhos, que apresentam excelentes características de resistência e permeabilidade.

Na área existem ocorrências de afloramentos de rochas gnáissicas e diques de dacito, que poderão ser exploradas para serem utilizadas como materiais de construção.

3.4.2 - Estudos geotécnicos locais *Sim*

3.4.2.1 - Estudos realizados *Sim*

Os estudos geotécnicos realizados para a construção da barragem Puiú constaram de:

- a) investigações de subsuperfície
 - sondagens a percussão
 - sondagens rotativas
 - poços de inspeção
 - ensaios de perda d'água (Lugeon)
 - ensaios de infiltração (Le Franc)
- b) mapeamento geológico/geotécnico da superfície
- c) estudos de materiais para empréstimos com amostragem e ensaios de laboratório.



Os objetivos das investigações de subsuperfície foi a identificação das características do pacote aluvionar, sob o aspecto hidráulico e de suporte, a determinação do horizonte de rocha alterada e solo de alteração e a caracterização quanto ao comportamento hidráulico e geomecânico do substrato rochoso formado por gnaisses xistosos.

A localização das investigações de subsuperfície é mostrada na Figura 3.18, a seguir, e o perfil geológico/geotécnico resultante dessas sondagens no Desenho 02 do Volume III.

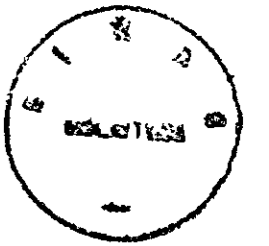
Para as áreas de empréstimos, foram estudadas as ocorrências de solos coluvionares situados na vizinhança do eixo escolhido, e que apresentam características geotécnicas adequadas a obra que se tem como objeto.

Para materiais permeáveis que formarão os filtros da barragem, estudou-se ocorrências de depósitos arenosos que ocorrem no leito do curso d'água na forma de "bancos de areia".

Para enrocamento e agregado de concreto, pesquisou-se os afloramentos de rochas gnáissicas graníticas que ocorrem próximos ao eixo.

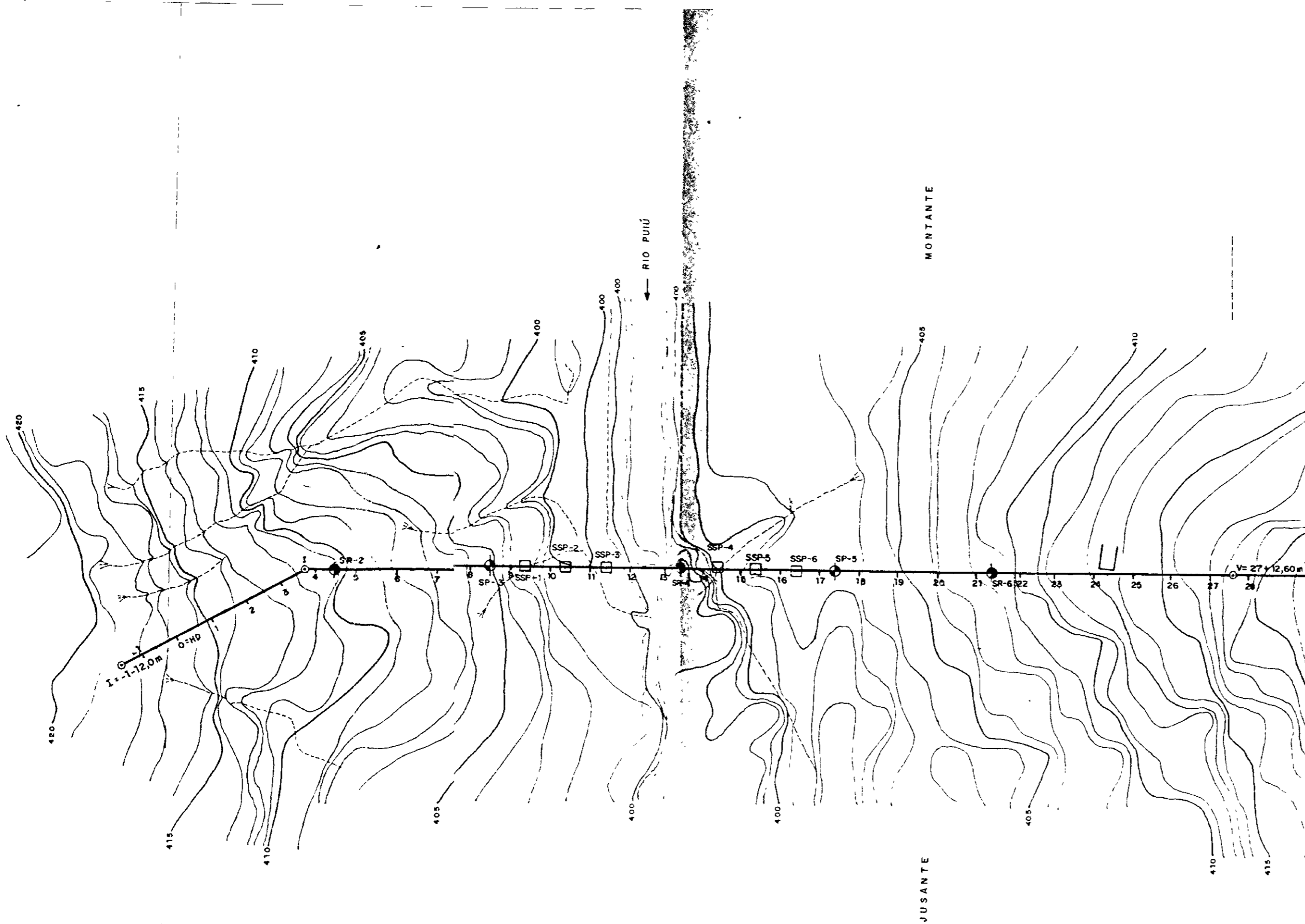
Foram coletadas amostras representativas nas áreas de empréstimos e jazida de areia e levadas para laboratório onde foram submetidas aos seguintes ensaios:

- granulometria por peneiramento;
- granulometria com sedimentação;
- índices de Atterberg;
- Compactação (Proctor Normal);
- Permeabilidade.



CONVENÇÕES

- ⊕ SP-1 - SONDAGEM À PERCUSSÃO
- ⊙ SR-1 - SONDAGEM ROTATIVA
- SSP-1 - SONDAGEM A PÁ E PICARETA



0174/01
 96/1763
 SECRETARIA DE RECURSOS

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ
 LOCALIZAÇÃO DAS INVESTIGAÇÕES

000057



SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA

ESCALA	DATA	CONTRATO Nº	FIGURA
1 2000	JULHO / 87		3.18



3.4.2.2 - Resultados obtidos

S/M

Através das sondagens rotativas e a percussão, e dos poços de inspeção na área do eixo, obteve-se uma caracterização completa da fundação da barragem no trecho do leito do rio, onde ocorre o pacote aluvionar, e nas ombreiras onde o substrato encontra-se quase à superfície do terreno, como pode ser observado no Desenho 02 do Volume III.

Com base nos poços de inspeção das áreas de empréstimos e das jazidas, e dos ensaios de laboratório, definiu-se as características básicas desses materiais.

Todas essas informações resultantes das investigações e ensaios laboratoriais estão resumidos no Anexo C "Estudos Geotécnicos" onde podem ser observados todos os parâmetros utilizados no projeto executivo. Volume II.

Os resultados permitem formular as seguintes considerações:

Na zona do barramento o substrato rochoso é composto de gnaisses com características xistosas predominantes, que em associação aos sistemas de fraturamentos definem uma compartimentação do maciço rochoso, isolando blocos, que trabalham embricados, proporcionando uma excelente característica geomecânica, quanto as solicitações de compressão.

Os ensaios de perda d'água, indicaram valores de perda d'água específica entre 0 e 7,80 l/m/min/kg/cm², o que significa que as fraturas do maciço rochoso proporcionam pequena condutividade hidráulica. Isto vem a confirmar que as fraturas encontram-se em sua maioria seladas ou com aberturas pouco significativas.

O pacote aluvionar é composto por argila silto-arenosa com valores do SPI superiores a 20 e com permeabilidade entre 10⁻⁴ e 10⁻⁵ cm/s.



As áreas de empréstimos estudadas são constituídas de solo de alteração e/ou coluvionares, podendo ser classificados como areia argilosa com pouco pedregulho, de coloração avermelhada ou amarelada, classificada segundo o sistema USBR como SC.

Possui uma umidade ótima variando entre 9,4% e 12,8% e densidade seca máxima entre 1,82 e 1,79 g/cm³.



PARA AQUI

4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

000000



4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

O projeto final das obras foi concebido com base nos dados obtidos nos trabalhos de campo e laboratório, que compreenderam estudos de solos, geotécnicos, hidrológicos, hidráulicos e topográficos.

4.1 - Escolha da seção-tipo

A escolha da seção-tipo proposta, para o projeto executivo, levou em consideração as condições geológicas/geotécnicas da fundação do leito do rio e ombreiras, as disponibilidades de solos finos, materiais granulares e rochosos, bem como suas distâncias de transportes, que analisadas em conjunto permitiram, uma visão global de todos os aspectos técnicos e econômicos que influenciaram a idealização da seção, possibilitando então a escolha da seção final.

A seção-tipo escolhida é composta por um maciço terroso, com filtro horizontal e vertical, podendo no trecho a jusante ser empregado materiais menos nobres, situados a distâncias menores.

A seção-tipo do maciço é mostrada no Desenho nº 03 do Volume III.

4.2 - Materiais de empréstimos

Os estudos realizados no campo identificaram duas ocorrências de solo de alteração ou coluvionares, nas proximidades da obra.

Estas estão localizadas na margem esquerda do rio Puiú, uma próxima a barragem, cerca de 0,5 km, e outra a uma distância média de 1,4 km.



Os materiais identificados são classificados em sua quase totalidade como SC, pelo sistema USBR.

As jazidas de areias ocorrem ao longo do rio formando "bancos".

As pedreiras estão a montante da barragem concentradas na mesma região sendo 3 na margem direita e 1 na esquerda, a uma distância média de 500 m.

O Desenho 04, no Volume III mostra as localizações das jazidas, pedreiras e das áreas de empréstimos em relação a obra.

O Quadro 4.1, a seguir, apresenta um resumo das características técnicas das jazidas 1 e 2, os volumes disponíveis e suas respectivas distâncias média de transporte, e o Quadro 4.2 os volumes e distâncias média de transporte das jazidas de areia e das pedreiras.

4.3 - Sangradouro

Projetou-se o sangradouro de forma a dar fluxo a maior vazão prevista para um tempo de recorrência de 500 anos, já amortizada pelo lago de acumulação.

O local escolhido para o sangradouro situa-se em uma sela topográfica distante cerca de 500 m da ombreira direita da barragem. Ver Desenho nº 05 do Volume III.

A geologia do local é composta predominantemente por gnaisses xistosos, com grande número de veios centimétricos, de quartzo e feldspato, com direção paralela ao eixo do sangradouro, que vem emprestar ao maciço rochoso uma resistência aos processos erosivos que poderão advir do fluxo das águas.

QUADRO 4.1

QUADRO RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DAS JAZIDAS

	FURO Nº	PLASTICIDADE			COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DIS- PONÍVEL (m ³)	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (km)
		LL	LP	IP	γ_{mcx} (g/cm ³)	Hot (%)			
JAZIDA - 01 BELO ALTO	04	26	18	8	1,93	12,0	SC	280.000	1,4
	05	27	19	8	1,93	10,0	SC		
	06	NL	NP	-	1,97	9,4	SM		
	08	27	18	9,0	1,93	9,9	SC		
	09	28	17	11	1,87	11,5	SC		
	10	28	18	10	1,82	12,8	SC		
	11	29	18	11	1,89	11,5	SC		
JAZIDA 02 TAPERA	01	29	19	10	1,92	9,2	SC	60.000	0,5
	02	30	19	11	1,88	10,0	SC		
TOTAL								340.000	

000063



QUADRO 4.2

JAZIDAS DE AREIA E PEDREIRAS

AREIA		VOLUME	DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE
		JAZIDA 01	16.000m ³
	JAZIDA 02	2.000m ³	1,5 km
PEDREIRA	PEDR 01	6.000m ³	0,4 km
	PEDR 02	10.000m ³	0,5 km
	PEDR 03	18.000m ³	0,4 km
	PEDR 04	8.000m ³	0,45km

000001



O sangradouro escolhido foi um perfil "Creager", por oferecer maior velocidade no fluxo d'água, e portanto, maior eficiência, com uma largura de 147,0 metros e com uma lâmina máxima de sangria de 1,75 m.

A vazão de sangria deverá fluir sobre o terreno natural podendo ocorrer eventuais erosões, devido a topografia e a qualidade da rocha do local. Para combater este efeito, projetou-se um cordão de fixação de concreto simples, 20 metros a jusante do perfil Creager, como é mostrado no Desenho nº 06, do Volume III.

Visando a proteção do terreno, situado nas extremidades do muro, previu-se muros de concreto simples com dentes de proteção a erosão devidamente ancorados.

4.4 - Tomada d'água

A tomada d'água foi projetada para dar fluxo a uma vazão suficiente para atender a demanda necessária à irrigação das manchas de aluvião a jusante da barragem.

A tomada d'água foi colocada em uma cota tal que o volume morto é de cerca de 2% do volume máximo de acumulação.

Optou-se pelo controle da vazão da tomada d'água por jusante, através de dois registros do tipo gaveta trabalhando em série.

Os detalhes das obras e dos registros, são mostrados nos Desenhos N^os. 07, 08 e 09, do Volume III.

4.5 - Quadro de cubação do maciço e sangradouro

É apresentado, a seguir, os Quadros 4.3 e 4.4 relativos aos cálculos dos volumes do maciço e do sangradouro.

60000

QUADRO 4.3

PLANILHA DE CUBAÇÃO DO MACIÇO

ESTACA	NÚCLEO		AREIA		PEDRISCO		BRITA CORRIDA		ENROCAMENTO		SOMA
	ÁREA	VOLUME	ÁREA	VOLUME	ÁREA	VOLUME	ÁREA	VOLUME	ÁREA	VOLUME	
01	5,75	108,26	-	-	-	-	1,24	22,51	4,21	79,72	210,49
02	20,10	401,90	0,95	19,00	-	-	2,59	51,70	12,11	242,20	714,80
03	42,27	885,44	2,35	47,00	-	-	4,09	81,85	15,13	302,51	1.316,80
04	79,65	1592,93	3,80	76,00	-	-	5,65	113,09	18,25	364,98	2.147,00
05	125,53	2510,64	5,25	105,00	-	-	7,22	144,32	21,37	427,44	3.187,40
06	167,35	3346,95	6,35	127,00	-	-	8,40	168,02	23,74	474,82	4.116,80
07	220,67	4413,33	7,60	152,00	-	-	9,77	193,30	26,47	525,39	5.284,02
08	298,50	5969,91	9,15	183,00	-	-	11,46	229,17	29,86	597,17	6.979,25
09	366,21	7324,17	23,20	463,97	-	-	12,91	258,13	31,73	634,58	8.680,85
10	458,96	9179,27	51,34	1026,86	-	-	15,22	304,31	39,66	793,16	11.303,60
11	480,07	9601,48	52,53	1051,61	-	-	15,64	312,76	42,75	854,95	11.820,80
12	543,41	10868,22	53,55	1071,03	-	-	16,66	333,17	53,66	1073,18	13.345,60
13	868,70	17373,91	54,56	1091,27	-	-	25,39	507,80	141,21	2824,22	21.797,20
14	561,90	11237,96	53,74	1074,77	-	-	17,67	353,31	59,47	1189,36	13.855,40
15	473,74	9474,80	51,75	1035,01	-	-	15,55	311,07	41,52	830,32	11.651,20
16	408,95	8178,96	50,86	1017,22	-	-	13,86	277,30	31,09	621,72	10.095,20
17	408,95	8178,96	50,86	1017,22	-	-	13,86	277,30	31,09	621,72	10.095,20
18	408,95	8178,96	50,86	1017,22	-	-	13,86	277,30	31,09	621,72	10.095,20
19	400,13	8002,58	50,28	1005,64	-	-	13,70	273,92	30,23	604,66	9.886,80

PLANILHA DE CUBAÇÃO DO SANGRADOURO



SEÇÃO	ÁREA	ÁREA MÉDIA	VOLUME	VOLUME TOTAL
0	170,65	-	3.413,00	3.413,00
1	75,80	-	1.516,00	4.929,00
2	53,05	-	1.061,00	5.990,00
3	65,95	-	1.319,00	7.309,00
4	125,30	-	2.506,00	9.815,00
5	216,85	-	4.337,00	14.152,00
6	348,15	-	6.963,00	21.115,0
7	505,50	-	3.538,50	24.653,50

VOLUME ESCAVADO* 24.653,50

000063



BARRAGEM PUIÚ
CUBAÇÃO DO SANGRADOURO
QUADRO 4.4



5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DO PROJETO

0000092



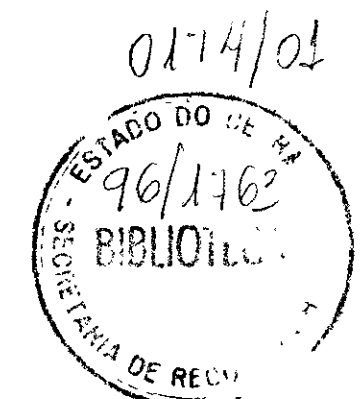
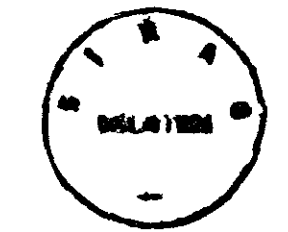
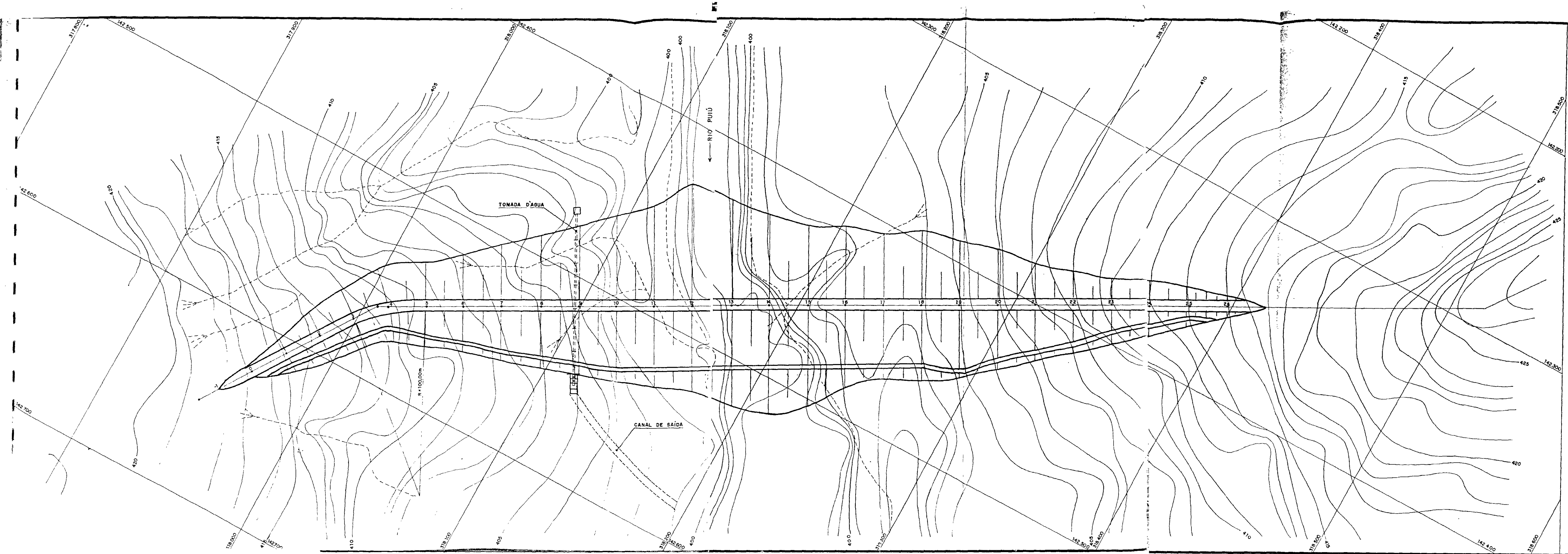
5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DO PROJETO

O projeto da barragem de Puiú foi executado em conformidade com as peculiaridades geológicas e geotécnicas da região, levando em conta a exploração, com custo mínimo, dos materiais existentes nas proximidades do local das obras.

As características básicas do projeto são as seguintes:

- o maciço é de terra zoneada, com filtro vertical (chaminé) e filtro horizontal (colchão);
- o talude de montante tem inclinação de 1:2,5 até a cota 407,00 e abaixo desta 1:3,0, protegido por um "rip-rap";
- o talude de jusante tem inclinação de 1:2,5 com uma berma de enrocamento na zona próxima ao leito do rio;
- a berma de jusante, no trecho do rio, tem cota constante igual a 404,00 e largura de 3,0m até encontrar o terreno natural. A partir do encontro com o terreno natural passa a ser um dreno de pé com altura constante de 1,50 m e largura de 2,00 m;
- o talude de jusante será protegido com plantas regionais do tipo salsa ou macambira;
- em toda a extensão da barragem será escavada uma trincheira para vedação até atingir o substrato rochoso. No leito do rio a escavação desse "cut-off" atingirá a profundidade máxima. Na Figura 5.1, a seguir, é mostrado a planta baixa da barragem, e no Desenho nº 10 do Volume III na posição correspondente ao estaqueamento do eixo.

Para evitar possíveis fugas de água em pontos da bacia hidráulica foram projetadas 03 pequenas barragens auxiliares, cujas localizações encontram-se indicadas no Desenho nº 05 do Volume III. (Arranjo Geral das Obras).



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO 4ª DIRETORIA REGIONAL			
BARRAGEM PUIÚ PLANTA BAIXA DA BARRAGEM			000071
	SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA		
	ESCALA 1:1000	DATA JULHO / 87	CONTRATO N.º

A seção-tipo adotada para essas barragens auxiliares encontra-se indicada no Desenho nº 03 do Volume III.

O sangradouro está projetado na ombreira direita, em uma sela topográfica, com 147,0 m de largura, composta por um perfil "Creager", muros de ligação e um cordão de fixação a jusante do perfil.

O cordão de fixação tem a finalidade de resistir aos processos erosivos que poderão ocorrer, devido aos condicionamentos topográficos e pelas características apresentadas pela rocha de fundação.

Para um tempo de recorrência de 500 anos a vazão máxima prevista, para uma lâmina de sangria de 1,75 m, é de 684,10 m³/s.

As características do sangradouro e dos muros são apresentadas no Desenho nº 06 do Volume III.

A tomada d'água está localizada na ombreira direita, é composta de uma caixa de entrada, uma tubulação de 600 mm de diâmetro, dois registros em série para controle de vazões e uma bacia de dissipação.

As características da galeria da tomada d'água e da bacia de dissipação são mostradas nos Desenhos nºs. 07, 08 e 09 do Volume III.

São as seguintes características gerais da barragem de Puiú:

- Maçico da Barragem

. cota de coroamento: 416,70 m



- . altura máxima: 19,70 m
- . comprimento: 560,6 m
- . nível d'água máximo: 415,00 m³
- . volume de solo: 147.200 m³
- . volume de areia: 12.300 m³
- . volume de enrocamento: 6.000 m³
- . volume de acumulação: 24,5 x 10⁶ m³

- Maciço das Barragens Auxiliares

- . cota de coroamento = 416,70 m
- . volume de terra - Barragem auxiliar 1 = 650 m³
Barragem auxiliar 2 = 350 m³
Barragem auxiliar 3 = 200 m³
1.200 m³

- Sangradouro

- . cota da soleira: 413,50 m
- . largura: 147,0 m
- . vazão máxima do projeto: 684,10 m³/s
(Tr = 500 anos)
- . lâmina d'água máxima do projeto: 1,75 m

- Tomada D'água

- . cota de porão: 404,00 m
- . diâmetro do tubo: 600 mm
- . vazão máxima: 1,0 m³/s.



6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO

000874



6 - CRONOGRAMA DA CONSTRUÇÃO

O Cronograma de Construção das obras foi elaborado considerando-se o início dos serviços em setembro e término no final do período seco do ano seguinte, isto é, por um espaço de 16 meses.

Os trabalhos deverão seguir uma determinada sequência, com o intuito de uma melhor eficácia no andamento dos mesmos. Os trabalhos de concretagem, por exemplo, foram previstos para o período chuvoso e os que envolvem movimento de terra para o período seco.

A Figura 6.1 mostra o Cronograma dos Serviços, onde verifica-se os tempos disponíveis para cada uma das atividades principais.

FIGURA - 6 1

CRONOGRAMA DOS SERVIÇOS

BARRAGEM PUIÚ

SERVIÇO	MESES															
	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
INSTALAÇÃO DO CANTEIRO E ALOJAMENTO																
MOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS																
LIMPEZA DO SANGRADOURO E OMBREIRA DIREITA																
ESCAVAÇÃO DO SANGRADOURO																
ESCAVAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA																
LIMPEZA DO TRECHO CENTRAL																
EXECUÇÃO DO CUT-OFF NO TRECHO CENTRAL																
LIMPEZA DA JAZIDA 1																
LIMPEZA DA JAZIDA 2																
CONCRETAGEM DA TOMADA D'ÁGUA																
CONCRETAGEM DO PERFIL CREAGER																
CONCRETAGEM DOS MUROS DE PROTEÇÃO																
CONCRETAGEM DO CORDÃO DE FIXAÇÃO																
EXECUÇÃO DAS BARRAGENS AUXILIARES																
EXPLORAÇÃO DA JAZIDA 1																
EXPLORAÇÃO DA JAZIDA 2																
EXECUÇÃO DA ENSECADREIRA																
EXECUÇÃO DA OMBREIRA DIREITA																
LIMPEZA DA OMBREIRA ESQUERDA																
EXECUÇÃO DA OMBREIRA ESQUERDA																
EXECUÇÃO DAS BARRAGENS SECUNDARIAS																
EXECUÇÃO DO MACIÇO CENTRAL																
INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS																
ACABAMENTO DAS OBRAS																

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

00000

OBRA: BARRAGEM PUIÚ
LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
5	<u>SUPERVISÃO E ACOMPANHAMENTO</u>				
5.1	Supervisão e acompanhamento dos trabalhos de implantação da obra (10% do valor global)	vb	-	-	7.383.465,3
	TOTAL DO ITEM 05				7.383.465,3
	TOTAL GERAL				81.218.118,73

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

1.000.00

OBRA: BARRAGEM PUIÓ
LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
4.2	<u>Concreto</u>				
4.2.1	Concreto estrutural da galeria e bacia de dissipação com forma e ferragem	m ³	254	11.334,40	2.878.937,60
4.2.2	Concreto ciclópico	m ³	-	-	-
4.2.3	Concreto de regularização	m ³	40	2.558,33	102.333,20
4.3	<u>Equipamentos mecânicos</u>				
4.3.1	Tubos de aço de Ø de 600 mm	m	84	9.844,74	826.958,16
4.3.2	Registros de acionamento direto, volante e "by pass" de Ø de 600 mm - Barbarã, mod. R16 - FV.BP	ud	02	489.491,00	978.982,00
	TOTAL DO ITEM 04				5.036.851,36
	TOTAL DOS ITENS 1, 2, 3 e 4				73.834.653,41

QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

03/04

OBRA: BARRAGEM PUIÚ

LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
3.2	<u>Concreto</u>				
3.2.1	Concreto simples para o perfil "Creager" c/ forma	m ³	1.540	4.857,60	7.480.704,00
3.2.2	Concreto ciclópico para os muros e soleira	m ³	697	4.209,92	2.934.314,24
3.2.3	Concreto de regularização	m ³	210	2.558,33	537.249,30
3.2.4	Aço p/ancoragem	kg	1.636	68,00	111.248,00
3.2.5	Juntas Fungenband	n	45	680,00	30.602,70
	TOTAL DO ITEM 03				16.053.982,24
	<u>TOMADA D'ÁGUA</u>				
3.1	<u>Escavação</u>				
3.1.1	Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m ³	300	53,43	16.029,00
3.1.2	Escavação mecânica em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m ³	400	102,00	40.800,00
3.1.3	Escavação mecânica em material de 3ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m ³	440	391,84	172.409,60
3.1.4	Juntas Fungenband	n	30	680,00	20.401,80

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
 DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
 4ª DIRETORIA REGIONAL
 QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

00000

OBRA: BARRAGEM PUIÚ
 LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
2.3.6	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria para filtro a uma distância de até 4,0 km	m ³	13.000	317,36	4.125.680,0
2.3.7	Regularização dos taludes	m ²	26.100	30,76	802.836,0
2.3.8	Plantio da proteção do talude de jusante	m ²	11.300	58,29	658.677,00
2.3.9	Fio de pedra	m	1120	307,64	344.558,88
	TOTAL DO ITEM 02				41.808.482,00
3	<u>SANGRA DOURO</u>				
3.1	<u>Escavação</u>				
3.1.1	Escavação mecânica, carga e transporte em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m ³	7.800	39,02	304.356,00
3.1.2	Escavação mecânica, carga e transporte em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m ³	2.600	76,26	198.276,00
3.1.3	Escavação mecânica, carga e transporte em material de 3ª categoria não utilizável no maciço da barragem, com bota-fora de até 0,30 km.	m ³	15.600	285,72	4.457.212,00

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

09081

OBRA: BARRAGEM PUIÚ
LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
2.2.3	Escavação mecânica em material de 3ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	500	391,84	195.920,00
2.3	<u>Maciço</u>				
2.3.1	Escavação, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de 1ª categoria até uma distância de:				
	0,50 km	m³	62.000	98,77	6.123.740,00
	1,50 km	m³	87.200	111,72	9.741.984,00
2.3.2	Lançamento, espalhamento e compactação de material de 3ª categoria	m³	16.700	119,82	2.000.994,00
2.3.3	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria para a central de britagem a uma distância de até 0,30 km (pedreira)	m³	7.500	391,84	2.938.800,00
2.3.4	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria para o maciço a uma distância de até 1,0 km	m³	16.700	450,13	7.517.171,00
2.3.5	Beneficiamento, carga, transporte, lançamento, espalhamento e compactação de material de transição à uma distância de até 0,50 km	m³	6.000	511,66	3.069.960,00

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL
QUADRO DE QUANTITATIVOS E PREÇOS

000082

OBRA: BARRAGEM PUIÓ
LOCAL: TAUÁ - CEARÁ

PREÇOS DE JULHO DE 1987

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO Cz\$	PREÇO TOTAL Cz\$
1	<u>SERVIÇOS PRELIMINARES</u>				
1.1	Instalação do canteiro de obras	vb	-	-	5.711.449,30
1.2	Mobilização e desmobilização	vb	-	-	4.374.134,70
1.3	Divulgação	vb	-	-	1.249.752,80
	TOTAL ITEM 01				10.935.336,80
2	<u>BARRAGEM PRINCIPAL E AUXILIARES</u>				
2.1	<u>Serviços preliminares</u>				
2.1.1	Estrada de acesso	km	8,0	223.449,77	1.787.598,16
2.1.2	Caminhos de serviços	km	7,0	9.618,05	67.326,35
2.1.3	Desmatamento e destocamento do local da barragem, sangradouro e jazidas	ha	30,0	20.314,49	609.434,70
2.1.4	Expurgo nas áreas de implantação da barragem, sangradouro e jazidas	m³	60.000	25,58	1.534.800,00
2.2	<u>Fundação</u>				
2.2.1	Escavação mecânica em material de 1ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	3.500	53,43	187.005,00
2.2.2	Escavação mecânica em material de 2ª categoria com bota-fora de até 0,30 km	m³	1.000	102,00	102.000,00



8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS
PARA A EXECUÇÃO DAS OBRAS DA
BARRAGEM PUIÓ

000083



8 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA A EXECUÇÃO DAS OBRAS
DA BARRAGEM PUIÚ

As Especificações Técnicas Gerais, que servirão de normas para a execução das obras da Barragem Puiú, são apresentadas no Anexo D do Volume II.



9 - MEMÓRIA DE CÁLCULOS DO
PROJETO EXECUTIVO

000085



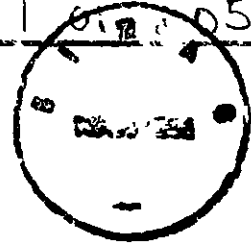
9.1 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS
DO MACIÇO

000086



Obra BARRAGEM DE PUIC	Assunto PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO		
Cálculo WJ	Visto M.	Data JULHO 17	Folha 01 de 05

1.0 ALTURA DA BARRAGEM



Para a escolha da cota da soleira do sangradouro da barragem ponderou-se dois fatores; o volume de acumulação e o volume da obra de barramento.

O volume de acumulação foi escolhido entre 25 a 30 milhões de metros cúbicos baseado nos estudos hidrológicos da região.

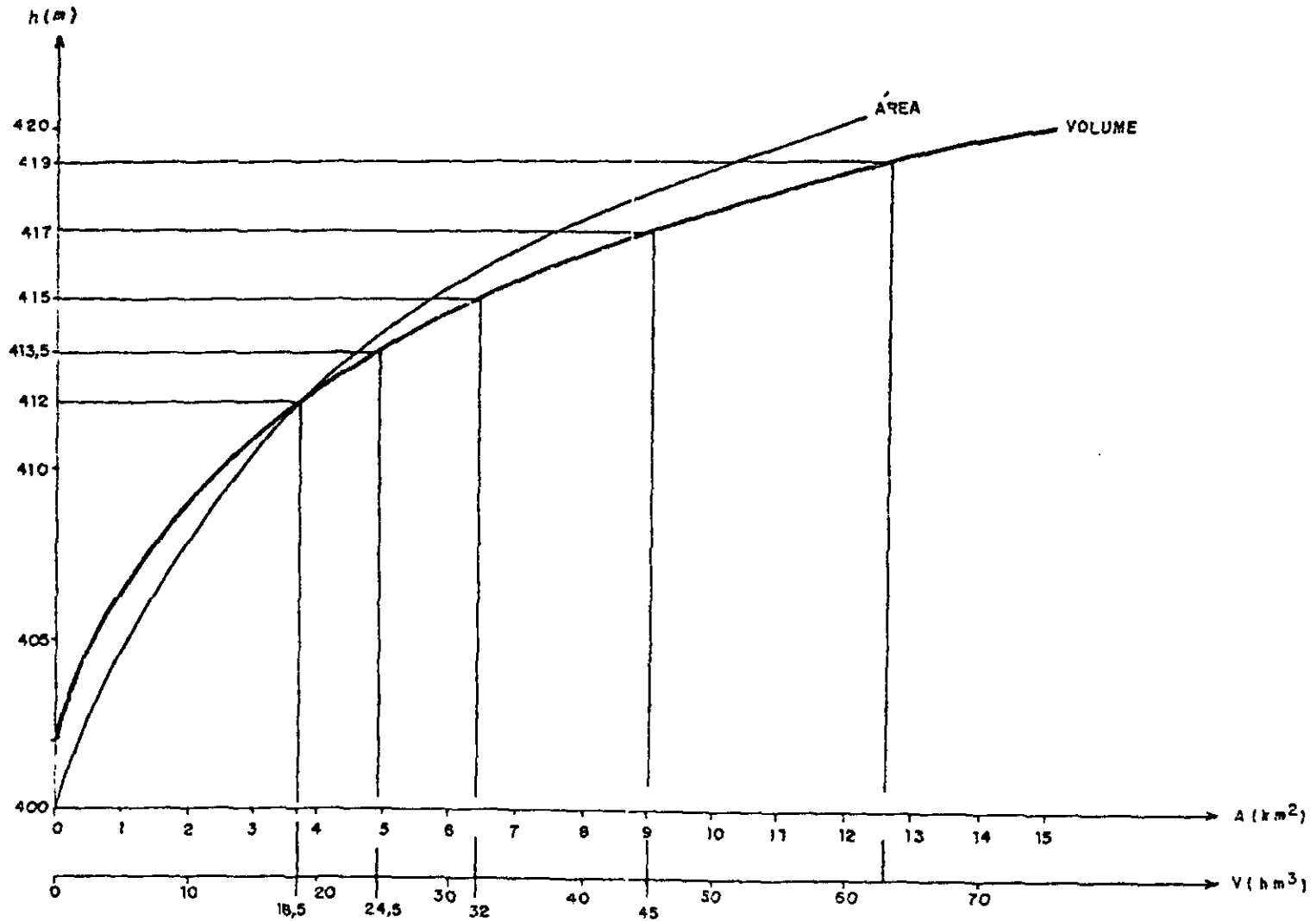
Tentou-se escolher a altura da barragem de tal forma a evitar a fuga de água por outros locais ao longo da face de acumulação que não fossem o boqueirão escolhido. Com isto verificou-se que o nível máximo de água, para reduzir ao mínimo o número de fugas, é próximo da cota 435,00

De posse da curva COTA X ÁREA X VOLUME, Fig 9.1, verificou-se que para a cota d'água 433,50 (soleira do sangradouro) o volume acumulado é de $24,5 \times 10^6 \text{ m}^3$

Os cálculos hidráulicos para um

000087

FIGURA - 9.1
 GRÁFICO - COTA x ÁREA x VOLUME
 BARRAGEM PUIÚ



000000





Obra BARRAGEM DE POU		Assunto PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO L/O	
Calculo M.	Visto 	Data JUL/87	Fe'ha 02/05

sangradouro tipo "perfil Creager" com 147,0 m de largura e vazão de 500 m³/s forneceram uma lâmina de sangria de cerca de 1,75 m (ver este resultado na memória de cálculo referente ao "cálculo do sangradouro")

Isto representa um nível máximo de água na cota 415,25 m

Calculou-se a folga para as ondas máximas do lago pelas expressões:

$$f = 0,75 \times h_0 + \frac{v_0^2}{2g}, \text{ onde}$$

h_0 = altura das ondas (m)

v_0 = velocidade das ondas (m/s)

$$h_0 = 0,75 + 0,34\sqrt{L} - 0,26\sqrt{L^4}$$

onde L = "fetch" (km) que para a bacia hidráulica estudada é de 4,0 km

$$h_0 = 0,96 \text{ m} \rightarrow v_0 = 3,62 \text{ m/s}$$

$$f = 1,45 \text{ m}$$

A revanche (r) será igual a folga dividida as ondas mais a lâmina de sangue.



Obra	BARRAGEM PUJU		Assunto	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO VAZIO	
Cálculo	L1	Visto	M.	Data	JUL/81
				Feita	03/05

sanguia, então:

$$r = f + h_s = 1,45 + 1,75$$

$$r = 3,20 \text{ m}$$

Logo a COTA DE COROAMENTO é:

$$C_c = 413,50 + 3,20$$

$$C_c = 416,70 \text{ m}$$

A cota do ponto mais baixo do fundo do rio, no eixo da barragem, é de 397,0.

Assim a altura da barragem é de 19,70.

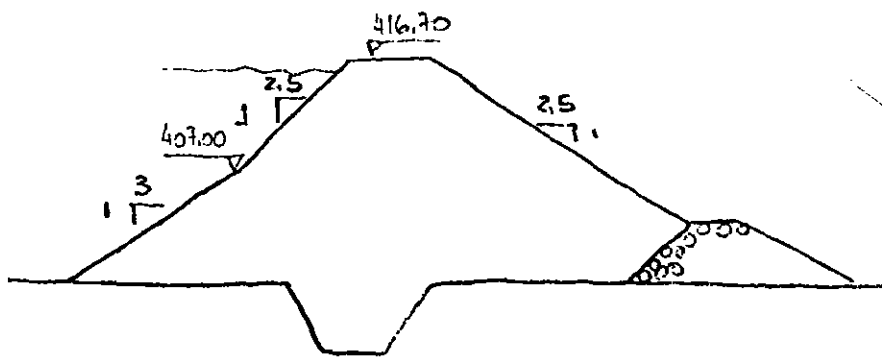


Obra BARRAGEM PUIU	Assunto PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO TALUDE
Cálculo WJ	Visto HL
Data JUL/87	Folha 01 de 05

2º TALUDES

Os taludes foram estudados partindo de valores reconhecidamente instáveis e suavizando-os até alcançarem fatores de segurança considerados admissíveis chegou-se aos seguintes valores

talude de jusante 1:2,5
talude de montante 1:2,5 na parte sup.
e 1:3,0 na inferior



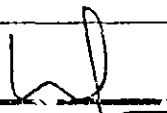
3º CONCLUÍDO

Para a largura do corcamento adotou-se o critério de cálculo sugerido por E.F. Preece, que é:

$$b = 1,1 \sqrt{H} + 1,0 \quad \text{onde } H = \text{altura máx. da barragem}$$

$$b = \text{largura do}$$



Obra	BARRAGEM PUIU	Assunto	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO		
Cálculo		Visto	rl.	Data	JUL/87
				Folha	05 de 05

comprimento (m)

$$D = 1,5 \sqrt{39,50} + 1,0 = 5,86 \text{ m}$$

ADOPTOU-SE 6,00 m

4o TIPO DE MACIÇO

Escolheu-se material terroso (solo) para a construção do maciço de barramento tendo em vista o grande volume de solo de boa qualidade às suas proximidades da obra.

Este material quando ensaiado em laboratório apresentou os seguintes valores:

Pêso específico $\gamma_{OT} = 2,00 \text{ t/m}^3$

$\gamma_{SAT} = 2,15 \text{ t/m}^3$

$\gamma_{SUB} = 1,15 \text{ t/m}^3$

* Coesão: $c' = 3,5 \text{ t/m}^2$

* ângulo de atrito interno: $\phi' = 15^\circ$

* VALORES OBTIDOS EM SOLO SEMELHANTE UTILIZADO EM OBRA DE BARRAMENTO NA MESMA REGIÃO



9.2 - CÁLCULO DO FILTRO E
TRANSIÇÕES

000003



Obra	BARRAGEM PUIÚ	Assunto	CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo		Data	JUL/87
Visto	fl.	Folha	01 de 10

Analisou-se o filtro e as transições pelos critérios de Terzaghi e pelo critério da uniformidade para o material do núcleo e para as duas jazidas de areia.

Chamamos aqui de "areia 1" a proveniência do banco dito jazida 1 e para a oriunda do banco jazida 2 de "areia-2".

São as seguintes as características granulométricas dos materiais:

	D10	D15	D50	D60	D85 (mm)
AREIA 1	0,075	0,30	0,13	0,17	4,0
AREIA 2	0,42	0,47	0,13	0,17	4,5
NÚCLEO	—	0,007 (mín)	0,20	0,40	2,0

CRITÉRIOS:

a) TERZAGHI

$$a.1 - \frac{D_{15}(\text{FILTRO})}{D_{15}(\text{NÚCLEO})} \geq 5$$

$$a.2 - \frac{D_{10}(\text{FILTRO})}{D_{85}(\text{NÚCLEO})} \leq 5$$

000094



Obra	BARRAGEM POIU	Assunto	CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo		Visto	
		Data	JUL/87
		Folha	02 de 02

b) COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE

$$b.1 - \frac{D_{60}(\text{FILTRO})}{D_{10}(\text{FILTRO})} \leq 20$$

VERIFICAÇÃOI. TRANSIÇÃO AREIA 1 E NUCLEO

$$a.1 - \frac{D_{15}(\text{AREIA-1})}{D_{15}(\text{NUCLEO})} = \frac{0,30}{0,007} = 43 > 5$$

$$a.2 - \frac{D_{85}(\text{AREIA-1})}{D_{85}(\text{NUCLEO})} = \frac{0,30}{2} = 0,15 < 5$$

$$b.1 - \frac{D_{60}(\text{AREIA-1})}{D_{10}(\text{AREIA-1})} = \frac{0,17}{0,075} = 2,27 < 20$$

II. TRANSIÇÃO AREIA 2 E NUCLEO

$$a.1 - \frac{D_{15}(\text{AREIA-2})}{D_{15}(\text{NUCLEO})} = \frac{0,47}{0,002} = 67 > 5$$

$$a.2 - \frac{D_{85}(\text{AREIA-2})}{D_{85}(\text{NUCLEO})} = \frac{0,47}{2} = 0,23 < 5$$

$$b.1 - \frac{D_{60}(\text{AREIA-2})}{D_{10}(\text{AREIA-2})} = \frac{0,17}{0,42} = 0,40 < 20$$



Obra BARRAGEM PUIU		Assunto CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES		
Cálculo h.p.	Visto M.	Data JUL/87	Folha 03 de 10	

Para análise da camada de transição, comparou-se a granulometria média da brita usada com a das areias:

	D ₁₀	D ₁₅	D ₅₀	D ₆₀	D ₈₅ (m)
BRITA CORRIDA	4,80	6,25	30,0	41,0	99,0

III. TRANSIÇÃO BRITA CORRIDA E AREIA 1

$$a.1 - \frac{D_{15}(BRITA)}{D_{15}(AREIA 1)} = \frac{6,25}{0,3} = 20,8 > 5$$

$$a.2 - \frac{D_{15}(BRITA)}{D_{85}(AREIA 1)} = \frac{6,25}{4,0} = 1,56 < 5$$

$$b.1 - \frac{D_{60}(BRITA)}{D_{10}(BRITA)} = \frac{41,0}{4,8} = 8,5 < 20$$

IV. TRANSIÇÃO BRITA CORRIDA E AREIA 2

$$a.1 - \frac{D_{15}(BRITA)}{D_{15}(AREIA 2)} = \frac{6,25}{0,47} = 13,30 > 5$$

$$a.2 - \frac{D_{15}(BRITA)}{D_{85}(AREIA 2)} = \frac{6,25}{4,5} = 1,38 < 5$$

$$b.1 - \frac{D_{60}(BRITA)}{D_{10}(BRITA)} = \frac{41,0}{4,8} = 8,5 < 20$$

TODAS AS CONDIÇÕES FORMAM ATENDIDAS

000096



Obra BARRAGEM POIU	Assunto CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo 	Visto M.
Data JUL 18	Folha 01 de 10

DIMENSIONAMENTO DOS FILTROS

O filtro projetado para a barragem consiste de um filtro "chamine" que interceptará a percolação através do corpo da barragem e um colchão drenante horizontal que conduzirá para o exterior a percolação da barragem e a que se dará pela fundação.

Determinou-se a espessura da parte vertical e horizontal do filtro considerando-se um satisfatório fator de segurança relativo a capacidade de descarga dos mesmos.

Em primeiro passo calculou-se a vazão de percolação pelo corpo da barragem e pela fundação com apoio das rédes de fluxo (DES nº 11 12. vol III) nesses locais e usando-se a seguinte expressão devida a Darcy:

$$q = \frac{n_e}{n_f} \times k \times h_f$$

onde q = vazão por metro de extensão da obra

n_f = nº de canais de fluxo

n_e = nº de quedas de potenciais

h_f = altura hidrostática total

000097



Obra BARRAGEM PUIV		Assunto CALCULO DO FILTRO E TRANSICPÉ	
Circulo L	Visto M.	Data JUL/87	Folha 05 de 10

Para a percolação através do corpo da barragem obteve-se:

$$q_b = \frac{4}{6} \times 8 \times 10^{-8} \text{ m/s} \times 18,0 \text{ m} = 0,96 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

Para a percolação pela fundação

$$q_f = 0,61 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

A capacidade mínima de descarga do filtro chamini deve ser de $0,96 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ e a capacidade do colchão injunção $1,57 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ ($q_f + q_b$)

VARZÃO DO FILTRO CHAMINE EM FUNÇÃO DA ESP. L

ESPESSURA	VARZÃO (q = K.A.L/L)	FS = $\frac{\text{VARZÃO}}{\text{NECESSÁRIA}}$
0,50	$6,9 \times 10^{-5}$	71,8
0,60	$8,3 \times 10^{-5}$	86,0
0,80	$1,1 \times 10^{-4}$	114,0
1,00	$1,4 \times 10^{-2}$	145,8

ADOPTAMOS A ESPESURA DE 1,00 METRO PARA EXECUÇÃO MECÂNICA (PÉDREGAL) E OS CÁLCULOS MOSTRAM QUE SERIAM BASTANTE ADEQUADOS.

1600098



Obra BARRAGEM PUIU		Assunto CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES	
Cálculo LH	Visto ML.	Data JUL/87	Folha 06 de 10

ESPESSURA MÍNIMA PARA O FILTRO HORIZONTAL



$$A_b^2 = \frac{Q \times L_b}{k_b}$$

$$A_b = \sqrt{\frac{Q \times L_b}{k_b}}$$

$$\text{espessura} = h_b = A_b = \sqrt{\frac{1,57 \times 10^{-6} \times 40 \text{ m}}{10^{-4}}} = 0,79 \text{ m}$$

$$\text{espessura mínima} = 0,79 \text{ m} \approx 0,80 \text{ m}$$

ADOTAMOS ESPESURA DE 1,20 m PARA O TAPETE HORIZONTAL PARA MAIOR SEGURANÇA DA OBRA.



Obra BARRAGEM PIU	Assunto CALCULO DO FLUXO E TRANSIÇÕES		
Cálculo i. 1)	Visto III.	Data JUL/87	Folha 07 de 10

CALCULO DA VAZÃO PELA FUNDAÇÃO

A. PARÂMETROS ADOTADOS

PJ 100

- FUNDAÇÃO

coeficiente de permeabilidade $K_f = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

- TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO

coeficiente de permeabilidade $K_{tr} = 10^{-7} \text{ m/s}$

B. MÉTODO

A partir da rede de fluxo (fig. 9.2.2.) a vazão foi calculada pela fórmula seguinte.

$$q_f = K_f \cdot \Delta H \cdot \frac{n_f}{n_e}$$

$n_f = n^\circ$ de canais de fluxos
(adotado 3)

$n_e = n^\circ$ de quedas de equipotenciais, também

Adotou-se a superfície do alicerce inclinada paralelo ao nível do terreno e ambos horizontais entre si, n_e pode ser expresso em função de L (largura da base da barragem) e d (espessura da camada permeável de fundação)

Por ser a rede de fluxo um reticulado ortogonal e o número de canais de fluxo



Obra BARRAGEM POIU	Assunto CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo L. J.	Visto M.
Data JUL/87	Folha nº 1 de 1 08 de 10

constante igual a 3, a largura dos quadros dos do lado é $d/3$

O número de quedas de potência, se não houvesse trincheira de vedação, seria $n_e = \frac{1}{d/3}$

No trecho da trincheira de vedação, onde $K_{tr} = \frac{1}{50} K_f$, $n_e' = 50 \times \frac{(d+4)}{d/3}$

quedas $1/50$ já está incluída em n_e .

Assim o número total de quedas de potência é

$$n_e \text{ total} = \frac{1}{d/3} + 69 \times \frac{(d+4)}{d/3} = \frac{36 + 588}{d} + 147$$

$$n_e = \frac{36}{d} + \frac{588}{d} + 147$$

COM CÁLCULO

COM NÍVEL D'ÁGUA DE 35 CM DE AL. DE 11.

CALCULOU-SE



Obra	BARRAGEM PULU		Assunto	CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES	
Cálculo	L		Visto	M.	
			Data	JUL/87	
			Folha	09 de 0	

Seção L/20m	H (m)	d	L	COM TRINCHERA			SEM TRINCHERA		
				m ²	q _f (10 ⁻³ m ³ /s)	Q _{f, acum} (10 ⁻³ m ³ /s)	m ²	q _f (10 ⁻³ m ³ /s)	Q _{f, acum} (10 ⁻³ m ³ /s)
0	0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
1	1,70	1,0	14,5	779	33,00	33,00	44,00	520,00	580,00
2	3,20	1,0	22,0	801	60,00	93,00	66,00	777,00	1307,00
3	4,50	1,0	28,5	821	82,00	175,00	86,00	785,00	2092,00
4	6,00	1,0	36,0	843	107,00	282,00	108,00	822,00	2925,00
5	7,50	1,0	43,5	866	130,00	412,00	131,00	859,00	3784,00
6	8,20	1,0	47,0	876	140,00	552,00	141,00	872,00	4656,00
7	10,00	1,0	55,4	901	166,00	718,00	166,00	704,00	5560,00
8	11,50	1,0	59,9	915	189,00	907,00	170,00	758,00	6518,00
9	14,00	0,5	81,5	1810	116,00	1023,00	487,00	421,00	6949,00
10	16,20	0,5	93,25	1883	129,00	1152,00	560,00	434,00	7382,00
11	16,70	1,5	96,0	731	243,00	1495,00	192,00	1305,00	2682
12	18,59	1,0	105,7	1053	264,00	1759,00	318,00	872,00	1082
13	19,59	1,5	111,4	762	384,00	2143,00	223,00	1312,00	1082
14	16,60	4,0	95,45	366	680,00	2823,00	72,00	2458,00	1452
15	14,50	5,0	87,7	315	640,00	3513,00	20,00	422,00	1822
16	14,50	4,0	82,9	357	609,00	4122,00	63,00	2452,00	2712
17	14,70	2,0	85,0	569	388,00	4510,00	120,00	1723,00	22850,00
18	14,50	1,5	83,9	707	308,00	4813,00	168,00	1293,00	25171,00
19	13,20	1,5	76,70	699	286,00	5104,00	153,00	1204,00	26412,00
20	11,00	1,5	58,4	656	252,00	5356,00	117,00	1140,00	27122,00
21	8,3	1,5	47,5	624	196,00	5552,00	95,00	1211,00	28123,00
22	6,0	1,5	36,0	611	147,00	5699,00	72,00	1257,00	28123,00
23	4,0	1,0	26,0	813	74,00	5723,00	78,00	769,00	185,00
24	3,0	0,5	21,0	1449	31,00	5204,00	126,00	357,00	7812,00
25	1,0	0,5	11,0	1239	11,00	5415,00	62,00	227,00	8122,00
26	0	-	-	-	-	5815,00	-	-	31769,00

$$Q_{f, acum} = 5,8 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{f, acum} = 5,8 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

D. RECOMENDADO

DA ACOMPANHAR COM O CÁLCULO SE A ÁREA DE TRANSIÇÃO FOR MÁXIMO A VEZES TOTAL DA EFETIVIDADE SECA

COM TRINCHERA = 1804 m³/ANO ou 5,8 x 10⁻⁵ m³/s
 SEM TRINCHERA = 9991 m³/ANO ou 3,1 x 10⁻⁵ m³/s

000102



Obra BARRAGEM PUIU		Assunto CALCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES	
Cálculo LJ	Visto M.	Data JUL/83	Folha 10 de 10

ISTO SIGNIFICA AS SEGUINTE VALORES POR METRO DE BARRAGEM
COM TRINCHEIRA : $1,1 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$
SEM TRINCHEIRA : $6,1 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$



9.3 - ESTABILIDADE DOS TALUDES

000104³



Obra BARRAGEM POIU	Assunto Estabilidade dos taludes		
Cálculo [assinatura]	Visto M.	Data JUL/87	Fecha 01/2/88

O cálculo da estabilidade dos taludes da barragem foi feito utilizando-se o método das fatias, considerando para o talude de montante a situação de um rebouxamento rápido total e para o talude de jusante as condições que ocorrem na operação.

Utilizou-se o conceito de fator de segurança apresentado por Sherard, ou seja

$$FS = \frac{(1 - \bar{B}) \cdot \sum Fa + \sum C}{\sum T}$$

\bar{B} = grandeza da pressão neutra

$\sum Fa$ = somatório das forças provenientes do abito

$\sum C$ = somatório das forças coesivas

$\sum T$ = somatório das forças tangenciais

Com base nos índices físicos dos solos a serem empregados na construção da barragem, e na experiência adquirida para o mesmo tipo de material em outros



Obra BARRAGEM DOIU	Assunto ESTABILIDADE DE TALUDES		
Cálculo Lh	Visto M.	Data JUL/87	Folha 02 de 07

obras admitiu-se os seguintes parâmetros:

solo SC

$$c = 3,5 \text{ t/m}^2$$

$$\phi' = 25^\circ$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2,15 \text{ t/m}^3; \gamma_{\text{OT}} = 2,0 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sub}} = 1,15 \text{ t/m}^3$$

A determinação do menor fator de segurança consistiu de duas etapas

Na primeira etapa estudou-se as diversas localizações para a superfície de ruptura, que seguem:

TALUDE MONTANTE

- 1) CIRCULOS TANGENTES A SUPERFÍCIE DE CONTACTO DO MACIÇO C/ A FUNDAÇÃO
- 2) CIRCULOS PASSANDO PELO PÉ DO TALUDE E NO MEIO DA CAMADA DE FUNDAÇÃO
- 3) CIRCULOS PASSANDO NO MEIO DA CAMADA DE FUNDAÇÃO E SURTINDO A UMA CERTA DISTÂNCIA DO PÉ DO TALUDE
- 4) CIRCULOS TANGENTES A SUPERFÍCIE DO EXTRATO ROCHOSO DA FUNDAÇÃO

TALUDE JUSANTE

- 1) CIRCULOS PASSANDO IMEDIATAMENTE ACIMA DA BERMA DE ENFOCAMENTO



Obra BARRAGEM PUÍO	Assunto ESTABILIDADE DE TALUDES		
Cálculo W	Visto M.	Data JUL/87	Folha 03 de 07

- 000107
- 2) CÍRCULOS PASSANDO NO MEIO DA CAMADA DE FUNDAÇÃO E SURTINDO A UMA CERTA DISTÂNCIA DO PÉ DO TALUDE
 - 3) CÍRCULOS PASSANDO NO PÉ DA BERMA DE ENROCAMENTO E NO MEIO DA CAMADA DE FUNDAÇÃO
 - 4) CÍRCULOS TANGENTES A SUPERFÍCIE DO EXTRATO ROCHOSO DA FUNDAÇÃO.

CONCLUIU-SE QUE DE TODAS AS LOCALIZAÇÕES ESTUDADAS PARA O CÍRCULO DE RUPTURA A QUE SE APRESENTA MAIS CRÍTICA (menor FS), TANTO PARA O TALUDE DE MONTANTE QUANTO PARA O DE JUSANTE, É A QUE PASSA PELO MEIO DA FUNDAÇÃO E SURGE A UMA CERTA DISTÂNCIA DO PÉ DO TALUDE (OU BERMA) [DES Nº 13 - VOL III]

NA SEGUNDA FASE PASSOU-SE A PESQUISAR CÍRCULOS QUE PASSASSEM PELO REGIÃO MOSTRADA NA 1ª FASE COMO MAIS DESFAVORÁVEL, ATÉ OBTER-SE O CÍRCULO DE FATOR DE SEGURANÇA MÍNIMO.

NA PÁGINA SEGUINTE É MOSTRADO OS FATORES DE SEGURANÇA MÍNIMO ENCONTRADO FAZENDO-SE A HIPÓTESE DE REBAIXAMENTO RÁPIDO PARA O TALUDE MONTANTE E SITUAÇÃO DE OPERAÇÃO PARA O TALUDE JUSANTE

NÃO FOI CONSIDERADO O CASO DE FINAL DE CONSTRUÇÃO PORQUE DEVIDO AS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DO MATERIAL E AO TEMPO PREVISTO PARA A EXECUÇÃO DO MÓDULO, NÃO DEVERÁ HAVER DESENVOLVIMENTO DE PRESSÃO NEUTRA



Obra	BARRAGEM PUIU	Assunto	ESTABILIDADE DE TALUDES
Cálculo	L.D.	Visto	M.
		Data	JUL 187
		Folha	04 de 07

ESTABILIDADE DE TALUDES

CASO: JUS/A/OPER. (JUSANTE / OPERAÇÃO NORMAL)

PROJETO: PUIU

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.100

MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARGILA

Peso Específico: 2

Coesão: 3.5

Ang. Atrito Interno: 25

MATERIAL 2 : ARGILA SATURADA

Peso Específico: 2.15

Coesão: 3.5

Ang. Atrito Interno: 25

MATERIAL 3 : AREIA

Peso Específico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Específico: 2

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

4000108



Obra BARRAGEM DUIU		Assunto ESTABILIDADE DE TALUDES		
Cálculo L1	Visto M	Data JUL/87	Folha 05 de 07	

TALUDE JUSANTE / OPERAÇÃO NORMAL

ESTABILIDADE DE TALUDES

FATIA	PESO	ANGULO	FORÇA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORÇA ATRITO	FORÇA TANGENC.	COESAO	FORÇA COESIVA
1	30.95	49.72	20.01	2.00	25.00	8.40	23.61	3.50	10.85
2	9.62	45.00	6.80	0.68	30.00	3.53	6.80	0.00	0.00
3	93.96	40.69	71.24	7.12	25.00	29.90	61.26	3.50	15.40
4	119.48	33.02	100.18	10.02	25.00	42.04	65.11	3.50	17.01
5	133.34	26.56	119.27	11.93	25.00	50.05	59.62	3.50	18.48
6	68.22	22.29	63.12	6.31	30.00	32.80	25.88	0.00	0.00
7	135.30	16.70	129.59	12.96	30.00	67.34	38.88	0.00	0.00
8	120.72	10.75	118.60	11.86	30.00	61.63	22.52	0.00	0.00
9	115.23	3.43	115.02	11.50	30.00	59.77	6.89	0.00	0.00
10	84.73	-2.86	84.62	8.46	30.00	43.97	-4.23	0.00	0.00
11	46.50	-9.65	45.84	4.58	30.00	23.82	-7.79	0.00	0.00
12	13.38	-17.22	12.78	1.28	30.00	6.64	-3.96	0.00	0.00
TOTALS->						429.89	294.58		61.74

Fator de Segurança:

1.669

000163



Obra BARRAGEM PUIU	Assunto ESTABILIDADE DE TALUDES		
Cálculo L!	Visto M.	Data JUL/87	Folha 06 de 07

ESTABILIDADE DE TALUDES

CASO: MON/B/RR (MONTANTE | REBAIXAMENTO RÁPIDO)

PROJETO: PUIU

FATOR DE PRESSÃO NEUTRA: 0.200

MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : ARGILA

Peso Específico: 2

Coesão: 3.5

Ang. Atrito Interno: 25

MATERIAL 2 : ARGILA SATURADA

Peso Específico: 2.15

Coesão: 3.5

Ang. Atrito Interno: 25

MATERIAL 3 : AREIA

Peso Específico: 1.9

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 30

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Específico: 2

Coesão: 0

Ang. Atrito Interno: 35

000110



Obra	BARRAGEM PUIU		Assunto	ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	L	Visto	M.	Data	JUL/87
				Folha	07 de 07

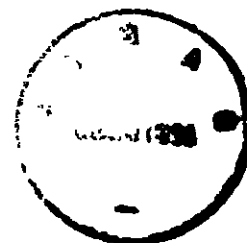
TALUDE MONTANTE / REBAIXAMENTO RÁPIDO

ESTABILIDADE DE TALUDES

ITEM	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESTIVA
1	43.20	46.40	29.79	5.96	25.00	11.11	31.28	3.50	14.49
2	132.39	38.31	103.88	20.78	25.00	38.75	82.07	3.50	20.86
3	165.07	30.54	142.17	28.43	25.00	53.04	83.88	3.50	22.93
4	174.00	22.78	161.24	32.25	25.00	60.15	67.71	3.50	24.54
5	156.24	15.11	150.84	30.17	30.00	69.67	40.73	0.00	0.00
6	120.36	7.97	119.20	23.84	30.00	55.06	16.69	0.00	0.00
7	101.40	4.57	101.08	20.22	30.00	46.69	8.08	0.00	0.00
8	75.60	-3.43	75.46	15.09	30.00	34.86	-4.52	0.00	0.00
9	45.54	-9.09	44.97	8.99	30.00	20.77	-7.19	0.00	0.00
10	15.88	-16.44	15.23	3.05	30.00	7.04	-4.50	0.00	0.00
TOTAIS->						397.13	314.23		82.81

Fator de Segurança: 1.527

000111



9.4 - CÁLCULO DO SANGRADOURO

000112



Obra	BARRAGEM DOIU	Assunto	Calculo do Sangradouro
Cálculo	L	Visto	M.
		Data	20/1/87
		Folha	01 de 03

O calculo do sangradouro foi realizado a partir da valor da vazão máxima de 500 anos já amortizada pelo lago de acumulação.

Calculos hidrológicos determinaram essa vazão em $684,10 \text{ m}^3/\text{s}$

Utilizou-se para o calculo do sangradouro a seguinte expressão:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{1.5} \text{ onde}$$

Q = vazão em m^3/s

C = coeficiente de vertedouro em $\sqrt{\text{m}}/\text{s}$

L = largura do sangradouro em m

H = altura da lâmina de água, m


Para vertedouros de baixa eficiência tem-se

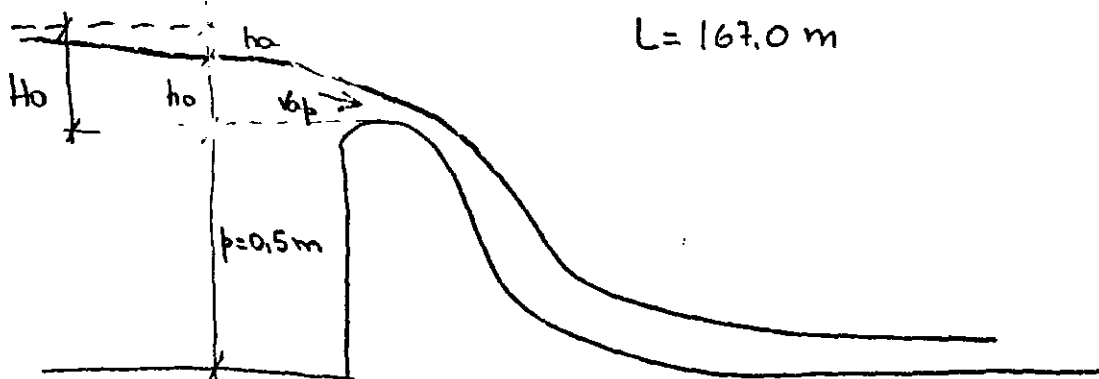
$C = 1,71$ logo para $H = 1,75 \text{ m}$

$L = 167 \text{ m}$; $v_{ap} = 2,24 \text{ m/s}$

Se o vertedouro for do tipo perfil "inagui", tem-se



Obra	BARRAGEM PUÍU	Assunto	Cálculo do Sangradouro	
Cálculo		Visto	Ml.	Data
				JUL/87
				Folha
				02 de 03



$$H_o = h_o + h_a \quad \therefore \quad h_o = [Q / (C_c L)]^{2/3}$$

$$h_a = v_{sp}^2 / (2g)$$

onde v_{sp} = velocidade de aproximação

Partindo-se de $C_o = 1,77$ tem-se

$$h_o = 1,75 \text{ m} \quad h_a = 0,28 \text{ m}$$

$$(v_{sp} = 2,34 \text{ m/s})$$

$$p/H_o = 0,5 / (1,75 + 0,28) = 0,246$$

entrando-se no abaco sugerido pelo USBR tem-se

$$C' = 1,99$$

Recalculando os valores e entrando-se no abaco para o novo valor $C' = 1,99$ obtém-se


$$h_o = 1,62 \quad (v_{sp} = 2,53 \text{ m/s})$$

$$h_a = 0,33$$

$$p/H_o = 0,5 / (1,62 + 0,33) = 0,256$$

$$C'' = 2,01$$



Obra	BORRAGEM 2010	Assunto	Cálculo do Sangradouro	
Cálculo		Visto	M.	Data 30/07
				Folha 23 de 03

Recalculando agora para $C'' = 2,01$ obtém-se:

$$h_0 = 1,61$$

$$h_a = 0,33$$

$$h/4h_0 = 0,257 \quad \Rightarrow \quad C''' = 2,01$$



ADOPTADO $C = 2,01$

COM $C = 2,01$ E LÂMINA DE SANGRIA DE 1,75 m
TEREMOS O COMPRIMENTO DO PERFIL "CREAGER" DE
147,00 m

RESUMO DO PERFIL "CREAGER" ADOPTADO


- LÂMINA DE SANGRIA = 1,75 m
- COTA DA CRISTA = 413,50 m
- VAZÃO = 684,10 m³/s
- VELOCIDADE D'ÁGUA (NA CRISTA) = 2,55 m/s
- COMPRIMENTO = 147,0 m



9.5 - CÁLCULO DO PERFIL "CREAGER"

000448



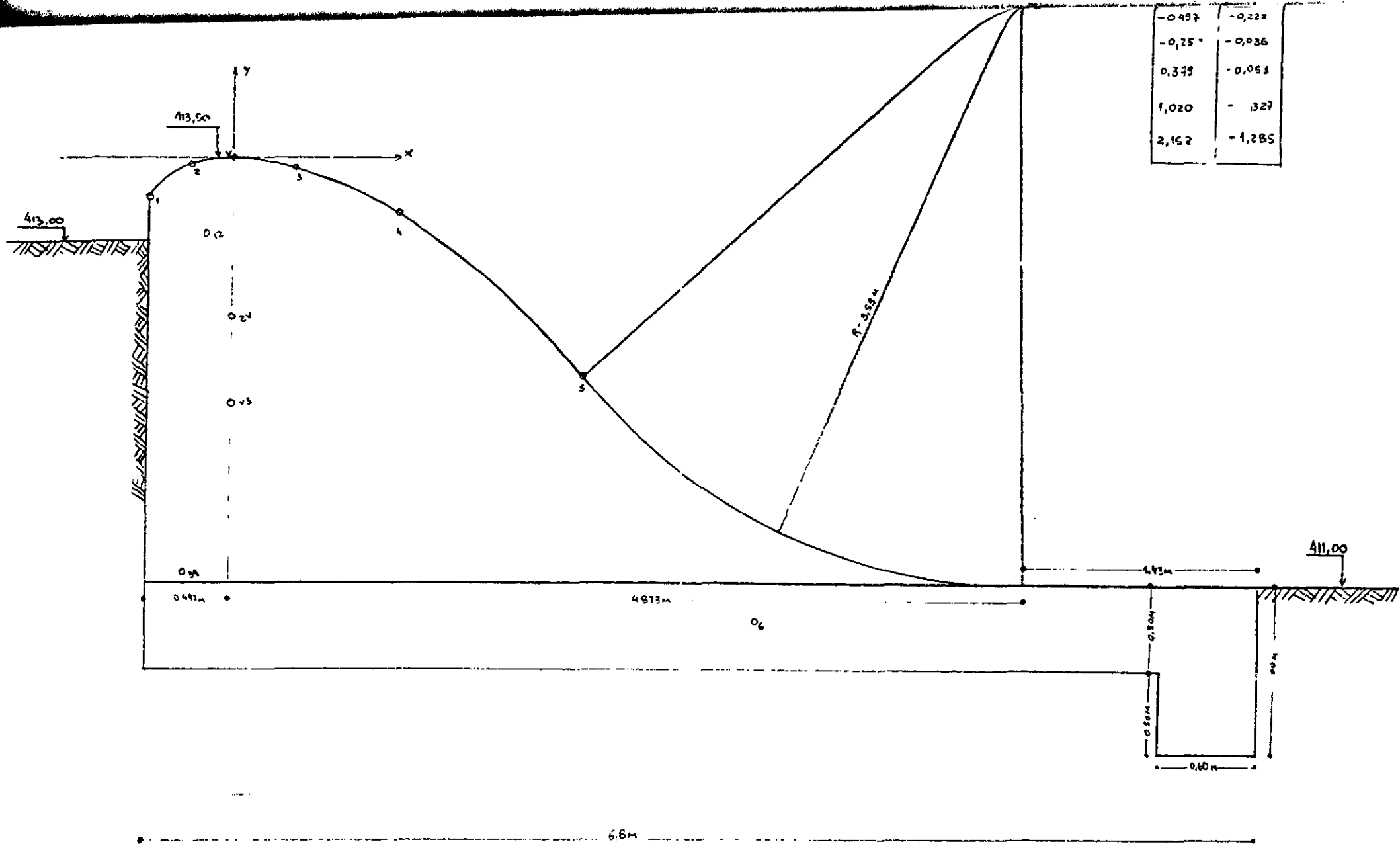
Obra	BARRAGEM POU	Assunto	CALCULO DO PERFIL CREAGER	
Cálculo		Visto	M.	Data
				JUL/87.
				Folha
				01 de 02

O perfil "Creager" foi calculado por método sugerido pelo USBR

O uso de sangradouro do tipo perfil "Creager" foi escolhido por apresentar maior eficiência sobre os tipos mais simples (canais revestidos...) possibilitando que a vazão milênica escoe através de uma lâmina d'água mais delgada. Isto acarreta numa menor largura de sangradouro, para a mesma lâmina, proporcionando uma sensível economia do projeto.

Este perfil será construído em concreto ciclópico (simples) com juntas fungenband a cada 20,00m

São plotados alguns pontos de sua superfície em função a eixos "x" e "y" como mostra a figura anexa



-0.497	-0.222
-0.525	-0.036
0.379	-0.051
1.020	-0.329
2.152	-1.285



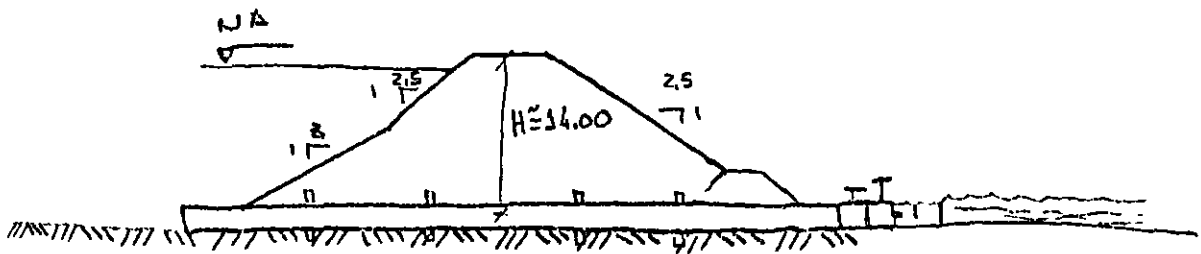
9.6 - CÁLCULO DA TUBULAÇÃO DA
GALERIA

000119



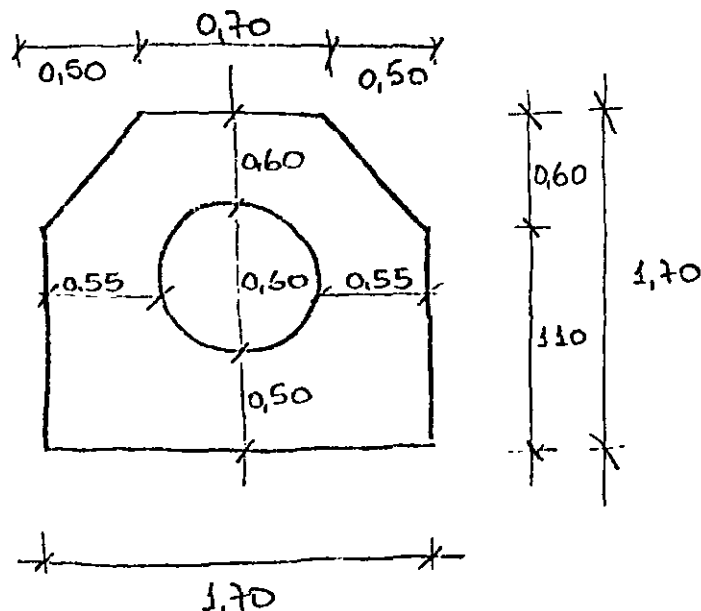
Obra BARRAGEM PUIÚ	Assunto CALCULO DA TUBULAÇÃO ENTERRADA		
Cálculo JOSÉ CARLOS	Visto M.	Data JUL/87	Folha 1 de 07

A tubulação enterrada encontra-se na estaca 9+18,00 e está na seguinte situação:



O material sobre a tubulação é constituído de um material coesivo que, na situação mais desfavorável deve estar saturado ($\gamma_{sat} = 2,15 \text{ t/m}^3$)

As dimensões da camisa são como mostra a figura:



000120-



Obra BARRAGEM PUIÚ		Assunto CÁLCULO DA TUBULAÇÃO DA GALERIA	
Cálculo Tubo	Visto M.	Data JULHO /84	Folha 02 de 03

O cálculo da sobrecarga foi baseado no método descrito por Zaidler¹.

A equação fundamental é: $Q = C_v \cdot \gamma \cdot B_d^2$

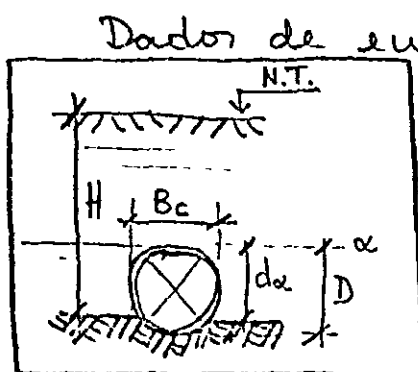
Onde: Q - carga, (t/m).

C_v - Coeficiente calculado pelo método.

γ - Peso específico, (t/m³).

B_d - largura de influência, também calculada, (m).

i. Cálculo de B_d .



H/B_c - relação adimensional
 K_{sd} - índice que depende do substrato.

p - relação "de/D".

K_{μ} - índice que depende do material.

Dado de saída: B_d/B_c .

1. Projetos Estruturais de Tubos Enterrados - Waldemar Zaidler, Ed. Pini - 1983



Obra BARRAGEM PUIÓ		Assunto CÁLCULO DA INFLUÊNCIA DA GLETTA	
Cálculo Jose Carlos	Visto M.	Data Julho /84-	Folha 25 de 07

Situação mais desfavorável desta barragem:

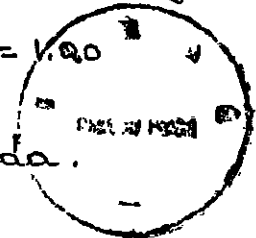
$$r_{sd} = 1.00$$

$$p = 1.70 / 1.70 = 1.00 \Rightarrow p \cdot r_{sd} = 1.00$$

$$k_{\mu} = 0.1100 \text{ - Argila Saturada.}$$

$$H/B_c = 14.00 / 1.70 = 8.24$$

$$B_d/B_c = 2.38 \rightarrow \underline{B_d} = 2.38 \times 1.70 = \underline{4.046 \text{ m}}$$



ii - Cálculo de Q:

Dados de entrada: $\left\{ \begin{array}{l} \lambda = H/B_d \text{ - relação adimensional} \\ k_{\mu} \text{ - índice já definido} \end{array} \right.$

$$\lambda = 14.00 / 4.046 = 3.46$$

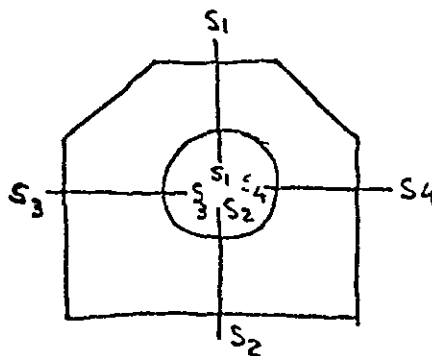
$$k_{\mu} = 0.1100$$

$$\rightarrow C_v = 2.421$$

$$Q = 2.421 \times 2.15 \times (4.046)^2$$

$$\underline{Q \cong 85 \text{ t/m}}$$

iii - Seções Mais Solicitadas:



$$S_1 - 1.00 \times 0.60 \text{ m}^2$$

$$S_2 - 1.00 \times 0.50 \text{ m}^2$$

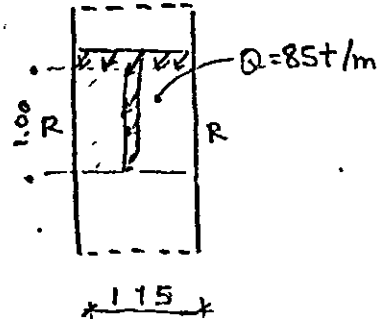
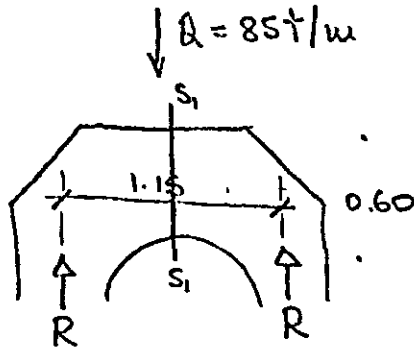
$$S_3 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$

$$S_4 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$



Obra BARRAGEM FUPÓ		Assunto CÁLCULO DA TUBULAÇÃO DA GALERIA	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data JULHO 1977	Folha 04 de 07

iv. Cálculos para a hipótese de tubulação vazia.
a - Cálculo Seção S1:



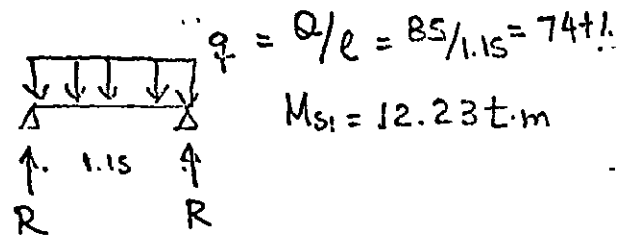
$$A_s = \frac{M d}{\alpha \cdot d^2}$$

$d = 55 \text{ cm} \therefore f_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$

$A_s \approx 90 \text{ cm}^2/\text{m}$

- $\phi 10. \text{ c. } 85$
- $\phi 12.5. \text{ c. } 135$
- $\phi 16. \text{ c. } 22$

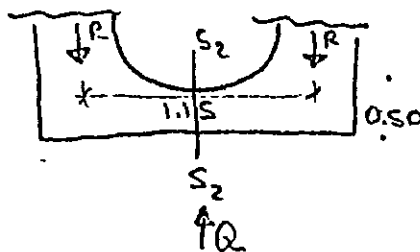
$A_{s \text{ min}} = 9.0 \text{ cm}^2/\text{m}$



b. Cálculo Seção S2:

$A_{s \text{ min}} = 75 \text{ cm}^2/\text{m}$

$Q = 85 \text{ t/m} + \text{PP}(\text{concreto})$
 $Q = 91 \text{ t/m}$



$q = 91/1.15 = 79.13 \text{ t/m}$

$M_{s2} = 13.08 \text{ t.m}$

$A_s = 115 \text{ cm}^2/\text{m}$

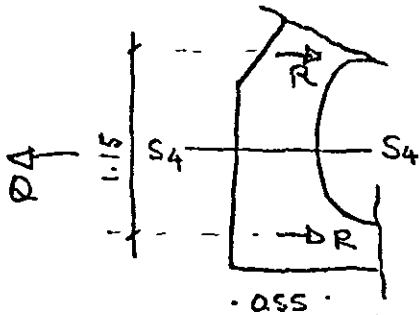
- $\phi 10. \text{ c. } 07$
- $\phi 12.5. \text{ c. } 105$
- $\phi 16. \text{ c. } 175$

2 - Curso prático de Concreto armado. Aderson M. Roc!



Obra F. ARDAGEM POIÚ		Assunto CÁLCULO DA TUBULAÇÃO E GALERIA	
Cálculo Sose Carlos	Visto M.	Data Julho / 87	Folha 72 de 07

c. Cálculo Seções S3 e S4.



$A_{smin} = 8.25 \text{ cm}^2/\text{m}$

- $\phi 10 \text{ c. } 95$
- $\phi 12 \text{ c. } 15$
- $\phi 16 \text{ c. } 24$

$Q = 85.0 \times \cos 45^\circ$

$Q = 42.5 \text{ t/m}$

$q = 37. \text{ t/m}$

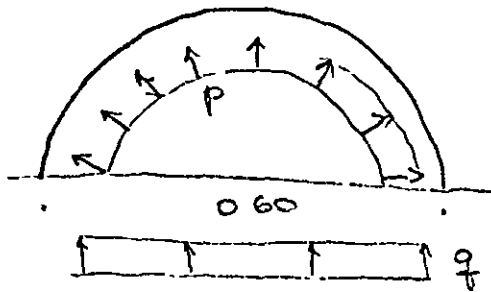
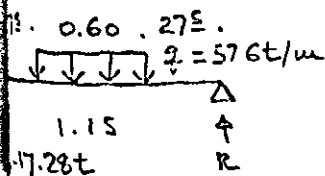
$M_{S3} = M_{S4} = 6.12 \text{ t}\cdot\text{m}$

$A_s = 4.83 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Adotar $A_{sminimo}$.



17. Tubulação cheia

$p = 11 \text{ m.c.a.} = 11.0 \text{ t/m}^2$



$q = \pi \cdot p = 34.56 \text{ t/m}$

$q' = q / 0.60 = 57.6 \text{ t/m}$

$M_{S1} = 7.34 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{S2} = 7.34 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{S3} = M_{S4} = 7.34 \text{ t}\cdot\text{m}$

A seção mais crítica:

$S_2 = 0.50 \times 1.00 \text{ m}^2$

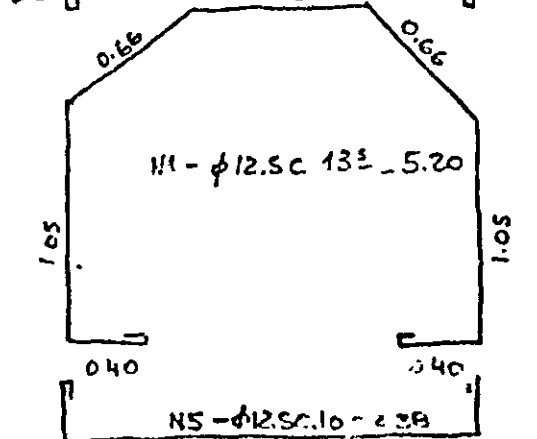
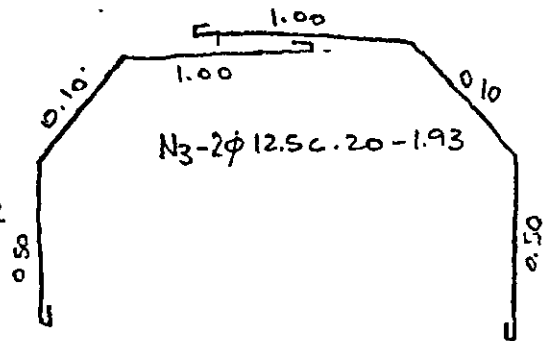
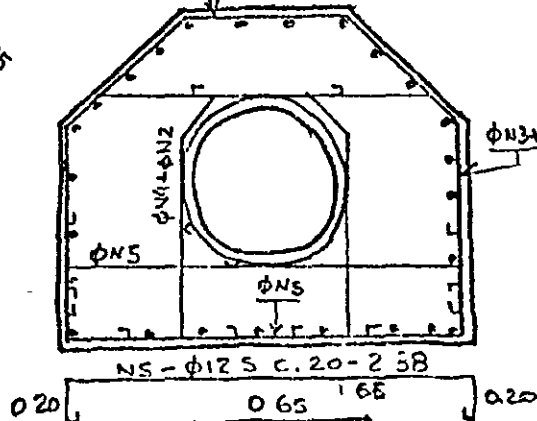
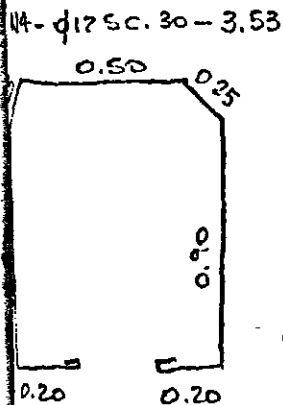
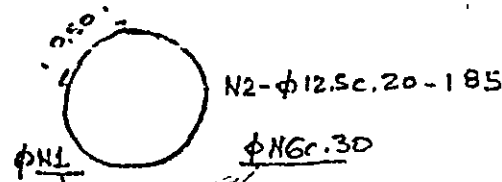
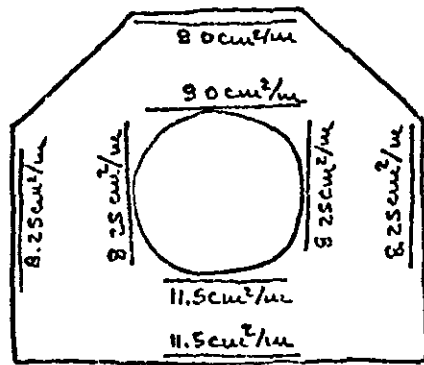
$A_s = 6.45 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow$ Adotar A_{smin}



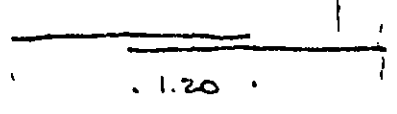
Obra BARRAGEM PUÍ		Assunto CÁLCULO M. TUBULAÇÃO DA GALERIA	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho 197	Folha 06 de 07

vi - Detalhamento da "câmara" de concreto:

$f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$
 CA-50B
 recobrimento = 2.5cm



N6 - φ12.5 - curvado c. 30 emenda



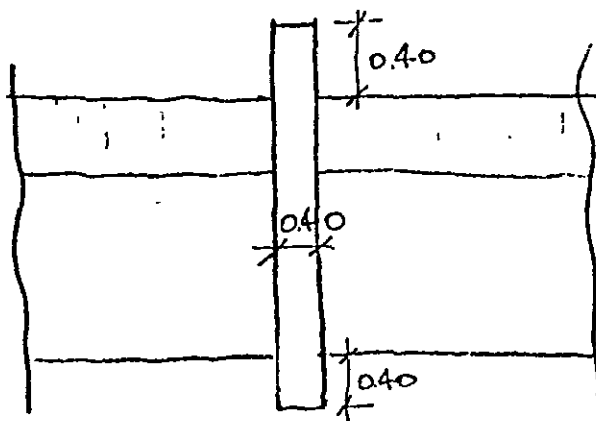
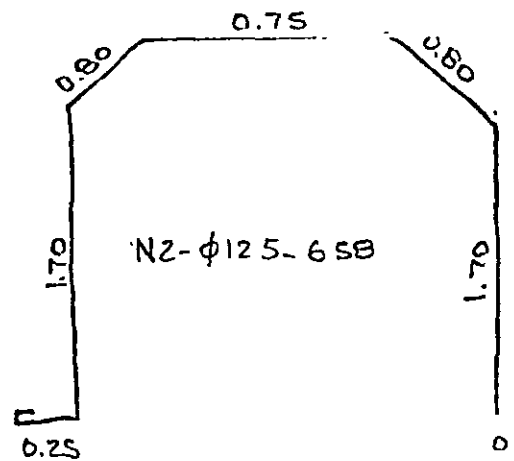
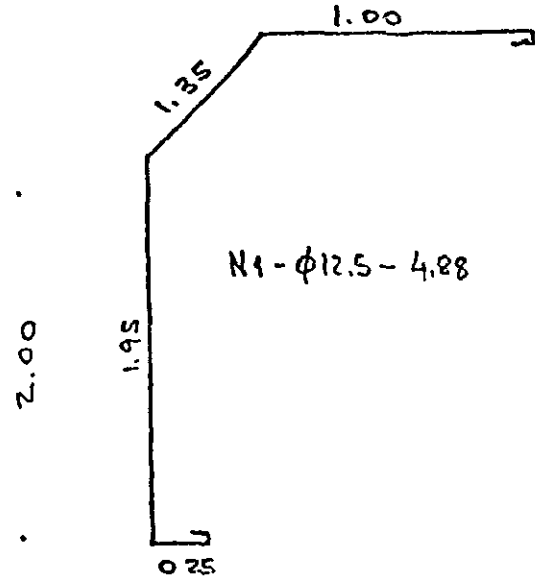
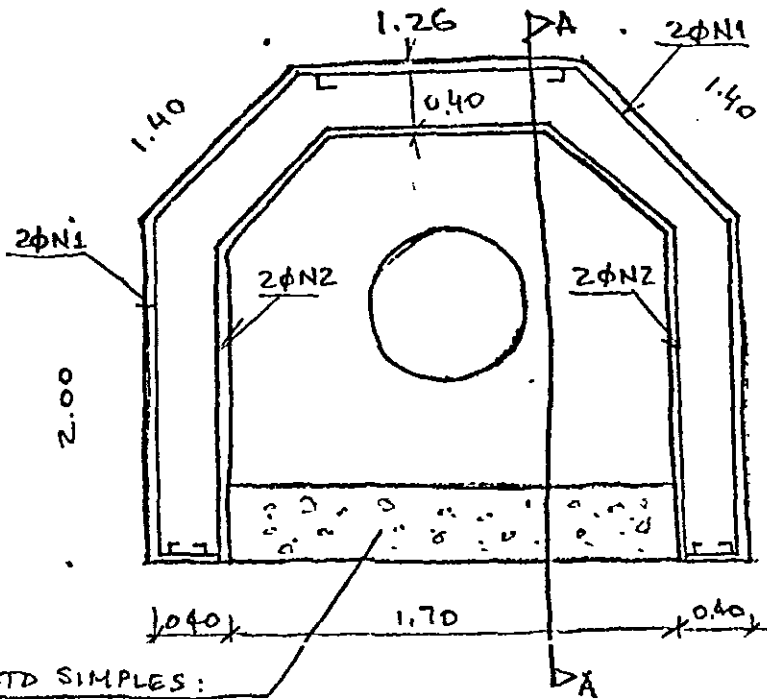
$$\rho = 60, \quad f_c (kg/cm^2) / m^3 \text{ (concreto)}$$

107125



Obra BARRAGEM PUPU		Assunto CÁLCULO DE TUBULARES DE ALIBRÇA	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data JULHO/82	Folha 07 de 27

xi - Detalhamento anel:



$A_s = A_{smin} \therefore S = 0.40 \times 0.40 \text{ m}^2 : A_{smin} = 24 \text{ cm}^2$
 $\sum 2 \phi 12.5$



9.7 - CÁLCULO DA BACIA DE DISSIPACÃO

000127

13.11.73

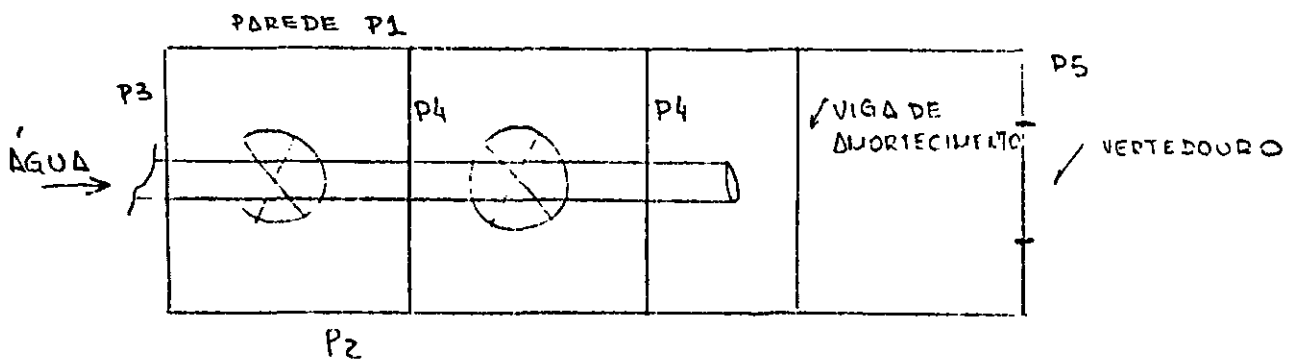


Obra BARRAGEM PUIÚ		Assunto Bacia de dissipação / estrutura		
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data JUL/87	Folha 01 de 16	

O cálculo da bacia de dissipação leva em conta o fator água e o fator solo.

A bacia foi idealizada em duas partes: a anterior e a posterior. A parte anterior é composta de duas câmaras situando-se em cada uma um registro. A parte posterior composta de uma câmara para a dissipação da energia, limitada no final por um vertedouro.

Para maior eficiência de dissipação foi projetada uma viga de amortecimento logo após o fim da tubulação, dentro da câmara posterior.



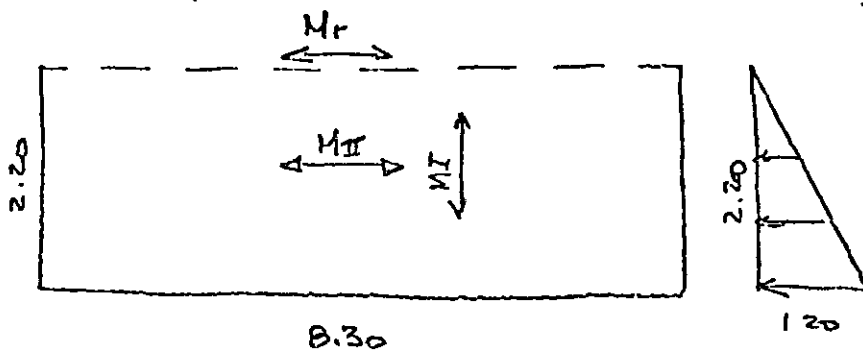
000128



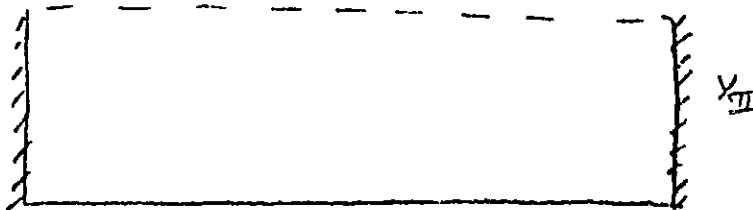
Obra BARRAGEM RJS		Assunto CÁLCULO DA PAREDE DE FUNDIÇÃO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho/92	Fo'ha C2 de 16

F. Cálculo das solicitações de carregamentos d'água:

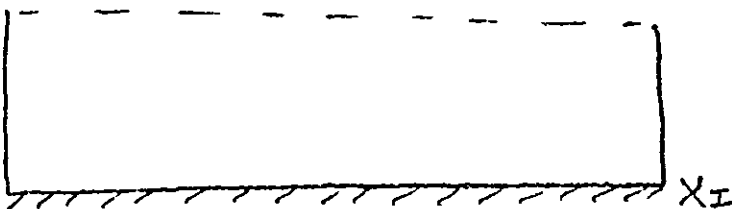
a) Paredes $P_1 = P_2$ (Método recomendado pelo prof. Adelson M. Rocha no vol. IV)



$$\begin{aligned} M_I &= 0.42 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{II} &= 0.33 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_r &= 0.60 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$



$$X_{II} = 1.87 \text{ t}\cdot\text{m}$$



$$X_I = 1.08 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Convenções.

M - momentos positivos.

M_r - momento de bordo.

X - momentos negativos.

003120



Obra BARRAGEM PUIÚ		Assunto CÁLCULO DA BARRAGEM DE DISSIPACÃO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho 16.	Folha 03 de 16

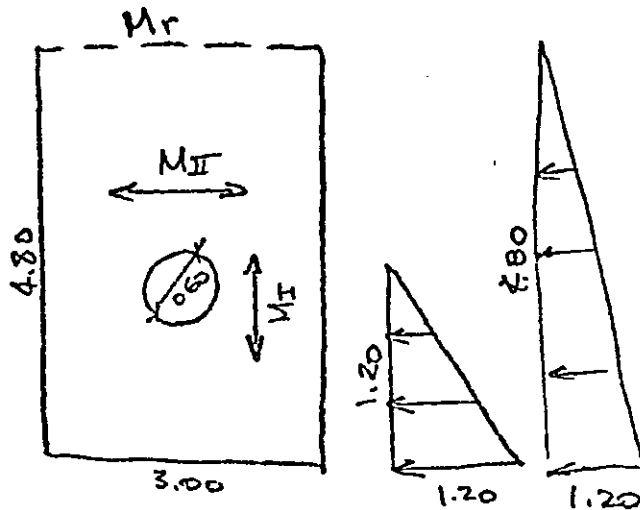
Momentos e armaduras p/ diversas seções:

SEÇÃO	MOMENTO	(cm ²) As	As _{min} (cm ²)
40x100	M _I	0.39	6.0
	M _{II}	0.30	
	X _I	1.00	
40x40	X _{II}	1.72	2.4
	M _r	0.55	
	<hr/>		
30x100	M _I	0.53	4.5
	M _{II}	0.42	
	X _I	1.36	
	X _{II}	2.35	
30x30	M _r	0.75	1.35
25x100	M _I	0.65	3.75
	M _{II}	0.51	
	X _I	1.66	
	X _{II}	2.87	
	M _r	0.92	
25x25			0.94



Obra BARRAGEM RIJÚ		Assunto CÁLCULO DA BARRAGEM EM PAISÉS	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho/87	Folha 04 de 16

b) Parede P3:



$M_I = 0.08t$
 $M_{II} = 0.55t \cdot u$
 $M_r = 0.28t$

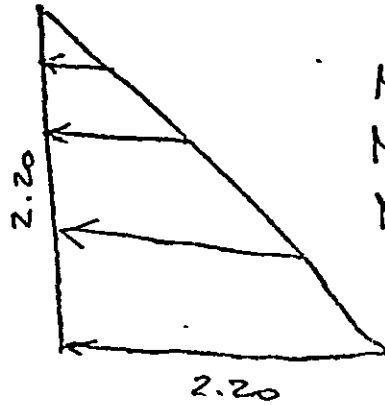
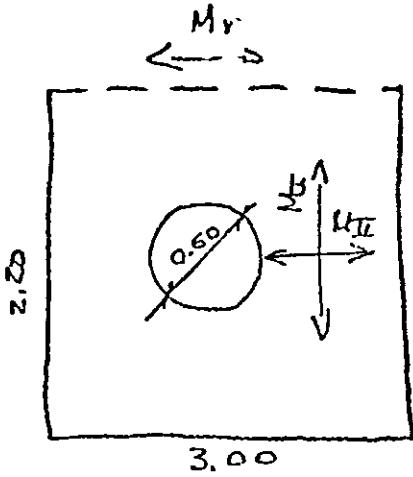
Seção	Momento	AS	Asmin	Ø	obs.
40x100	M_I	0,10	6,00		
	M_{II}	0,51			
40x40	M_r	0,26	2,40		
30x100	M_I	0,10	4,50		
	M_{II}	0,69			
30x30	M_r	0,35	1,35		
25x100	M_I	0,12	3,75		
	M_{II}	0,25			
25x25	M_r	0,43	0,94		

000131



Obra	Assunto		
BARRAGEM RIU	CÁLCULO DA BACIA DE INUNDAÇÃO		
Cálculo	Visto	Data	Folha
JOSE CARLOS	M.	Julho/84	05 de 16

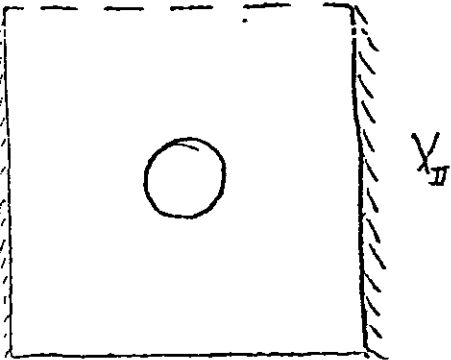
c) Parede P4:



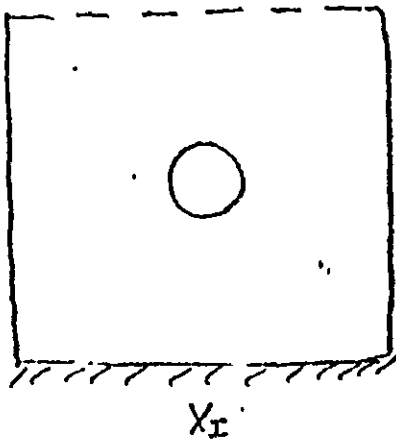
$$M_I = 0.27 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0.39 \text{ t.m}$$

$$M_r = 0.51 \text{ t.m}$$



$$X_I = 0.60 \text{ t.m}$$



$$X_I = 0.86 \text{ t.m}$$



Obra	Assunto		
BAARRAGEM Ruij	CÁLCULO DA REACIA DE DISSIPACAS		
Cálculo	Visto	Data	Folha
JOSE ... 195	M.	Julho 84	06 de '6

Parede P4. Momentos

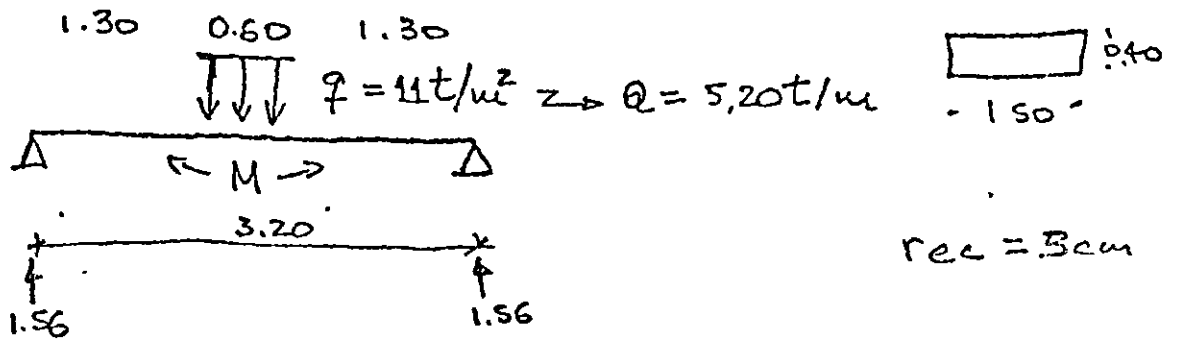
Seção	Momento	$\bar{A}s$	A_{Suiv}
40x100	M _I	0,25	6,0
	M _{II}	0,36	
	X _I	0,79	
	X _{II}	0,55	
40x40	M _r	0,47	2,4
30x100	M _I	0,34	4,5
	M _{II}	0,49	
	X _I	1,08	
	X _{II}	0,75	
30x30	M _r	0,64	1,35
25x100	M _I	0,41	3,75
	M _{II}	0,60	
	X _I	1,32	
	X _{II}	0,92	
25x25	M _r	0,78	0,94



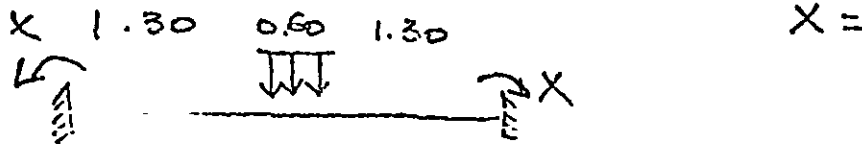
Obra BARRAGEM PUIJ		Assunto CÁLCULO DA BARRA DE DISTRIBUIÇÃO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho 1972	Folha 27 de 16

d) Viga V1:

$M = 2.26 t \cdot m$



$r_{ec} = 3cm$



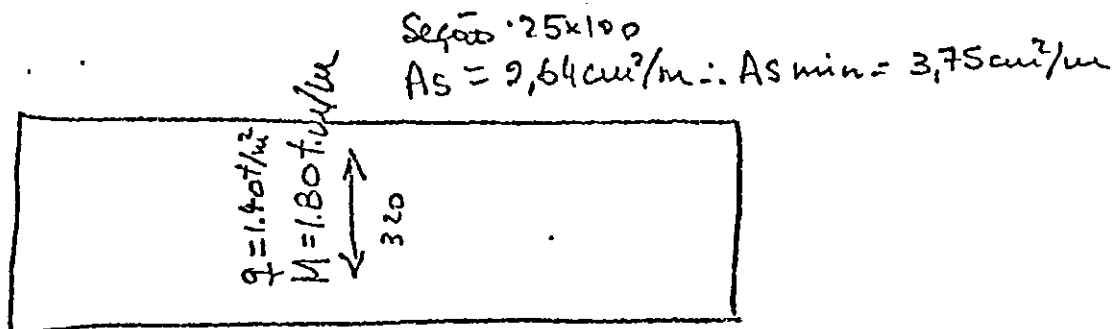
Reação	Momento.	As	As wiu	ϕ	OBS.
X150	M	2,11	9,0		



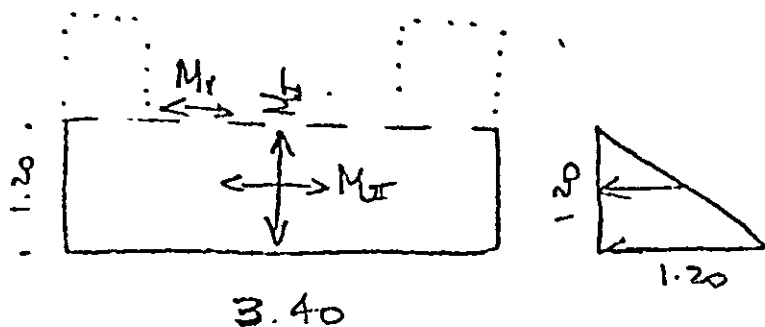
Obra BARRAGEM PUÍ		Assunto CÁLCULO DE ARRIL DE DISSIPAÇÃO		
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data JULHO 1981	Folha 08 de 16	

e) piso

piso:



Parede P5 (+ Vertedouro)



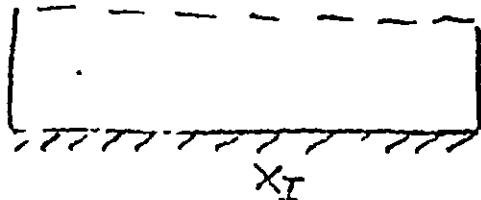
$$M_I = 0.09 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0.08 \text{ t.m}$$

$$M_r = 0.13 \text{ t.m}$$



$$X_{II} = 0.22 \text{ t.m}$$



$$X_I = 0.23 \text{ t.m}$$



Obra BARRAGEM PJIÚ		Assunto CÁLCULO DA PAREDE DE RECURSOS	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data JULHO 03 1966	Fecha 03/07/66

U
Parede PS - Momentos:

Seção	Momento	As (m ²)	ASmin
40x100	M _I	0,10	6,0
	M _{II}	0,10	
	X _I	0,21	
	X _{II}	0,21	
40x40	M _r	0,12	2,4
30x100	M _I	0,11	4,5
	M _{II}	0,10	
	X _I	0,28	
	X _{II}	0,28	
30x30	M _r	0,16	1,35
25x100	M _I	0,14	3,75
	M _{II}	0,12	
	X _I	0,35	
	X _{II}	0,35	
25x25	M _r	0,20	0,94



Obra BARRAGEM PUIÚ		Assunto CÁLCULO DA LIGAÇÃO DO PÉ DO PÉDREGO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data 10/10/80	Folha 10 de 16

U

Da mesma forma, também foram computados os esforços, eventuais ou permanentes, do solo sobre a estrutura.

Para isso foram admitidos alguns valores médios:

$$\gamma_{\text{nat}} \approx 200 \text{ t/m}^3$$

$$K_a = 0,42$$

II. Cálculo das solicitações p/ carregamentos do solo:

a) $P_1 = P_2$

$$\gamma_s = 2 \cdot \gamma_{\text{ág}}$$

$$M_I = 0,84 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,65 \text{ t.m}$$

$$X_I = 2,16 \text{ t.m}$$

$$X_{II} = 2,18 \text{ t.m} (2 \times 10^9)$$

$$M_r = 1,20 \text{ t.m}$$

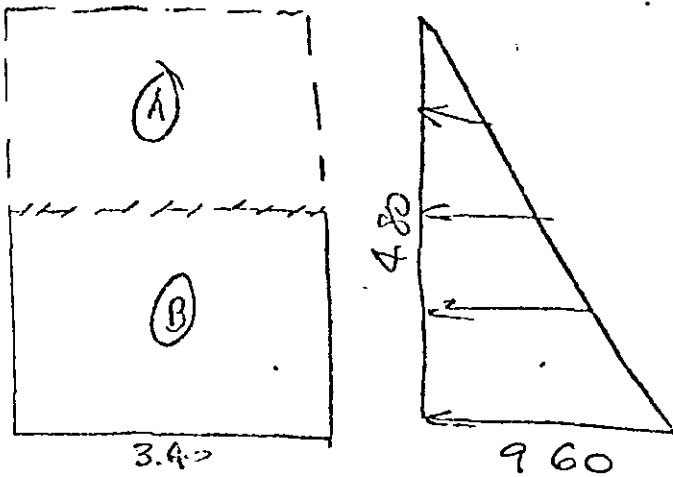
ção	Momentos	As (cm ²)	As min	φ	Obs.
00	M _I	129	3,75		
	M _{II}	101			
	X _I	332			
	X _{II}	335			
05	M _r	159	0,94		

000127



Objeto PARADIGEM PUNTO		Assunto CÁLCULO DA BASE DE FUNDADAÇÃO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto i/l.	Data Julho 2011	Folha 11 de 16

b) P3



$$M_I = 0,65 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0,84 \text{ t.m}$$

$$40 \times 100$$

$$A_{SI} = 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{SII} = 0,77 \text{ cm}^2/\text{m}$$

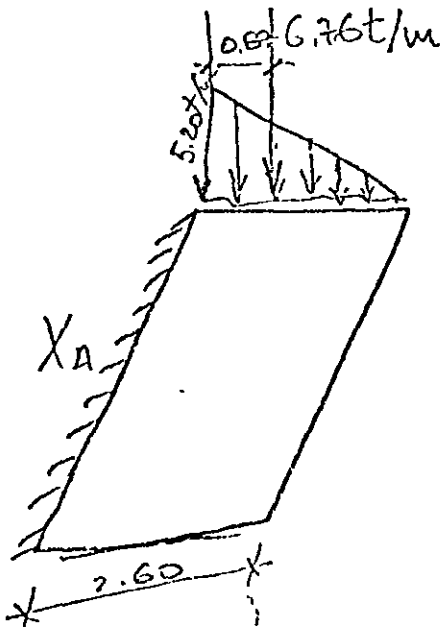
$$A_{S\text{min}} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$25 \times 100$$

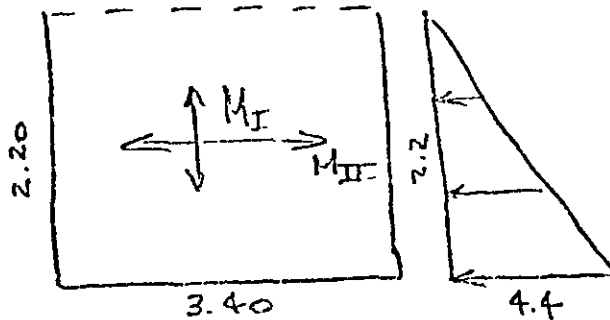
$$A_{SI} = 1,00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{SII} = 1,18$$

$$A_{S\text{min}} = 3,75 \text{ cm}^2/\text{m}$$



Seção: 40x100	25x100
$X_A = 5,86 \text{ t.m/m}$	$A_S = 9,32 \text{ cm}^2/\text{m}$
$A_S = 5,40 \text{ cm}^2/\text{m}$	$A_{S\text{min}} = 3,75$
$A_{S\text{min}} = 6,00 \text{ cm}^2/\text{m}$	





Obra		Assunto	
BARRAGEM RUI		Cálculo de C.A.P. - P.S.	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Jose [illegible]	M.	Julho / 82	12 de 16

c) Parede P5.

P5:

$$X_S = 2 \times X_{aq}$$

$$M_I = 0.18 \text{ t.m}$$

$$M_{II} = 0.16 \text{ t.m}$$

$$M_r = 0.26 \text{ t.m}$$

$$X_I = 0.46 \text{ t.m}$$

$$X_{II} = 0.44 \text{ t.m}$$

→ A3MIN



Obra BARRAGEM PUC		Assunto CÁLCULO DA BARRAGEM DE DISSIPACÃO	
Calculo Jose Carlos	Visto M.	Data JULHO /97	Folha 13 de 15

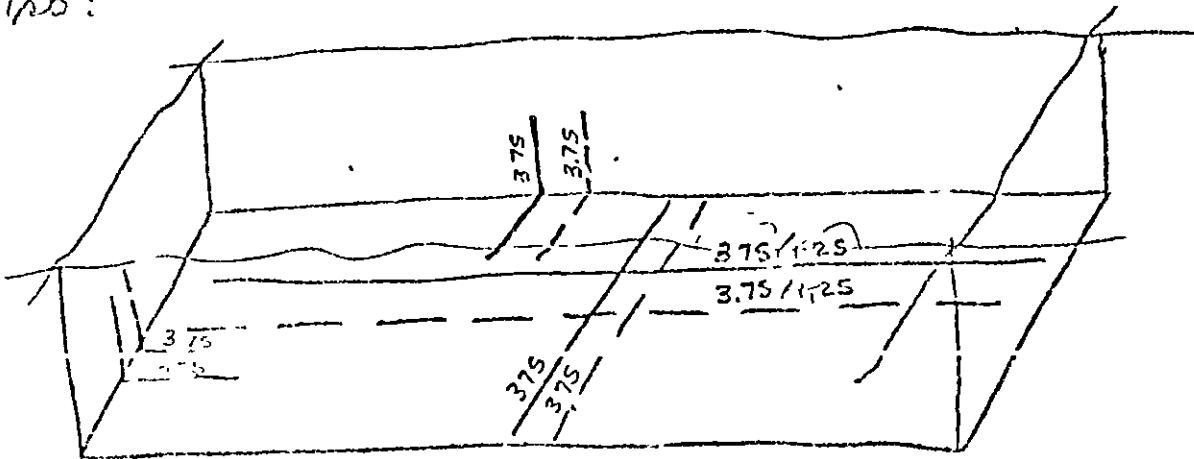
III. Dimensionamento

Situação final - espessura média: 25cm

Barra de dissipação

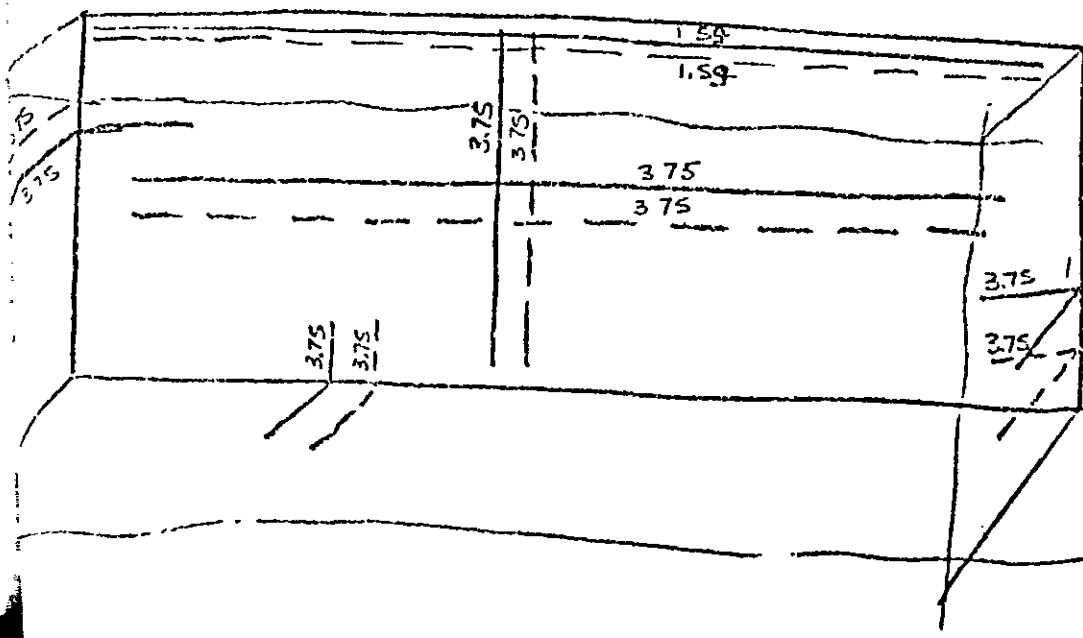
tipo:

3.75 - ϕ 12.5 c. 32
 ϕ 10 c. 20



P₂

1.59 - 2 ϕ 10

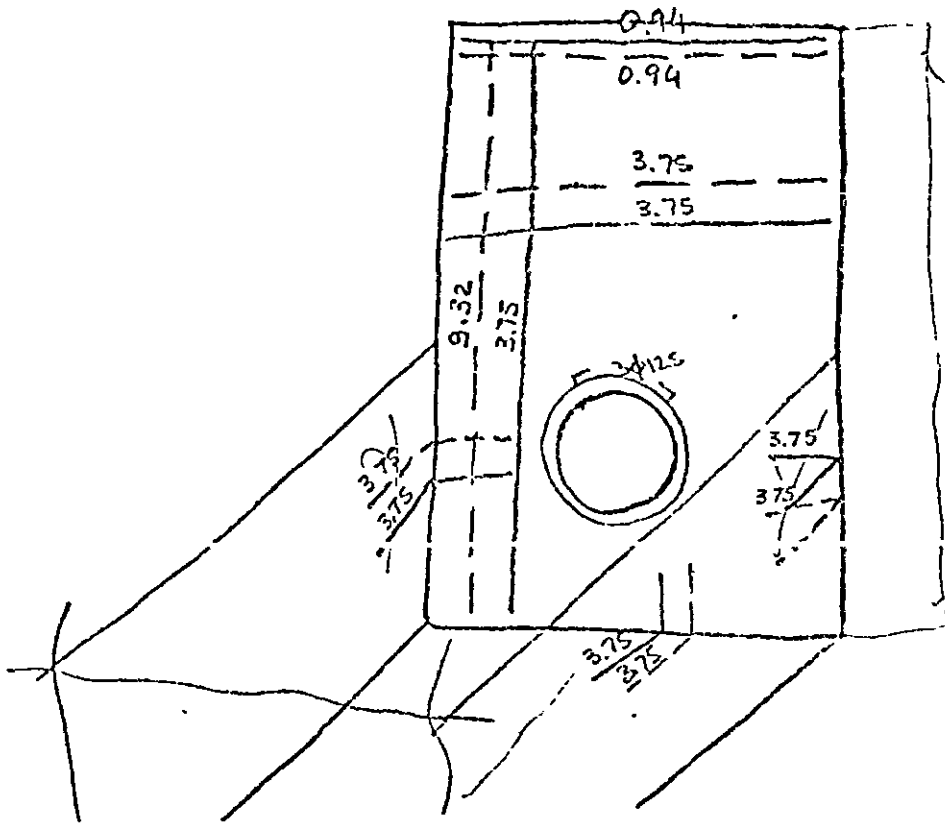


000110



Obra S. PENHA RUIÓ		Assunto CÁLCULO DA BRITA DE INCUBAÇÃO	
Cálculo JOSE CARLOS	Visto M.	Data Julho / 84	Folha 14 de 16

P3:

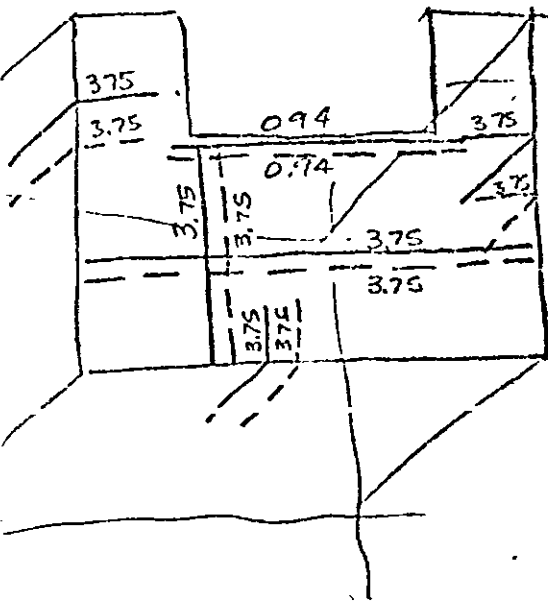


0.94 - 2 ϕ 10
3.75 - ϕ 12.5 c. 32
 ϕ 10. c. 20

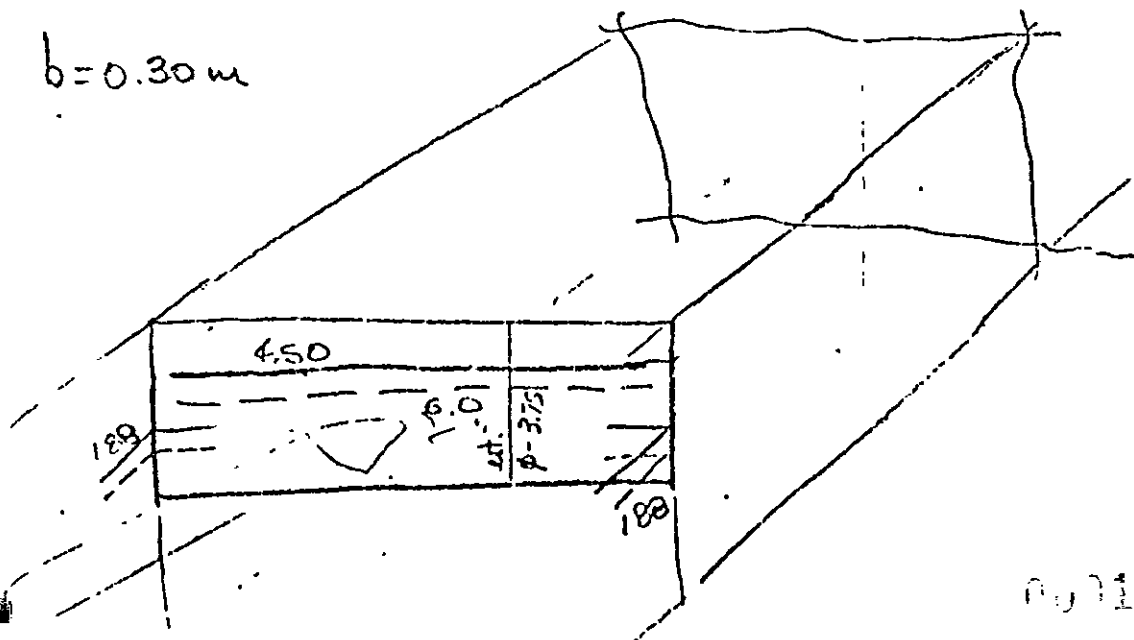


Obra		Assunto	
BARRAGEM RIÚ		CÁLCULO DA BACIA DE DISTRIBUIÇÃO	
Cálculo	Visto	Data	Folha
Jose CARLOS	M.	10 de 15	

v

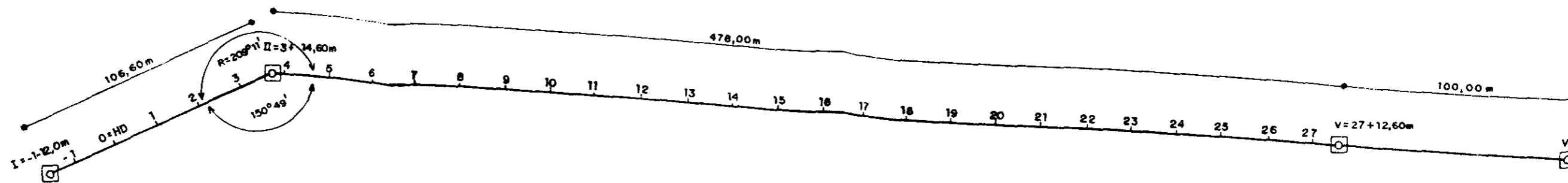
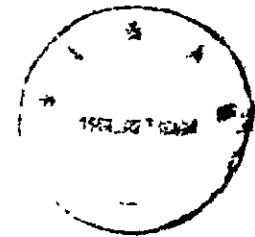


$b = 0.30 \text{ m}$

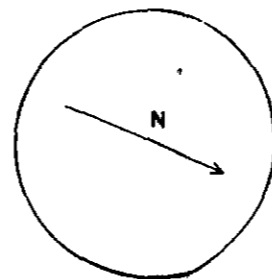


- 4.50 - $\phi 12.5 \text{ c. 2}$
 $\phi 10 \text{ c. 17}$
- 6.00 - $\phi 12.5 \text{ c. 2}$
 $\phi 10 \text{ c. 13}$

0,0143



☐ MARCO TOPOGRÁFICO



PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO
DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO
4ª DIRETORIA REGIONAL

BARRAGEM PUIÚ
AMARRAÇÃO DAS OBRAS / MACIÇO

1000144



SERVIÇOS INTEGRADOS DE ASSESSORIA E CONSULTORIA LTDA

ESCALA	DATA	CONTRATO Nº	FIGURA
1 2000			101



9.8 - CÁLCULO DOS MUROS DO SANGRADOURO

000145



Obra	Banagem POIU		Assunto	Muros do Saneamento	
Cálculo	Wali	Visto	M.	Data	3 Junho/81
				Feita	4

São apresentados aqui os perfis dos muros com as dimensões e o resumo dos cálculos de seus fatores de segurança.

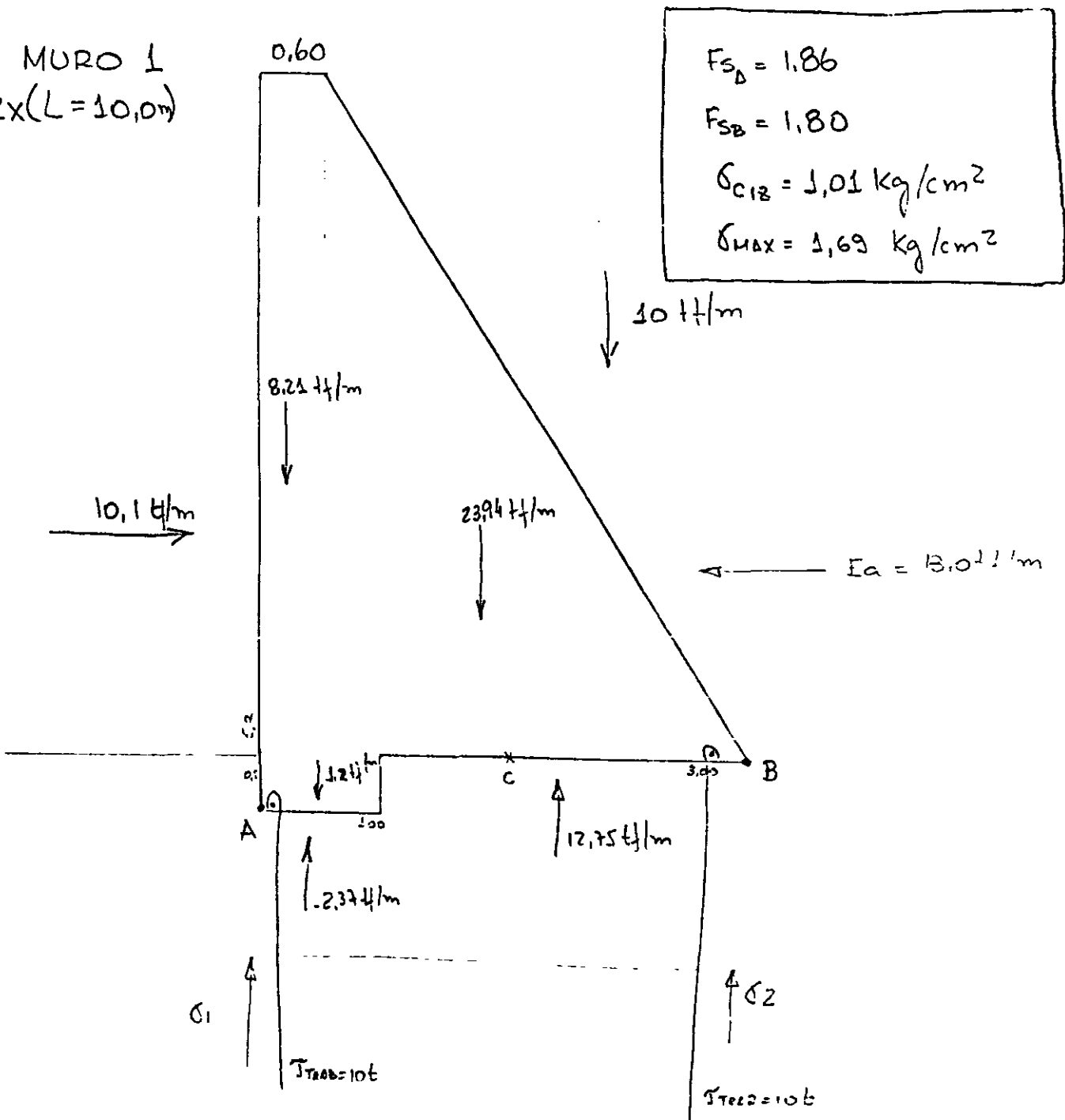
Levou-se em conta as seguintes características:

1. Concreto simples com $f_{ck} = 100 \text{ kg/cm}^2$
2. Peso específico $\gamma = 2,4 \text{ t/m}^3$
3. Existência de sub-pressão atrás da parede.
4. Ancoragem com aço CA 50 E
5. Ancoragem com aço CA 50 E e uso de traços de aço 12,0 t



Obra BARRAGEM PUIÚ	Assunto Muros do Sangradouro
Calculo Wal	Visto M.
Data Jul/87	Folha 2 de 4

MURO I
2x(L=10,0m)



$F_{SD} = 1,86$
 $F_{SB} = 1,80$
 $\sigma_{c12} = 1,01 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_{MAX} = 1,69 \text{ kg/cm}^2$

$P_{TOA} \left\{ \begin{array}{l} \Sigma \Delta T = 57,75 \\ \Sigma RES = 107,35 \end{array} \right. \quad F_A = 1,86$

$P_{TOB} \left\{ \begin{array}{l} \Sigma \Delta T = 60,46 \\ \Sigma RES = 108,60 \end{array} \right. \quad F_B = 1,80$

$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \times 4 = 8,23 + 1,2 + 23,94 + 10$

$\sigma_1 + \sigma_2 = 25,67$

$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \times 4 \times 0,66 + 2,37 \times 1,7 =$

$= 8,73 \times 1,4 + 2,2 \times 1,5 = 3,0 \times 1,7$

$\sigma_1 - \sigma_2 = 12,26$

$\sigma_1 = 16,96 \text{ t/m}^2 \quad \sigma_2 = 4,70 \text{ t/m}^2$

000147



Obra BARRAGEM POIU	Assunto Muros do Saneamento
Cálculo Wal	Visto M.
Data JUL/87	Folha 3 de 4

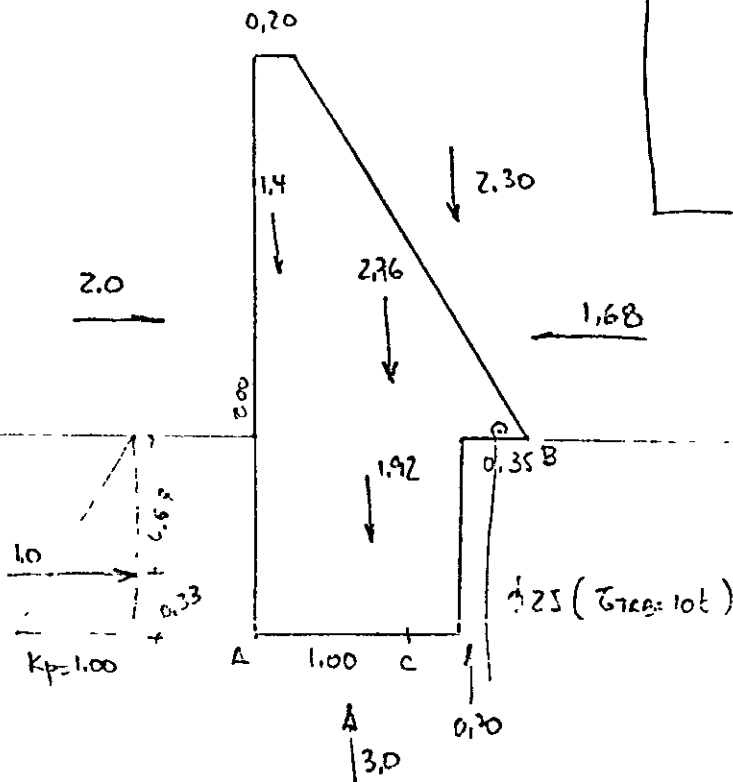
MURO Z
2x (L=19.0 m)

$$F_{SD} = 1.75$$

$$F_{SB} = 1.50$$

$$\sigma_{C12} = 0.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{MAX} = 1.76 \text{ Kg/cm}^2$$



$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \times 1.35 = 1.1 + 2.26 + 1.92 + 2.30 = 3.38$$

$$\sigma_1 + \sigma_2 = 12.42$$

$$\begin{aligned} (\sum Mc = 0) \cdot \frac{\sigma_1 \cdot \sigma_2 \times 1.35 \times 0.22 + (2.30 \times 0.57)}{2} = \\ = (3.4 \times 0.57) + (2.26 \times 2.10) + (1.92 \times 0.98) \\ + (1.68 \times 1.67) \quad \text{///} \quad \sigma_1 - \sigma_2 = 22.76 \end{aligned}$$

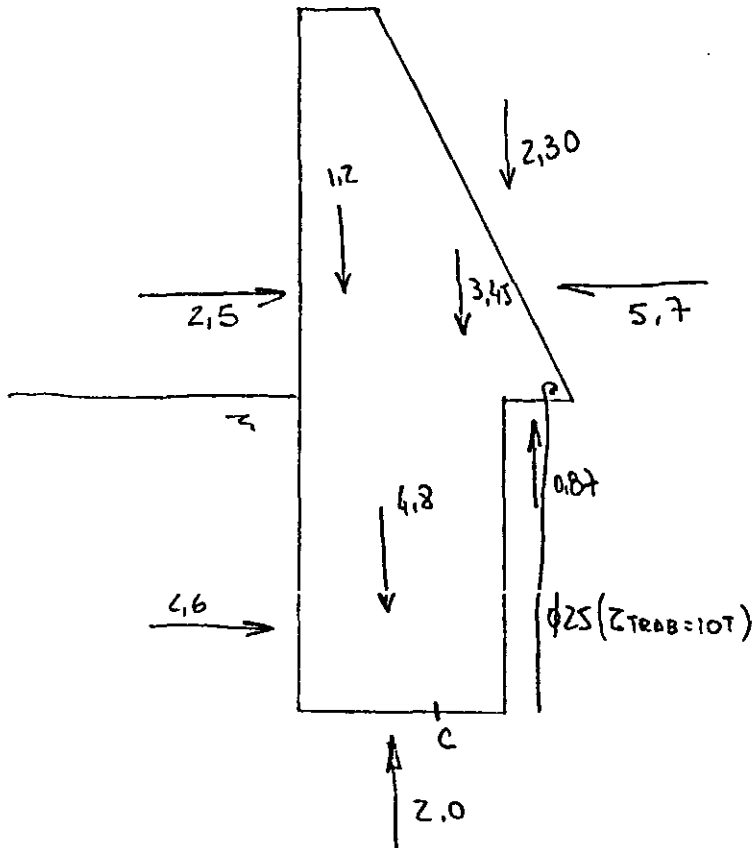
$$\begin{aligned} \sigma_1 &= 17.59 \text{ t/m}^2 = 1.76 \text{ Kg/cm}^2 \\ \sigma_2 &= 5.17 \text{ t/m}^2 = 0.51 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

000148




Obra	BARRAGEM POIÚ		Assunto	Muros do Sangradouro
Calculo	Wal	Visto	M.	Data JUL/87
				Folha 4 de 4

MURO M3
2x (L=3,0m)



$F_{SD} = 2,3$
 $F_{SB} = 2,4$
 $\sigma_{ci2} =$
 $\sigma_{MAX} = 1,3 \text{ Kg/cm}^2$





$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \times 2,35 = 1,2 + 4,8 + 3,45 + 2,30$$

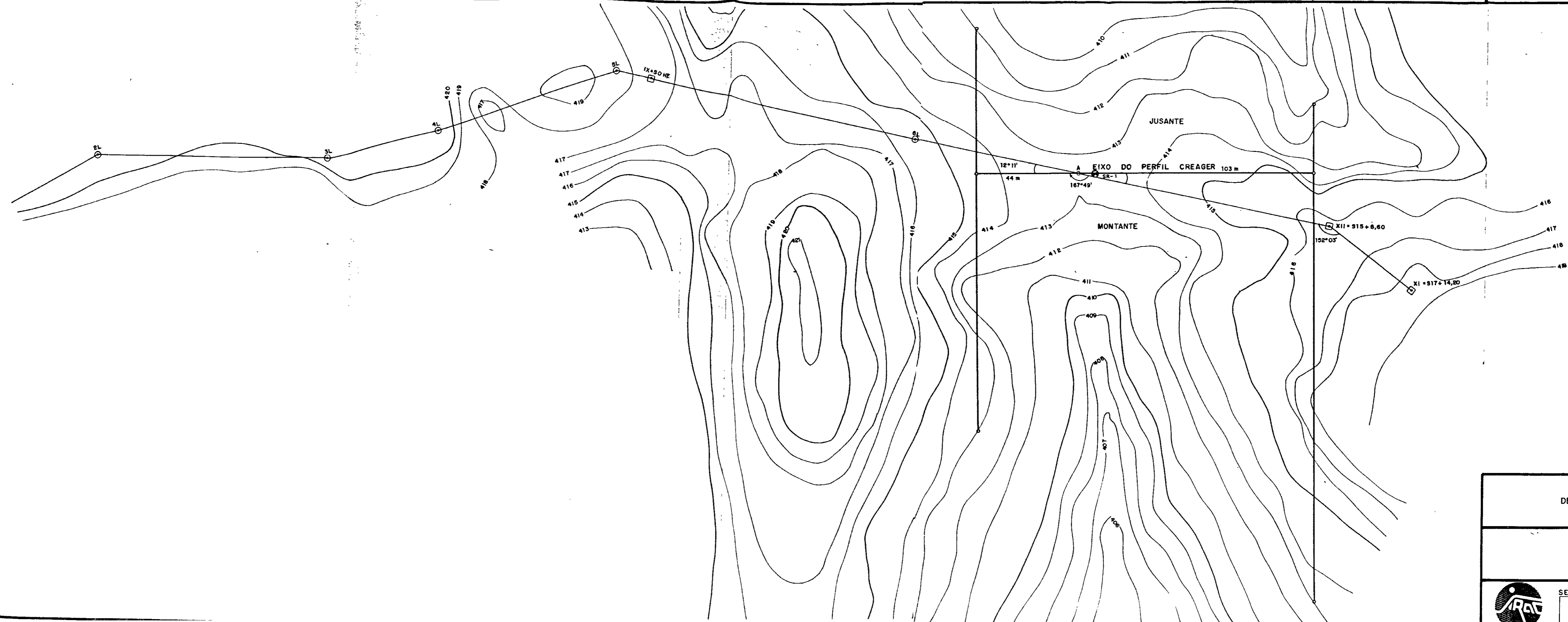
$$\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = 5 \quad \underline{\sigma_1 + \sigma_2 = 10,0}$$

$$\Sigma(M_c = 0) \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \times 2,35 \times 0,475 + (2,30 \times 0,17) =$$

$$(1,2 \times 1,07) + (3,45 \times 0,47) + (4,8 \times 0,17) + (5,7 \times 2,67) \parallel \sigma_1 - \sigma_2 = 16,42$$

$$\sigma_1 = 13,21 \text{ t/m}^2 = 1,3 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = -3,21 \text{ t/m}^2 = -0,32 \text{ Kg/cm}^2$$



LEGENDA

- ☐ MARCO TOPOGRÁFICO DE CONCRETO
- ⊙ ESTACA
- ⊙ SR-1

0174/01
 ESTAB. 0
 96/1763
 BIBLIOT.
 SECRETARIA DE REC.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO 4ª DIRETORIA REGIONAL			
BARRAGEM PUIÚ			
AMARRAÇÃO DAS OBRAS / VERTEDOURO			
000150			
SERVIÇOS INTEGRADOS DE ACESSORIA E CONSULTORIA LTDA.			
ESCALA 1 : 1000	DATA JULHO / 87	CONTRATO Nº	FIGURA 10.2





10 - AMARRAÇÃO DA OBRA

000151-



10.1 - AMARRAÇÃO DA OBRA DO MACIÇO

000152



10.1 - Amarração da obra d. maciço

A amarração da obra está materializada na ombreira direita onde existem dois marcos topográficos denominados I (estaca - 1-12,00) e II (estaca 3 + 14,60) distando entre si de 106,60 m.

Partindo do marco II, visando o marco I com zero graus e com um ângulo de $209^{\circ}11'$ define-se a direção do eixo da barragem.

O eixo da barragem é definido pelo alinhamento do marco II e dos marcos V e VI (esses últimos estão na ombreira esquerda).

Na Figura 10.1 são mostrados os roteiros e os valores para a implantação das obras do maciço.



10.2 - AMARRAÇÃO DO SANGRADOURO

000154



10.2 - Amarração do sangradouro

Na ombreira direita do sangradouro existem dois marcos topográficos nºs XI e XII distando entre si de 45,60 m.

Partindo do marco XII visando o marco XI com zero graus, dando-se o ângulo de $152^{\circ}03'$ e medindo-se a distância de 112,50 m, determina-se o ponto A situado no eixo do perfil Creager.

Instalado no ponto A, visa-se o marco XII e dando-se um ângulo de $167^{\circ}49'$ determina-se o eixo do perfil Creager.

A Figura 10.2 detalha a amarração do sangradouro.

T (horas)	I (m ³ /s)	O (m ³ /s)	L (m)
0	0	0,0	0,00
5,8	19,3	38	0,13
11,6	67,9	22,6	0,42
17,4	141,0	77,2	0,96
23,2	219,0	158,0	1,55
29,0	297,3	224,2	1,96
34,8	251,6	219,7	<u>2,10</u> 1,88
40,6	208,9	233,3	2,01
46,4	149,2	187,9	1,74
52,2	89,5	132,1	1,37
58,0	42,0	81,0	0,99
63,8	13,2	42,2	0,64
69,6	0,0	21,4	0,41

T (horas)	I (m ³ /s)	O (m ³ /s)	L (m)
0	0	0	0
3.4	4.8	0.7	0.04
6.8	23.7	5.1	0.16
10.2	55.7	18.1	0.37
13.6	95.7	45.8	0.68
17.0	131.0	87.3	1.04
20.4	153.6	122.6	1.31
23.8	161.5	147.3	1.48
27.2	157.1	<u>156.5</u>	<u>1.54</u>
30.6	133.0	148.7	1.49
34.0	96.8	125.7	1.33
37.4	62.2	95.7	1.11
40.8	36.1	66.0	0.87
44.2	17.5	43.3	0.65
47.6	5.7	27.4	0.48
51.0	0	16.7	0.35

T - Tempo de duracion de chuva

I - hidrograma afluente

O - hidrograma efluente

L - Altura da lâmina de pargio.