



PROGRAMA
NAÇÕES UNIDAS PARA O
DESENVOLVIMENTO
— U N D P —



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS
HIDRÁULICAS



ORGANIZAÇÃO DAS
NAÇÕES UNIDAS PARA
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E CULTURA
— UNESCO —

CENTRO DE HIDROLOGIA APLICADA

LEG. "HIDROCENTRO"

TELEFONE : 23-33-94

TELEGRAMA REF. :

TELEGRAMA REF. :

CAIXA POSTAL 530

PÓRTO ALEGRE - BRASIL

ESBOÇO DE UMA ALTERNATIVA PARA CONTRÔLE DAS ÁGUAS NA BACIA
DO RIO ARARÍ (ILHA DE MARAJÓ - PARÁ), E SEU ESTUDO DE VIA
BILIDADE ECONÔMICA.

OPÇÃO : Planejamento de Recursos Hídricos

AUTOR : Carlos Moura dos Reis

ORIENTADOR : Roger Berthelot

EXAMINADORES:

Roger Berthelot

Diretor Técnico do CHA

Bruno Seibert de Rezende

Eng^o Civil, Mecânico e Eletrecista

Haralambos Simeonidis

Bacharel em Ciências Políticas e Eco
nômicas

Data do exame: ⁰⁶⁻⁰⁹⁻⁷² ~~Setembro 1972~~ Aprovação: _____

Pres. da Banca

ORIENTADOR :

Dr. ROGER BERTHELOT

R E S U M O

Tem o presente trabalho a finalidade de esquematizar um provável projeto para contrôlo das águas na BACIA DO ARARIÍ.

A evolução do mesmo até tornar-se um projeto definitivo basea-se na viabilidade econômica que apresentar. Por isso objetivou-se determinar a relação Benefício-Custo, para o que foram dimensionadas as principais obras e estimado o custo das demais, tudo com base nos dados disponíveis ou supostos como prováveis em uma primeira aproximação.

Ao final do trabalho, chegou-se à conclusão que tal ALTERNATIVA totaliza um custo de inversão da ordem de Cr\$ 85.000.000,00 com uma relação Benefício-Custo mínima igual a 1,51, considerando apenas os benefícios obtidos na Pecuária, isto é, não computando os benefícios que por certo advirão à Pesca, à Agricultura e à Navegação.

Tal resultado estimula à elaboração de um melhor detalhamento da alternativa aqui esboçada e que inclusive serve de orientação à pesquisa de campo necessária para obtenção de dados básicos. Esta orientação está resumida no ítem "CONCLUSÕES" do presente trabalho e é complementada pelas "RECOMENDAÇÕES" apresentadas ao final do mesmo.

Í N D I C E

		Pag.
I	INTRODUÇÃO	1
II	DESCRIÇÃO GERAL.....	3
II.1	Localização.....	3
II.2	Aspectos Físicos.....	3
II.2.1	Hidrografia.....	6
II.2.2	Geologia	8
II.2.3	Hidrologia.....	8
II.2.3.1	Cheia de 1964.....	10
II.2.3.2	Cheia de 1967.....	15
II.2.3.3	Pluviometria	15
II.2.3.4	Evaporimetria.....	21
II.2.3.5	O Balanço Hídrico.....	21
II.3	Aspectos Econômicos e Sociais.....	28
III	OS TRABALHOS DE MELHORAMENTOS	31
III.1	Dimensionamento dos Canais	33
III.2	Outras Obras.....	41
IV	ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA.....	45
IV.1	Estimativa de Custos	45
IV.1.1	Custo dos Diques	45
IV.1.2	Custo das Barragens Móveis	45
IV.1.3	Custo das Eclusas	46
IV.1.4	Custo das Comportas	46
IV.1.5	Resumo das Estimativas de Custo.....	48
IV.1.6	Custo Anual.....	48
IV.2	Estimativa dos Benefícios.....	49
IV.2.1	Pecuária.....	49
IV.2.1.1	Situação Atual.....	49
IV.2.1.2	Situação Após os Melhoramentos.....	52

IV.2.1.2.1	Sistema Intensivo	52
IV.2.1.2.2	Sistema Extensivo	55
IV.2.1.3	Resumo Comparativo	56
IV.3	Relação Benefício Custo	56
IV.3.1	Sistema Intensivo	56
IV.3.2	Sistema Extensivo	56
V	CONCLUSÕES.....	57
VI	RECOMENDAÇÕES.....	60
VII	BIBLIOGRAFIA	

ÍNDICE DOS QUADROS

Q.I	Alturas hidrométricas no posto de Cachoeira do Ararí (período 1952/1971).....	14
II	Alturas hidrométricas e de precipitação observadas nos postos de Cachoeira do Ararí, em 1964.....	16
III	Alturas hidrométricas e de precipitação observadas no posto de Cachoeira do Arari, durante o ano de 1967.....	16
IV	Precipitações mensais observadas em Cachoeira do Ararí, no período de 1950 à 1971.....	17
V	Precipitações mensais observadas em Santa Cruz do Ararí, no período de 1969 à 1971.....	18
VI	Precipitações mensais observadas na fazenda Tapera, durante o ano de 1971.....	18
VII	Desvio percentual da média de precipitação, de curtos períodos, em relação à média de um período de 20 anos de observação em Cachoeira do Ararí.....	23
VIII	Cálculo da precipitação média da bacia do Ararí, pelo método de Thiessen.....	23
IX	Evaporação mensal observada em Soure.....	24
X	Evaporação mensal observada em Cachoeira do Ararí.....	24
XI	Evaporação média mensal no período de 1955 à 1971.....	24
XII	O balanço hídrico da bacia do Ararí.....	26
XIII	Elementos característicos dos diversos drenos.....	35
XIV	Tabela de STRICKLER.....	37
XV	Dimensões dos drenos em função da profundidade máxima.....	38
XVI	Relação percentual entre a secção existente e a necessária nos postos fluviométricos do rio Ararí.....	40
XVII	Volumes de escavações dos drenos a serem melhorados e/ou abertos.....	44

ÍNDICE DAS FIGURAS

		Pag.
F.1	Localização da área.....	4
2	Rio Ararí, trecho entre Genipapo e Cachoeira do Ararí.....	5
3	Esboço geológico da foz do rio Amazonas.....	9
4	Limnigrama do posto de Cachoeira do Ararí, (<u>se</u> tembro/71).....	11
5	Limnigrama do posto de Cachoeira do Ararí (<u>a</u> bril/maio/71).....	12
6	Limnigrama do posto de Cachoeira <u>do</u> Ararí (<u>no</u> vembro/71).....	13
7	A bacia do rio Ararí	19
8	Frequência de chuvas em Cachoeira do Ararí...	20
9	Correlação gráfica entre as evaporações de Soure e Cachoeira do Ararí.....	25
10	Balanço hídrico da bacia do rio Ararí.....	27
11	Perfil batimétrico do Rio Ararí.	36
12	Gráfico de $Q = 1,61 h^{8/3}$	39
13	Perfis das secções fluviométricas do rio Ararí	41
14	Esquema da barragem móvel, a ser implantada no rio Ararí	47

I INTRODUÇÃO

Situada no estuário do Rio Amazonas entre os meridianos 49°30'W e 51°00'W e entre os paralelos 0°S e 2°S a ILHA DE MARAJÓ ocupa cêrca de 48.000 km², dos 100.000 km² que constituem aquela importante Zona Fisiografica do estado do Pará.

Topograficamente pobre, seu insignificante relêvo traz como primeira consequência, uma limitada aptidão natural ao escoamento superficial das águas pluviais. Dessa forma, torna-se característico daquele região o fato de a mesma inundar-se todos os anos, com maior ou menor intensidade embora seja também observada, com a mesma periodicidade, uma estação de sêcds, alternada com aquela de cheias, induzindo ambos os casos grandes prejuízos à economia regional.

Com o intuito de formular uma solução para a quêle problema e, conseqüentemente, de criar condições para a formulação e execução de Planos de Desenvolvimento Económico-Social daquela àrea, é que foi elaborado o presente esboço de projeto para contrôle das águas da Bacia do Arari - a mais afetada - sôbre o qual baseou-se o estudo de viabilidade econômica, aqui também abordado.

Trata-se de um esboço porquanto procura-se aqui, apenas delinear um plano de ação a partir dos dados existentes, inferindo-se quando os elementos necessários ainda não são disponíveis. De qualquer forma, o que se objetiva é esquematizar u'a metodologia de planejamento de recursos hídricos: chegado ao fim dêsse primeiro esboço, s

ficada alguma evidente viabilidade econômica, deverá então, o mesmo, ser reestudado desde o início (e com mais detalhes) usando todos os elementos cujo conhecimento se fez necessário durante a elaboração do esboço preliminar.

É de ressaltar, também, que outras alternativas deverão, evidentemente, ser estudadas e comparadas entre si para que se possa fazer a eleição daquela mais conveniente.

II DESCRIÇÃO GERAL

II.1 LOCALIZAÇÃO

A área dêsse estudo corresponde às bacias de drenagem do Rio Ararí e do Lago que é seu homônimo.

Geograficamente, situa-se na porção Centro-Oriental da Ilha de Marajó (Fig. 1), ocupando grande parte da Zona de Campos Naturais daquela Ilha.

II.2 ASPECTOS FISICOS

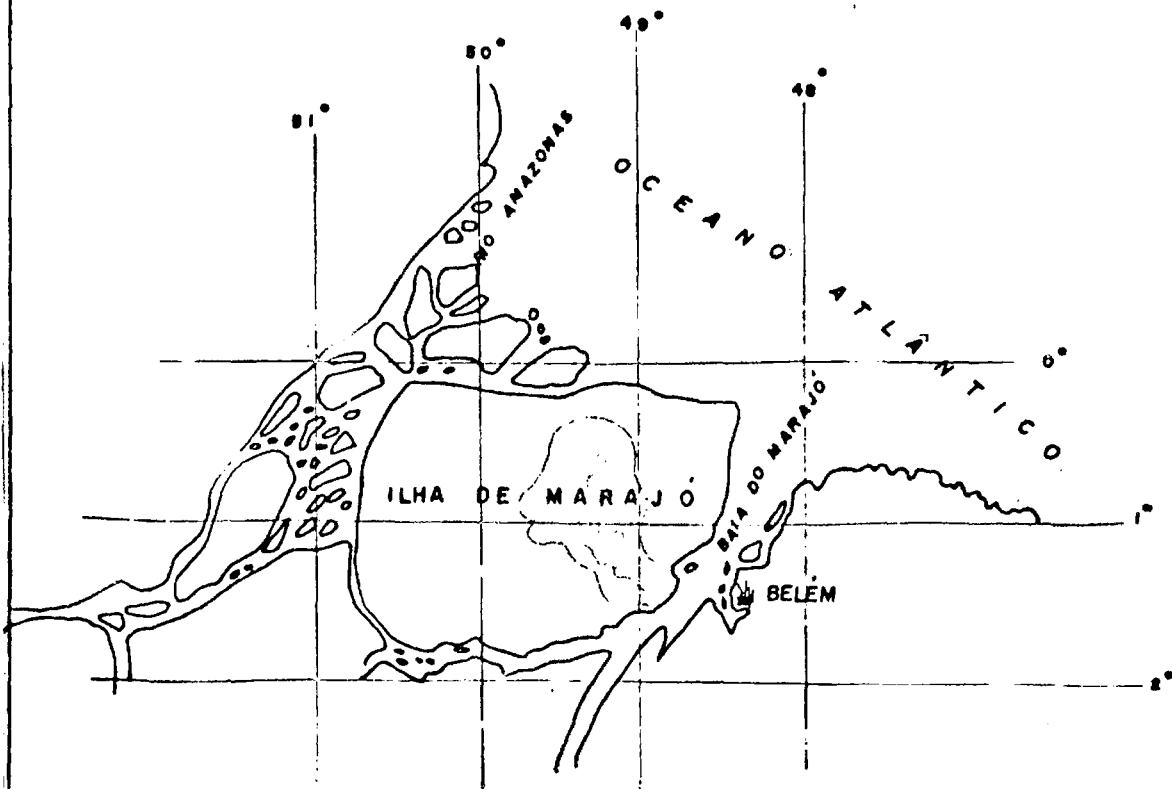
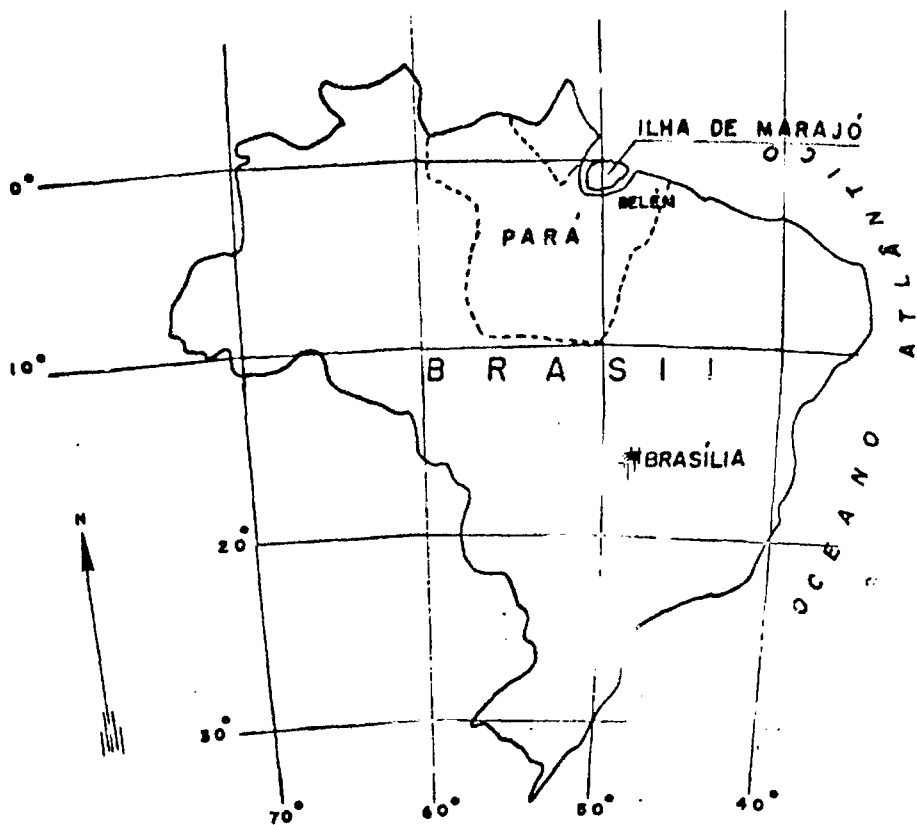
Praticamente desprovida de relêvo, tal como ocorre em tôda a Ilha, a área em tela é drenada por rios de regime essencialmente pluvial, apresentando os problemas de inundação e sêca, sendo esta também, uma decorrência da má distribuição das chuvas durante o ano.

É a bacia dominada por uma vegetação herbácea de savanas e gramíneas e, segundo o levantamento altimétrico feito ao longo do Rio Ararí pela Segunda Diretoria Regional do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis (Fig. 2), as terras adjacentes ao rio são aproximadamente 2,00 metros mais altas nas proximidades do Lago do que próximo à Baía de Marajó, na foz do Rio Ararí.

A análise de fotografias aéreas da área faz supor que os "leves" (diques naturais) situam-

Fig. 1

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ESCALA 1 : 5.000.000

normal dos níveis de cheias enquanto que as áreas exteriores a essas margens são algo mais baixas; mais adiante dos rios aparecem muitas áreas baixas onde pântanos e pequenos lagos são encontrados. O próprio Lago Arari parece não ser mais que o centro de uma dessas grandes depressões, com uma área de cerca de 100km² em águas baixas. Outras áreas mais baixas ocorrem frequentemente, mostrando-se ocupada por uma vegetação típica e apresentando-se permanentemente alagados - são os localmente chamados "mondongos". Também são frequentes, algumas formações mais elevadas, de solo arenoso, denominados localmente "tesos".

II.2.1 HIDROGRAFIA

As características hidrográficas da ilha são função de sua topografia extremamente plana; os chamados "tesos" - porções elevadas poucos metros acima dos níveis subjacentes - são em geral, artificiais. A crônica histórica indica que os antigos indígenas habitantes da região construíram elevação nos terrenos com o fim de ali localizarem suas habitações e cemitérios(1). Tal prática indica, portanto, a existência do problema de inundações periódicas desde aqueles remotos tempos.

Sendo a topografia tão plana, a drenagem natural caracteriza-se pela presença de rios de diminuta velocidade de escoamento, desenvolvendo-se através de numerosos meandros até desembocarem em profundos estuários.

A ação das marés é observada pela escafação que esta provoca formando profundos leitos que penetram a ilha, algumas vezes a grandes distâncias, indo até encontrar uma capa laterítica, de espessura variável que produz as

calmente chamadas "cachoeiras". Durante a época da estiagem, é possível observar êsses "rápidos" que impedem a navegação, durante a baixamar.

A bacia do rio Ararí, ora em estudo constitui e a principal bacia hidrográfica da região de campo da ilha de Marajó, não só por sua extensão e grandeza de sua vazão de drenagem, mas também por sua importância econômica como via de penetração naquela área, além da riqueza ictiológica, que encerra, tanto no lago como no próprio rio.

Nasce o rio Ararí próximo a extremidade inferior da parte oriental do lago Ararí, tomando a direção oeste; após percorrer alguns quilômetros, volta-se para o sul, e a seguir, para leste, formando uma grande curva cujo extremo passa relativamente próximo da extremidade inferior do lago (fi.2). Nesse trecho o rio apresenta grande número de meandros e margens não bem definidas. Seu percurso entretanto, vai se tornando menos sinuoso, a medida que se aproxima da desembocadura, na baía de Marajó.

Aproximadamente a 10km da cidade de CACHOEIRA DO ARARÍ, a jusante, encontram-se as "corredeiras" chamadas "As Pedras de Lucas" e "As Pedras de Muirim", observando-se à jusante desta última, uma notável mudança de vegetação das margens, o que é um índice de que as águas salinas das marés chegam até aquelas imediações.

Os principais afluentes que o rio Ararí, recebe pela margem direita são o rio Anajás-Mirim e os igarapés Mercês e Cururu. Pela margem esquerda, o único afluente importante é o rio Goiapy.

O rio Anajás Mirim interliga as bacias  ri

os Ararí e Anajás através do rio e do canal dos Mocoões onde o escoamento se faz na direção do rio Ararí, sendo, porém, que à altura das fazendas Ucuuba e Destêrro, as águas do canal perdem velocidade até que inverte o fluxo na direção ao rio Mocoões, que desagua no Anajás.

II.2.2 GEOLOGIA

A ilha de Marajó - como em toda a zona geográfica sôbre a qual se desenvolve a desembocadura do rio Amazonas - pertence, sob o ponto de vista geológico, à Fossa "Marajoara".

Os terrenos cristalinos que bordejam essa fossa afloram ao Noroeste e ao Sul desta vasta região, constituindo, respectivamente os escudos da Guiana e do Brasil Central (fig.3).

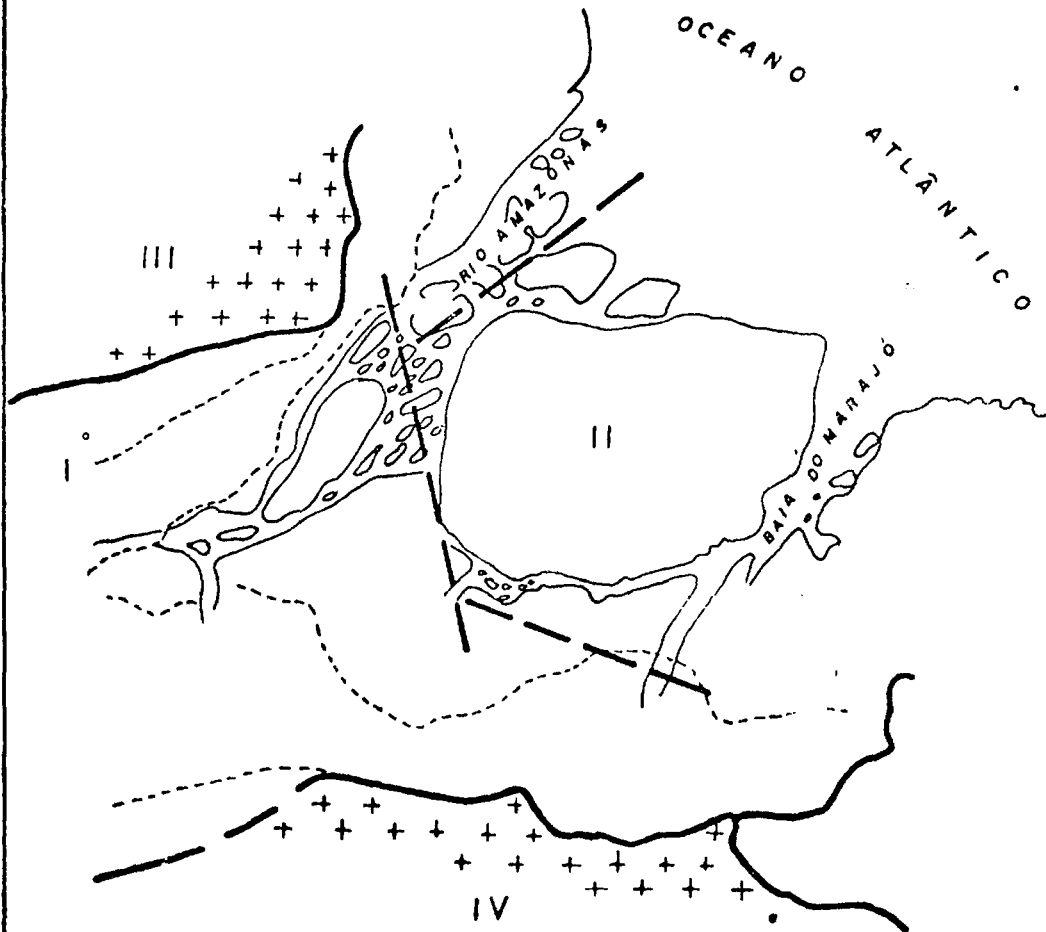
Sob a ilha de Marajó, entretanto, as formações sedimentares atingem vários milhares de metros de espessura, recobrando a base cristalina.

II.2.3 HIDROLOGIA

O rio Ararí, tal como os demais rios da ilha de Marajó, apresenta um regime hidrológico bem definido, com cheias que começam em dezembro ou janeiro e terminam em julho ou agosto, após ter passado por um máximo no mês de abril ou maio. Só no ano de 1964 - quando se verificou a maior enchente registrada - é que excepcionalmente o pico de cheia verificou-se no mês de março alcançando a cota 4,14m da escala limnimétrica de CACHOEIRA DO ARARÍ. Para aquêle ano o nível mínimo das águas do rio Ararí alcançou a cota 0,28m, praticamente o mesmo valôr da cota mínima do ano de 1962, que foi um ano médio, sob o ponto de vista de níveis de

ESBÔÇO GEOLÓGICO DA REGIÃO DA FÓZ DO
RIO AMAZONAS

Fig. 3



ESCALA 1: 5 000 000

- I BACIA SEDIMENTAR DO AMAZONAS
- II FOSSA MARAJOARA
- III ESCUDO DAS GUIANAS
- IV ESCUDO DO BRASIL CENTRAL

ias. Nesse ano a cota mínima foi de 0,26m enquanto que a máxima atingiu 3,50m.

A análise dos limnigramas do posto de Cachoeira do Ararí evidencia a influência das marés mostrando que a variação da amplitude das mesmas é uma função das alturas próprias do rio (fig. 4, 5 e 6). Assim, por exemplo, na figura 4 (limnigrama correspondente a setembro de 1971) observa-se que a maior amplitude da maré é de 0,89m para a cota $H= 1,28m$ na baixamar; já na figura 5 (correspondente a abril/maio de 1971), a maior amplitude é de apenas 0,06m, quondo os níveis do Rio Arari estão acima dos 3,00m; por outro lado, no período de outubro/novembro, quando as águas estão bem mais baixas, para a cota $H= 0,60m$ na baixamar corresponde uma amplitude de maré de 1,30m (fig. 6). Para melhor visualização dessas variações, foi elaborado o QUADRO I onde figuram os valores médios mensais dos níveis observados no posto de Cachoeira do Ararí, no período de 1952 à 1971, como também os valores absolutos registrados naquele período.

II.2.3.1 CHEIA DE 1964

A enchente mais importante da qual se obtém bastante informação é a do ano de 1964.

Os altos valores desta cheia foram determinados pelas abundantes e inesperadas chuvas de dezembro de 1963 que elevaram o nível máximo em Cachoeira do Arari a 2,46m, verificando-se a rápida resposta da bacia a uma chuva abundante, o que é um claro índice do alto grau de impermeabilidade dos solos.

Os dados coligidos, referentes a essa cheia são constantes do QUADRO II, por onde se observa também

RIO Auari

COLOCADO EM 13 10 9 1971 AS 8 HORAS

MIRA 2,46 m

PÔSTO Bachocia do Auari

RETIRADO EM 20 10 9 71 AS 8 HORAS

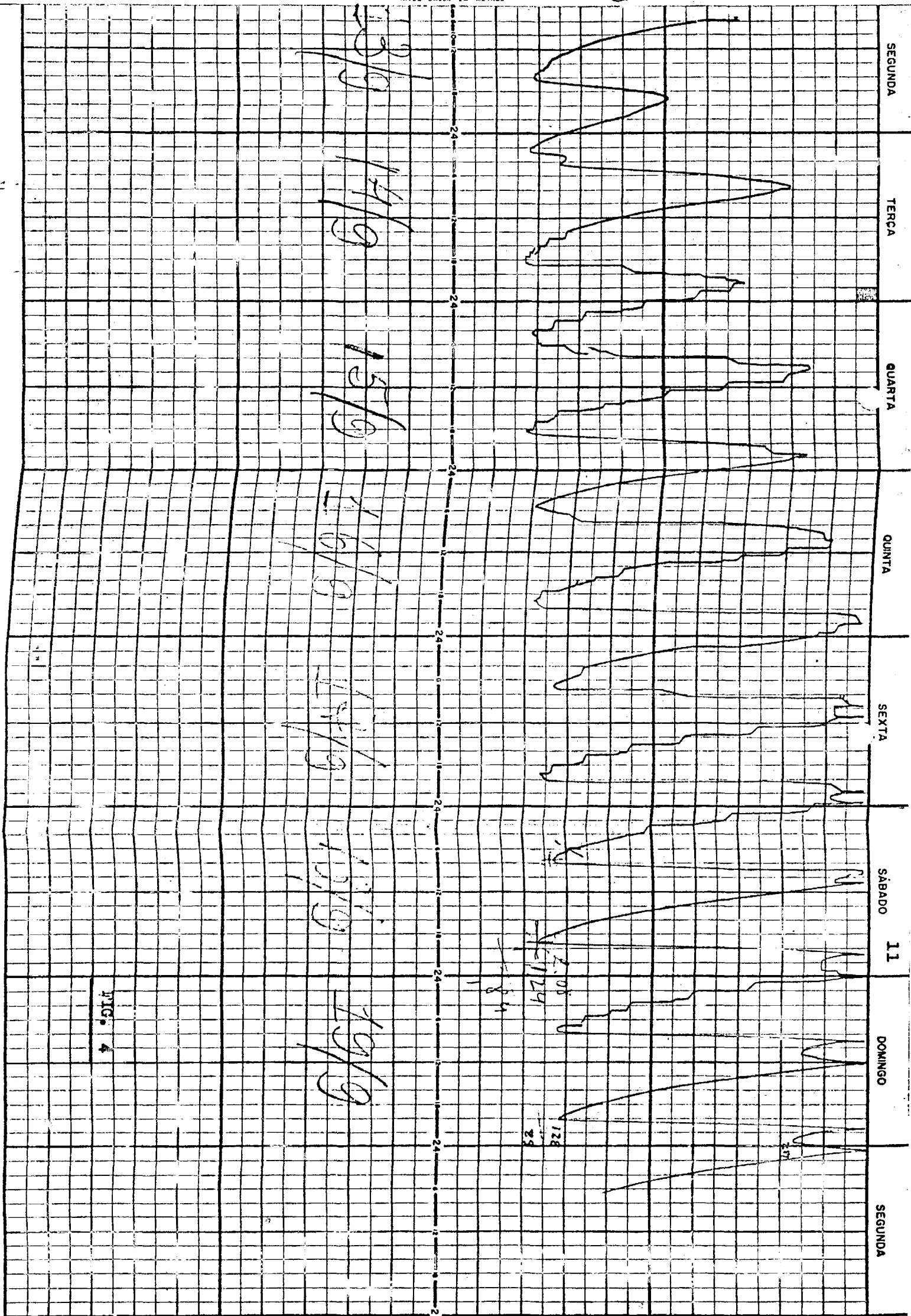
MIRA 1,36 m

Nº _____

OBSERVADOR Sapasia Beia Guader

NÍVEL D'ÁGUA EM METROS

LINÍGRAFO IM - Modelo S



ESTA PARTE POR CIMA

RIO Quari COLOCADO EM 29/12/91 ÀS 7:30 HORAS MIRA 0.04 m
 PÓSTO Facheco da Cruz RETIRADO EM 11/11/11 ÀS 8 HORAS MIRA 0.76 m
 Nº _____ OBSERVADOR Salesio Guedes

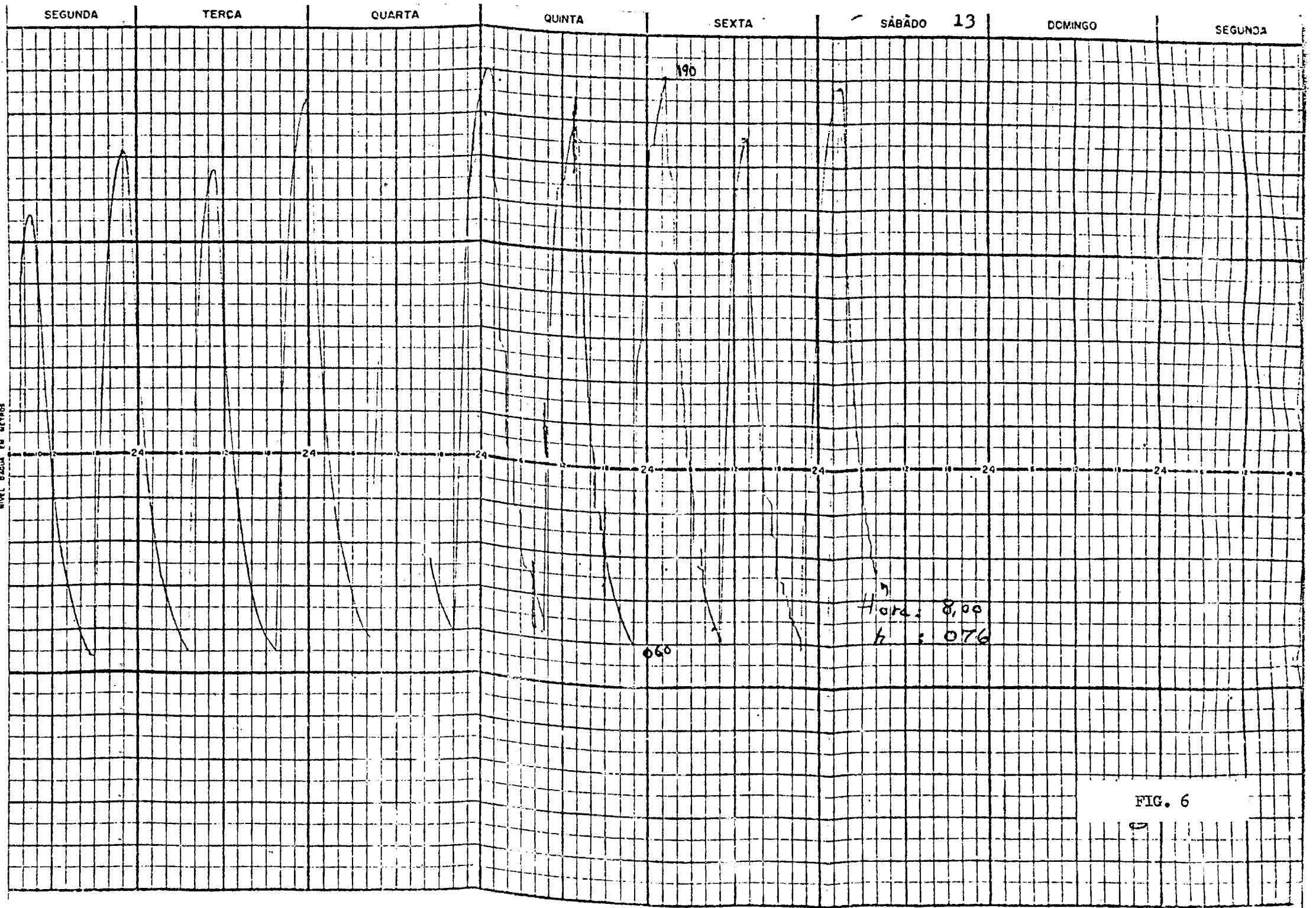


FIG. 6

Q U A D R O I

ALTURAS HIDROMÉTRICAS MÉDIAS NO POSTO DE CACHOEIRA DO ARARI . (Período de 1952 a 1971).

MESES	ALTURAS MÉDIAS - em metros			Δ, H	VALORES ABSOLUTOS	
	Níveis Máximos	Níveis Mínimos	Níveis Médios		Níveis Máximos	Níveis Mínimos
Janeiro	1.36	0.70	1.03	0.66	3.72	0.20
Fevereiro	2.08	1.72	1.9	0.36	3.78	0.32
Março	2.86	2.70	2.78	0.16	4.14	1.38
Abril	3.24	3.14	3.19	0.10	4.14	1.68
Maiο	3.03	2.96	3.00	0.07	4.08	2.64
Junho	2.71	2.58	2.64	0.13	3.80	1.74
Julho	2.16	1.89	2.02	0.27	2.90	1.50
Agosto	1.91	1.53	1.72	0.38	2.70	1.08
Setembro	1.69	1.17	1.43	0.52	2.26	0.74
Outubro	1.45	0.85	1.15	0.60	2.06	0.20
Novembro	1.30	0.67	0.98	0.63	3.38	0.28
Dezembro	1.18	0.52	0.85	0.66	3.02	0.22

que para grandes alturas hidrométricas, a variação diária nas mesmas é muito pequena apesar das fortes chuvas. Deve-se tal fenômeno ao fato de o rio inundar tôda a planura circundante.

Quanto à persistência da inundação os registros mostram que durante 215 dias as alturas hidrométricas foram superiores a 2,00m e, por 169 dias, foram maiores que 3,00m, sendo aparente que a cota $H=3,00m$ corresponde ao nível crítico na bacia do rio Arari.

II.2.3.2 CHEIA DE 1967

Apesar de ser a segunda cheia mais importante, em intensidade, as diferenças em relação à de 1964 são notáveis. Para esse ano as alturas máximas mensais e as chuvas em Cachoeira do Arari foram, no período crítico, as apresentadas no QUADRO III.

Nessa cheia, a persistência das alturas superiores a 3,00m foi de 113 dias e, a de maiores que 2,00m ocorreu durante 156 dias.

II.2.3.3 PLUVIOMETRIA

A bacia em estudo está servida por apenas 3 (tres) postos pluviométricos (fig.7) dos quais somente em 1 (hum) há uma série relativamente longa de registros. É o posto de Cachoeira do Arari. Ali se dispõem de dados desde 1950 (QUADRO IV e fig. 8), o que já permite calcular a média de precipitação local, com bastante segurança. Os outros 2(dois) postos são os de Santa Cruz do Arari e Fazenda Tapera, onde os registros cobrem um período de 3(tres) e 1(hum) ano respectivamente (QUADROS V e VI). Observa-se porém, que nos tres postos há uma significativa correlação, o que era de se esperar, dada a homogeneidade ecológica e meteorológica da área.

Q U A D R O I I

ALTURAS HIDROMÉTRICAS E DE PRECIPITAÇÃO OBSERVADAS
NO POSTO DE CACIQUEIRA DO ARARÁ, EM 1964.

ANO	MÊS	PRECIPITAÇÃO - (mm)	ALT. HIDROM. - (m)
1963	Nov	0.0	--
	Dez	290.0	2.46
1964	Jan	563.0	3.70
	Fev	323.0	3.77
	Mar	663.0	4.14
	Abr	492.0	4.14
	Mai	373.0	4.05
	Jun	242.0	3.80
	Jul	49.0	3.16
	Ago	18.0	2.34
	Set	32.0	2.25
	Out	0.0	2.02
	Nov	0.0	--

Q U A D R O I I I

ALTURAS HIDROMÉTRICAS E DE PRECIPITAÇÃO OBSERVADAS
NO POSTO DE CACIQUEIRA DO ARARÁ, EM 1967.

ANO	MÊS	PRECIPITAÇÃO - (mm)	H _{max} (m)	H̄ (m)
1967	Jan	135	1.76	1.29
	Fev	330	2.94	3.83
	Mar	616	3.84	3.83
	Abr	375	3.58	3.55
	Mai	704	3.86	3.85
	Jun	132	3.60	3.59
	Jul	169	2.58	2.53
	Ago	57	2.02	1.88

Q U A D R O I V

PRECIPITAÇÕES MENSAIS OBSERVADAS EM CACHOEIRA DO ARARI

NO PERÍODO DE 1950 A 1971

ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	TOTAL
1950	49	314	607	525	360	75	86	32	2	12	18	74	2144
51	112	20	121	281	364	165	105	10	5	15	4	50	1252
52	228	379	503	326	319	89	117	86	26	26	15	58	2172
53	283	335	352	510	177	114	131	31	34	5	0	48	2020
54	53	353	367	329	137	105	20	7	0	19	70	60	1520
55	156	268	443	386	236	226	206	129	16	90	14	71	2241
56	42	457	420	488	181	179	74	74	33	10	35	199	2192
57	228	358	434	706	379	170	49	99	7	23	8	14	2475
58	169	327	371	284	161	171	70	37	13	20	27	71	1721
1960	216	367	284	329	139	127	193	37	50	0	0	226	1968
61	445	399	530	512	442	223	145	82	70	27	23	60	2958
62	131	328	414	379	292	159	57	47	21	2	0	4	1834
63	208	366	496	227	167	156	108	51	21	0	0	290	2090
64	563	323	663	492	373	242	49	18	32	0	0	0	2755
65	190	218	533	538	281	134	56	36	9	5	0	8	2008
66	93	473	391	517	467	130	145	67	36	0	4	44	2367
67	135	330	619	375	704	132	169	57	6	41	9	51	2628
69	334	425	497	417	384	215	95	106	60	0	0	0	2533
1970	323	274	406	312	264	198	199	110	45	22	305	95	2553
71	239	350	477	643	368	249	199	36	45	101	0	3	2710
SOMA mm	4197	6664	8928	8576	6195	3259	2273	1152	531	408	532	1426	44141
MED. mm	209.8	333.2	446.4	428.8	309.7	162.9	113.7	57.6	26.6	20.4	26.6	71.3	2207.0
CPM. %	9,5	15,1	20,2	19,4	14,1	7,4	5,2	2,6	1,2	0,9	1,2	3,2	100

Q U A D R O V

PRECIPITAÇÕES MENSAS OBSERVADAS EM SANTA
CRUZ DO ARARÍ, NO PERÍODO DE 1969/1971.

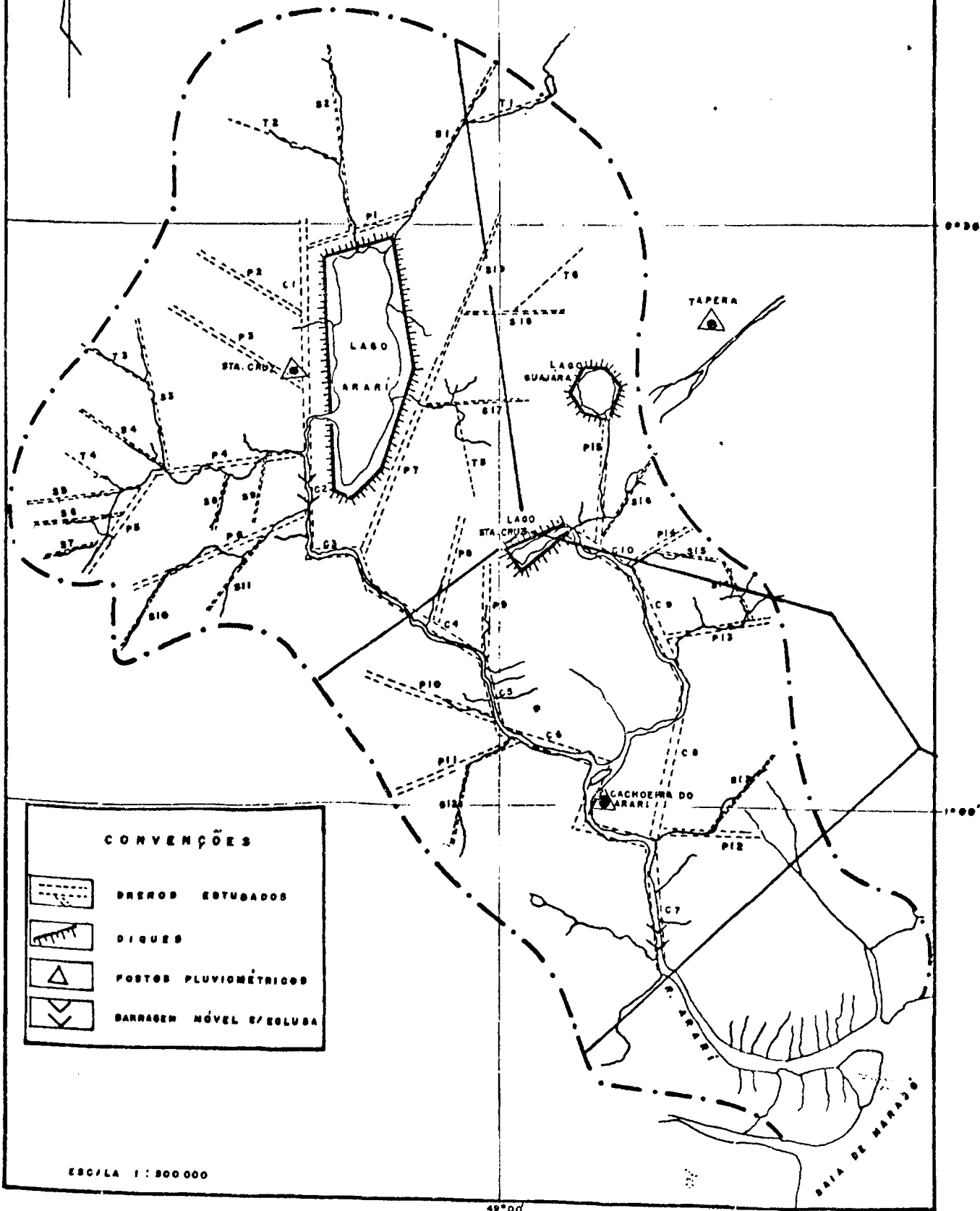
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1969	188	346	413	404	512	148	136	56	26	2	0	0	2231
1970	293	278	275	413	307	260	222	82	18	48	318	58	2572
1971	146	300	392	538	526	267	241	94	36	10	27	23	2600
SOMAS	627	924	1080	1355	1345	675	599	232	80	60	345	81	7403
MÉDIAS	209	308	360	452	448	225	199	77	27	20	115	27	2467
CPM(%)	8.5	12.4	14.6	18.3	18.2	9.1	8.1	3.1	1.1	0.8	4.7	1.1	100%

Q U A D R O V I





PRECIPITAÇÕES MENSAS OBSERVADAS NA FAZENDA
TAPERA, DURANTE O ANO DE 1971.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT	
182	388	590	543	487	243	218	60	13	10	36	69	2839	
CPM(%)	6.4	13.7	20.8	19.1	17.2	8.5	7.7	2.1	0.5	0.4	1.2	24	100%

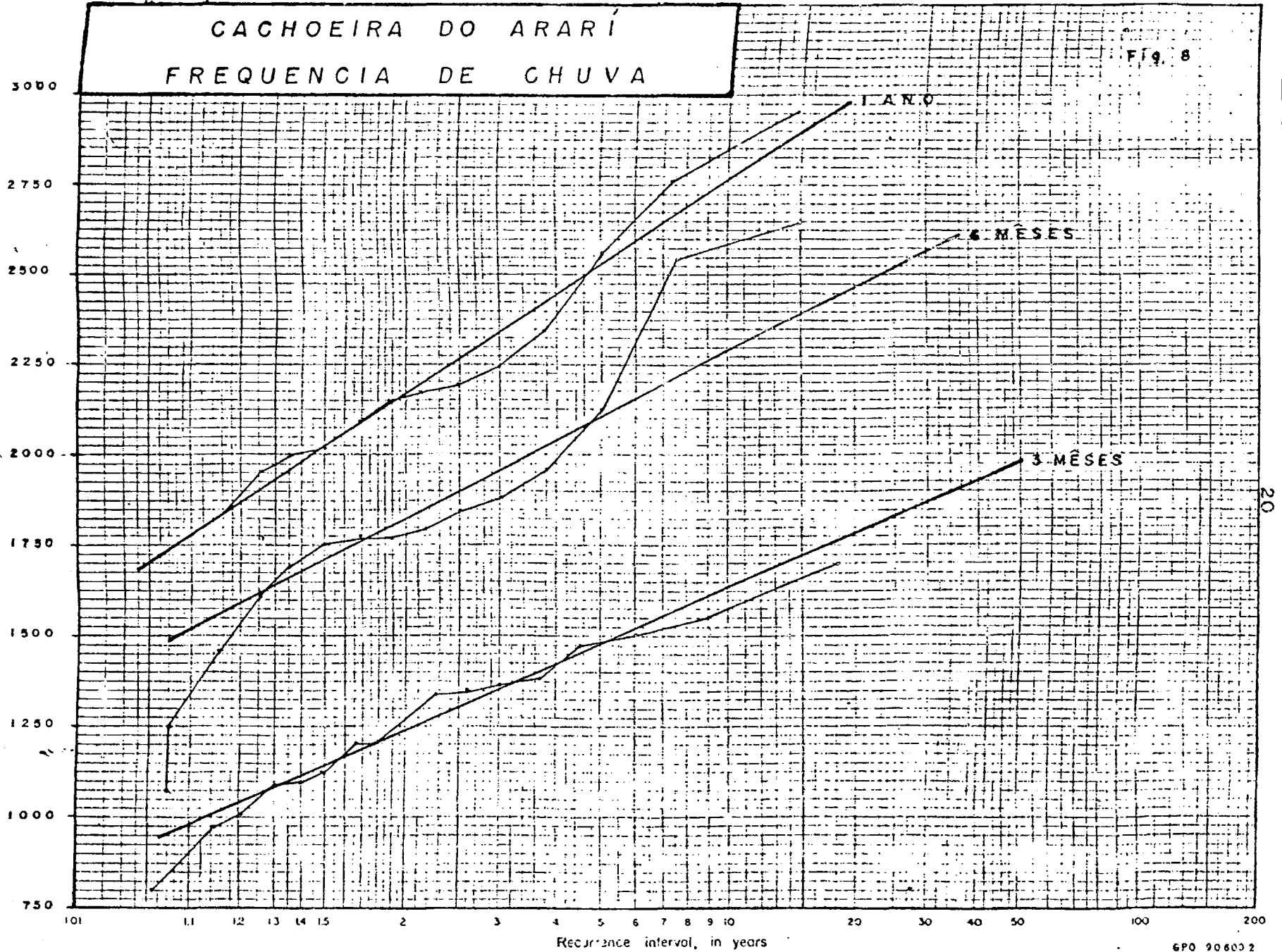
19
A BACIA DO ARARÍ



CONVENÇÕES

-  ÁREAS ESTUDADAS
-  DIQUES
-  POSTOS PLUVIOMÉTRICOS
-  BARRAGEM NÓVEL S/ ECLUSA

ESCALA 1 : 500 000



Em vista disso e, verificando que a média da precipitação diminui com a extensão do período, foi elaborado um estudo de variação percentual entre a média de curtos períodos e a média de 20 anos, para Cachoeira do Arari, chegando-se aos resultados que estão resumidos no QUADRO VII.

Os valores encontrados de variação percentual foram aplicados aos postos de Santa Cruz e de Tapera, de modo a homogeneizar as médias dos tres postos. Dessa forma se tornou possível determinar com mais aproximação a média de precipitação na bacia, para o que foi aplicado o Método de Thiessen (QUADRO VIII) que forneceu como resultado uma precipitação média anual de 2.110,8mm.

II.2.3.4 EVAPORIMETRIA

O cálculo da evaporação na bacia foi feito com base nos dados da estação de Soure e Cachoeira do Arari, únicos locais onde há dados disponíveis.

Sendo em Soure a série de observações mais longa (16 anos), foi elaborada uma correlação gráfica entre os dados daquela localidade (QUADRO IX) e os de Cachoeira do Arari (QUADRO X), cujo resultado é visto na figura 9, de onde são obtidos os valores mensais da evaporação (QUADRO XI), usados no balanço hídrico adiante apresentado.

II.2.3.5 O BALANÇO HÍDRICO

Com base nos elementos anteriormente calculados, foi executado o balanço hídrico para a bacia do rio Arari, tendo sido usado, para a estimativa da evapotranspiração potencial, o método de Penman, simplificado por Grassi e Christiansen (2), através da expressão:

$$E_{tp} = 0,8 E_v \quad \text{onde } E_{tp} \text{ é a evapotranspiração potencial}$$

procurada.

E_v é a evaporação líquida observada no tanque evaporimétrico Standard Classe A.

0,8 é um coeficiente redutor determinado experimentalmente.

O balanço hídrico se vê resumido no QUADRO XII, onde se tem também calculadas, as precipitações mensais, em função de sua distribuição percentual ao longo do ano, de acôrdo com as observações realizadas nos tres postos citados.

Para melhor visualização dêsse balanço hídrico, foi o mesmo gráficamente traduzido na figura 10, onde estão evidentes a amplitude dos EXCESSOS e dos DEFICITS, estes durante os meses de setembro à dezembro e aqueles, entre os meses de fevereiro à junho.

É de ressaltar que nos cálculos aqui elaborados, admitiu-se como sendo de 100mm a retenção hídrica, dado ao fato de os solos da bacia em estudo serem de textura argilosa. Como

$$R = \frac{CC - PM}{100} D \rho$$

onde: R = Retenção hídrica disponível para as plantas.

CC = Capacidade de Campo

PM = Ponto de murcha permanente

D = Profundidade de exploração das raízes

ρ = Pêso específico aparente do solo

Usando valores médios constantes da Tabela organizada por Israelson e Hansen (2), para tais tipos de solos encontramos:

$$R = \frac{34 - 18}{100} . 500 . 1,25$$

$$R = 100 \text{ mm}$$

Q U A D R O V I I

DESVIO PERCENTUAL DA MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO DE
CURTOS PERÍODOS EM RELAÇÃO À MÉDIA DE
UM PERÍODO DE 20 ANOS DE OBSERVA-
ÇÕES EM CACHOEIRA DO ARARI.

PERÍODO	MÉDIA ANUAL	DESVIO	VARIAÇÃO PERCENTUAL
1971	2.709,5 mm	502,5 mm	22,8 %
1970 e 1971	2.631,2 mm	424,2 mm	19,2 %
1969 a 1971	2.598,4 mm	391,4 mm	17,7 %

Q U A D R O V I I I

CÁLCULO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA DA BACIA DO ARARI
PELO MÉTODO DE THIESSEN

POSTOS	Nº DE ANOS DE OBS.	ÁREA A (km ²)	ALTURA H DE PRECIPITAÇÃO		A . H	h
			OBSERVADA	HOMOGENEISADA		
CACHOEIRA DO ARARI	20	1.398,25	2.207	2.207	3.085.937,75	2.110,8 mm
STª CRUZ DO ARARI	3	2.106,25	2.468	2.024	4.263.050,00	
TEMPERA	1	2.636,25	2.840	2.187	1.391.478,75	
TOTAIS		4.140,75			8.740.466,50	

Q U A D R O I X
EVAPORAÇÃO MENSAL OBSERVADA EM SOURE

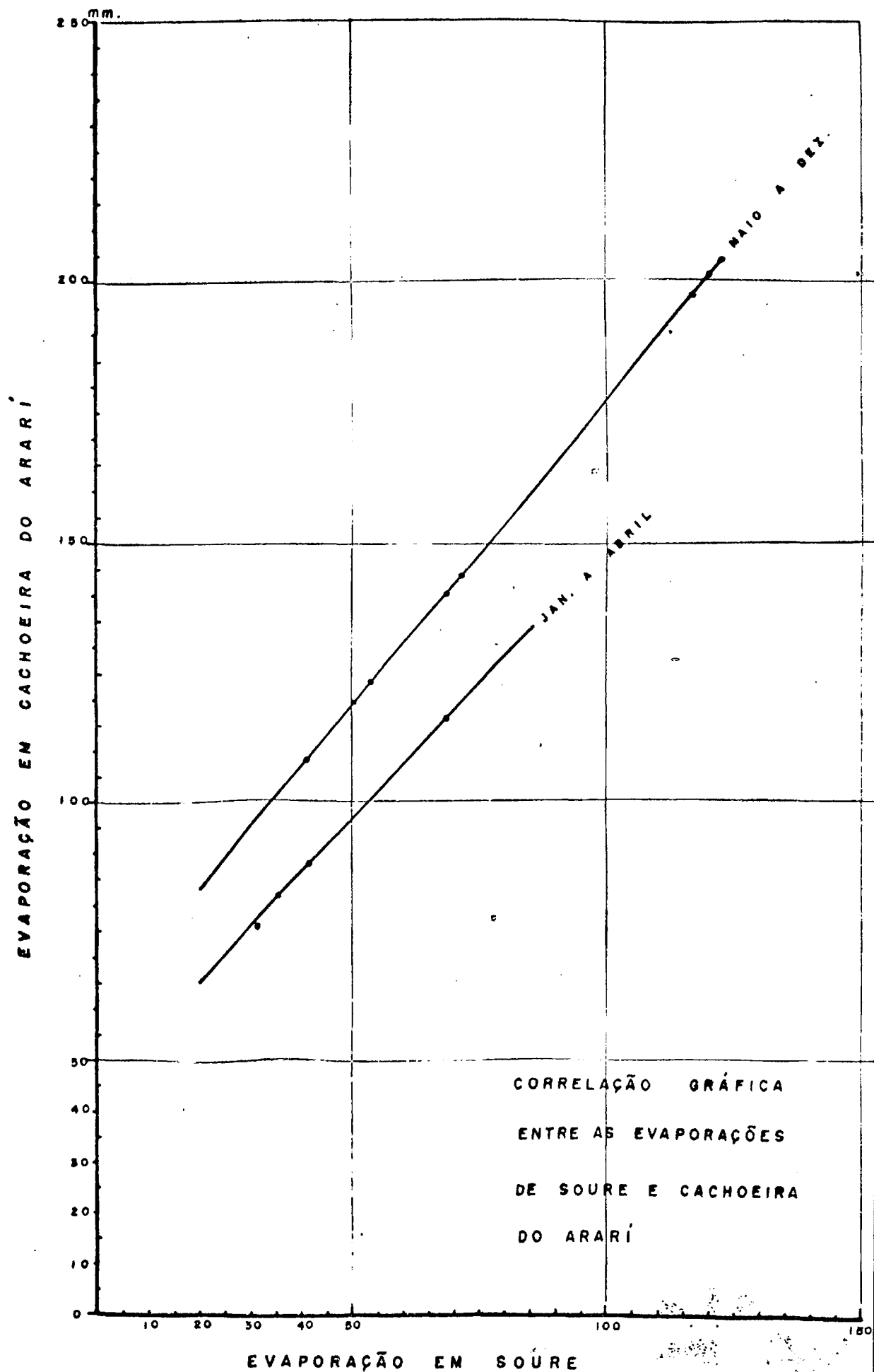
ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1955	87	66	59	48	66	77	80	89	114	124	183	115	1108
1956	127	44	59	52	78	85	96	101	120	214	123	120	1219
1958	103	70	69	72	96	92	100	103	125	146	140	114	1230
1959	96	50	44	58	55	73	83	96	114	140	121	130	1060
1960	70	61	56	54	69	85	87	90	115	136	129	92	1044
1961	81	39	55	40	45	70	77	97	119	135	113	111	982
1962	90	46	56	-	24	82	87	101	122	131	116	100	955
1963	71	47	42	46	72	78	88	105	216	127	120	-	1012
1964	42	40	42	35	49	76	-	100	111	132	132	-	759
1965	-	-	41	34	62	82	96	103	-	120	140	107	785
1966	98	54	-	48	69	79	78	-	-	-	-	-	426
1967	64	37	34	49	48	79	81	92	107	130	124	102	947
1968	93	38	38	41	42	59	72	86	103	110	82	76	840
1969	52	51	43	42	30	68	70	82	103	104	112	114	871
1970	81	70	50	46	57	65	67	76	96	114	61	76	859
1971	68	36	41	32	41	50	69	86	97	120	116	122	878
SOMAS	1223	749	729	697	903	1200	1231	1407	1662	1983	1812	1379	14975
MEIAS	81	50	49	47	56	75	82	94	119	132	121	106	1012

Q U A D R O X
EVAPORAÇÃO MENSAL OBSERVADA EM CAHOEIRA DO ARARI (em mm)

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
1970	-	-	-	-	-	121	117	134	148	214	121	132	
1971	115	82	78	64	117	119	140	164	187	201	197	204	1668
SOMAS	115	82	78	64	117	240	257	298	335	415	318	336	
MEIAS	115	82	78	64	117	120	128	149	168	208	159	168	1556

Q U A D R O X I
EVAPORAÇÃO MÉDIA MENSAL DO PERÍODO 1955 a 1971

LOCAL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
Sou- re	81	50	49	47	56	75	82	94	119	132	121	106	1012
CA- CHC- EIRA	130	96	95	93	126	145	156	169	192	215	201	184	1802



Q U A D R O X I I

O BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO ARARI

	E_{tp}	P	R	R	$P_n - R_{n-1}$	E.R.	Deficit	Excesso
NOV	161.1	25.3	0	0	25.3	25.3	135.8	-
DEZ.	147.4	67.5	0	0	67.5	67.5	79.9	-
JAN.	103.6	200.6	97.0	97.0	200.6	103.6	-	-
FEV.	76.9	318.7	100.0	3.0	415.7	76.9	-	238.8
MAR.	76.0	426.4	100.0	0	526.4	76.0	-	350.4
ABR.	74.4	409.5	100.0	0	509.5	74.4	-	335.1
MAI.	100.6	297.6	100.0	0	397.6	100.6	-	197.0
JUN.	116.0	156.2	100.0	0	256.2	116.0	-	40.2
JUL.	124.6	109.8	85.2	14.8	209.8	124.6	-	-
AGO.	135.8	54.9	4.3	80.9	140.1	135.8	-	-
SET.	153.2	25.3	0	4.3	29.6	29.6	123.6	-
OUT.	172.1	19.0	0	0	19.0	19.0	153.1	-
TOTAIS	1441.7	2110.8	686.5	0	2.797.3	686.5	492,4	1.161.5

CS: - E_{tp} = Evapotranspiração potencial em mm

P = Precipitação em mm

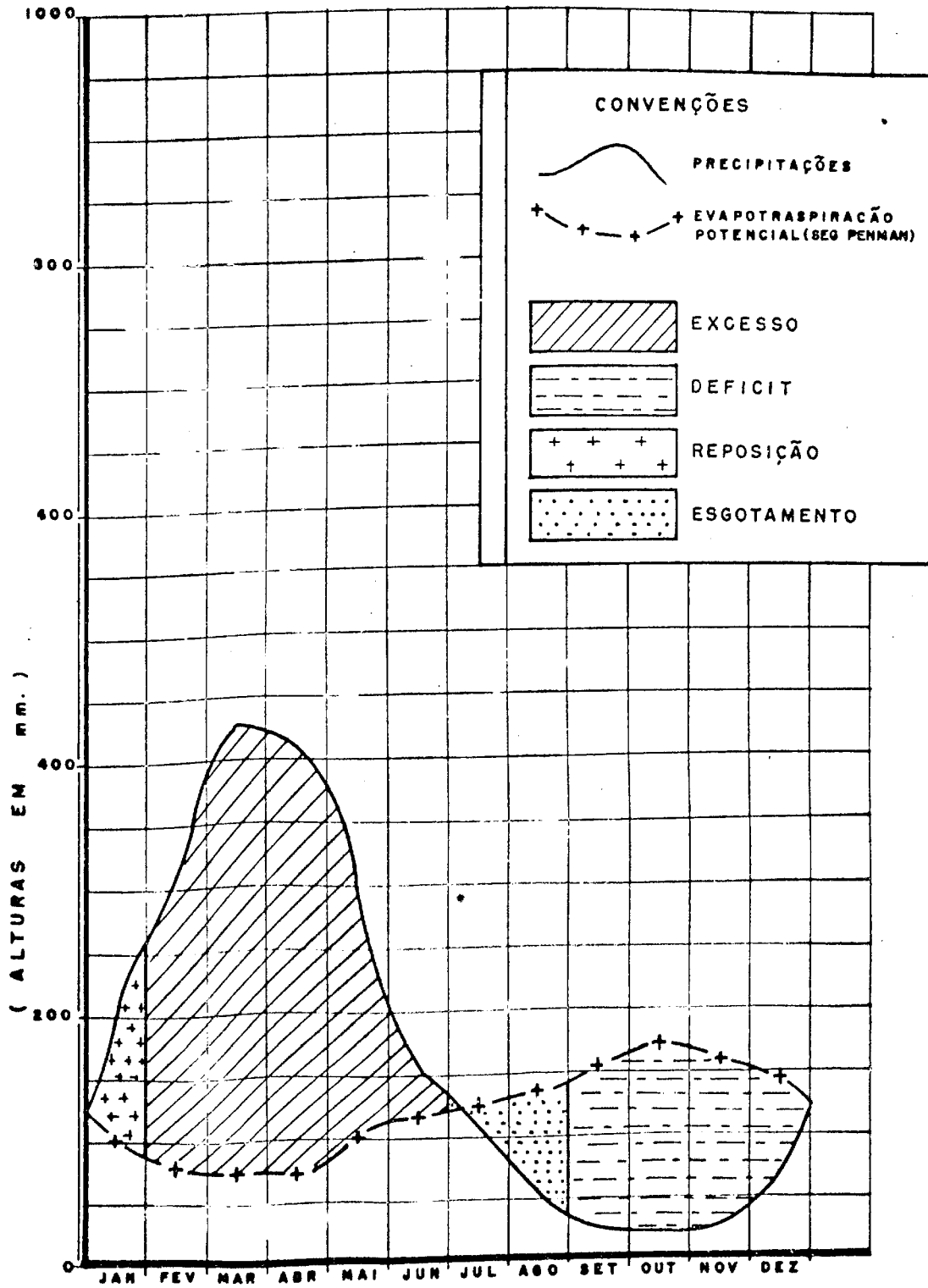
R = Retenção hídrica (reserva do solo) em mm

E.R. = Evaporação Real em mm

Fig. 10

BALANÇO HIDRICO DA BACIA DO ARARÍ

ILHA DE MARAJÓ - PARÁ



II.3 ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

É a ilha de Marajó ocupada por cêrca de 220 mil habitantes distribuidos entre os 13 municípios que a constituem, dos 83 existentes no Estado do Pará, correspondendo à quela cifra uma densidade demográfica de 4,4 hab/km². Só na área do projeto, entretanto, conta-se atualmente com cêrca de 19 mil habitantes (3).

Na bacia em estudo a pecuária ocupa o lugar mais importante atualmente entre as diversas atividades econômicas alí desenvolvidas. Existe na àrea cêrca de 347.084 bovinos e 19.800 bubalinos, segundo o Departamento Estadual de Estatística (1968), perfazendo assim um total de 366.884 cabeças, que representam cêrca de 44% do total da ilha de Marajó, e 27% do total do Estado do Pará.

A criação de gado na ilha de Marajó, entre tanto, tem sido de forma extensiva, verificando-se que para sua alimentação, os animais são deixados pastando nos campos disponíveis das fazendas. Com o advento da estação chuvosa, extensas àreas (acima ou cêrca de 60%) destas pastagens são imundadas por períodos de 5 a 6 meses. Por essa razão a densidade de gado nestas fazendas é muito baixa, atingindo aproximadamente 1 animal/ha.

A produção anual de carne é de cêrca de 20 mil toneladas e a de leite é insignificante (sómente o necessário para o uso doméstico).

Assim, o objetivo das obras de engenharia para contrôle das águas nessas àreas de pastagens é, principaimente: 1º) - tornar possível o aumento do numero de cabeças de gado; 2º) - reduzir as perdas anuais ocasionadas pelas i

mundações; e, 3º) - concorrer para o aumento no crescimento e valor dos animais.

Segundo se tem notícias, a experiência em outras regiões tropicais mostra que resultados muitos melhores podem ser obtidos com o uso de um sistema intensivo de criação de gado, com o que é comum conseguir-se uma densidade de 4 cabeças/ha e um aumento de peso da ordem de 0,5 a 1,0 kg/dia. Assim, a uma taxa de abate de 20% - (que parece ser a máxima) e, considerando-se um rebanho de 1000 cabeças (que necessitam de uma area de 250 ha), 200 cabeças por ano podem ser abatidas com peso de 73 toneladas. A produção por ha/ano atingiria, assim, à cêrca de 300 kg, o que é uma situação bem mais favorável se comparada com a presente produção da ilha de Marajó, onde se calcula em 30kg/ha/ano.

Um sistema intensivo de criação de gado requer, entretantó, entre outras coisas, uma boa drenagem das pastagens, assim como, em alguns casos, também a melhoria da estrutura dos solos para aumentar sua permeabilidade. Assim, a rotação das areas de pastagens pode ser também posta em prática - possivelmente em combinação com irrigação.

Ao lado da pecuária, a pesca também constitui e outra importante atividade, com uma produção média de 4.000 toneladas/ano, sómente no Lago Arari(4).

Quanto a agricultura, existem esparçamente, algumas culturas, como, arroz, milho, cana-de-açucar, fibras texteis, mandioca e frutas diversas, estas contribuindo com cêrca de 20% da produção estadual.

No que diz respeito à indústria extrativa vegetal, há registros apenas referentes ao município de Cachoei

ra do Arari, cuja produção em 1966 foi de 66 toneladas de produtos diversos, representando 56,86 % do total da ilha de Marajó.

A contribuição da indústria extrativa animal é muito pequena em relação ao resto da ilha, considerando-se; por isso, desprezível.

Há ainda, atualmente, na área do projeto algumas indústrias incipientes, sómente de transformação, cujos produtos são principalmente alimentares. .

III OS TRABALHOS DE MELHORAMENTOS

Ao considerar possíveis esquemas de melhoramentos para a bacia do rio Ararí, deve-se ter em mente o duplo problema daquela região: 1º) - uma abundância de precipitação na estação chuvosa - que em combinação com precárias condições de drenagem, resultam em séria inundação de extensas áreas; 2º) - grandes déficits de umidade do solo na estação seca, quando a evapotranspiração potencial excede em muito às chuvas, tornando pequena a capacidade de aproveitamento do solo nas zonas cultiváveis.

A primeira vista parece óbvio que a solução seria melhorar a drenagem das áreas baixas e coletar o excesso de água da estação chuvosa em áreas de conservação, de onde se poderia conseguir possibilidades de suprimento das áreas que necessitam de irrigação na estação seca.

A topografia, porém, é um sério impecilho para êsse tipo de solução: as áreas que necessitam de melhoramentos na drenagem são, como sempre, as mais baixas, enquanto que as terras que necessitam mais de irrigação constituem as terras mais altas. Parece, portanto, que a solução teórica esboçada não será técnica e viável sem a construção de diques ao redor de áreas baixas, selecionadas para se constituírem em áreas de preservação das águas.

Uma possibilidade óbvia para criar reservatórios de armazenamento são os lagos Ararí, Guajará e Santa Cruz. Tanto a capacidade do armazenamento quanto o potencial hidráulico desses lagos pode ser aumentado pela construção de um dique relativamente baixo ao redor dos mesmos. O material

para a construção desses reservatórios pode ser conseguido de escavações de canais construídos ou melhorados nas proximidades e exterior ao reservatório.

Durante a estiagem, a água armazenada nesses lagos pode ser liberada gradativamente de modo a atender as necessidades da agricultura, da pecuária e da navegação principalmente.

Para auxiliar na resolução do problema do período de estiagem prevê-se em tal alternativa o uso de 2 (duas) barragens móveis que deverão ser içadas durante a época das sêcas (um pouco antes) e abatidas ao início da época chuvosa. Tais obras seriam situadas, ambas no rio Arari, sendo uma delas à jusante do rio Anajás-Mirim e, a outra, à saída da bacia em estudo, ou mais precisamente, sobre a corredeira "Pedras de Lucas". Assim, esta última não só teria a função de controlar os níveis do rio Arari, mas também, de controlar a qualidade da água ao impedir, ou pelo menos diminuir bastante, a salinização das águas daquele rio pelas águas das marés. Em ambas as barragens devem ser implantadas eclusas, que permitirão a franca navegação dos rios Arari e Anajás-Mirim, o que tem que ser levado em conta dado que é aquele o principal e mais econômico meio de transporte da ilha, especialmente da área em questão.

Partindo dessas considerações preliminares, e, esboçado o projeto de controle das águas da bacia, resta saber se o mesmo é economicamente viável a fim de haja estímulo a um melhor detalhamento e u'a melhor orientação da pesquisa de dados necessários aquêles detalhamento. Para tanto, procurou-se dimensionar apenas as obras que implicam em maior bo

lume de trabalhos e de custos estimando-se o custo das demais, a fim de compôr o custo total e, conseqüentemente, determinar a relação Benefício - Custo.

III.1 DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS

Com base no balanço hídrico (fig.9 e QUADRO XII), obtem-se:

- Excesso de precipitação: 1162mm
- Período de excesso: fevereiro à junho=120d
- Vazão requerida:

$$Q_d = \frac{1,162m \times 10.000m^2}{120 \times 86.400}$$

$$Q_d = 1,120 \text{ l/seg.ha}$$

De posse desse dado, foi a bacia dividida em 8 (oito) zonas, correspondendo cada uma delas a sub-bacias de diversos drenos a serem melhorados ou implantados. Com isso obtivemos a distribuição da área de influência ou de aporte de cada um dos drenos, resumida no QUADRO XIII (colunas 1 a3)

Os outros elementos imprescindíveis ao dimensionamento dos canais são a declividade (J), e o coeficiente de rugosidade (K), da fórmula de Strickler.

A declividade adotada foi a declividade média encontrada para o rio Arari (J= 0,00005) que foi obtida a partir da batimetria executada pelo DNPVN naquele curso d'água e cujos resultados estão representados graficamente na fig. 11.

Quanto a rugosidade K ela foi determinada a partir de uma medição de campo onde se obteve:

$$P/H = 0,76$$

$$L = 43,40m \text{ (largura do espelho d'água)}$$

$$S = 127,00m^2$$

$$Q = 58,00m^3/\text{seg.}$$

Então,

$$R \approx \bar{h} = S/L = 2,93$$

$$K = \frac{Q}{A.R^{2/3} J^{1/2}} = \frac{58}{127 \times 2,05 \times 0,007075}$$

$$K = 31,4 \text{ m}^{1/3}/\text{seg}$$

Outras medições em níveis mais altos deram menores valores para K, o que era de se esperar devido ao fato de ser comum encontrar nas partes mais elevadas das margens, arbustos, raízes e danos na própria margem que contribuem para aquela diminuição do valor de K. Mas, considerando os melhoramentos a serem introduzidos, é admissível que K tenha seu valor aumentado, razão por que foi adotado $K = 35$.

Desta forma, as descargas dos cursos d'água serão dadas pela expressão:

$$Q = 35 A.R^{2/3} 0,00005^{1/2}$$

$$Q = 0,248 A.R^{2/3}$$

Uma vez que as descargas máximas já estão calculadas para cada dreno, é possível dimensionar as seções dos mesmos. Para isso foi também levado em consideração a altura máxima tolerável dos níveis do rio Ararí que, em Cachoeira de Ararí (trecho C-6) não deve exceder a cota 3,00 da escala limnimétrica ali instalada, para que não haja transbordamento das margens (mesmo porque, como já foi citado, esta é aparentemente a altura crítica dos níveis, para a bacia).

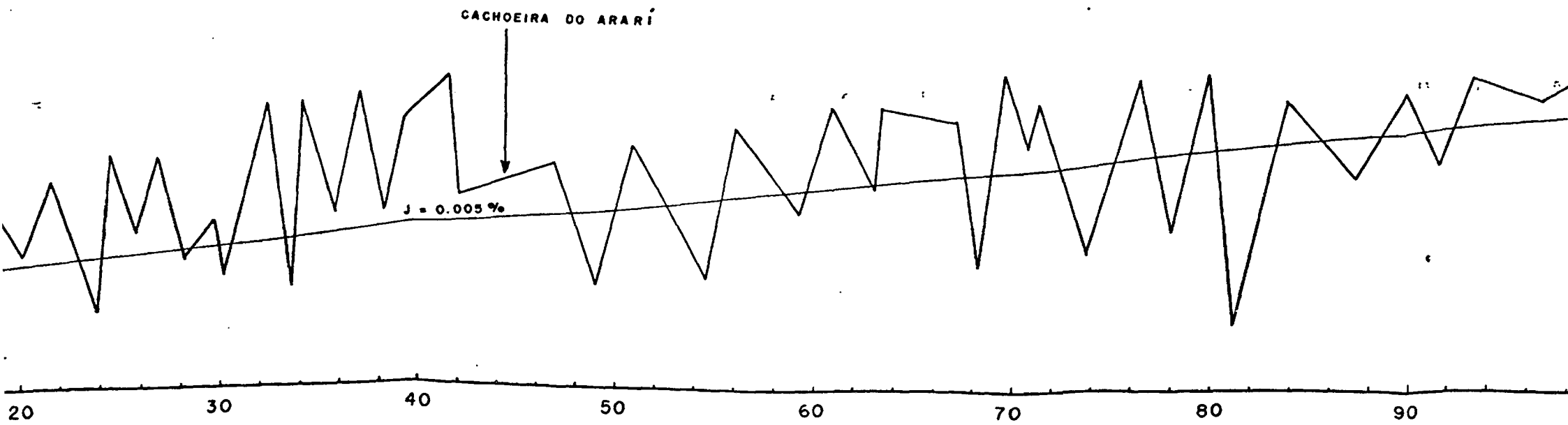
Ora, àquela cota corresponde uma profundidade $h = 7,00$ e, naquêlo trecho (C-6) $Q_{\max} = 290 \text{ m}^3/\text{seg}$. Então,

$$A.R^{2/3} = \frac{290}{0,248} \therefore A.R^{2/3} = 1170 \text{ m}^{8/3}$$

Servindo-se da Tabela de Strickler (QUADRO XIV) pa

Q U A D R O X I I I
ELEMENTOS CARACTERISTICOS DOS DIVERSOS DRENOS

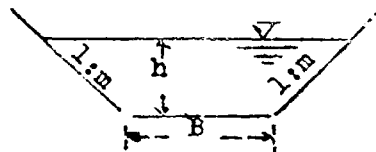
1	2	3	4	5	6
IDENTIF. DOS DRENOS	Área de in fluência	Q_d	h	$S = 7,5h^2$	L
	(ha)	(m ³ /seg)	(m)	(m ²)	(m)
C-1	91.250	102.20	4,75	169.50	13.000
C-2	147.500	165.20	5,75	247.00	11.000
C-3	151.000	169.12	5,80	253.25	4.450
C-4	207.600	232.51	6,50	317.50	10.500
C-5	242.600	271.71	6,90	358.50	10.650
C-6	257.250	288.12	7,10	378.75	21.350
C-7	347.000	388.64	7,90	471.00	7.900
C-8	89.750	100.52	4,73	168.00	15.750
C-9	51.250	57.40	3,85	111.00	14.500
C-10	26.500	29.68	3,00	67.50	7.000
P-1	65.000	72.80	4,20	139.50	16.500
P-2	13.125	14.70	2,28	39.40	11.500
P-3	13.125	14.70	2,28	39.40	15.500
P-4	18.300	43.46	3,45	89.00	15.000
P-5	20.500	22.96	2,70	54.75	10.500
P-6	17.450	19.54	2,55	48.75	18.000
P-7	42.500	47.60	3,58	96.75	20.000
P-8	5.700	6.38	1,68	21.30	11.000
P-9	8.500	9.52	1,95	28.60	9.000
P-10	12.600	14.11	2,25	38.00	14.000
P-11	11.300	12.66	2,16	35.25	11.000
P-12	12.700	14.22	2,27	38.25	8.000
P-13	8.500	9.52	1,95	28.60	10.000
P-14	5.500	6.16	1,65	20.40	7.000
P-15	5.375	6.02	1,63	20.10	13.000
S-1	27.000	30.24	3,10	72.35	14.000
S-2	14.250	15.96	2,38	42.75	16.000
S-3	10.000	11.20	2,05	31.50	14.000
S-4	5.000	5.60	1,58	18.80	9.000
S-5	7.400	8.29	1,85	25.65	11.500
S-6	2.500	2.80	1,22	11.25	9.000
S-7	2.500	2.80	1,22	11.25	5.000
S-8	2.500	2.80	1,22	11.25	5.000
S-9	1.250	1.40	0,94	6.65	5.000
S-10	4.750	5.32	1,56	18.40	4.500
S-11	5.000	5.60	1,58	18.80	9.000
S-12	7.000	7.84	1,81	24.60	8.500
S-13	1.800	2.02	1,09	8.90	4.000
S-14	1.800	2.02	1,09	8.90	5.500
S-15	3.750	4.20	1,42	15.15	7.000
S-16	16.000	17.92	2,48	46.40	10.000
S-17	8.500	9.52	1,95	28.60	10.000
S-18	11.500	12.88	2,18	35.60	15.000
S-19	8.500	9.52	1,95	28.60	9.000
T-1	13.700	15.34	2,32	39.00	10.500
T-2	5.000	5.60	1,58	18.80	7.500
T-3	2.500	2.80	1,22	11.25	5.500
T-4	3.700	4.14	1,41	15.00	6.000
T-5	5.000	5.60	1,58	18.80	8.000
T-6	7.000	7.84	1,81	24.60	10.000



Q U A D R O XIV

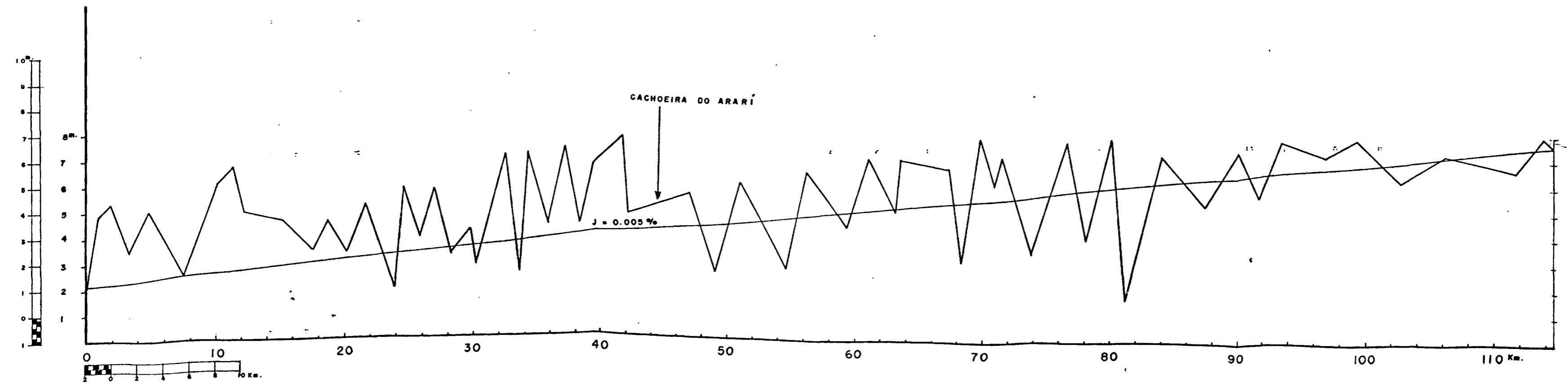
UFRGS-IPH-CHA

VALORES DE $\frac{Q}{K J^{1/2} h^{8/3}} = \frac{AR^{2/3}}{h^{8/3}}$



h	m	0	1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
0,01		98,7213	99,0578	99,3270	99,5962	99,7981	100,000	100,1345	100,4037	100,6056	100,8748	101,2786
0,02		48,7213	49,0578	49,3943	49,5962	49,7981	50,000	50,1345	50,4037	50,6729	50,8748	51,3458
0,03		32,0323	32,4360	32,7052	32,9744	33,1763	33,3109	33,5127	33,7819	34,0511	34,2530	34,7240
0,04		23,5550	24,0915	24,4279	24,6298	24,8317	25,0336	25,1682	25,4374	25,7065	25,9757	26,4468
0,05		18,7752	19,1117	19,4481	19,6500	19,8519	20,0538	20,1884	20,5248	20,7267	20,9959	21,5343
0,06		15,4777	15,8142	16,0834	16,3526	16,5545	16,6890	16,8909	17,1601	17,4293	17,6985	18,2368
0,07		13,0888	13,4387	13,7281	13,9973	14,1991	14,3337	14,5356	14,8048	15,0740	15,3432	15,8815
0,08		11,3189	11,7092	11,9313	12,2005	12,4024	12,5841	12,7523	13,0551	13,3378	13,5935	14,1318
0,09		9,9461	10,2893	10,5787	10,8209	11,0296	11,2113	11,3795	11,6823	11,9717	12,2543	12,8129
0,10		8,8559	9,1924	9,5154	9,7173	9,9259	10,1076	10,2826	10,5921	10,8815	11,1709	11,7294
0,11		7,9609	8,2994	8,5868	8,8223	9,0309	9,2126	9,3808	9,6971	9,9932	10,2826	10,8546
0,12		7,2207	7,5572	7,8398	8,0753	8,2839	8,4724	8,6406	8,9569	9,2530	9,5491	10,1278
0,13		6,5948	6,9246	7,2072	7,4427	7,6514	7,8393	8,0080	8,3310	8,6339	8,9232	9,5987
0,14		6,0565	6,3862	6,6689	6,9034	7,1130	7,3014	7,4697	7,7927	8,0955	8,3933	8,9838
0,15		5,5939	5,9219	6,1978	6,4401	6,6487	6,8381	7,0121	7,3283	7,6379	7,9407	8,5329
0,16		5,1951	5,5181	5,7940	6,0296	6,2382	6,4266	6,6016	6,9246	7,2341	7,5370	8,1359
0,17		4,8381	5,1615	5,4354	5,6729	5,8815	6,0699	6,2448	6,5746	6,8842	7,1970	7,7860
0,18		4,5289	4,8452	5,1211	5,3566	5,5652	5,7537	5,9286	6,2584	6,5679	6,8707	7,4764
0,19		4,2462	4,5625	4,8317	5,0740	5,2826	5,4710	5,6460	5,9757	6,2920	6,5948	7,2005
0,20		3,9973	4,3068	4,5827	4,8183	5,0269	5,2153	5,3903	5,7200	6,0363	6,3453	6,9515
0,21		3,7685	4,0780	4,3539	4,5895	4,7981	4,9865	5,1615	5,4912	5,8075	6,1170	6,7294
0,22		3,5666	3,8694	4,153	4,3741	4,5825	4,7709	4,9522	5,2893	5,6056	5,9152	6,5275
0,23		3,3751	3,6810	3,9502	4,1857	4,3943	4,5827	4,7644	5,1009	5,4172	5,7267	6,3450
0,24		3,2099	3,5127	3,7819	4,0107	4,2193	4,4145	4,5995	4,9259	5,2422	5,5585	6,1776
0,25		3,0551	3,3512	3,6204	3,8559	4,0646	4,2530	4,4279	4,7644	5,0874	5,4037	6,0220
0,26		2,9071	3,2099	3,4724	3,7079	3,9165	4,1049	4,2866	4,6231	4,9461	5,2557	5,8815
0,27		2,7702	3,0753	3,3378	3,5733	3,7819	3,9703	4,1453	4,4885	4,8115	5,1270	5,7460
0,28		2,6501	2,9575	3,2099	3,4451	3,6541	3,8425	4,0242	4,3606	4,6837	5,0000	5,6250
0,29		2,5437	2,8531	3,0951	3,3310	3,5329	3,7231	3,9098	4,2462	4,5693	4,8855	5,5114

PERFIL BATIMETRICO
DO
RIO ARARI



ESCALA H : 1 : 200 000

ESCALA V : 1 : 100

no dimensionamento de canais, e tendo que:

$$\frac{A \cdot R^{2/3}}{h^{5/3}} = \frac{1170}{78/3} = 6,58$$

torna-se, então possível determinar os elementos constituintes do QUADRO XV.

Q U A D R O X V
DIMENSÕES DOS DRENOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE MÁXIMA

TALUDES	BASE DO DRENO (B)	SEÇÃO MOLHADA (S)
1 : 1	6,6 h	7,6 h ²
1 : 1,5	6,25 h	7,75 h ²
1 : 2	5,9 h	7,9 h ²

A análise desse QUADRO XV leva a optar pela adoção talude 1:1 por ser o mais econômico e por ser possível de utilizá-lo dado que tais drenos serão desenvolvidos em terrenos de solos pesados (5).

Para comodidade de manuseio foram adotados nos cálculos os valores

$$B = 6,5 \text{ h}$$

$$A = 7,5 \text{ h}^2$$

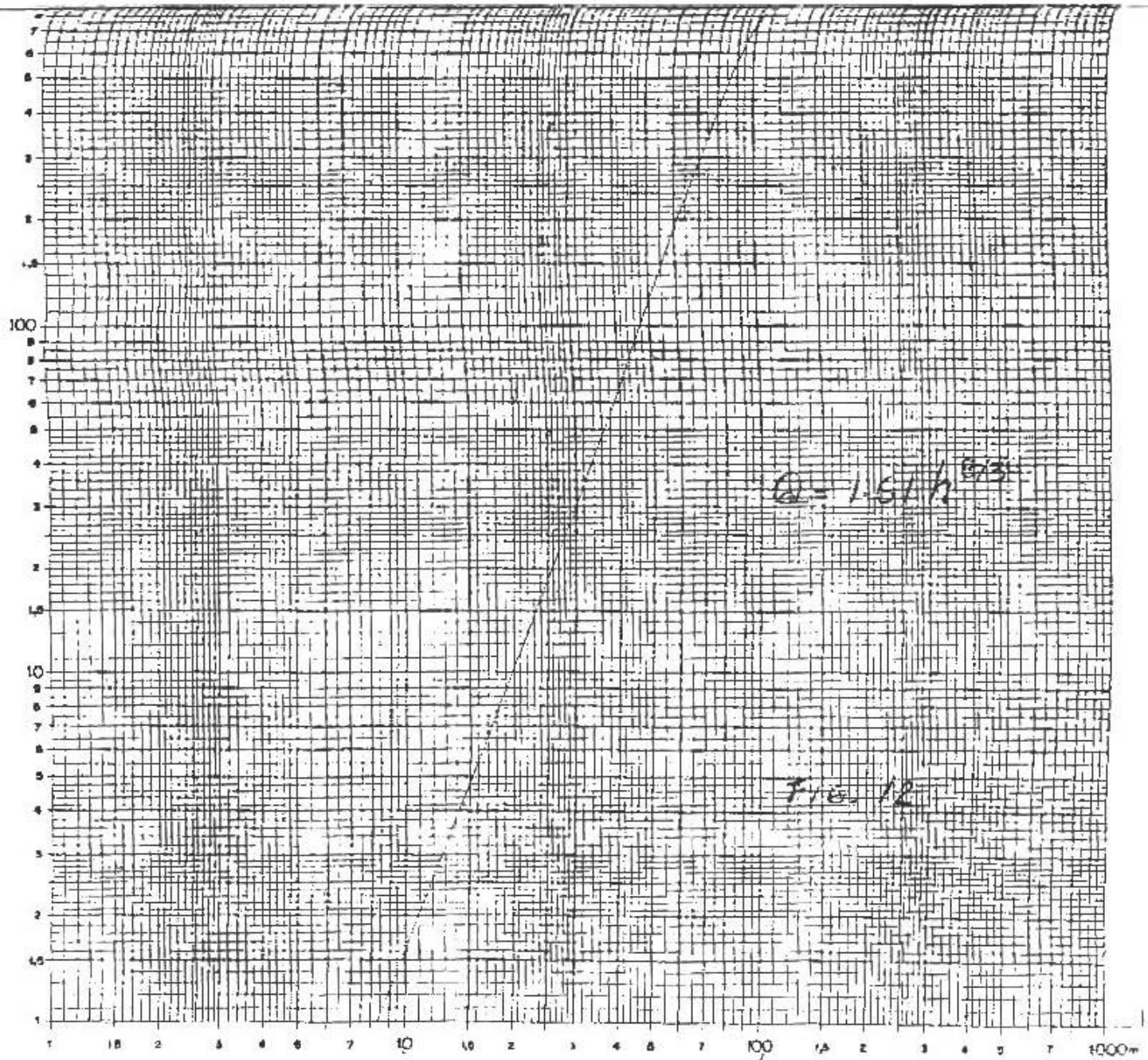
do que resulta

$$R = 0,808 \text{ h}$$

$$A \cdot R^{2/3} = 6,49 \text{ h}^{2/3}$$

$$Q = 1,61 \text{ h}^{3/3}$$

Evidentemente esta expressão pode ser linearizada



através de uma simples anamorfose matemática. Isto foi feito de maneira gráfica usando o papel bi-log de modo a ser conseguido o gráfico $Q = f(h)$ representado na Fig. 12, a partir de onde foram determinados os valores constantes nas colunas 4 e 5 do QUADRO XIII, ou seja, os valores das alturas e seções molhadas respectivas dos diversos drenos, e não os esses que, juntamente com a extensão L dos drenos, completam o QUADRO XIII.

OS elementos até aqui determinados já são suficientes para a determinação dos volumes de escavação, sendo que se deve levar em consideração que a maior parte das obras se constitui em apenas ampliar a capacidade de descarga dos drenos existentes, o que torna necessário calcular o volume de escavação já feita naturalmente pelos drenos. Tal volume foi estimado tomando por base as áreas das seções onde estão instalados os postos fluviométricos cujos perfis estão representados na Fig. 13. Da análise desses perfis concluiu-se que no Rio Ararí, principal dreno da bacia, a percentagem média de escavação já feita é de 69% (QUADRO XVI).

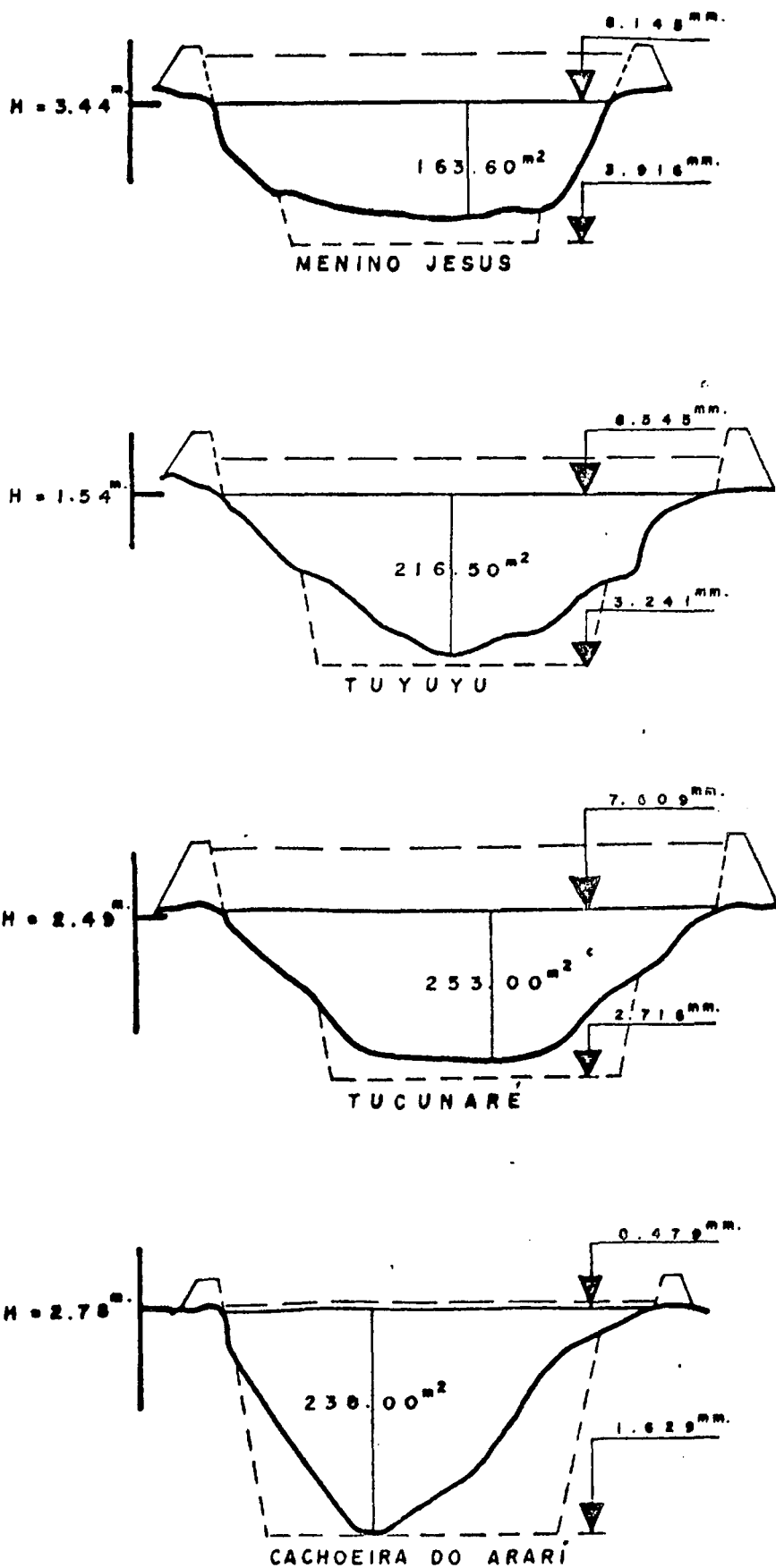
Q U A D R O X V I

RELAÇÃO PERCENTUAL ENTRE A SEÇÃO EXISTENTE E
A NECESSÁRIA, NOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS
DO RIO ARARÍ.

POSTOS	IDENTIF. DO DRENO	SEÇÃO MOLHADA m ²		P%	P %
		Exist.	Necess.		
Menino Jesus	C-2	163	247	66	69
Tuyuyu	C-4	216	318	68	
Tucunaré	C-5	253	359	70	
Cachocira	C-6	238	379	63	

Fig. 13

PERFÍS DAS SEÇÕES FLUVIOMETRICAS
DO RIO ARARÍ



ESC. H : 1/1,000

ESC. V : 1/200

Em se tratando de uma primeira aproximação, foi essa percentagem média, generalizada para todos os drenos em estudo, resultando os valores de volumes de escavações feitas e a fazer, representados no QUADRO XVII.

III.2 OUTRAS OBRAS

As demais obras que integram essa alternativa são: 1) os diques ao redor dos Lagos Ararí, Guajará e Santa Cruz que não só reduzirão os níveis dos drenos à época de excessos mas também permitirão acumular um certo volume de água que poderá ser utilizado na época da estiagem, além de se constituírem grandes reservatórios onde se poderá desenvolver uma piscicultura racional, o que atualmente é impossível, dado que no período de cheias, quando a temporada de pesca é encerrada, verifica-se o dispersamento dos cardumes que se espalham pelos campos inundados; - 2) torna-se necessário também incluir no projeto a construção de barragens a fim de que seja possível reter, durante a estiagem, um certo volume de água que possa fazer face as necessidades hídricas de várias natureza, tais como as de manutenção da umidade dos solos (sub-irrigação), as de suprimento da população, da pecuária e da fauna aquática (é observado, atualmente, que aos níveis muito baixos, grande quantidade de peixes de várias espécies perece dada a elevada concentração dos mesmos em reduzido volume de água que se torne fortemente aquecido pelos raios solares incidentes); - 3) imprescindível também será a implantação declusas nas duas barragens projetadas: a navegação é o principal e mais importante meio de transporte naquela baía, servindo não só para o escoamento dos bens ali produzi

dos (gado e peixe, principalmente) mas também servindo como meio de ligação da população das diversas localidades entre si e com a Capital do Estado.

Q U A D R O X V I I
 VOLUMES DE ESCAVAÇÕES DOS DRENOS A SEREM
 MELHORADOS E/OU ABERTOS

IDENTIDADE DOS DRENOS	E S C A V A Ç Õ E S - 10 ³ m ³		
	TOTAL	JÁ FEITAS	A FAZER
C- 1	2.204	--	2.204
C- 2	2.717	1.875	842
C- 3	1.127	778	349
C- 4	3.302	2.278	1.024
C- 5	3.818	2.634	1.184
C- 6	8.086	5.579	2.507
C- 7	3.721	2.567	1.154
C- 8	2.646	1.826	820
C- 9	1.610	1.110	500
C-10	472	326	146
F- 1	2.302	--	2.302
F- 2	453	--	453
F- 3	611	--	611
F- 4	1.335	921	414
F- 5	575	397	178
F- 6	878	606	272
F- 7	1.935	--	1.935
F- 8	234	--	234
F- 9	257	--	257
F-10	532	367	165
F-11	388	268	120
F-12	306	211	95
F-13	286	197	89
F-14	143	99	44
F-15	261	181	80
S- 1	1.013	699	314
S- 2	684	472	212
S- 3	441	304	137
S- 4	169	117	52
S- 5	295	204	91
S- 6	101	--	101
S- 7	56	39	17
S- 8	56	39	17
S- 9	33	--	33
S-10	83	57	23
S-11	169	117	52
S-12	209	144	65
S-13	36	25	11
S-14	49	--	49
S-15	106	73	33
S-16	464	320	144
S-17	286	--	286
S-18	534	--	534
S-19	257	177	80
T- 1	410	283	127
T- 2	141	97	44
T- 3	62	43	19
T- 4	90	62	28
T- 5	150	--	150
T- 6	246	--	246
TOTAIS	46.339	25.492	20.847

IV. ESTUDO DE VIABILIDADE ECONOMICA

IV.1 ESTIMATIVA DOS CUSTOS

Como já foi citado ao fim do item III, sendo o custo dessas obras anteriormente citadas, menor que o relativo ao melhoramento dos drenos, foi o mesmo estimado, no presente esboço, sem grandes preocupações com o dimensionamento das referidas obras, mas apenas tomando por base o custo verificado em outras obras de mesma natureza.

Assim sendo, tem-se:

IV.1.1 CUSTO DOS DIQUES

LAGO	PERÍMETRO (km)	ALTURA (m)	SEÇÃO TRANSVERSAL	VOLUME DE TERRAPLENO COMPACTADO	CUSTO (Cr\$)
ARARÍ	60.0	3.0	30 m ²	1.800.000 m ³	7.200.000
GUAJARÁ	15.0	3.0	30 m ²	450.000 m ³	1.800.000
STª CRUZ	17.5	3.0	30 m ²	525.000 m ³	2.100.000
TOTAIS	92.5 km			2.775.000 m ³	11.100.000

Obsv.:

- 1 - a altura de 3,00 m foi adotada tendo em vista a máxima precipitação provável em 6 meses, com período de retorno de 50 anos, que é de 2.700 mm (Fig. 8)
- 2 - O talude adotado é de 1:2,5 e largura no coroamento mede 2,50 m, dimensões essas que correspondem à seção transversal de 30 m².

IV.I.2 CUSTO DAS BARRAGENS MÓVEIS

Para maior aproximação das estimativas dos custos desses elementos, foi feito à parte o cálculo dos volumes de concreto a ser usado no Radier sobre o qual se apoiam as estruturas metálicas que constituem a barragem móvel (fig.14) que deverá ser tipo cavalete. Assim, para as duas barragens o consumo de concreto foi calculado em 500m^3 , isto é 2 Radiers de $1\text{m} \times 5\text{m} \times 50\text{m}$. A estrutura metálica teve o valor estimado com base nos valores constantes do Boletim de Custos (Cr\$ 44,00/m² de estrutura em treliça, valor esse triplicado para execução da presente estimativa.

IV:1.3 CUSTO DAS ECLUSAS

Também neste caso foi calculado à parte o volume de concreto a usar no Radier e nos muros das 2 eclusas, tendo sido encontrado um volume de 1.416m^3 correspondente a 2 Radiers de $1\text{m} \times 6\text{m} \times 30\text{m}$ e a 4 muros de $1,10\text{m} \times 8\text{m} \times 30\text{m}$. Os demais elementos constituintes das eclusas foram estimadas ao custo de Cr\$ 100.000,00 por eclusa, tomando por base para isso, o projeto de canalização do rio Itacaiunas, elaborado pelo DNPVN.

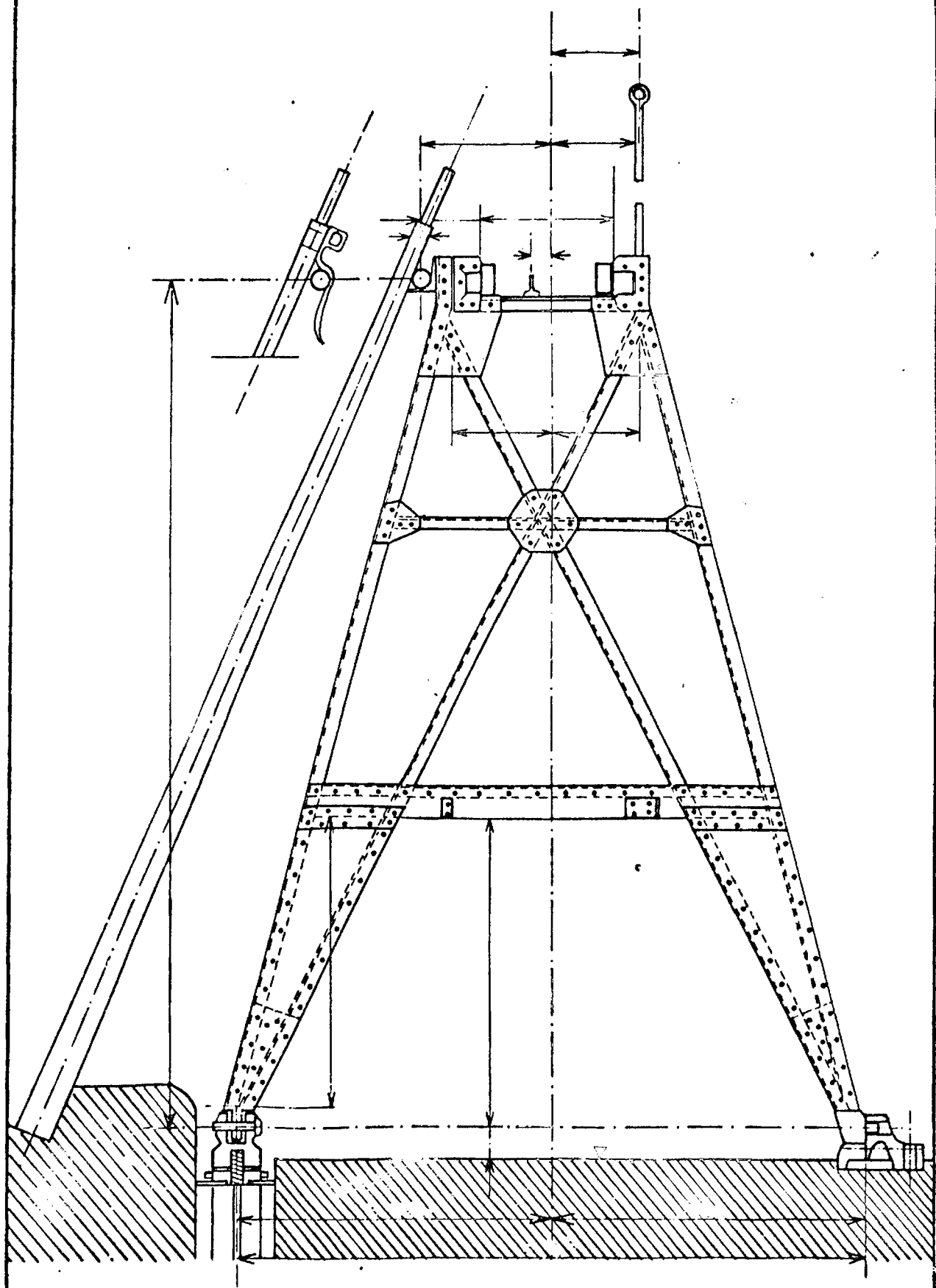
IV:1.4 CUSTO DE COMPORTAS

As comportas, (que deverão ser implantadas nos diques) foram estimadas com base na tabela de custos fornecida pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento, isto é, à Cr\$ 3.000,00 (Tres mil cruzeiros), por cada uma das comportas.

A mesma tabela serviu de base para a estimativa dos custos de escavação e dos terraplenos compactados.

FIG. 14

47
ESQUEMA DA BARRAGEM MÓVEL (TIPO CAVALETE)
A SER IMPLANTADA NO RIO ARARÍ



IV.1.5 RESUMO DAS ESTIMATIVAS DE CUSTO

DISCRIMINAÇÃO	QUANT.	UNID.	CUSTOS CR\$	
			UNITÁRIO	TOTAL
1. Escavações	20.847.000	m ³	2,70	56.289.900
2. Terraplenos Compactados (DIQUES)	2.775.000	m ³	4,00	11.100.000
3. Concreto simples	1.916	m ³	250,00	479.000
4. Estrutura das barragens	500	m ²	140,00	70.000
5. Eclusas	2	un	100000,00	200.000
6. Comportas	3	un	3.000,00	9.000

Custos Diretos 68.147.900

Custos Indiretos :

Juros durante a construção(6%) 4.088.874

Adm. Engenharia(8%) 5.451.832

Contingências 7.311.394

CUSTO TOTAL: 85.000.000

IV.1.6 CUSTO ANUAL

a) Juros 5% 4.250.000

b) Manutenção .. 3,6% 3.050.000

c) Depreciação 410.875

CUSTO ANUAL 7.710.875

Para o cálculo da Manutenção e Operação foram tomados os índices apresentados por Kuiper (6) assim resumidos :

Diques e Reprêsas 0,1% da Inversão

Canais não Revestidos 2,0% " "

Comportas e Obras Metálicas diversas 1,5% " "

TOTAL 3,6

A depreciação foi calculada considerando-se a vida útil das comportas e elementos metálicos diversos, como sendo 30 anos enquanto que a vida útil das demais obras foi considerado como sendo 50 anos. Assim, a 5%aa tem-se:

a) Comportas e Estruturas metálicas:	Dep= 1,51%(279.000) =	4.213,00
b) Canais e outras obras	Dep= 0,48%(84721000) =	<u>406.662,00</u>
Depreciação total.....	Cr\$	410.875,00

IV.2 ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS

IV.2.1 PECUÁRIA

Na pecuária, a estimativa dos benefícios oriundos da implantação do projeto, foi baseado nas considerações feitas no item II.3 (Aspectos econômicos e sociais) e nas projeções feitas para o período de pós-recuperação da bacia. Foi considerado como BENEFÍCIO, a diferença encontrada entre as receitas líquidas obtidas nas 2 (duas) situações:

IV.2.1.1 SITUAÇÃO ATUAL

A) - PRODUÇÃO ANUAL DE CARNE:

A razão de 30kg/ha anuais e considerando que apenas 50% da área total é utilizável:

$$\text{Área útil} = 0,5 \times 351.250$$

$$A_u = 175.625\text{ha}$$

$$\text{Produção anual} = 30 \times 175.625$$

$$P_n = 5.268.750\text{kg, que corresponde a}$$

um descarte D= 12%

B) - RECEITA BRUTA ANUAL

Ao preço de Cr\$ 1,80/kg ente no Mata

douro da Capital, ter-se-á:

$$R_b = 1,8 \times 5.268.750$$

$$R_b = \text{Cr\$ } 9.483.750,00$$

c) - CUSTOS ANUAIS

1 - CUSTOS DIRETOS

Para determinação desse parâmetro foram tomados por base os custos verificados em uma fazenda modelo de 19.000ha, abaixo discriminado:

Formação de Pastagens

Preparo da área	<u>800.000</u> 50 anos	.....	16.000,00
Plantio	<u>550.000</u> 5 anos	.....	110.000,00
Limpeza de formação	<u>480.000</u> 6 anos	.....	<u>80.000,00</u>
T O T A L			Cr\$ 206.000,00

Obras de Infraestrutura:

Preparo da área	<u>9.000</u> 50 anos	.....	180,00
Estradas	<u>24.000</u> 10 anos	.....	2.400,00
Pontes	<u>5.000</u> 10	.....	500,00
Porto de embarque	<u>5.000</u> 5	.....	<u>1.000,00</u>
T O T A L			Cr\$ 5.080,00

Instalações Pecuárias

Cêrcas	<u>764.400</u> 5 anos	.....	152.880,00
Cochos	<u>5.400</u> 3 anos	.....	1.800,00
Currais	<u>30.000</u> 5 anos	.....	<u>6.000,00</u>
T O T A L			Cr\$ 160.680,00

Aquisição de Animais:

Animais de Serviços ($\frac{46.800}{5}$)...	9.360,00
Matrizes ($\frac{130.000}{50}$)	2.600,00
Plantel Fino ($\frac{20.000}{5}$).....	<u>4.000,00</u>
TOTAL :	<u>15.960,00</u>
Resumo: Formação de Past.	206.000,00
Obras de Infraestrutura ..	5.080,00
Inst. Pecuárias	160.680,00
Aquisição de Animais	<u>15.960,00</u>
Custos Diretos	387.720,00

Sendo 20.000 o nº de animais dessa fazenda, o custo unitário será:

$$C_D = \frac{387.720}{20.000} = \$ 19,386 \dots$$

$$C_D = \$19,40/\text{cabeça} \dots$$

Assim, para o Descarte considerado (12%) correspondente à produção anual, isto é, 21.075 cabeças, o Custo Direto respectivo será:

$$C = 19,40 \times 21.075 \dots$$

$$C = \$408.855,00 \dots \quad C = 4,3\% R_B$$

2. CUSTOS FINANCEIROS

Supondo que êstes custos correspondem aos juros de 6% pagos sôbre o montante dos Custos Diretos:

$$CF = 0,06 \times 408.855 \dots$$

$$CF = \$2.461,30$$

3. MÃO DE OBRA

À razão de 500 animais para cada homem e, considerando o efetivo atual da bacia em 366.884 animais, resulta o emprego de 734 homens nos 103 estabelecimentos da localidade. Assim,

Salário de Vaqueiros: 734x210x12 =	1.849.680,00
" " Capataz : 103x500x12 =	618.000,00
" " Administr. 103x2000x12 =	2.472.000,00
<hr/>	
TOTAL DE MÃO DE OBRA	= 4.939.680,00

4. DESPESA FAMILIAR

Foi estimada em CR\$ 2.500,00 mensais a despesa familiar média de cada um dos 103 proprietários. Assim,

$$DF = 103 \times 2500 \times 12$$

$$DF = 3.090.000,00$$

RESUMO FINANCEIRO DA SITUAÇÃO ATUAL

1. Receita Bruta Anual	9.483.750,00
2. Custos Anuais:	
Custos Diretos =	408.855,00
Custos Financeiros =	24.461,00
Mão de Obra =	4.939.680,00
Desp. Familiar =	<u>3.090.000,00</u>
	<u>8.462.996,00</u>
3. RECEITA LIQUIDA :	1.020.754,00

IV.2.1.2 SITUAÇÃO APÓS OS MELHORAMENTOS

IV.2.1.2.1 SISTEMA INTENSIVO

A - PRODUÇÃO DE CARNE

Tendo em vista as Obras de recuperação é possível

vel admitir a introdução de um sistema intensivo na criação de gado, o que, como já foi citado no Item II.3 (Aspectos Econômicos e Sociais) permitirá aumentar a quantidade de gado por hectare além de possibilitar o melhor crescimento dos animais.

Partindo dessas considerações e supondo que se destine 80% da área da Bacia, para a Pecuária, obter-se-á

a) Área destinada à pecuária:

$$A = 0,8 \times 351.250 \text{ ha}$$

$$A = 281.100 \text{ ha}$$

Embora seja admissível uma produtividade de 300 kg/ha anuais, será aqui adotada, como medida de segurança, uma produtividade de 200 kg/ha. Assim, a produção será:

$$P = 200 \times 281.000$$

$$P = 56.200.000 \text{ kg}$$

b) Receita Bruta Anual

$$R_B = 1,8 \times 56.200.000$$

$$R_B = \$ 101.160.000$$

c) Custos Anuais

1. Custos Diretos

Admitindo que estes custos correspondem aqui a 20% da Receita Bruta:

$$C_D = 0,20 \times 101.160.000$$

$$C_D = \$ 20.232.000,00$$

possí

2. Custos Financeiros

A mesma taxa de juros de 6% usada para o cálculo na situação anterior, ter-se-á:

$$CF = 0,06 \times 20.232.000,00$$

$$CF = \$1.213.920,00$$

3. Mão de obra

Em se tratando de um sistema intensivo, é admissível o emprego de 50 animais p/cada homem. Considerando a densidade de 4 animais/ha, o nº total de reses na bacia será:

$$N = 4 \times 281.100 \dots$$

$$N = 1.124.400 \text{ reses}$$

Assim, o nº de vaqueiros nos 103 estabelecimentos será:

$$N = \frac{1.124.400}{50}$$

$$N = 22.488 \text{ homens}$$

-- Salários de vaqueiros: $22488 \times 210 \times 12 = 56.669.760$
 de capatazes: $103 \times 500 \times 12 = 618.000$
 de Administr. $103 \times 2000 \times 12 = 2.472.000$
 TOTAL DE MÃO DE OBRA: 59.759.760

4. Despesas Familiar

Não dependendo das alterações impostas, será esta mantida igual a da situação anterior:

$$DF = \$ 3.090.000,00$$

RESUMO FINANCEIRO DA SITUAÇÃO

1. Receita Bruta Anual	101.160.000,00
2. Custos Anuais:	
a) Custos Diretos	20.232.000,00
b) " Financeiros	1.213.920,00
c) Mão de Obra	59.759.760,00
d) Desp. Familiar	<u>3.090.000,00</u>
	<u>84.295.680,00</u>
3. RECEITA LÍQUIDA :	16.864.320,00

IV.2.1.2.2 SISTEMA EXTENSIVO

Analisando agora sob outro ponto de vista, isto é, considerando que após os melhoramentos não haja qualquer modificação no sistema de criação determinar-se-á ainda assim se haverá justificativa econômica para o projeto. Nesse caso, teremos:

1. Produção Anual de 281.100 ha

(N = 281.000 cabeças)

Ao Peso P = 350 kg/animal e

Descarte 12% . . . (D = 33.720 cabeças) a

Produção será : P = 281.000 x 0,12 x 350 kg

P = 11.802.000 kg.

2. Receita Bruta Anual

$R_B = \$ 21.243.600,00$

3. Custos Anuais:

a) Custos Diretos = 4,3% R_B	913.475,00
b) Custos Financ. = 6% C_D	54.748,50
c) Mão de obra:	
Salário de Vaqueiros: $\frac{281000}{500} = 210 \times 12 =$	1.416.240,00
Capatazes: $103 \times 500 \times 12 =$	618.000,00
Administr. $103 \times 2000 \times 12 =$	2.472.000,00
) Despesa Familiar :	<u>3.090.000,00</u>
TOTAL DOS CUSTOS ANUAIS :	<u>4.463,50</u>

RESUMO DA SITUAÇÃO:

Receita Bruta Anual .....	.243.600,00
Custos Anuais	<u>8.564.463,00</u>
RECEITA LIQUIDA	12.679.137,00

IV.2.1.3: RESUMO COMPARATIVO

	ANTES	APOS MELHORAMENTOS	
		SIST. INTENSIVO	SIST. EXTENSIVO
1. Rec.Bruta Anual	9.483.750,00	101.160.000,00	21.243.600,00
2. Custos Anuais	8.462.996,00	84.295.680,00	8.564.463,00
3. Receita Liq.	1.020.754,00	16.864.320,00	12.679.137,00
4. Benefícios	- - - - -	15.843.566,00	11.658.383,00

IV.3 RELAÇÃO BENEFICIO CUSTO

IV.3.1 SISTEMA INTENSIVO

Admitindo que após os trabalhos de recuperação da Bacia, seja adotado o sistema intensivo na criação do gado, a relação benefício custo será:

$$B/C = \frac{15.843.566}{7.710.875}$$

$$B/C = 2,06$$

IV.3.2 SISTEMA EXTENSIVO

Em caso de ser conservado o atual sistema de criação, ter-se-á:

$$B/C = \frac{11.658.383}{7.710.875}$$

$$B/C = 1,51$$

V. CONCLUSÕES

I. Verificado que só na Pacuária é obtida a justificativa econômica para o projeto, deixa de ser imprescindível a determinação, nesse estudo preliminar, dos benefícios que por certo advirão à Pesca, à Agricultura e à Navegação, os quais, se computados, somente aumentarão a relação benefício-custo, colaborando, dessa forma, para a motivação ao estudo detalhado da alternativa esboçada.

II. O desenvolvimento do presente esboço deixou claro ser necessário orientar a pesquisa de campo no sentido de serem conseguidas as seguintes informações:

1. Determinação da Relação Níveis-Descarga dos vários postos do Rio Ararí e nos demais rios importantes da bacia de modo a ser possível conseguir diversos outros parâmetros importantes tais como: coeficiente de Run-Off médio da bacia, coeficiente de rugosidade dos diversos drenos, tempo de concentração, descarga máxima provável, etc.
2. Topografia detalhada da área. Assim será possível orientar melhor os drenos a serem abertos além de permitir conhecimento sobre os níveis de inundação e, por conseguinte, medir, nas diversas sub-bacias a altura real dos excessos a serem drenados.
3. Barimetria detalhada dos diversos drenos envolvidos no plano de melhoramento, de modo a permitir o cálculo da declividade daqueles diversos drenos bem como de tornar possível o cálculo exato do volume de escavações a ser feita.

4. Tendo em vista que para a execução do Balanço Hídrico a Retenção hídrica foi determinada com bases a valores médios encontrados em outras bacias de solos semelhantes, torna-se necessário determinar "in-loco" as características pedológicas que conduzem à exata determinação daquele parâmetro e de outros tais como permeabilidade, porosidade etc.
5. Será conveniente também fazer investigações "in-loco" e em caráter de bastante precisão, sobre a relação entre a evapotranspiração potencial e a evaporação líquida.
6. Convém que seja feita também a determinação mais precisa do Custo de Manutenção das Obras, com base em obras semelhantes já implantadas nas proximidades da área-projeto. As cifras adotadas foram extraídas de tabelas que dão coeficientes médios aplicados sob a forma de percentagem sobre a Inversão do projeto (6). Para uma análise mais exata será necessário determinar os diversos serviços a serem feitos incluindo tanto a mão de obra como o equipamento e outros materiais.
7. No que diz respeito à determinação dos benefícios, os dados básicos necessários à exatidão dos resultados devem referir-se principalmente a coleta de informações através de questionários que devem ser aplicados aos fazendeiros, agricultores e pescadores. O estudo de tais questionários permitirá, então, determinar a situação real no momento e possibilitará a projeção estatística da evolução dos di

versas atividades. Além disso, tais questionários deverão tornar possível fixar o período de desenvolvimento gradativo das diversas atividades até que atinjam o estágio máximo estável de produção. Convém aqui ressaltar a necessidade de dimensionamento do mercado, estudo êsse que deverá abordar os aspectos quantitativos e qualitativos, de maneira a determinar, por um lado, o consumo ideal e a projeção de seu crescimento futuro e, por outro lado, os fatores que influenciam ou determinam a procura, tais como preços, renda, repercussão das mudanças na política tributária, etc.

Assim sendo, tais questionários deverão permitir a coleta de dados referentes à produção, importação, exportação, comércio externo, consumo aparente e consumo efetivo, orçamento dos consumidores, competição no mercado, etc.

É provável que na elaboração do projeto definitivo, ao serem tomados em consideração êstes aspectos, em seu estudo econômico, resulte que a produção de carne tomada no presente esboço seja tal que acarrete uma queda no preço atual, o que levará, nesse caso, a fazer com que seja procurado o estabelecimento do estágio máximo de produção admissível, que por certo se irá refletir na relação Benefício-Custo, alterando-a sensivelmente ou não.

V . RECOMENDAÇÕES

1. Convém de pronto recomendar que, na elaboração do projeto definitivo da presente alternativa, seja a mesma considerada como uma alternativa de múltiplos fins, como efetivamente o é.

Desta forma, terão que ser levados em conta os benefícios que se verificarão também na agricultura, na pesca e na navegação, os quais deverão ser determinados isoladamente a fim de poder permitir a análise dos efeitos do projeto em cada uma daquelas atividades. É claro que não é impossível a constatação de efeitos negativos em alguma daquelas atividades, como por exemplo na pesca, que pode exigir implantação suplementares tais como "escadas para peixes" interligando os reservatórios com os rios e que poderão onerar bastante o custo separável de daquele fim. Aliás, também os trabalhos de pesquisa devem ser estendidos a esse campo, de forma a deixar claro sobre a necessidade ou não de obras daquele tipo, o que será praticamente ditado pelos hábitos e sistema de reprodução das espécies ali encontradas, como também provavelmente será função do teor, qualidade e localização do planctum necessário à alimentação dos peixes.

O conhecimento dos custos e dos benefícios separáveis de cada fim permitirá, então, analisar qual (ou quais) deles contribuirá para a redução da viabilidade econômica do projeto. (considerado como um to

do) e, assim, dará condição de ser reestudado aquele aspecto da alternativa, de modo a que seja conseguida uma otimização, traduzida economicamente pela maximização dos benefícios e/ou redução de custos.

2. Ainda objetivando a otimização do projeto, agora com relação aos seus efeitos, deverão ser consideradas as interrelações que se verificam entre as 4 componentes desenvolvidas (pecuária, pesca, agricultura e navegação), de maneira a ficar bem claro até onde as obras que beneficiam determinada atividade se repercutem favorável ou contrariamente no desenvolvimento das demais. Assim, por exemplo, a altura das barragens móveis pode ser tal que atenda às necessidades da navegação mas não dão condição de manter uma altura mínima nos níveis do Ararí, necessária à manutenção ótima da umidade de solo, durante a estiagem e, dessa forma, não beneficiar a agricultura. O aumento da mesma ou o aumento da capacidade dos reservatórios ou ainda a inclusão de maior número de pontos de controle (comportas) ao longo de diversos drenos - são alguns dos itens a serem estudados criteriosamente e com minúcias a fim de que seja possível determinar as dimensões ótimas dos diversos componentes do projeto bem como também seu sistema operacional.
3. A observância ao exposto anteriormente nas presentes recomendações, deixa evidente que algumas itera

ções deverão ser feitas, envolvendo dimensões ou capacidades das obras, seus custos e os benefícios conseguidos. O "Ponto ótimo" da alternativa, entretanto, será obtido com relativa facilidade se forem elaborados gráficos que correlacionem aqueles parâmetros econômicos de avaliação da viabilidade (relação benefício-custo, benefícios líquidos e/ou Taxa de rendimento) com as dimensões dos componentes do sistema.

VII. BIBLIOGRAFIA

- (1) TEIXEIRA, José Ferreira • O Arquipélago de Marajó. Rio de Janeiro; Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1953.
- (2) GRASSI, Carlos J. - Estimacion de Los Usos Consuntivos de Agua y Requerimientos de Riegos con Fines de Formulacion y diseño de Proyectos; Criterios y Procedimientos. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1969.
- (3) BRASIL, Instituto Brasileiro de Estatística. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico ; VIII Recenseamento Geral - 1970 - PARÁ. Rio de Janeiro, IBE, 1970.
- (4) PARÁ, Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social. Zona de Marajó e Ilhas; Diagnóstico Sócio-Econômico Preliminar. Belém, IDESP, 1968.
- (5) GRASSI, Carlos J. - Manual de Drenaje Agrícola. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1969.
- (6) KUIPER, Edward. Economia en Proyectos de Recursos Hidráulicos. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 1969.