

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS PROURB CE

PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM MUQUÉM

TOMO II

RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DA
BARRAGEM

VOLUME ESTUDOS HIDROLÓGICOS

AGUASOLOS
CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA

FORTALEZA- CE
DEZEMBRO 1997

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO, URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB-CE

PROJETO EXECUTIVO PARA IMPLANTAÇÃO
E APROVEITAMENTO DA BARRAGEM
MUQUÉM

TOMO II

RELATÓRIO DOS ESTUDOS
BÁSICOS DA BARRAGEM

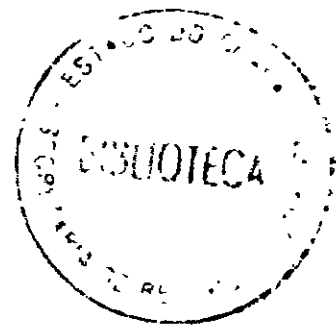
VOLUME 3

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

FORTALEZA
DEZEMBRO/97



Lote: 01840 - Prep Scan () Index ()
Projeto Nº 182/02/03/C
Volume 1
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____



PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MUQUÉM

**RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS DA BARRAGEM
ESTUDOS HIDROLÓGICOS**

000003



APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A documentação aqui apresentada compreende o Relatório Final do Projeto Executivo da Barragem MUQUEM, desenvolvido nos Termos do Contrato nº 025/96/PROURB/CE/COGERH, firmado entre a AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda e a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos

O projeto do açude MUQUÉM faz parte de um Plano do Governo do Estado de Ceara, em parceria com o Banco Mundial, para implementação estratégica de um conjunto de barragens no próprio Estado, em cumprimento a uma adequada Política de Recursos Hídricos para toda região estadual

O açude MUQUÉM, com uma capacidade armazenável de 47.64 hm³ e um dos açudes escolhidos dentro do elenco de quarenta unidades previstas pelo referido Plano Estadual, devendo ter como função primordial os abastecimentos de água das cidades de Jucás e Cariús e a perenização do riacho Muquem para fins de irrigação

O projeto do Açude Muquém compreende os seguintes estudos.

- Projeto Executivo da Barragem.
- Projetos Executivos das Adutoras de Jucás e Cariús.
- Cadastro das propriedades e benfeitorias a serem submersas pela bacia hidráulica.
- Plano de Aproveitamento do Açude, com identificação dos usos programados para o reservatório, com ênfase à irrigação de área propícia e a piscicultura

Em síntese, o Relatório final está composto dos seguintes documentos,

Tomo I - Relatório Geral do Projeto Executivo da Barragem

Volume 1 - Descrição Geral do Projeto

Volume 2 - Memorial de cálculo

Volume 3 - Quantitativos e Especificações Técnicas

Volume 4 - Orçamento

Volume 5 - Plantas

Volume 6 - Síntese do Projeto

Tomo II - Relatório dos Estudos Básicos

Volume 1 - Estudos Topográficos

Volume 2 - Estudos Geológicos e Geotécnicos

Volume 3 - Estudos Hidrológicos

Tomo III - Relatório do Plano de Aproveitamento do Reservatório

Volume 1 - Estudos Básicos

Volume 2 - Relatório Geral

Tomo IV - Relatório dos Estudos Básicos das Adutoras

Volume 1 - Estudos de Alternativas de Traçado.

Volume 2 - Estudos Básicos,

Volume 3 - Estudos Básicos Complementares-Topografia e Geotecnia

Volume 4 - Estudos de Concepção do Sistema

Tomo V - Relatório dos Projetos Executivos das Adutoras

Volume 1 - Relatório Geral e Memorial de Cálculo.

Volume 2 - Quantitativos e Orçamentos,

Volume 3 - Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento.

Volume 4 - Plantas

Tomo VI - Relatório do Levantamento Cadastral

Volume 1 - Relatório Geral.

Volume 2 - Laudos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	3
2 1 Principais características da bacia.....	5
2 1 1 Índices de forma da bacia.....	5
2 1 2 Solos e cobertura vegetal	6
2.1.3. Climatologia	10
2 2 Estudos pluviométricos	20
2 2 1 Objetivos	20
2 2 2 Dados disponíveis.....	20
2 2 3 Caracterização do regime pluviométrico.....	20
2 2 4 Sinopse climática	21
3. ESTUDO DAS CHUVAS INTENSAS	38
3 1 Objetivo.....	38
3 2 Metodologia	38
4.0 - ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO	45
4 1 Cálculo do tempo de concentração da bacia	45
4 2 Cálculo do HUT para duração igual a $1/5 t_c$	47
4 3 Cálculo do excesso de precipitação.....	47
4 4 Cálculo do hidrograma total afluente	48
5. ESTUDO DOS DEFLÚVIOS	52
5 1 Dados disponíveis.....	52
5 1 1 - Estudos Iniciais	52
5 1 2 - Estudos Complementares.....	52
5 2 - Metodologia	53
6. DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO	54
6 1 Metodologia	54
6 2 Estudo das disponibilidades	58
6 2 1 Volume afluente médio anual e coeficiente de variação.....	58
6 2 2 Lâmina de evaporação (Ev).....	59
6 2 3 Fator de forma da bacia (α)	59
6 2 4 Fator adimensional de Evaporação (FE)	59
6 2 5 Relação volume regularizado x capacidade de reserva	60

7. ESTUDOS DE PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES NO RESERVATÓRIO	68
8. ESTUDOS ADICIONAIS	112
8 1 Histórico	112
8 2 Barragem "Poço dos Paus".....	112
8 3 Influência do açude MUQUEM nas disponibilidades Hídricas do açude ORÓS	112
9. ANEXOS	116
CAPÍTULO VI - ESTUDOS ADICIONAIS	117

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo tem por objetivo a caracterização física e climatológica da bacia hidrográfica da Barragem Muquém e ainda proporcionar o conhecimento do regime hidrológico do Riacho Muquém, com vistas aos dimensionamentos da capacidade de acumulação e do vertedouro da barragem

2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica do riacho Muquém até o local a ser barrado, abrange uma área de 295,20 km² (Ver fig 2 1)

O riacho Muquém, afluente pela margem direita do Rio Cariús, com curso de aproximadamente 30 km, nasce na Serra do Iputi na região do Cariri, e corre no sentido Sul-Norte até lançar-se no rio Cariús. A obra barrará o riacho Muquém nas proximidades da localidade Pedra Branca, pertencente ao município de Cariús (Ver mapa de localização e acesso, fig 2 2 A)

2.1 - Localização e Acesso ao local da Barragem

A barragem MUQUÉM represarará o riacho Muquém em um local que dista aproximadamente, 15 quilômetros da sede do município de Cariús

O acesso ao local se faz partindo de Fortaleza pela rodovia BR-116 até a cidade de Icó, de onde tomando a rodovia estadual CE-153 chega-se à cidade de Iguatú e, em seguida, à CE-375 até a sede do município de Cariús

Outro acesso para se chegar a Cariús é tomar a BR-116 até o entroncamento com a rodovia CE-122, conhecida como rodovia do algodão, na localidade denominada Triângulo, e seguir por esta até Cariús. Desta toma-se a estrada municipal carroçável que leva à localidade de Pedra Branca onde se encontra o sítio do futuro barramento conforme está ilustrado na fig 2 2

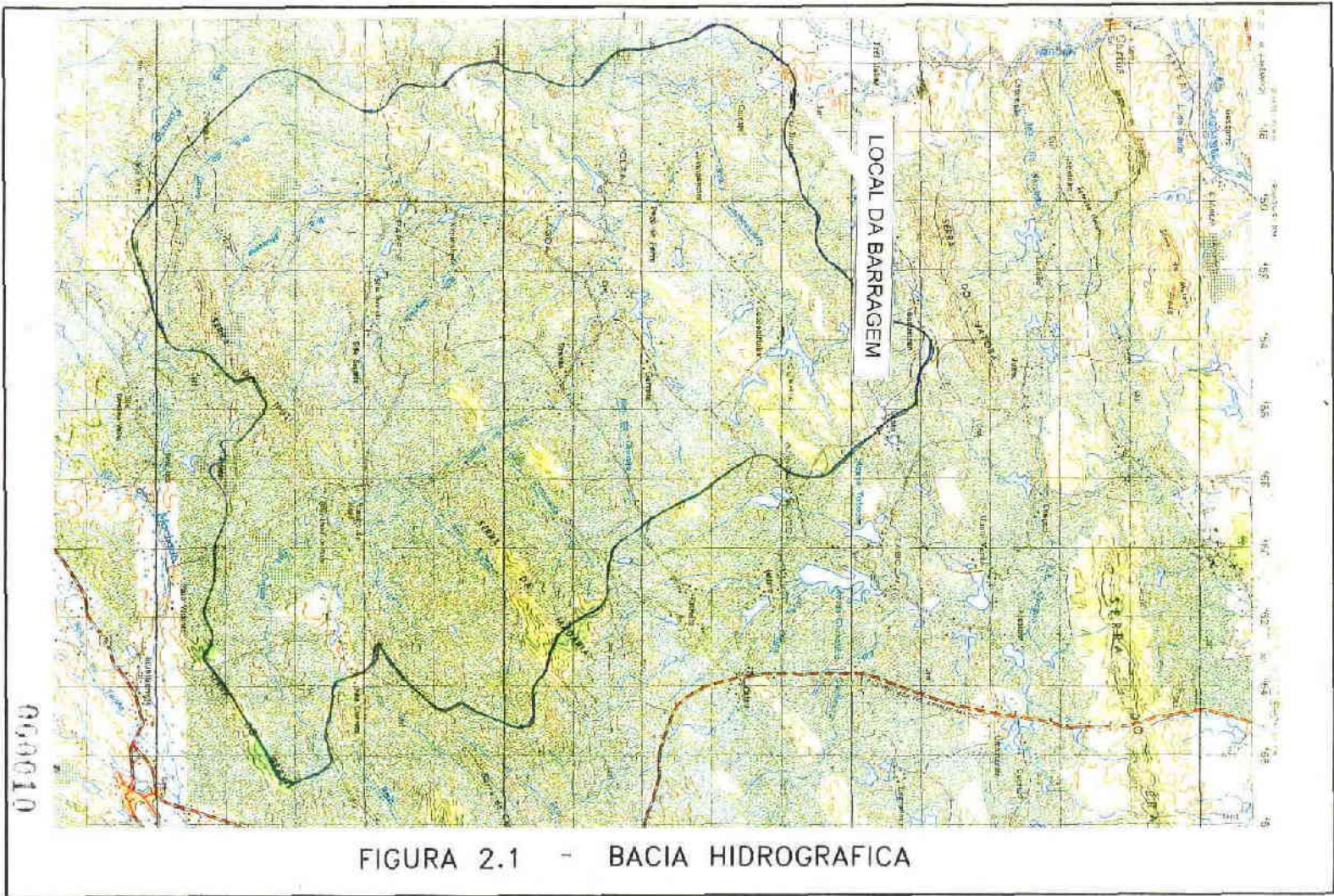


FIGURA 2.1 - BACIA HIDROGRAFICA

060010

2.1 Principais características da bacia

Serão descritos os elementos físicos que apresentam importância na formação do regime de escoamento das águas superficiais tais como formato da bacia, solos e vegetação

2.1.1 Índices de forma da bacia

A forma superficial de uma bacia hidrográfica está diretamente ligada à sua aptidão para formar ondas de cheias

Existem vários índices utilizados para determinar a forma das bacias e no presente estudo serão calculados o coeficiente de compactidade ou índice de Gravius e o fator de forma

a) COEFICIENTE DE COMPACIDADE (k_c)

O coeficiente de compactidade k_c , é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia

$$K_c = \frac{P}{2 \pi r}$$

sendo $r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$

Para $A = 295,20 \text{ km}^2$
 $P = 84,50 \text{ km}$, tem-se

$$r = \sqrt{\frac{295,20}{3,1416}} = 9,694$$

$$k_c = \frac{84,50}{2 \times 3,1416 \times 9,694} = 1,39$$

Quanto mais próximo de 1 o valor deste coeficiente, mais acentuada será a tendência para formação de picos de cheia

A bacia em tela apresenta, portanto, tendência a formação de picos de cheia de média intensidade

b) FATOR DE FORMA (Kf)

O fator de forma (Kf) é a relação entre a largura média (\bar{L}) da bacia e o comprimento do seu talvegue principal (Lt)

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L_t}$$

onde $\bar{L} = \frac{A}{L_t}$

Portanto,

sendo $A = 295,20 \text{ km}^2$ e

$$L_t = 39,20 \text{ km},$$

tem-se

$$K_f = A / L_t^2 = 295,20 / (39,50)^2$$

$$K_f = 0,19$$

Para bacias de mesmo tamanho, a que tiver maior valor de k_f indicará uma maior potencialidade de produção de picos de cheia

O valor calculado para k_f permite-nos concluir que as ondas de cheia no local são de média intensidade

2.1.2 Solos e cobertura vegetal

A definição dos solos e cobertura vegetal da área em estudo constituem elementos importantes na formação do regime do escoamento superficial. A cobertura vegetal representa o primeiro obstáculo encontrado pela precipitação e tem papel importante na interceptação e na evapotranspiração. Os solos através da sua capacidade de infiltração, capacidade de retenção de água próximo à superfície e da presença de depressões evaporativas, definem os movimentos das águas que ultrapassaram a cobertura vegetal.

Os solos que predominam no interior da bacia são os PODZOLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO E DISTRÓFICO, que inclui solos profundos a moderadamente profundos, sendo raro os solos rasos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados, exceto o de caráter plíntico, que são moderadamente a imperfeitamente drenados, porosos e com cores variando entre o vermelho-amarelo e o amarelo e vermelho, e os LITOLICOS EUTROFICOS E DISTRÓFICOS, que são solos rasos ou muito rasos não hidromorficos, pouco desenvolvidos, normalmente pedregosos e rochosos, possuindo apenas horizonte A

diretamente assentados sobre rocha ou sobre um horizonte C de pequena espessura. Esses solos tem um alto poder de formação de escoamento superficial.

A figura 2.2 mostra as manchas de solos predominantes na região da bacia hidrográfica da Barragem Muquém.

Quanto a vegetação existente na bacia, verifica-se a presença de 2 tipos predominantes (Figura 2.3)

a) FLORESTA SUBCADUCIFOLIA TROPICAL PLUVIAL (MATAS SECAS)

Esta floresta recobre as áreas menos favorecidas pelas chuvas e nela encontram-se indivíduos da mata úmida e da caatinga arbórea.

b) FLORESTA CADUCIFÓLIA ESPINHOSA (CAATINGA ARBÓREA)

Embora a figura 2.3 mostre a região como típica de caatinga - arbórea, a degradação acelerada pela ação do homem, transformou grande parte desta em caatinga arbustiva de parte mais baixo, caules retorcidos e esbranquiçados.

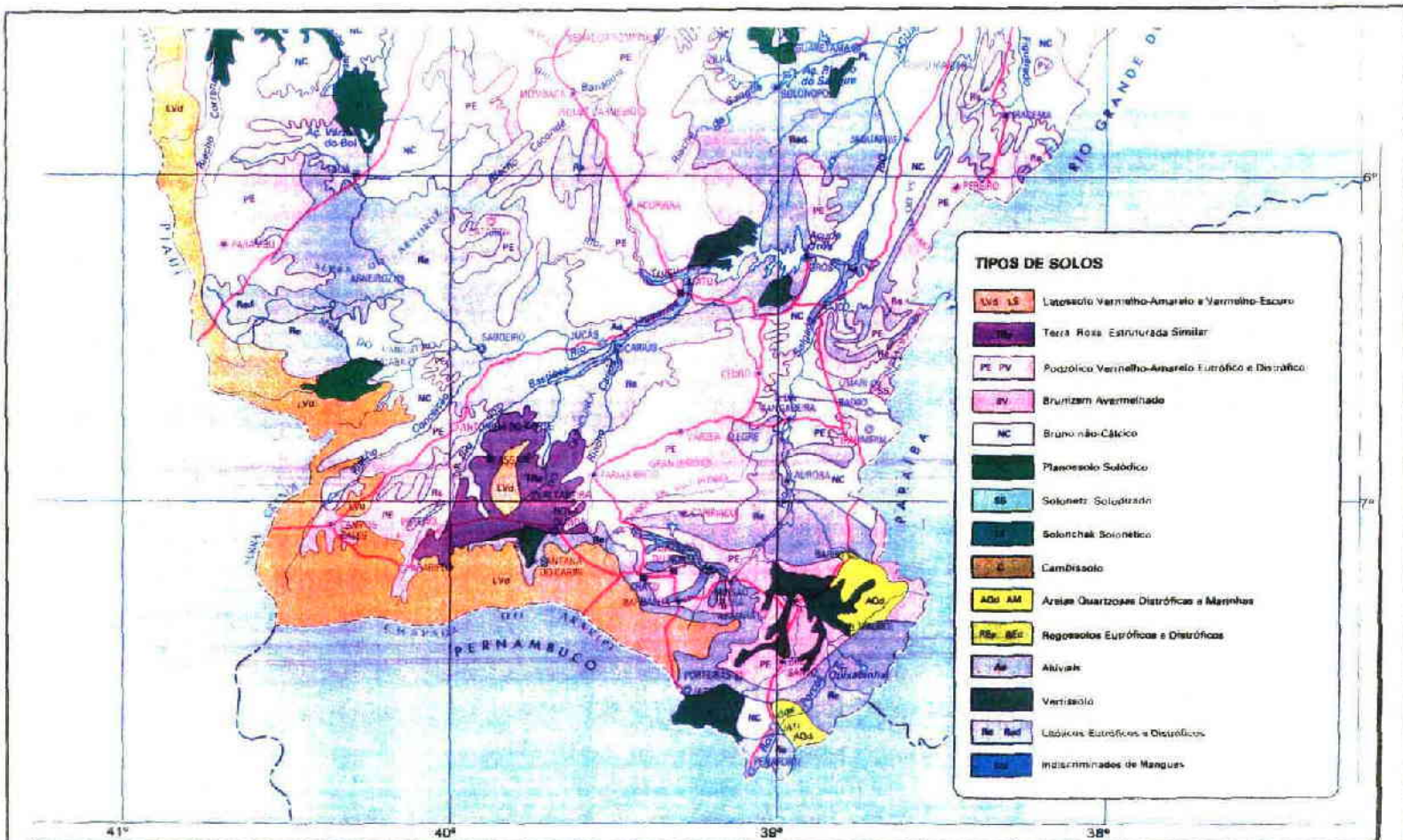
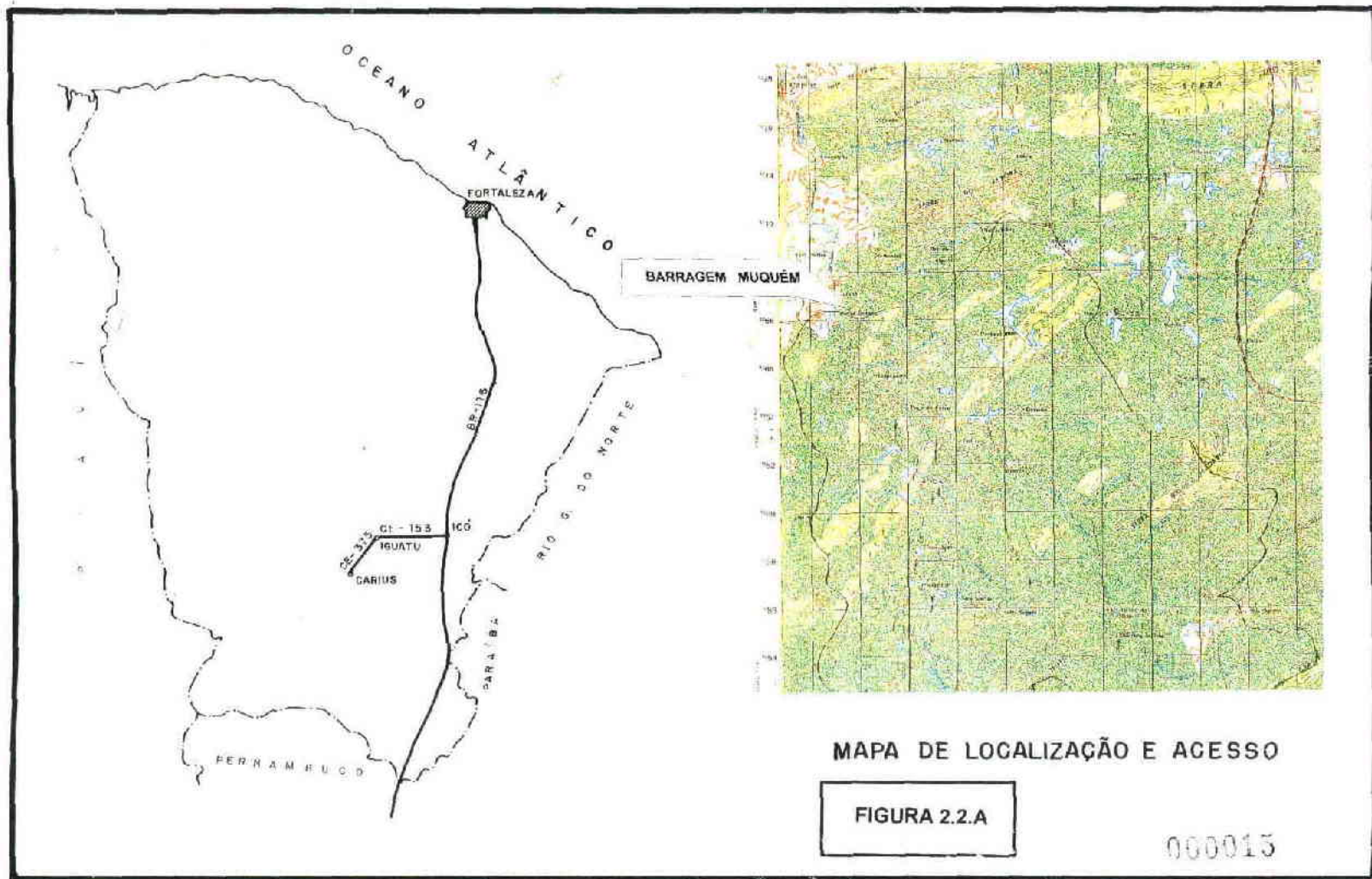


FIGURA 2.2

MANCHAS DE SOLO PREDOMINANTE NA REGIÃO

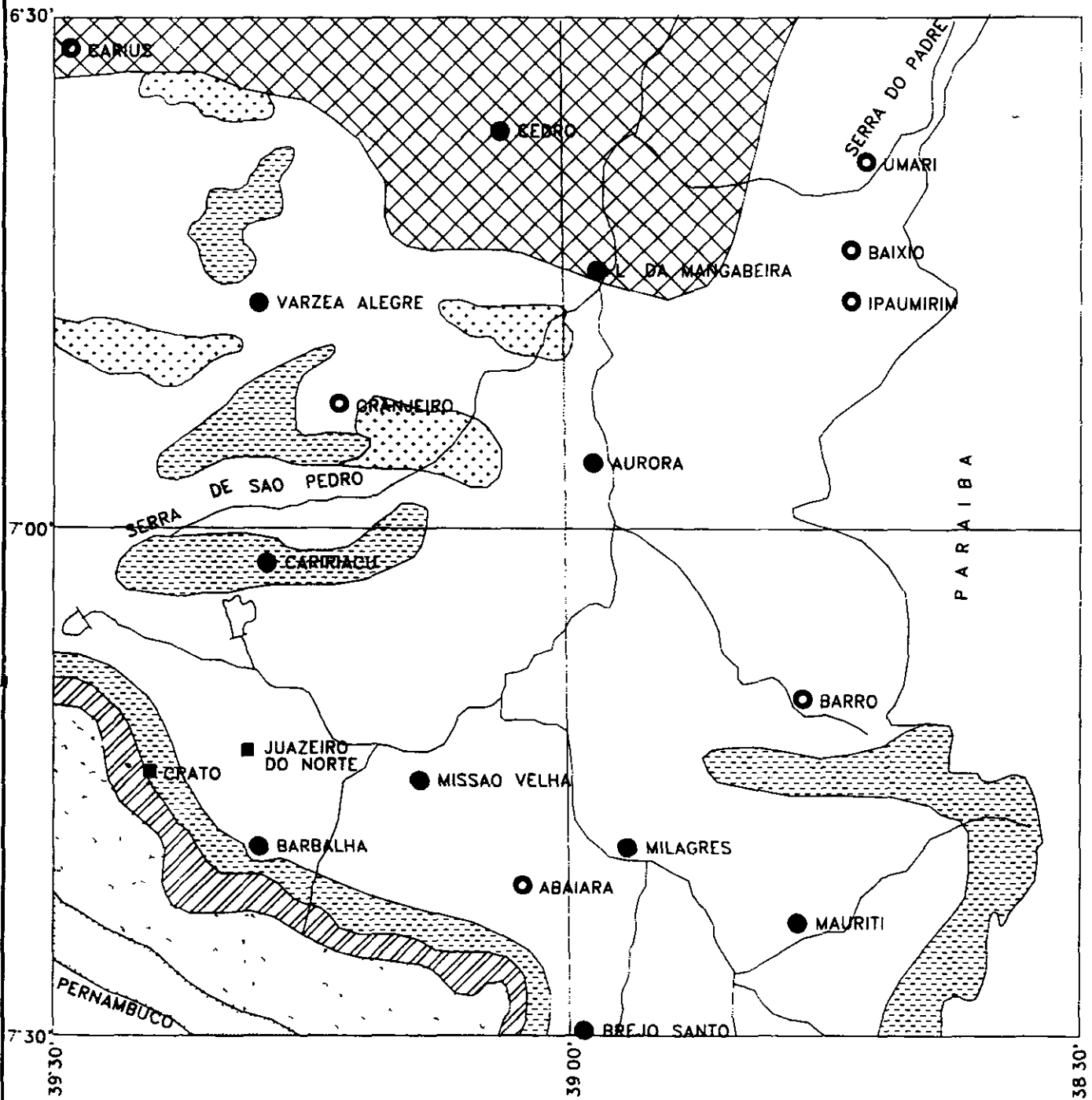
050014





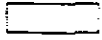

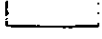
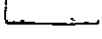
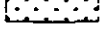
MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO

FIGURA 2.2.A

FIGURA 2.3



LEGENDA

-  Floresta Subperenifolia Tropical Pluvil - Nebular (Matos Umidos)
-  Floresta Subperenifolia Tropical Pluvil - (Matos Umidos)
-  Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arborea)
-  Caatinga Arbustiva Densa
-  Carrasco
-  Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa (Cerradao)
-  Cerrado

HIPSOMETRIA - ACUDE MUQUEM

000016

2.1.3. Climatologia

Não existe nenhuma estação climatológica na bacia em estudo. Com algumas restrições podemos estudar para a região os parâmetros determinados em estações vizinhas. Foram utilizados dados de duas estações, cujas características são apresentadas a seguir:

Nome da Estação Iguatu
Código 82 686
Coordenadas 06° 22' Latitude e 39° 18' Longitude
Altitude 213m
Início da Operação 02/1911

Nome da Estação Várzea Alegre
Código 3831543
Coordenadas 06° 45' Latitude e 39° 19' Longitude
Altitude 345m
Início da Operação 04/1961

A Estação de Várzea Alegre caracteriza a região de montante da bacia do açude Muquém e apresenta dados de temperatura e evaporação "piche". A Estação de Iguatu está localizada à jusante da bacia e possui registros de um grande número de parâmetros climatológicos.

Os dados referentes às estações estudadas e que caracterizam a área, encontram-se nas Tabelas 2.1 a 2.6.

a) Temperatura

O regime térmico da região é caracterizado por temperaturas pouco amenas e relativamente estáveis, como pode ser observado nas reduzidas amplitudes.

A temperatura média anual é da ordem de 26°C, valor representativo de toda a área estudada (Várzea Alegre - 25,2° C e Iguatu 26,6°C). Os menores valores ocorrem logo após o período das chuvas, nos meses de junho e julho (24°C/25°C) enquanto no período mais quente, outubro e novembro, estes valores podem atingir até cerca de 29°C.

As temperaturas absolutas atingem máximos significativos, podendo superar 39°C, já as mínimas, muito raramente, descem abaixo de 17°C.

b) Umidade Relativa

A umidade média anual gira em torno de 66,1%. As variações mensais estão inteiramente relacionadas com as irregularidades do regime pluviométrico. Aos meses com índices pluviométricos mais elevados correspondem taxas de umidade mais altas, sendo menores os valores nos anos pluviometricamente deficientes.

No bimestre março/abril, normalmente a umidade relativa média mensal supera 80%. Por outro lado, o trimestre setembro/outubro/ novembro, apresenta-se como o menos umido, sendo frequente a ocorrência de taxas médias mensais inferiores a 55%

c) Evaporação

A evaporação se caracteriza por taxas bastante elevadas, o que acarreta perdas significativas das reservas acumuladas e contribuem para o déficit hídrico da região. A taxa de evaporação anual em tanque classe A é de 2 943 mm na região de Iguatu. Para a mesma região a taxa do evaporímetro "piche" tem um valor médio anual de 1941mm. Para a estação de Várzea Alegre existem dados do evaporímetro "piche", cujo valor médio anual é de 3 031,5 mm. As variações mensais são semelhantes às do tanque classe A.

Os índices correspondentes aos meses de estiagem, notadamente agosto, setembro e outubro, são mais elevados.

O período julho/dezembro, responde por quase 60% do total anual, apresentando, nos meses de ápice, taxas médias diárias em torno de 10mm (tanque classe A - Iguatu).

d) Insolação

Em escala anual a insolação oscila em torno de 2950 horas. Nos anos secos estes valores podem atingir 3 000 horas.

A nível mensal, observa-se uma variação significativa, sendo maior a insolação no período de estiagem. O bimestre fevereiro / março apresenta os menores valores, correspondentes a uma insolação média diária inferior a 5,9 horas.

e) Ventos

Quanto aos ventos que sopram na região, estes são bastante fracos. Em Iguatu, a velocidade média dos ventos é de 1,8 m/s, sendo mais reduzida no período chuvoso. A direção predominante dos ventos é C - SE.

f) Evapotranspiração Potencial

Em decorrência dos fatores climáticos apresentados anteriormente, os índices de evapotranspiração potencial ficam bastante elevados, induzindo a uma permanente deficiência hídrica.

Os valores da ETP foram compilados a partir da fórmula de Hargreaves ajustada às condições do Nordeste Brasileiro.

Os resultados, compreendendo os postos mais próximos da bacia em estudos constam da Tabela 2.7.

TABELA 2 7

EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL

POSTOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT
IGUATU	197	151	147	135	123	120	141	160	175	186	195	199	1929
CACHOEIRA	186	138	134	115	123	121	143	160	178	194	193	199	1 884
F BRITO	186	138	134	115	123	121	143	160	148	194	193	199	1 854
CARIUS	204	160	146	127	128	130	152	170	185	206	203	209	2 020

g) Outros dados climáticos

A bacia apresenta características predominantes do semi-árido nordestino, com relevo do tipo R-5, segundo a classificação de NOUVELOT (Ver figura 2 4)

TABELA 2 1
DADOS CLIMATOLÓGICOS - IGUA TU

MESES	PRESSÃO (mb)	TEMPERATURA							NEBULOSIDADE (0 - 10)	INSOLAÇÃO (hs e decimos)	UNIDADE (%) RELATIVA	PRECIPITAÇÃO		EVAPORAÇÃO (mm)	VENTO	
		MEDIA	MÁXIMA MEDIA	MINIMA MEDIA	AMPLITU DE MÉDIA	MÁXIMA ABSOLU TA	MÍNIMA ABSOLU TA	AMPLITU DE ABSOLU TA				ALTURA (mm)	MÁXIMA Em 24 hrs (mm)		DIREÇÃO PREDOMINANTE	VELOCIDADE
JANEIRO	985,9	28	34,1	23,2	10,9	38,5	18	20,6	5,8	221,1	64,4	71,2	65	172,3	C-NE	1,6
FEVEREIRO	986	26,6	32,5	22,8	9,8	3,9	18,8	20,2	6,6	174,5	73,5	169,6	81	114	C-SE	1,3
MARÇO	986,2	25,9+25,6	31,6	22,5	9,1	37,2	18,4	18,8	6,7	197,2	80,2	214,1	78,4	81,6	C-SE	1,1
ABRIL	986,5	25,1	31	22,3	8,7	37	18	19	6,1	209,5	81,5	157,6	77,6	72,6	C-SE	1,2
MAIO	987,5	24,7	31,1	21,4	9,7	36,2	17	19,2	5,3	246	78,5	78	80	95,8	C-SE	1,5
JUNHO	988,6	25	31,6	20,3	11,3	36	15,9	20,1	4,8	241,8	72,1	40,2	72,8	130,9	SE	2
JULHO	989,4	26	32	19,8	12,2	35,6	16	19,6	4	271,3	63,2	7,9	0,4	187,4	SE	2,5
AGOSTO	988,7	27,4	33,7	20,4	13,4	37,5	16,5	21	3,6	297,2	58	8,4	37,5	222,6	SE	2,4
SETEMBRO	987,5	28,3	35,1	21,6	13,5	38,6	17,3	21,3	3,7	286,4	54,8	10,2	41,6	207,2	SE	2,2
OUTUBRO	986,3	28,3	35,9	22,5	13,4	38,8	17	21,8	4	284,2	53,8	15,9	54	223	C-SE	2,2
NOVEMBRO	985,2	28,6	35,7	23	12,7	39	18	21	4,4	262,8	54,9	13,9	66	202,5	C-SE	2,2
DEZEMBRO	985,5	28,5	35,3	23,3	12	39	19,2	19,8	5,2	252,8	57,8	39,9	73	193,9	C-SE	1,9
ANO	986,9	26,6	33,3	21,9	11,4	39	15,9	23,1	5	2944,8	66,1	826,9	81	1903,8	C-SE	1,8

FONTE: Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Carui (DNOCS/AGUASOLOS)

TABELA 2 2
DADOS EVAPORIMÉTRICOS EM TANQUE CLASSE A EM mm - IGUATU

ANOS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1964	221	216	183	195	121	201	208	273	264	288	309	319	2 798 00
1965	247	165	174	168	167	195	187	202	216	245	261	214	2 441 00
1966	149	137	202	195	205	249	242	291	270	316	285	316	2 857 00
1967	252	146	183	180	183	210	254	273	291	319	267	298	2 856 00
1968	221	218	171	198	195	225	239	307	297	298	288	260	2 917 00
1969	162	210	205	186	233	234	257	290	282	325	315	301	3 000 00
1970	221	260	214	222	270	266	304	300	296	319	287	329	3 291 00
1971	232	210	205	168	226	207	239	307	289	297	285	302	2 967 00
1972	236	165	195	201	211	201	254	270	312	322	318	295	2 980 00
1973	300	176	174	180	192	189	251	301	305	304	288	276	2 937 00
1974	195	154	124	186	195	192	226	273	294	280	282	320	2 721 00
1975	202	179	195	162	201	201	245	291	307	326	303	294	2 906 00
1976	240	176	192	207	211	258	298	304	295	236	237	267	2 921 00
1977	190	174	183	189	217	207	242	303	297	319	297	291	2 907 00
1978	223	168	173	195	180	189	211	298	306	316	309	264	2 832 00
1979	236	194	195	231	229	267	301	302	303	332	291	248	3 129 00
1980	220	182	196	261	267	240	298	297	321	328	297	290	3 197 00
1981	254	235	211	207	288	249	276	288	318	319	321	313	3 279 00
1982	267	193	202	205	197	189	228	269	288	309	280	265	2 892 00
1983	270	213	217	209	195	186	234	264	304	317	286	297	2 992,00
1984	264	232	214	190	223	195	225	267	298	326	290	293	3 017 00
1985	261	193	172	192	189	194	236	271	307	305	299	318	2 937 00
1986	273	170	189	190	187	204	204	263	305	322	296	316	2 919 00
MEDIAS	232	190	189	196	208	215	246	283	294	307	291	290	2 943,00

Fonte Banco de Dados Hidroclimatológicos do Nordeste, SUDENE Recife 1987

TABELA 2 3
EVAPORAÇÃO 'PICHE'(mm) - VÁRZEA ALEGRE

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1964													
1965	201,6	203,7	201,3	165,7	196,5	234,5	264,7	251,7	225,2	228,5	303,9	302,7	2 780,0
1966	273,9	183,6	218,5	211,5	233,7	244,5	273,6	313,8	286,9	298	278,8	287,9	3 104,7
1967	248,2	219,5	200,7	205,1	233,8	239	273,7	284,6	304,2	326,7	283,2	281,6	3 100,3
1968	253,9	235,2	202,7	226,1	235	251,8	291,1	310,1	328,1	319,8	275,3	184,9	3 114,0
1969	217,7	196,1	204,7	224,7	217,7	209,9	239,3			265,6	309,2	291,8	2 376,7
1970	291,4	266,6	282,8	282,8	298,5	262,8	298,2	311,5	282,4	304,1	302,4	298,9	3 482,4
1971	261,4	194,8	242	196,8	262,7	251,7	270,7	301,3	293,2	276,2	286	294,3	3 131,1
1972	272,2	246,3	253,5	254,7	290,8	280,8	268,7	286,2	272	308,7	276	278,1	3 288,0
1973	245,6	243,8	256,4	234,9	267,2	247,5	279,4	290,8	267,8	287,5	261,8	275,6	3 158,3
1974	252,1	237,5	267,4	254,2	282,4	269,7	340,8	337,6	315,1	271,1	257,6	274,9	3 360,4
1975	208,7	170	170,8	160,7	192	198,7	244,9	288,4	288,5	273,4	255,5	237,1	2 760,7
1976	253,3	163,0	167,7	172,8	200,7	256,4	283,2	282,9	248,9	229,7	225,0	278,0	2 761,6
1977	239,8	186,2	202,4	179,7	206,8	209,8	244,6	299	303,5	294,7	273,4	279,3	2 919,2
1978	220,4	174,2	204,5	211,7	190,8	256,8	238,4	289,2	298,3	293,9	280,6	283,2	2 942,0
1979	280,7	210,4	242,9	238,7	247,9	331,9	391,7	361	342,9	348,3	327,8	350,6	3 674,8
1980	306,2	226,8	255	247,6	276,8	306,7	325,5	382,4	345,5	372,2	320,1	311,6	3 676,4
1981	292	244,2	264,2	227,7	325,1	305,4	333,8	340,9	368,5	339,8	320,6	330,5	3 692,7
1982	264,6	237,5	236,8	257,3	269,7	354,8	379,4	346	341	325	326,6	320,6	3 659,3
1983	334,8	267,5	294,4	260,9	371,8	394,9	441,8	448,6	451,8	474,1	448,4	436,8	4 665,8
1984	382,6	329,9	241,9	271	266	364,5	392,7	387,5	410,1	444,6	427,7	437,9	4 358,4
1985	377,9	321,6											699,5
MEDIAS	261,4	216,2	209,5	203,8	230,2	248,7	276,1	279,7	271,5	285,6	274,5	274,3	3 031,5

TABELA 2 4
TEMPERATURA MEDIA °C - VARZEA ALEGRE

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1964								26,1	26,3	27,9	28,1	28,7	27,5
1965	26,6	28,1	27,1	25,8	25,5	25,2	25,4	26,6	28,1	28,3	29,3	29,4	27,1
1966	29,6	26,5	26,5	27,1	27,1	25,7	25,9	27,3	28,3	29,6	29,5	29,6	27,7
1967	28,6	25,3	25,2	25	25,5	24,9	25,4	26,4	27,3	28,6	23,5	28,3	26,8
1968	27,4	27,2	25,8	26,6	26,1	25,3	26	27,1	28,2	29,2	29,3	28,1	27,1
1969	26,2	25,8	25,3	26,3	25,3	25,6					28,9	28,5	26,6
1970	27,3	26,9	25	26,7	25,3	24,9	25,5	25,9	27,2	27,7	28,4	28,6	26,6
1971	26,9	24,4	23,5	23,4	24,5	23,5	22,7	26,1	27,1	26,6	27,4	28,5	25,3
1972	25,9	23,5	24,2	26,5	27,1	27,1	26,9	26,7	28,8	28,1	28,8	27,1	26,6
1973	26	26,9	26	23,9	23,7	23,5	23	24,1	26,2	26,3	27,2	26,5	25,2
1974	24,8	23,3	23,4	23,1	22,4	21,9	21,5	23,8	24,8	26,2	25,4	25,3	23,8
1975	24,7	22,9	22,8										23,4
1976	24,6	22,9										28,3	25,2
1977	26,1	24,8	25,3	25,5	24,4	23,8	23,1	24,5	26,4	27,3	27,7	26,7	25,4
1978	23,3	24,4	24,6	24,9	23,9	22,9	23,6	23,6	25,4	26,7	27	25,8	24,6
1979	25,8	24,5	24,7	23,9	23	22,8	23,4	24,8	25,7	26,5	26,3	27,2	24,8
1980	25,3	23,9	23,5	24,1	24,3	23,5	23,6	24,4	26,1	26	25,2	25,1	24,5
1981	24,3	23,8	23,9	22,8	23,1	22,7	22,4	23,5	24,6	26	26,2	26,1	24,1
1982	23,9	23,5	23,9	23	22	26,6	22,4	22,5					22,9
1983													
1984						20,4	21,2	22,5	23,6	24,4	24,5	24,9	23,0
1985	23,4	21,7											22,5
MÉDIAS	25,8	24,7	24,8	24,9	24,6	23,9	23,8	25	26,5	27,2	27,5	27,3	25,2

Fonte DRN/HM

TABELA 2 5
TEMPERATURA MINIMA (°C) - VARZEA ALEGRE

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1964								22,6	22,6	23,3	23,9	24,4	23,3
1965	24	24,3	24,5	22,8	22,4	22,3	22,5	23,2	23,8	24,2	24,7	26,4	23,7
1966	25,5	24,8	23,5	25	23,9	22,5	22,2	22,7	23,6	25,3	25,7	25,3	24,1
1967	25,5	23,8	24	23,5	22,6	21,9	21,7	22,9	23,6	24	24,7	24,8	23,5
1968	24,6	23,7	23,6	23	22,7	22	22,3	23	24	24,6	24	24	23,4
1969	23	22	22	22,4	22,3	22,2					22,8	22,2	22,3
1970	21,5	21,9	21,9	22,3	21,4	20,1	19,9	20,3	21,8	21,8	22,1	22,4	21,4
1971	21,9	18,8	18,4	19,4	18,8	19,6	13,4	22,8	24,4	13,8	26,2	22,6	20,8
1972	22,1	19,2	19,8	22,8	23,2	23,6	26,4	22,6	22,6	22,8	22,4	21,4	22,4
1973	19,6	20,8	20,2	17,6	18	18,2	16,8	18	20	18,8	19,8	19,4	18,9
1974	18,8	17,1	17	17	16,6	16	16	17,2	17,6	17,8	18,6	18,2	17,3
1975	17,6	17	15,8	15,8	15	14,8	13,8	15,2	15,8	16,8	16,8	15,8	15,8
1976	16,2	15,2	15	14,8	14	13,8	14,4	15	15,4	15,6	15,4	23,1	15,6
1977	23,7	21,3	21,5	21,5	21,4	20,1	19,3	20,5	21,6	21,6	23	21,1	21,4
1978	21,6	20,8	20,6	20,3	20	18,5	18,8	18,5	19,4	20,7	20,6	20,4	20,0
1979	20,1	19	19,6	18,5	18,4	17,6	17,5	19	19,9	19,8	19,9	21,2	19,2
1980	19,8	19,2	18,4	18,2	17,6	17	16,9	17,8	19	19	18,9	19,5	18,4
1981	19,4	18,2	19,2	16,6	17	16,6	15,5	17,5	17,2	18,4	18,4	19,4	17,7
1982	18,2	17,5	17,4	16	15,6	15,4	15,9	16,4	16,4	16,9	17,5	18,6	16,8
1983	18,5	16,8	17	15,5	16,1	15,9	15,6	16,2	16	17,1	17	17	16,5
1984	17,7	17	16,3	15	14,5	13,6	14,2	15,9	16,4	16,2	16,4	17	15,8
1985	17	14,9											15,9
MEDIAS	20,7	19,6	19,7	19,4	19	18,5	18,3	18,3	20	20,1	20,8	21,2	19,7

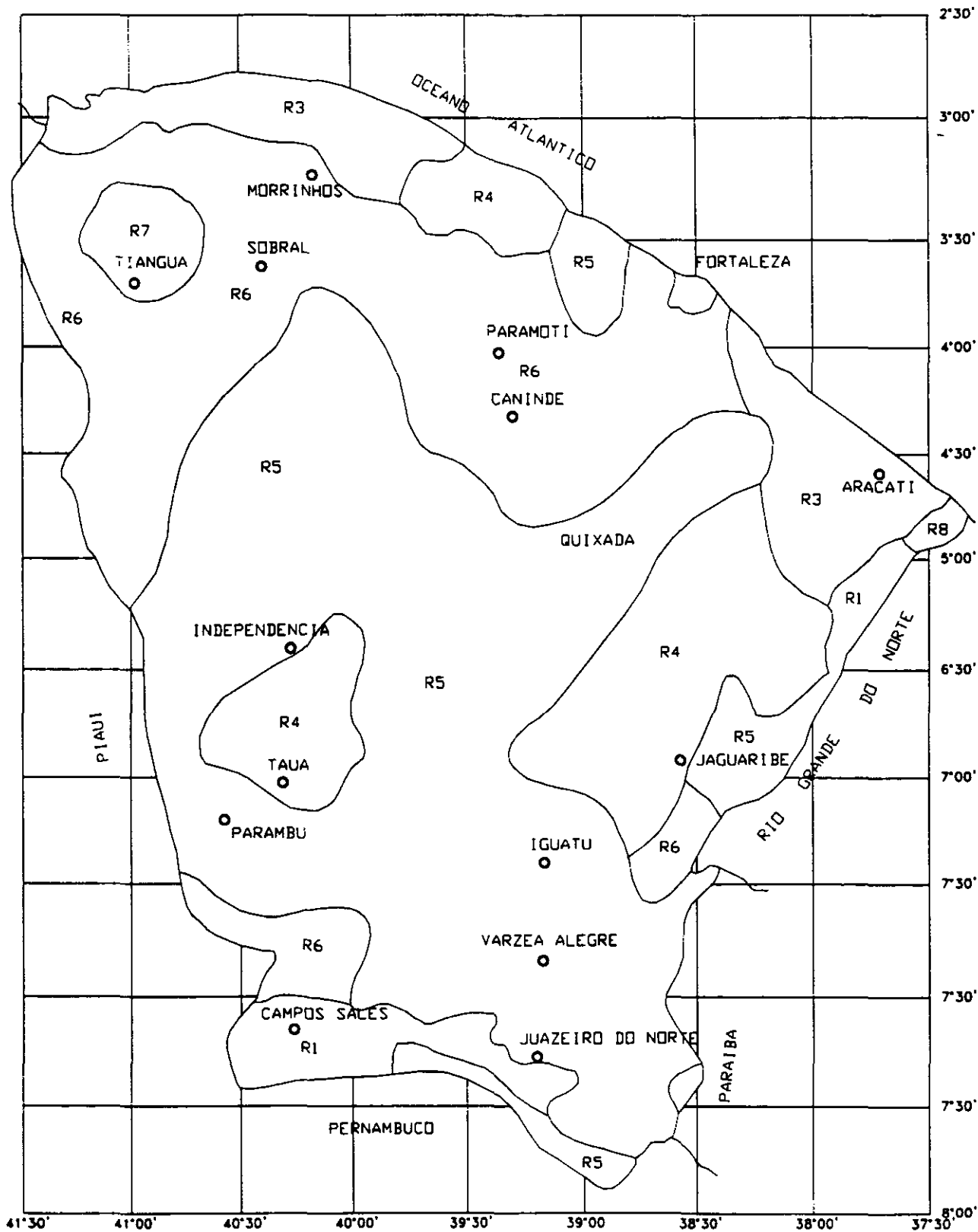
Fonte: DRN/HM

TABELA 2 6
TEMPERATURA MAXIMA (°C) - VARZEA ALEGRE


ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA
1964								33,8	35,6	36,5	36,4	36,8	35,8
1965	36,1	35,8	35,3	31,6	33	31,9	33,3	34,7	36,3	37,1	36,6	37,1	34,9
1966	37,2	34,8	34,1	34,3	34,1	33,1	33	36,4	37	37,2	37,2	37,4	35,4
1967	36	33,5	33,1	32,6	32	31,5	33,7	35,2	36,5	36,1	37	37,7	34,5
1968	34,9	34,7	32	35,2	33,5	33,7	34,8	35,7	37	37,8	37,6	38	35,4
1969	34	34	33	34,2	33,4	32,2	33,1		39,2	37,2	37,3	37,4	35,0
1970	36,8	35,3	33,2	33,9	33,9	32,8	33,7	34,2	35,9	36,4	36,7	36,8	34,9
1971	37,1	34,6	32,3	32,4	39,2	31,6	32,6	34,6	36,2	36,8	36,8	37,4	35,1
1972	36,4	33,2	33,2	33,6	34,9	34,5	34,6	33,8	37,4	37,4	38,6	38,8	35,5
1973	35,6	37,6	35,6	33,7	33,7	32,9	34,6	35,8	38	38,1	38	38	35,9
1974	37,8	33,7	33,4	32,6	32	37,2	31,9	35,6	36,9	37,5	36,8	37,2	35,2
1975	37,5	33,3	33										34,6
1976	36,8	34,4										38,1	36,4
1977	36,4	32,6	32,6	32,7	32,1	31,2	31,4	33,7	35	36,4	37,7	35,8	33,9
1978	36	33,4	32,1	32,8	32	31,7	32	33,6	34,2	35,9	37	35,4	33,8
1979	36,6	34	34,8	32,8	32,2	31,7	32,2	35,7	36,5	37,6	36,3	37	34,8
1980	35,2	35,1	32,3	33,9	34	34,5	35,7	36	37,3	36,9	36,4	36,5	35,3
1981	34,5	34,7	36,3	32,2	33,1	33,3	33,5	35,3	36,1	37,7	37,2	36,7	35,0
1982	35,2	34,2	35,5	34	33,7	34	34,1	34					34,3
1984						31,4	32,4	34,8	36,2	36,2	36,2	37	34,8
1985	35,8	32											33,9
MEDIAS	36,1	34,2	33,6	33,2	33,5	32,8	33,3	34,8	36,5	36,9	37,0	37,1	34,9

Fonte DRN/HM

FIGURA 2 4



LIMITES E CLASSES DE RELEVO	
R1	< 05 < 10 m
R2	10 < 05 < 25 m
R3	25 < 05 < 50 m
R4	50 < 05 < 100 m
R5	100 < 05 < 300 m
R6	250 < 05 < 500 m
R7	05 < 800 m



ACUDE MUQUEM

CLASSIFICACAO DE NOUVELOT

AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda

As altitudes variam de 200 a 500 m no interior da bacia. O mapa de hipsometria é mostrado na Figura 2.5

A região da bacia encontra-se sob um clima de alto poder de evaporação, provocando um regime de escoamento de superfície de alta variabilidade, com cursos d'água intermitentes, apresentando vazões nulas por longos períodos, coincidindo com a época em que é mais acentuado o déficit hídrico local (julho a dezembro)

2.2 Estudos pluviométricos

2.2.1 Objetivos

Os estudos pluviométricos na bacia do riacho Muquém, visam basicamente

- a caracterização do regime pluviométrico a níveis anual e mensal, bem como o estudo das chuvas intensas,
- determinação dos elementos necessários aos estudos subsequentes de deflúvios e cheias

2.2.2 Dados disponíveis

Uma análise da disponibilidade dos dados e da distribuição espacial dos postos permitem selecionar 3 (três) postos com influência no regime pluviométrico, nos vários períodos

As principais características dos postos selecionados encontram-se na Tabela 2.8

O conjunto dos postos existentes apresenta diferentes períodos de observação. Existem postos com dados a partir de 1913, 1928 e 1936. Desse modo estabelecemos 3 (três) períodos de observação, a saber: 1913 a 1927 (1 posto), 1928 a 1935 (2 postos) e 1936 a 1985 (3 postos)

Os dados pluviométricos disponíveis a níveis mensais e anuais, foram obtidos junto ao DNOCS, constando de dados já consistentes sem a existência de falhas

As séries dos dados pluviométricos dos postos selecionados constam nas Tabelas 2.9 a 2.11

2.2.3 Caracterização do regime pluviométrico

a) NÍVEL ANUAL

Uma síntese dos parâmetros: média, desvio padrão e coeficiente de variação que caracterizam o regime pluviométrico consta da Tabela 2.12 - PARÂMETROS A NÍVEL ANUAL

TABELA 2 12

PARÂMETROS NÍVEL ANUAL

CÓDIGO	POSTO	MÉDIA P	DESVIO PADRÃO S	COEFICIENTE VARIÇÃO S / P
3831543	Várzea Alegre	979.4	288.9	0.29
3831006	Carius	894.7	343.8	0,38
3831239	Caipu	965.4	340.9	0,35

A precipitação média anual sobre a bacia é da ordem de 963 mm

A precipitação média foi calculada pelo método de Thiessen. Os polígonos estão mostrados nas Figuras 2 6 a 2 8 (3 períodos), enquanto os coeficientes, para todos os postos nos vários períodos, se encontram na Tabela 2 13 - COEFICIENTES DE THIESSEN

A variabilidade interanual é relativamente baixa a maioria dos coeficientes de variação, que traduz o grau de dispersão em relação a média, é inferior a 0,4

b) NÍVEL MENSAL

A nível mensal é observada uma irregularidade acentuada na distribuição temporal das precipitações. Quase a totalidade das chuvas ocorre em um único semestre, em geral, de dezembro a maio. No trimestre mais chuvoso, fevereiro, março e abril, concentra-se a maior parcela da precipitação anual.

A Tabela 2 14 apresenta as precipitações médias mensais para a bacia do Muquém, no período de 1913 a 1985, obtida através da aplicação dos mesmos coeficientes de Thiessen, utilizados na determinação da precipitação média anual na bacia do açude Muquém.

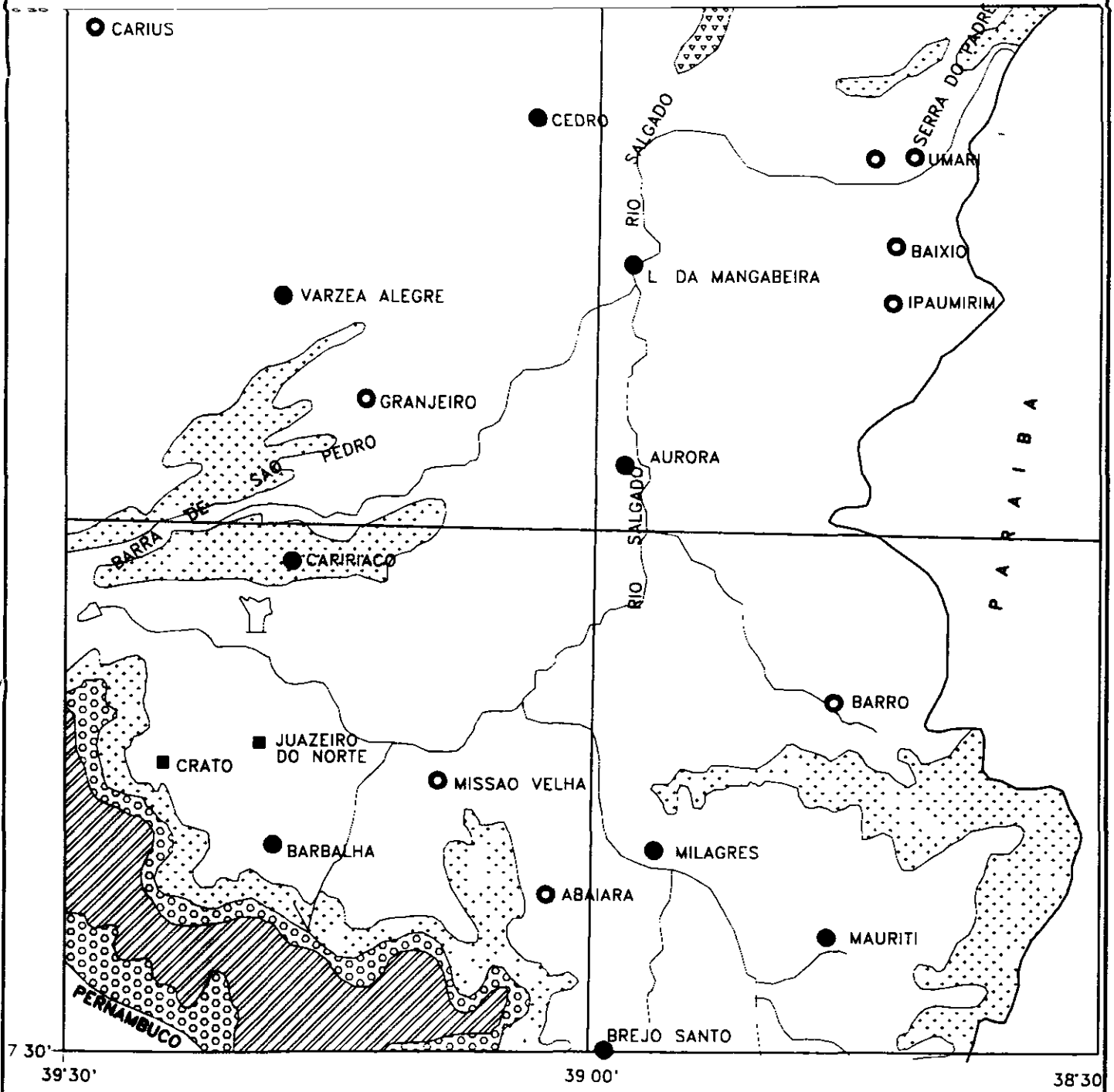
A Tabela 2 15 mostra alguns indicadores de concentração de chuvas, para os períodos mais chuvosos de 1 mês, 2 meses, 3 meses e 6 meses. Março é o mês mais chuvoso, concentrando em torno de $\frac{1}{4}$ (um quarto) da precipitação média anual. O bimestre de maior pluviosidade corresponde a fevereiro / março concentrando cerca de $\frac{1}{2}$ do total precipitado. O trimestre fevereiro/março/abril, responde por quase $\frac{2}{3}$ (dois terços) do total anual. O semestre mais chuvoso, dezembro/maio, concentra mais de 90% da precipitação total anual, sendo insignificantes os índices dos meses restantes. A figura 2 9 mostra o histograma das precipitações mensais da bacia em estudo.

2 2 4 Sinopse climática





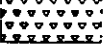
Em síntese a região estudada apresenta os seguintes indicadores na caracterização do seu clima

• Pluviosidade Média Anual	962,9 mm
• Semestre mais chuvoso	dez/mai (90,5%)
• Trimestre úmido	fev/abr (64,3%)
• Trimestre seco	jul/set (2,9%)
• Bimestre mais chuvoso	fev/mar (45,7%)
• Mês de maior pluviosidade	mar (25,5%)
• Temperatura Média Anual	26° C
• Média das Temperaturas mínimas	22° C
• Média das temperaturas máximas	33° C
• Amplitude das Médias Extremas	11° C
• Umidade Relativa Média Anual	66,1%
• Período de Maior Umidade Relativa	mar/abr (80 a 82%)
• Período de Menor Umidade Relativa	set/out (54 a 55%)
• Insolação Média Anual	2 950 horas
• Evaporação Tanque Classe A	2 943 mm
• Período de Maior Evaporação	set/nov (30,3%)
• Período de Menor Evaporação	fev/abr (19,5%)
• ETP Média Anual	1 945 mm

FIGURA 2.5



LEGENDA

-  > 900
-  700 a 900
-  500 a 700
-  200 a 500
-  0 a 200

HIPSOMETRIA - ACUDE MUQUEM

TABELA - 2 8

CARACTERÍSTICAS DA REDE PLUVIOMÉTRICA

POSTOS PLUVIOMETRICOS	MUNICIPIOS	CODIGO DE IDENTIFICAÇÃO	COORDENADAS		ALTITUDE (M)	INICIO DA OPERAÇÃO		POSICIONAMENTO QUANTO A BACIA	
			LATITUDE	LONGITUDE		MÊS	ANO	INTERIOR	PERIFERIA
Varzea Alegre	Varzea Alegre	3831543	6° 47'	39° 18'	345	05	1912		X
Carius	Carius	3831006	6° 32'	39° 29'	230	02	1928		X
Caipu	Carius	3831239	6° 38'	39° 19'	310	01	1936		X

TABELA 29

*** BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLÓGICOS DO NORDESTE***

LATITUDE - 06-47

LONGITUDE 38-18

ALTITUDE 345m

* SISTEMA DE PLUVIOMETRIA *

POSTO - VARZEA ALEGRE

ESTADO - CEARA

NUMERO - 3831543

MUNICÍPIO - VARZEA ALEGRE

COD NAC - 00639034

INSTALADO EM 1912 P/DNOCS

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1912					8,5	35,1	16,9	3,3	37,4	2,0	15,6	6,5	-
1913	27,6	285,4	354,3	181,7	46,1	57,2	18,3	5,4	24,3	31,9	0,5	71,0	1103,7
1914	473,3	113,7	223,9	44,3	29,4	21,5	44,8	86,4	9,5	14,5	2,9	11,0	1075,2
1915	60,6	82,4	81,9	124,0	73,7	0,0	2,2	3,2	3,1	5,6	0,6	123,0	560,3
1916	237,1	105,0	229,4	150,3	65,2	12,0	0,2	0,0	4,3	0,5	37,7	185,8	1027,5
1917	444,4	269,3	287,7	165,9	74,9	5,1	0,2	0,0	33,6	1,7	106,4	153,1	1542,3
1918	142,6	137,9	304,3	223,9	218,0	61,9	41,9	0,0	0,5	12,3	49,2	43,2	1235,7
1919	62,8	109,9	52,4	23,8	2,4	31,4	18,3	5,8	4,9	7,5	6,7	5,6	331,5
1920	13,7	197,1	527,8	184,8	32,5	5,6	41,3	0,0	18,5	42,5	4,4	179,0	1247,2
1921	57,9	292,9	351,5	97,1	83,9	3,7	13,0	6,8	0,4	3,6	75,7	18,6	1005,1
1922	30,3	132,5	81,9	307,5	110,1	78,2	11,8	3,4	1,1	5,8	68,3	34,8	865,7
1923	120,3	476,1	108,4	152,1	63,1	65,1	5,5	7,0	1,1	27,1	36,8	29,7	1092,3
1924	119,9	324,1	370,4	396,3	121,3	85,2	2,9	0,0	3,2	78,6	5,1	36,6	1543,6
1925	419,6	205,9	312,9	200,3	51,3	17,3	11,5	0,0	150,9	2,8	12,8	66,9	1452,2
1926	60,0	196,2	348,2	93,0	106,1	6,4	0,0	0,0	0,0	7,0	8,1	4,5	829,5
1927	14,3	234,0	144,0	214,2	51,5	20,5	4,4	1,8	0,0	0,0	1,1	67,3	753,1
1928	125,1	14,3	466,8	167,8	51,6	30,5	0,0	0,0	4,7	17,7	17,1	69,0	964,6
1929	124,5	252,5	121,9	135,1	32,2	13,6	7,5	0,0	11,9	19,6	0,5	93,2	812,5
1930	30,2	92,0	167,7	110,0	53,3	149,2	0,5	0,2	0,0	22,0	16,0	39,8	680,9
1931	117,4	266,1	214,2	170,8	33,4	5,4	1,0	2,5	11,9	12,7	0,0	6,5	841,9
1932	85,1	119,3	58,8	78,9	25,2	30,7	23,0	0,0	32,7	13,0	22,0	12,0	500,7
1933	166,7	192,2	265,6	171,8	9,2	4,3	2,2	0,0	3,2	1,7	41,0	19,0	876,9
1934	265,6	278,3	348,8	230,5	124,4	32,3	0,0	0,0	3,0	3,3	11,3	138,2	1435,7
1935	169,4	361,9	271,4	169,3	78,6	32,4	6,6	0,0	6,5	12,0	22,0	8,5	1138,6
1936	118,7	197,7	85,4	139,4	26,0	36,4	1,6	5,0	0,0	1,5	1,1	61,0	673,8
1937	33,5	366,8	131,2	91,4	123,6	22,7	4,0	0,0	6,5	1,2	15,3	39,8	836,0
1938	133,7	14,1	323,1	185,4	29,2	14,4	0,0	9,4	2,8	18,8	13,9	0,4	745,2
1939	4,7	389,0	306,1	65,0	162,6	13,0	1,9	9,7	8,1	31,0	66,3	50,6	1108,0
1940	141,0	185,0	391,1	191,4	131,1	7,3	5,8	4,0	16,9	4,6	15,5	23,0	1116,7
1941	38,0	145,8	183,3	107,8	33,3	0,8	3,2	14,0	2,2	20,0	39,9	7,6	595,9
1942	35,5	197,8	109,9	90,2	36,7	5,4	0,0	1,4	0,8	31,6	10,7	139,3	659,3
1943	112,0	98,5	223,4	193,5	21,4	14,4	7,0	0,0	0,2	0,0	51,1	44,5	766,0
1944	57,0	20,7	168,6	367,8	11,7	15,2	8,5	0,3	24,5	0,0	0,0	120,8	795,1
1945	106,8	173,3	183,9	127,7	136,1	9,3	8,9	0,0	0,5	52,5	20,2	48,2	867,4
1946	156,4	120,8	221,9	156,2	66,7	128,7	0,0	1,6	0,5	0,0	154,8	59,7	1067,3
1947	177,3	291,6	417,0	291,0	27,2	28,0	43,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1275,3
1948	19,9	47,0	281,5	115,6	50,0	21,3	22,1	0,0	0,0	0,0	5,7	35,1	598,2
1949	33,2	223,8	288,6	220,3	97,4	5,3	0,0	76,5	0,0	0,0	120,3	18,7	1084,1
1950	66,1	127,8	421,7	305,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	39,9	0,0	66,6	1032,6
1951	46,9	108,4	114,5	175,0	91,9	23,5	0,0	0,0	0,0	6,3	15,9	77,9	660,3
1952	31,4	85,9	183,9	264,8	45,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,8	695,3
1953	64,4	59,1	97,8	117,8	8,4	40,0	0,0	0,0	34,0	0,0	70,8	12,9	505,2
1954	81,1	107,2	221,8	106,0	50,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	571,4
1955	199,8	252,8	382,0	371,8	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	70,0	18,0	92,0	1393,9
1956	31,0	567,2	197,5	204,5	45,0	2,0	12,0	0,0	0,0	37,0	9,0	14,3	1119,5
1957	74,0	134,0	261,5	195,2	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,0	741,7
1958	56,0	93,0	225,0	31,7	48,5	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,0	560,2
1959	233,0	267,5	186,0	53,7	59,5	44,0	0,0	12,0	1,0	0,0	0,0	0,0	856,7
1960	66,0	83,0	625,0	60,0	62,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	16,0	16,0	929,0
1961	199,0	252,0	284,0	101,8	33,3	10,4	10,0	0,0	0,9	5,5	0,0	18,0	914,9

TABELA 2 9

*** BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLOGICOS DO NORDESTE***

LATITUDE - 06-47

* SISTEMA DE PLUVIOMETRIA *

LONGITUDE - 38-18

POSTO - VARZEA ALEGRE

ESTADO - CEARA

ALTITUDE - 345m

NUMERO - 3831543

MUNICIPIO - VÁRZEA ALEGRE

COD NAC - 00639034

INSTALADO EM 1912 P/DNOCS

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1962	97.5	229.5	397.8	134.2	78.9	33.9	4.2	3.8	0.0	0.0	46.3	85.3	1111.4
1963	268.9	249.1	254.1	66.1	9.0	11.7	0.0	0.0	0.0	18.0	30.3	118.2	1025.4
1964	190.6	295.8	206.1	399.9	108.6	27.2	4.5	8.9	32.1	6.9	24.8	20.3	1325.7
1965	132.8	61.7	305.3	438.2	91.8	56.9	2.9	0.0	2.8	62.0	0.0	0.5	1154.9
1966	56.8	346.8	149.1	67.2	106.1	47.9	8.3	0.4	28.5	6.8	38.5	43.2	899.6
1967	102.9	362.4	229.6	209.5	179.6	44.2	8.9	11.6	0.8	0.0	7.6	107.2	1264.3
1968	110.1	192.6	266.2	100.5	67.0	8.1	1.8	0.0	0.0	4.4	19.8	92.1	862.6
1969	86.7	18.0	22.0	89.7	48.2	33.4	4.5	0.0	14.0	24.2	0.1	7.4	348.2
1970	162.1	169.3	3244.0	62.1	0.0	29.2	0.0	0.0	13.9	6.0	21.7	2.1	3710.4
1971	323.2	210.2	158.7	235.8	95.3	29.2	28.8	4.8	13.4	65.0	36.7	14.3	1215.4
1972	375.9	116.9	180.8	101.2	78.9	24.2	0.3	54.3	0.0	1.8	0.0	109.0	1043.3
1973	123.0	185.0	168.0	331.0	91.0	71.0	74.0	7.0	38.0	27.3	6.5	59.6	1181.4
1974	264.4	352.6	260.0	373.0	51.4	8.4	7.4	0.0	8.0	0.0	33.0	90.6	1448.8
1975	186.6	130.2	368.0	251.6	103.0	70.8	36.4	0.6	24.0	0.0	33.0	238.2	1442.4
1976	45.8	262.0	348.4	70.0	1.0	7.0	0.0	1.0	22.2	209.0	48.8	107.7	1122.9
1977	125.3	398.3	218.4	253.8	93.9	63.5	24.8	0.4	1.1	32.6	10.0	57.0	1279.1
1978	293.4	314.9	172.8	144.5	106.8	25.6	48.8	6.5	25.2	10.5	32.1	56.9	1238.0
1979	143.7	69.4	201.0	129.2	72.7	2.4	2.3	6.7	48.0	11.8	21.4	6.5	715.1
1980	121.4	467.4	137.3	72.1	49.9	3.4	10.5	0.0	0.0	32.0	72.1	69.4	1035.5
1981	206.4	124.4	328.9	177.7	0.3	0.3	0.0	2.5	0.0	1.2	0.0	83.4	925.1
1982	162.2	282.5	103.0	194.4	19.3	20.1	12.0	10.5	7.5	0.0	18.8	110.4	940.7
1983	41.5	190.7	176.4	113.1	4.0	26.0	15.0	0.9	0.0	5.7	0.0	8.7	582.0
1984	105.3	147.7	247.1	312.3	75.1	1.4	8.0	5.2	0.6	130.0	7.7	44.7	1085.1
1985	244.4	354.2	285.1	297.3	126.1	1.1	94.4	20.6	0.4	1.4	50.0	135.3	1610.3

RESUMO

Nº DE ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
C/DADOS	73.0	73.0	73.0	73.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	74.0	73.0
MÉDIA	133.0	206.4	245.7	175.7	62.4	27.7	11.1	5.4	10.3	17.8	23.8	57.6	979.4
MAXIMA	473.3	567.2	625.0	438.2	218.0	149.2	94.4	86.4	150.9	209.0	154.8	238.2	1750.3
MINIMA	4.7	14.1	52.4	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	331.5

ORIGEM DOS DADOS - ARQUIVO DO DNOCS

TABELA 2 10
***** BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLÓGICOS DO NORDESTE*****
*** SISTEMA DE PLUVIOMETRIA ***
**POSTO - CARIUS
NÚMERO - 3831006
COD NAC - 00639030**
**ESTADO - CEARA
MUNICÍPIO - CARIUS
INSTALADO EM 1928 P/DNOCS**
**LATITUDE - 06 32
LONGITUDE - 39 29
ALTITUDE - 230m**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1928	54,8	5,4	304,3	396,3	121,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	899,8
1929	0,0	84,2	241,4	144,8	27,5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	84,4	591,8
1930	75,5	73,1	145,9	159,9	139,7	88,6	0,0	0,0	0,0	48,7	0,0	65,1	796,5
1931	117,0	203,2	94,6	14,7	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	463,6
1932	138,0	93,3	58,6	34,8	24,0	0,0	78,2	0,0	43,0	0,0	22,0	0,0	491,9
1933	143,5	76,0	238,9	263,5	6,0	0,0	0,0	17,0	0,0	32,0	6,6	10,0	793,5
1934	194,2	218,4	495,1	158,4	103,4	14,5	0,0	0,0	16,0	0,0	38,2	55,7	1293,9
1935	258,0	329,1	315,6	229,8	160,3	42,9	8,6	2,2	2,4	18,1	0,0	6,3	1373,3
1936	108,2	290,4	270,4	175,9	18,8	38,3	2,7	5,5	0,0	17,0	0,0	23,0	950,2
1937	20,0	298,1	183,9	175,6	67,3	21,6	10,3	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	788,2
1938	156,3	43,7	356,9	148,7	24,2	0,0	0,0	34,8	20,2	28,3	5,7	5,7	824,5
1939	49,5	270,9	388,7	155,8	109,6	17,0	4,8	17,7	29,7	34,4	67,5	16,6	1162,2
1940	80,8	105,7	312,8	209,8	78,4	18,7	0,0	0,0	27,3	0,0	0,0	0,0	833,5
1941	60,4	132,4	212,1	202,1	58,0	1,0	0,0	12,1	0,0	0,0	29,4	0,0	707,5
1942	0,0	149,3	43,6	106,0	62,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	361,5
1943	91,9	57,7	219,0	64,3	14,9	17,7	8,2	0,0	0,0	0,0	108,8	8,6	591,1
1944	53,7	25,8	241,7	172,0	0,0	5,6	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	235,2	742,6
1945	105,4	210,2	47,3	179,9	128,9	6,5	13,7	0,0	0,0	28,8	0,0	38,5	759,2
1946	190,5	88,4	114,8	130,5	83,9	54,6	0,0	0,0	0,0	0,0	44,6	206,2	913,5
1947	116,8	246,8	363,5	247,3	15,6	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	150,7	104,9	1255,6
1948	126,2	68,2	340,7	114,2	50,7	25,5	19,8	19,1	0,0	10,6	0,0	0,0	775,0
1949	37,0	103,9	201,3	197,9	38,4	30,0	0,0	57,6	0,0	11,0	81,7	13,4	772,2
1950	825,2	168,1	278,4	345,3	7,8	5,8	16,1	0,0	43,5	0,0	0,0	83,0	1773,2
1951	61,2	61,4	113,1	220,0	57,7	6,5	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0	32,6	563,2
1952	34,7	156,2	179,0	230,5	22,3	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	132,9	769,8
1953	3,0	29,0	44,4	132,6	29,0	48,8	6,9	0,0	11,0	0,0	17,3	0,0	273,2
1954	48,6	103,1	105,2	183,2	54,6	2,0	6,7	0,0	0,0	0,0	16,4	15,0	534,8
1955	54,4	146,1	347,3	96,7	180,0	30,0	0,0	0,0	0,0	11,5	72,5	0,0	938,5
1956	0,0	574,7	151,0	179,8	91,0	50,0	0,0	0,0	0,0	106,2	0,0	0,0	1152,7
1957	136,5	79,6	159,5	114,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,5	538,4
1958	15,5	135,7	198,7	105,9	66,2	0,0	18,6	0,0	8,0	0,0	0,0	26,0	574,6
1959	66,5	186,2	235,3	74,3	49,0	38,0	0,0	39,0	0,0	0,0	58,3	0,0	746,6
1960	59,9	73,5	538,8	75,6	104,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	865,3
1961	100,3	159,1	236,0	73,5	69,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	666,9
1962	27,0	151,0	238,0	144,5	73,5	29,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	702,3
1963	123,7	548,7	464,9	111,6	6,9	5,9	0,0	0,0	0,0	19,9	64,1	104,7	1450,4
1964	161,0	189,6	299,8	202,1	133,9	29,1	0,0	0,0	10,0	3,0	24,8	0,0	1053,3
1965	73,6	23,5	227,7	305,6	112,3	98,3	7,1	5,8	7,3	42,8	0,0	0,0	904,0
1966	16,9	228,7	53,4	102,7	65,0	63,4	4,5	0,0	32,0	5,3	8,2	22,5	602,6
1967	86,9	376,1	118,5	11,6	227,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	821,7
1968	58,7	158,7	346,8	74,6	148,9	5,3	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	43,0	841,0
1969	225,7	78,1	172,2	220,7	23,5	49,5	0,0	0,0	49,7	20,0	0,0	0,7	840,1
1970	46,5	129,8	345,0	52,6	0,0	0,5	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	585,4
1971	270,6	192,8	73,7	152,8	91,7	8,7	31,4	0,0	0,0	115,5	14,4	4,5	956,1
1972	170,1	148,2	115,6	48,2	38,6	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	80,4	630,1
1973	259,4	66,8	156,5	478,8	210,1	105,3	142,0	33,0	37,0	6,0	11,0	18,1	1524,0
1974	155,8	376,1	406,8	312,1	308,7	0,8	0,8	0,0	17,0	17,0	45,8	77,0	1717,9
1975	227,0	162,0	425,0	179,2	275,3	118,0	96,4	86,5	24,9	11,9	15,0	129,4	1750,6
1976	30,0	330,0	415,1	112,9	3,0	5,0	0,0	25,0	25,0	64,0	59,0	45,0	1114,0
1977	108,2	208,0	362,8	346,0	139,0	79,0	20,8	0,0	0,0	34,4	4,0	185,0	1487,2

TABELA 2 10

*** BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLÓGICOS DO NORDESTE***

* SISTEMA DE PLUVIOMETRIA *

POSTO - CARIUS

ESTADO - CEARA

LATITUDE - 06 32

NÚMERO - 3831006

MUNICIPIO - CARIUS

LONGITUDE - 39 29

COD NAC - 00639030

INSTALADO EM 1928 P/DNOCS

ALTITUDE - 230m

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1928	54,8	5,4	304,3	396,3	121,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,1	899,8
1929	0,0	84,2	241,4	144,8	27,5	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	0,0	84,4	591,8
1930	75,5	73,1	145,9	159,9	139,7	88,6	0,0	0,0	0,0	48,7	0,0	65,1	796,5
1931	117,0	203,2	94,6	14,7	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	463,6
1932	138,0	93,3	58,6	34,8	24,0	0,0	78,2	0,0	43,0	0,0	22,0	0,0	491,9
1933	143,5	76,0	238,9	263,5	6,0	0,0	0,0	17,0	0,0	32,0	6,6	10,0	793,5
1934	194,2	218,4	495,1	158,4	103,4	14,5	0,0	0,0	16,0	0,0	38,2	55,7	1293,9
1935	256,0	329,1	315,6	229,8	160,3	42,9	8,6	2,2	2,4	18,1	0,0	6,3	1373,3
1936	108,2	290,4	270,4	175,9	18,8	38,3	2,7	5,5	0,0	17,0	0,0	23,0	950,2
1937	20,0	298,1	183,9	175,6	67,3	21,6	10,3	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	788,2
1938	156,3	43,7	356,9	148,7	24,2	0,0	0,0	34,8	20,2	28,3	5,7	5,7	824,5
1939	49,5	270,9	388,7	155,8	109,6	17,0	4,8	17,7	29,7	34,4	67,5	16,6	1162,2
1940	80,8	105,7	312,8	209,8	78,4	18,7	0,0	0,0	27,3	0,0	0,0	0,0	833,5
1941	60,4	132,4	212,1	202,1	58,0	1,0	0,0	12,1	0,0	0,0	29,4	0,0	707,5
1942	0,0	149,3	43,6	106,0	62,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	361,5
1943	91,9	57,7	219,0	64,3	14,9	17,7	8,2	0,0	0,0	0,0	108,8	8,6	591,1
1944	53,7	25,8	241,7	172,0	0,0	5,6	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	235,2	742,6
1945	105,4	210,2	47,3	179,9	128,9	6,5	13,7	0,0	0,0	28,8	0,0	38,5	759,2
1946	190,5	88,4	114,8	130,5	83,9	54,6	0,0	0,0	0,0	0,0	44,6	206,2	913,5
1947	116,8	246,8	363,5	247,3	15,6	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	150,7	104,9	1255,6
1948	126,2	68,2	340,7	114,2	50,7	25,5	19,8	19,1	0,0	10,6	0,0	0,0	775,0
1949	37,0	103,9	201,3	197,9	38,4	30,0	0,0	57,6	0,0	11,0	81,7	13,4	772,2
1950	825,2	168,1	278,4	345,3	7,8	5,8	16,1	0,0	43,5	0,0	0,0	83,0	1773,2
1951	61,2	61,4	113,1	220,0	57,7	6,5	0,0	0,0	0,0	10,7	0,0	32,6	563,2
1952	34,7	156,2	179,0	230,5	22,3	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	132,9	769,8
1953	3,0	29,0	44,4	132,6	29,0	48,8	6,9	0,0	11,0	0,0	17,3	0,0	273,2
1954	48,6	103,1	105,2	183,2	54,6	2,0	6,7	0,0	0,0	0,0	16,4	15,0	534,8
1955	54,4	146,1	347,3	96,7	180,0	30,0	0,0	0,0	0,0	11,5	72,5	0,0	938,5
1956	0,0	574,7	151,0	179,8	91,0	50,0	0,0	0,0	0,0	106,2	0,0	0,0	1152,7
1957	136,5	79,6	159,5	114,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,5	538,4
1958	15,5	135,7	198,7	105,9	66,2	0,0	18,6	0,0	8,0	0,0	0,0	26,0	574,6
1959	66,5	186,2	235,3	74,3	49,0	38,0	0,0	39,0	0,0	0,0	58,3	0,0	746,6
1960	59,9	73,5	538,8	75,6	104,0	13,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	865,3
1961	100,3	159,1	236,0	73,5	69,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	666,9
1962	27,0	151,0	238,0	144,5	73,5	29,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,0	702,3
1963	123,7	548,7	464,9	111,6	6,9	5,9	0,0	0,0	0,0	19,9	64,1	104,7	1450,4
1964	161,0	189,6	299,8	202,1	133,9	29,1	0,0	0,0	10,0	3,0	24,8	0,0	1053,3
1965	73,6	23,5	227,7	305,6	112,3	98,3	7,1	5,8	7,3	42,8	0,0	0,0	904,0
1966	16,9	228,7	53,4	102,7	65,0	63,4	4,5	0,0	32,0	5,3	8,2	22,5	602,6
1967	86,9	376,1	118,5	11,6	227,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	821,7
1968	58,7	158,7	346,8	74,6	148,9	5,3	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	43,0	841,0
1969	225,7	78,1	172,2	220,7	23,5	49,5	0,0	0,0	49,7	20,0	0,0	0,7	840,1
1970	46,5	129,8	345,0	52,6	0,0	0,5	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	585,4
1971	270,6	192,8	73,7	152,8	91,7	8,7	31,4	0,0	0,0	115,5	14,4	4,5	956,1
1972	170,1	148,2	115,6	48,2	38,6	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	80,4	630,1
1973	259,4	66,8	156,5	478,8	210,1	105,3	142,0	33,0	37,0	6,0	11,0	18,1	1524,0
1974	155,8	376,1	406,8	312,1	308,7	0,8	0,8	0,0	17,0	17,0	45,8	77,0	1717,9
1975	227,0	162,0	425,0	179,2	275,3	118,0	96,4	86,5	24,9	11,9	15,0	129,4	1750,6
1976	30,0	330,0	415,1	112,9	3,0	5,0	0,0	25,0	25,0	64,0	59,0	45,0	1114,0
1977	108,2	208,0	362,8	346,0	139,0	79,0	20,8	0,0	0,0	34,4	4,0	185,0	1487,2

TABELA 2 11

*** BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLOGICOS DO NORDESTE ***

EDIÇÃO EM 22/01/90

POSTO - CAIPI

SISTEMA DE PLUVIOMETRIA *

LATITUDE - 06 38

NUMERO - 3831239

ESTADO - CEARA

LONGITUDE - 39 19

COD NAC - 00639006

MUNICÍPIO - CARIUS

ALTITUDE - 310m

INSTALADO EM 1936 P/DNOCS

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1936	105,7	339,2	188,3	240,5	0,0	47,5	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	12,5	941,0
1937	20,4	210,4	182,6	172,6	90,9	20,9	4,7	0,0	5,4	0,0	0,0	15,8	723,7
1938	172,0	14,8	431,5	146,7	15,5	0,0	7,9	0,0	59,3	0,0	0,0	0,0	847,7
1939	11,9	319,8	211,2	135,0	137,9	17,8	0,0	6,5	18,2	31,8	39,8	98,5	1028,4
1940	82,0	161,2	355,6	210,6	66,4	0,0	6,4	8,4	26,5	13,6	0,0	34,9	965,6
1941	92,6	83,9	227,0	139,4	66,0	0,0	0,0	25,8	0,0	13,6	32,9	0,0	681,2
1942	11,8	65,7	126,8	83,7	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0	0,0	97,2	470,5
1943	188,1	84,6	296,0	77,9	18,3	8,2	13,8	2,1	0,0	0,0	63,4	16,6	769,0
1944	17,9	66,5	93,5	164,9	18,2	0,0	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	201,0	573,7
1945	115,5	146,6	25,7	103,9	221,0	0,0	8,9	0,0	0,0	62,0	21,8	0,0	705,4
1946	221,8	104,5	119,8	155,6	36,9	66,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,1	106,4	823,1
1947	64,5	233,4	462,4	283,7	18,1	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	113,5	79,9	1262,1
1948	182,6	75,5	440,0	135,1	39,2	0,0	0,0	35,6	0,0	15,3	0,0	12,2	935,5
1949	0,0	180,6	311,9	241,9	40,3	16,8	0,0	0,0	12,6	26,8	86,1	18,1	935,1
1950	7,7	191,2	335,9	379,2	0,0	0,0	24,7	0,0	20,4	8,2	0,0	122,7	1090,0
1951	33,5	91,5	1458,4	295,0	53,6	11,6	2,0	0,0	0,0	10,5	15,8	103,4	2075,3
1952	42,2	173,5	149,6	190,7	50,7	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,3	702,6
1953	0,0	19,5	110,3	111,8	35,4	39,7	20,2	0,0	31,5	0,0	48,7	0,0	417,1
1954	36,2	201,5	203,8	180,3	110,5	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	770,9
1955	176,6	268,8	393,9	187,4	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	15,2	0,0	109,0	1163,6
1956	0,0	592,5	228,4	349,2	129,6	22,8	0,0	0,0	0,0	46,3	0,0	20,2	1389,0
1957	150,6	77,3	312,1	434,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	122,5	1096,7
1958	52,4	64,0	284,6	48,1	119,7	0,0	0,0	0,0	30,2	0,0	0,0	51,8	650,8
1959	272,4	268,9	250,8	70,9	126,6	32,5	0,0	67,7	25,6	0,0	60,8	0,0	1176,2
1960	156,2	64,4	0,0	0,0	36,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	256,8
1961	115,6	312,1	428,2	142,9	120,1	0,0	21,8	0,0	0,0	15,2	0,0	15,0	1170,9
1962	56,4	170,7	370,4	159,6	57,1	10,8	0,0	0,0	0,0	7,5	19,7	91,7	943,9
1963	199,7	314,9	469,5	117,5	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	36,4	204,4	1373,1
1964	185,2	290,5	243,3	343,8	150,3	47,2	5,8	25,5	22,7	0,0	13,5	0,0	1327,8
1965	189,5	52,8	191,6	324,9	118,9	103,0	11,7	23,3	0,0	81,0	0,0	0,0	1096,7
1966	14,5	445,7	78,6	49,4	82,2	66,3	0,0	0,0	30,7	0,0	0,0	27,2	794,6
1967	90,2	383,5	259,1	225,6	206,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1	1203,1
1968	145,0	146,4	439,6	117,2	139,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,4	1073,8
1969	168,0	57,4	223,6	272,8	206,5	42,6	5,2	8,6	18,0	21,7	0,0	5,8	1030,2
1970	99,0	121,0	425,2	55,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5	0,0	722,3
1971	188,3	276,0	95,6	170,6	78,9	23,7	38,5	0,0	0,0	53,4	0,0	8,2	933,2
1972	327,9	119,2	151,6	77,6	38,2	23,6	0,0	11,2	0,0	0,0	0,0	51,9	801,2
1973	112,0	85,6	295,7	474,9	123,3	28,3	133,1	33,5	21,4	31,2	0,0	31,5	1370,5
1974	312,6	337,5	424,1	671,1	144,6	35,4	5,2	0,0	7,0	32,3	45,8	77,0	2092,6
1975	106,6	149,2	580,4	322,9	73,4	163,1	32,3	0,0	15,6	0,0	0,0	79,8	1523,3
1976	22,6	354,7	341,4	97,2	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	103,9	39,3	66,7	1037,1
1977	83,2	218,1	399,8	310,7	111,7	35,5	3,6	12,7	0,0	48,5	4,2	170,1	1398,1
1978	227,0	168,6	45,3	201,1	211,9	0,0	66,3	7,0	24,5	14,2	36,0	0,0	1001,9
1979	137,3	75,0	180,0	45,1	109,9	0,0	0,0	7,5	34,9	10,0	22,0	12,1	633,8
1980	131,3	332,4	64,6	38,2	75,4	0,0	5,7	0,0	0,0	59,5	31,1	35,3	773,5
1981	210,6	114,5	308,3	108,1	12,1	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	92,4	848,4
1982	136,0	266,4	151,1	136,3	35,0	14,4	4,5	4,3	5,2	11,9	8,8	40,0	813,9
1983	18,7	170,8	147,7	32,5	4,1	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	416,7
1984	8,3	82,2	270,5	306,9	121,0	2,8	0,0	8,0	21,9	135,4	6,4	42,8	1006,2
1985	266,2	353,0	223,3	396,5	107,2	89,3	90,9	38,1	5,5	0,0	15,4	158,9	1744,3

TABELA 2 11

RESUMO

Nº DE ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
CIDADOS	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
MÉDIA	115,3	189,9	253,9	194,7	76,4	20,3	10,4	6,5	8,7	18,8	15,9	54,1	985,4
MÁXIMA	327,9	592,5	580,4	671,1	221,0	163,1	133,1	67,7	59,3	135,4	113,5	204,4	2092,6
MINIMA	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	256,8

OBS Origem dos Dados - Arquivos do DNOCS

FIGURA 2.6
POLIGONO DE THIESSEN
PERIODO 1913 A 1927

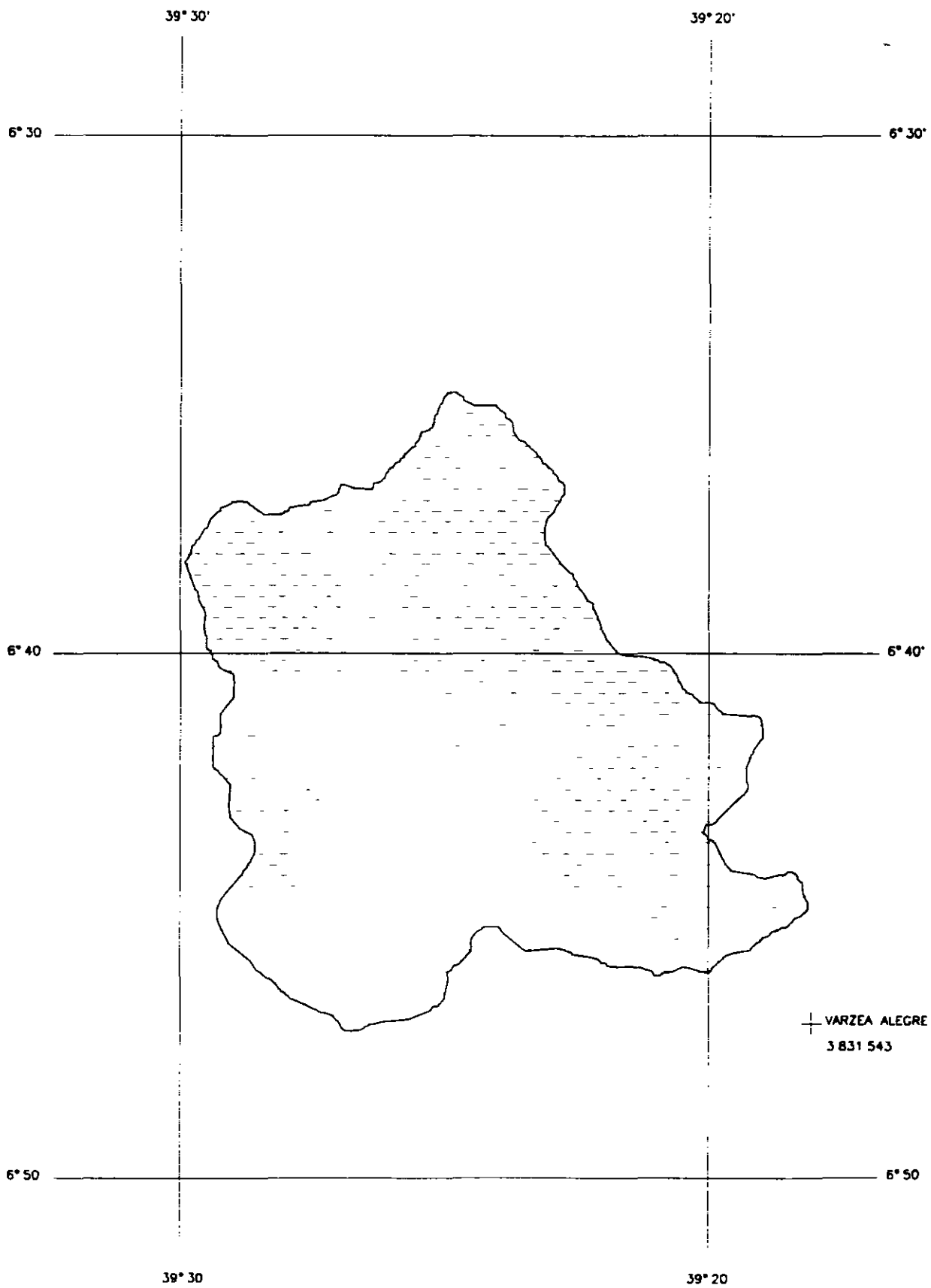


FIGURA 2.7 POLIGONO DE THIESSEN

PERIODO 1928 A 1935

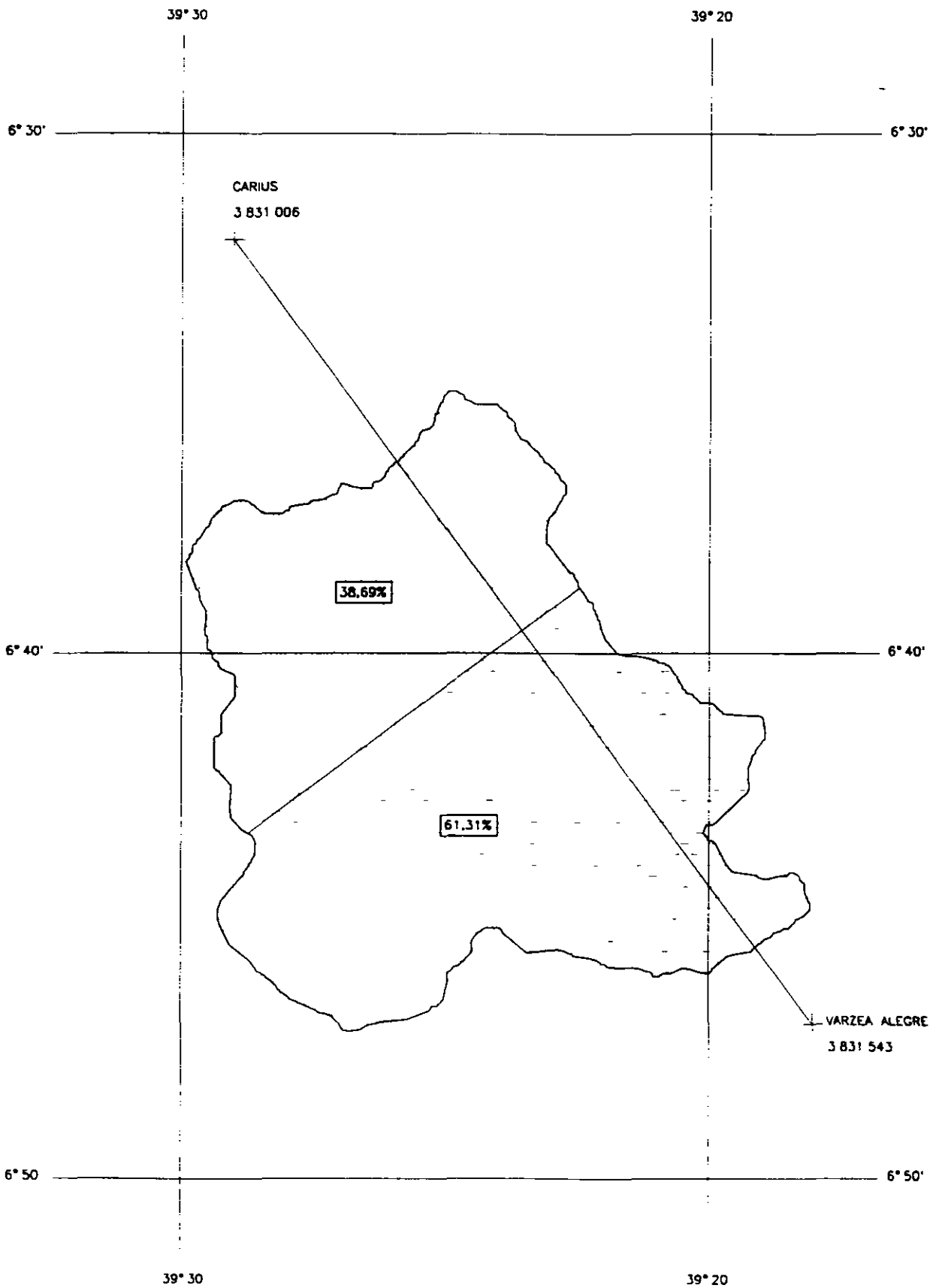


FIGURA 2.8
POLIGONO DE THIESSEN
PERIODO. 1936 A 1985

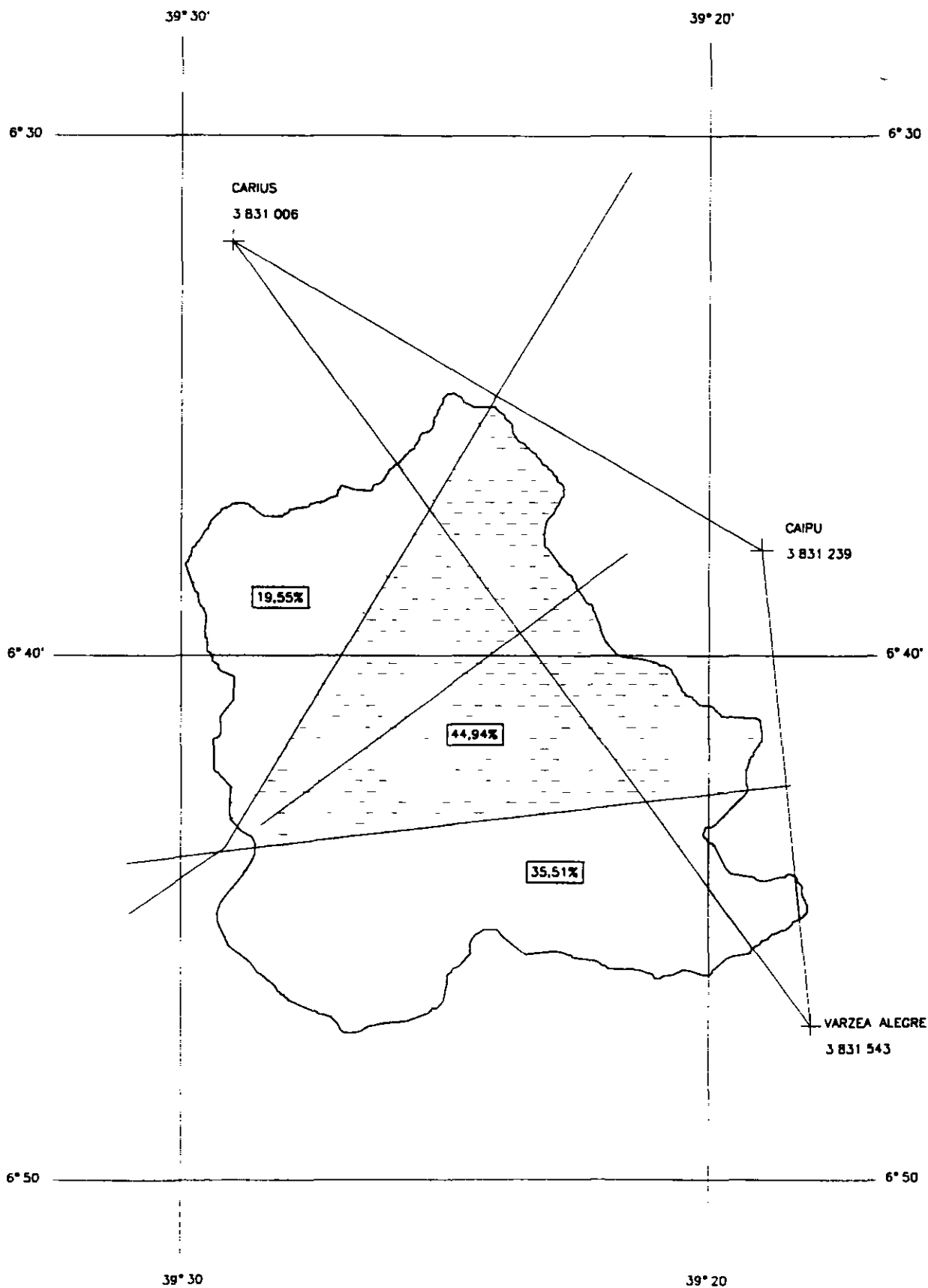


TABELA 2 13

COEFICIENTE DE THIESSEN

POSTOS	PERÍODOS		
	1913 - 1927	1928 - 1935	1936 - 1985
Várzea Alegre	1.000	0,6131	0,3551
Cariús	-	0,3869	0,1955
Caipu	-	-	0,4494
TOTAIS	1.000	1.000	1.000

TABELA 2 14
PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAIS
PARA A BACIA DO AÇUDE MUQUEM

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1913	27,6	285,4	354,3	181,7	46,1	57,2	18,3	5,4	24,3	31,9	0,5	71,0	1103,7
1914	473,3	113,7	223,9	44,3	29,4	21,5	44,8	86,4	9,5	14,5	2,9	11,0	1075,2
1915	60,6	82,4	81,9	124,0	73,7	0,0	2,2	3,2	3,1	5,6	0,6	123,0	560,3
1916	237,1	105,0	229,4	150,3	65,2	12,0	0,2	0,0	4,3	0,5	37,7	185,8	1027,5
1917	444,4	269,3	287,7	165,9	74,9	5,1	0,2	0,0	33,6	1,7	106,4	153,1	1542,3
1918	142,6	137,9	304,3	223,2	218,0	61,9	41,9	0,0	0,5	12,3	49,2	43,2	1235,0
1919	62,8	109,9	52,4	23,8	2,4	31,4	18,3	5,8	4,9	7,5	6,7	5,6	331,5
1920	13,7	197,1	527,8	184,8	32,5	5,6	41,3	0,0	18,5	42,5	4,4	179,0	1247,2
1921	57,9	292,9	351,5	97,1	83,9	3,7	13,0	6,8	0,4	3,6	75,7	18,6	1005,1
1922	30,3	132,5	81,9	307,5	110,1	78,2	11,8	3,4	1,1	5,8	68,3	34,8	865,7
1923	120,3	473,1	108,4	152,1	63,1	65,1	5,5	7,0	1,1	27,1	36,8	29,7	1089,3
1924	119,9	324,1	370,4	396,3	121,3	85,2	2,9	0,0	3,2	78,6	5,1	36,6	1543,6
1925	419,6	205,9	312,9	200,3	51,3	17,3	11,5	0,0	150,9	2,8	12,8	66,9	1452,2
1926	60,0	196,2	348,2	93,0	106,1	6,4	0,0	0,0	0,0	7,0	8,1	4,5	829,5
1927	14,3	234,0	144,0	214,2	51,5	20,5	14,4	1,8	1,0	0,0	1,1	67,3	764,1
1928	97,9	10,9	403,9	256,2	78,8	18,7	0,0	0,0	2,9	10,9	10,5	48,9	939,6
1929	76,3	187,4	168,1	138,9	30,4	8,3	4,6	0,0	7,3	15,7	0,3	89,8	727,1
1930	47,7	84,7	159,3	129,3	86,7	125,8	0,3	0,1	0,0	32,3	9,8	49,6	725,6
1931	117,2	241,8	167,9	156,8	27,5	3,3	0,6	1,5	7,3	7,8	6,2	4,0	741,9
1932	105,6	109,2	58,7	61,8	24,7	18,8	44,4	0,0	36,7	8,0	22,0	7,4	497,3
1933	157,7	147,2	255,3	207,3	80,0	2,6	1,3	6,6	2,0	13,4	27,7	15,5	916,6
1934	238,0	255,1	405,4	202,6	116,3	25,4	0,0	0,0	8,0	2,0	21,7	106,3	1380,8
1935	203,7	349,2	288,5	192,7	110,2	36,5	7,4	0,9	4,9	14,4	13,5	7,6	1229,5
1936	110,8	279,4	167,8	192,0	12,9	41,8	1,1	2,9	0,0	7,1	0,4	31,8	848,0
1937	25,0	283,1	164,6	144,4	97,9	21,7	5,5	0,0	7,0	0,4	5,4	21,4	776,4
1938	155,3	20,2	378,4	160,8	22,1	5,1	3,6	10,1	31,6	12,2	6,1	1,3	806,8
1939	16,7	334,8	279,6	114,2	141,1	15,9	1,6	9,8	16,9	32,0	54,6	65,5	1082,7
1940	102,7	158,8	359,8	203,6	91,7	6,2	4,9	5,2	23,2	7,7	5,5	23,9	993,2
1941	66,9	115,4	208,6	140,4	52,8	0,3	1,1	18,9	0,8	13,2	34,7	2,7	655,8
1942	17,9	129,0	104,5	90,4	37,5	1,9	0,0	0,5	0,3	37,3	3,8	93,1	516,2
1943	142,3	84,3	255,2	116,3	18,7	12,3	10,3	0,9	0,1	0,0	67,9	24,9	733,2
1944	38,8	42,3	149,1	238,3	12,3	6,5	10,0	0,1	8,7	0,0	0,0	179,2	685,3
1945	110,4	168,5	86,1	127,2	172,8	4,6	9,8	0,0	0,2	52,1	17,0	24,6	773,3
1946	192,5	107,1	155,1	150,9	56,7	86,0	0,0	0,6	0,2	0,0	69,1	109,3	927,5
1947	114,8	256,7	426,9	279,2	20,8	12,9	15,3	0,1	0,0	0,0	80,5	56,4	1263,6
1948	113,8	64,0	364,3	124,1	45,3	12,5	11,7	19,7	0,0	8,9	2,0	17,9	784,2
1949	19,0	180,9	282,0	225,6	60,2	15,3	0,0	38,4	5,7	14,2	97,3	17,4	956,0

TABELA 2 14
 PRECIPITAÇÕES MÉDIAS MENSAS
 PARA A BACIA DO AÇUDE MUQUÉM

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1950	43,0	164,2	355,1	346,5	1,5	1,1	14,2	0,0	19,3	17,9	0,0	95,0	1057,8
1951	43,7	91,6	129,5	237,7	68,0	14,8	0,9	0,0	0,0	9,0	12,7	80,5	688,4
1952	36,9	139,0	167,5	224,8	43,3	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,2	713,1
1953	23,5	35,4	93,0	118,0	24,6	41,6	10,4	0,0	28,4	0,0	50,4	4,6	429,9
1954	54,6	148,8	190,9	154,5	78,3	3,2	1,3	0,0	0,0	0,0	3,2	19,2	654,0
1955	160,9	239,1	380,6	235,1	11,9	0,6	0,0	0,0	0,0	33,9	20,6	81,7	1164,4
1956	11,0	580,0	202,3	263,6	92,0	11,9	4,3	0,0	0,0	54,7	3,2	14,2	1237,2
1957	120,6	97,9	264,3	286,8	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	85,5	861,5
1958	46,5	88,3	246,6	53,6	84,0	0,0	12,5	0,0	15,1	0,0	0,0	57,1	603,7
1959	218,2	252,2	224,8	65,5	87,6	37,7	0,0	42,3	16,8	0,0	38,7	0,0	983,8
1960	105,3	72,8	327,3	36,1	58,6	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	5,7	614,1
1961	142,2	260,8	339,4	114,7	79,3	3,7	17,6	0,0	0,3	8,8	0,0	14,5	981,3
1962	65,2	187,7	354,2	147,6	68,0	22,6	1,5	1,3	0,0	3,4	25,3	79,1	955,9
1963	209,4	337,2	380,4	98,1	14,7	5,3	0,0	0,0	0,0	14,0	39,6	154,3	1253,0
1964	185,6	272,7	241,1	336,0	132,3	36,6	4,2	14,6	23,6	3,0	19,7	7,2	1276,6
1965	146,7	50,2	239,0	361,4	108,0	85,7	7,7	11,6	2,4	66,8	0,0	0,2	1079,7
1966	30,0	368,2	98,7	66,1	87,3	59,2	3,8	0,1	30,2	3,5	15,3	32,0	794,4
1967	94,1	374,6	221,1	178,0	201,1	15,7	3,2	4,1	0,3	0,0	2,7	55,4	1150,3
1968	15,7	159,3	359,9	102,9	115,5	3,9	0,6	0,0	1,0	1,6	7,0	79,9	847,3
1969	150,4	47,5	142,0	197,6	114,5	40,7	3,9	3,9	22,8	22,3	0,0	5,4	751,0
1970	111,1	139,9	373,7	57,3	0,0	10,5	0,0	2,2	4,9	2,1	17,4	0,7	719,8
1971	252,3	236,4	113,7	190,3	87,2	22,7	33,7	1,7	4,8	69,7	15,8	9,6	1037,9
1972	314,1	124,1	154,9	80,2	52,7	19,2	0,1	30,0	0,0	0,6	0,0	77,7	853,6
1973	144,7	117,2	223,1	424,6	128,8	58,5	113,9	24,0	30,3	24,9	4,5	38,9	1333,4
1974	264,8	350,4	362,4	495,1	143,6	19,0	5,1	0,0	9,3	17,8	41,3	81,8	1790,6
1975	158,5	145,0	474,6	269,5	123,4	121,5	46,3	17,1	20,4	2,3	14,7	145,7	1539,0
1976	32,3	317,0	358,3	90,6	0,9	8,5	0,0	5,2	12,8	133,4	46,5	77,0	1082,5
1977	103,0	280,1	328,2	297,4	110,7	53,9	14,5	5,8	0,4	40,1	6,2	132,9	1373,2
1978	281,7	220,6	125,4	167,5	175,6	12,2	64,7	5,5	26,4	15,4	36,0	24,9	1155,9
1979	144,6	70,3	171,7	86,5	103,2	1,2	0,8	5,7	28,3	22,2	28,6	7,7	670,8
1980	136,7	394,6	101,3	73,1	67,6	1,6	6,3	0,0	0,2	50,2	48,2	46,8	926,6
1981	197,8	118,0	335,5	120,3	5,9	9,5	0,0	2,0	0,0	0,4	0,0	91,5	880,9
1982	156,8	241,3	134,8	197,1	33,1	15,8	6,3	10,2	6,2	6,1	12,0	60,7	880,4
1983	25,7	178,3	164,0	61,3	9,1	16,0	6,1	0,7	1,8	4,4	0,0	25,3	492,7
1984	47,2	110,9	240,0	321,7	96,1	5,3	3,2	7,4	11,2	122,5	10,1	49,0	1024,6
1985	263,1	362,4	257,7	357,5	122,1	111,4	96,5	28,7	4,6	1,1	28,8	147,8	1781,7

RESUMO

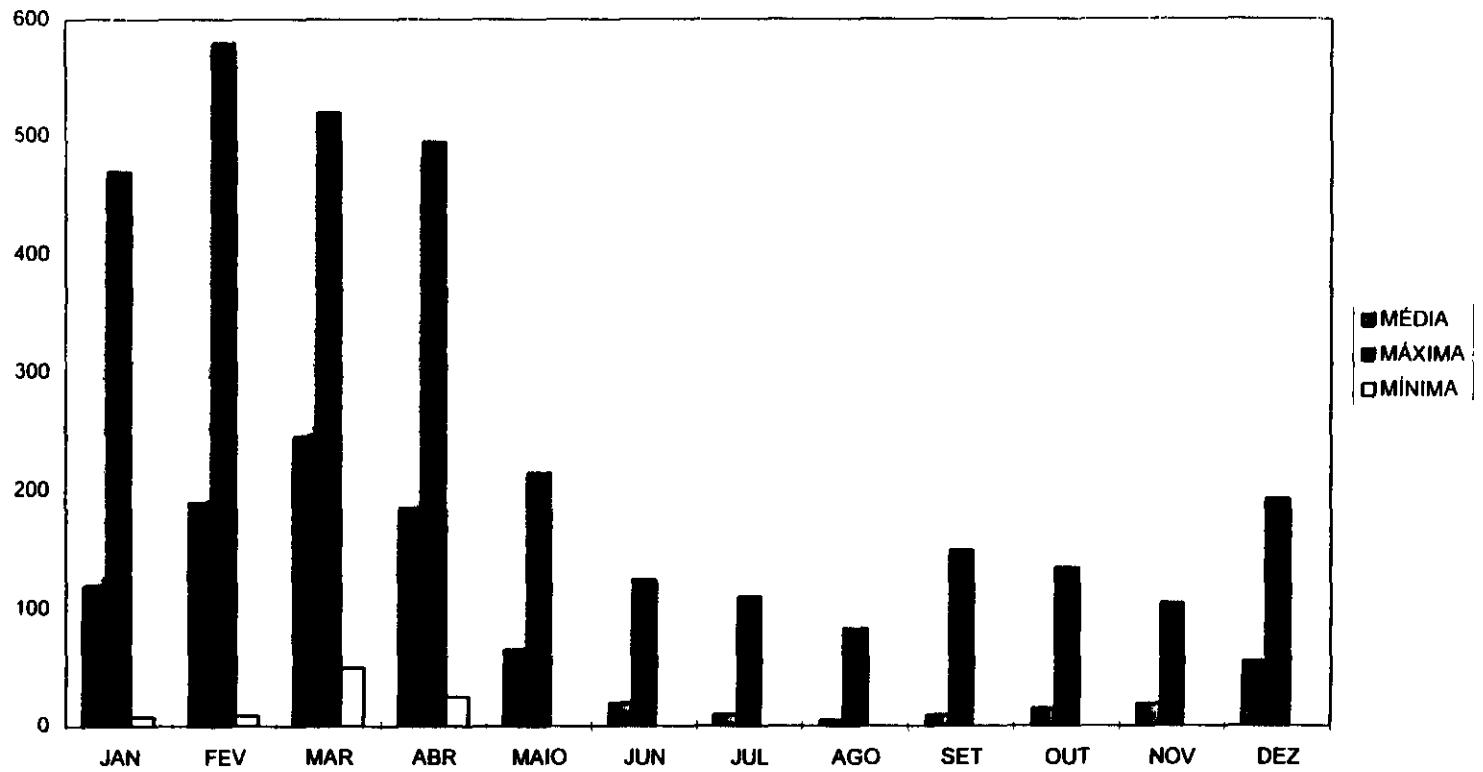
Nº DE ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
C/DADOS	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0	73,0
MÉDIA	125,9	193,8	245,8	179,8	71,0	25,2	11,4	6,3	10,2	17,6	20,9	54,9	962,9
MÁXIMA	473,3	580,0	527,8	495,1	218,0	125,8	113,9	86,4	150,9	133,4	106,4	185,8	1790,6
MÍNIMA	11,0	10,9	52,4	23,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	331,5

TABELA 2 15
INDICADORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

PERÍODO	PERCENTUAL DO TOTAL PRECIPITADO
MARÇO	25,5%
FEVEREIRO / MARÇO	45,7%
FEVEREIRO / ABRIL	64,3%
DEZEMBRO / MAIO	90,5%
JUNHO / NOVEMBRO	9,5%

FIGURA 2.9
HISTOGRAMA DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS
BACIA DO AÇUDE MUQUEM

HISTOGRAMA DE PRECIPITAÇÕES



3. ESTUDO DAS CHUVAS INTENSAS

3.1 Objetivo

O estudo do regime de precipitações intensas tem como objetivo principal fornecer elementos para o cálculo da cheia de projeto a ser utilizado no dimensionamento do vertedouro

3.2 Metodologia

A metodologia empregada na determinação das precipitações intensas foi a das ISOZONAS (1), desenvolvida pelo Prof. Taborga Torrico. Essa metodologia consiste, basicamente, em utilizar estudos estatísticos de uma série de chuvas diárias para, através de um processo de desagregação e regionalização, estimar as precipitações de menores durações (1h, 6min, etc)

Os cálculos foram efetuados obedecendo a sequência descrita a seguir

- a) Seleção do posto pluviométrico,
- b) Compilação dos dados de máximas chuvas diárias.
- c) Estudo probabilístico das precipitações diárias.
- d) Cálculo da chuva virtual de 24 horas de duração (P24h),
- e) Determinação da isozona correspondente à região do projeto.
- f) Determinação da chuva pontual de 1 hora de duração para os períodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1 000 e 10 000 anos.
- g) Conversão da chuva pontual para a chuva em toda a bacia,

A seguir são apresentados os dados e os resultados da aplicação dessa metodologia

- a) O posto de Várzea Alegre, devido a sua proximidade e semelhança da precipitação média anual com a bacia em estudo, foi selecionado como representativo. Este posto tem coordenadas 06° 47' Latitude Sul e 39° 18' Longitude Oeste
- b) Foram compiladas as chuvas máximas diárias de cada um dos 56 anos que compõem a série observada no posto de Várzea Alegre, cujos dados são apresentados na Tabela 3.1

(1) TABORGA TORRICO, JAIME. Práticas Hidrológicas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Transcon, 1975.

TABELA - 3 1

CHUVAS MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS OBSERVADAS EM VÁRZEA ALEGRE NO PERÍODO DE 1913/1972

ANO	CHUVA (mm)	ANO	CHUVA (mm)	ANO	CHUVA (mm)
1913	64,4	1933	68,6	1953	48,4
1914	114,5	1934	68	1954	54
1915	60,1	1935	88	1955	103,5
1916	64,5	1936	81,3	1956	90
1917	85	1937	79	1957	72
1918	63,2	1938	72,2	1958	80,5
1919	46	1939	87,8	1959	78
1920	69,5	1940	78	1960	127
1921	63	1941	60,7	1961	76
1922	57	1942	130,2	1962	75,3
1923	60,8	1943	51	1963	132
1924	80,7	1944	128	1964	67,6
1925	61,7	1945	-	1965	95
1926	80,7	1946	118,5	1966	174,5
1927	60,4	1947	-	1967	74,3
1928	94,7	1948	-	1968	101,3
1929	59	1949	76,5	1969	45,1
1930	82,2	1950	95,6	1970	85,1
1931	79,2	1951	105,2	1971	-
1932	46,2	1952	70	1972	133

Fonte DNOCS Açude Olho D'água (Várzea Alegre - Ceará)
Projeto Executivo - Tomo I

- c) Os dados de chuva máxima diária de cada ano da série observada, foram aplicados a uma lei de distribuição Tipo I de Fisher - Tippett, conhecida também como a distribuição de Gumbel. Os parâmetros estatísticos bem como as precipitações de períodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1 000 e 10 000 anos, constam na Tabela 3 2
- d) As chuvas virtuais de 24 horas de duração (P24h) foram obtidas multiplicando-se as precipitações diárias, pelo fator 1,095, valor este obtido pelo Prof. Taborga Torrico para correlacionar as precipitações nas estações pluviométricas com as isozonas. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 3 3
- e) Como pode ser visto na Figura 3 1 o Posto Várzea Alegre está situado na isozona "G"
- f) A determinação das precipitações intensas pontuais de 1 hora de duração para os períodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1 000 e 10 000 anos foram obtidas multiplicando-se a chuva de 24 horas (P24h) pela relação R, entre as chuvas de 24 horas e de 1 hora de duração. Os valores de R foram extraídos da tabela constante da Figura 3 1. Os valores obtidos constam da Tabela 3 4

g) Os valores das chuvas intensas pontuais da Tabela 3 4, referem-se a uma área base de 25 km². A conversão desta chuva pontual para a chuva em toda a área da bacia de interesse é feita através da equação a seguir

$$PA = PO (1 - W \log A/A_0), \text{ onde}$$

PA = Precipitação média sobre a bacia.

PO = Precipitação no centro de gravidade da bacia, tomada igual a do posto de Várzea Alegre.

W = Constante que depende do local (igual a 0.22 para a região Nordeste do Brasil),

A = Área de toda bacia hidrográfica (em km²) = 295,20 km²

A₀ = Área base na qual PA = Po (igual a 25 km²)

Sendo a área da bacia hidrográfica igual a 295,20 km² a equação citada que calcula a precipitação média sobre a bacia fica

$$PA/PO = (1 - 0,22 \log 295,20/25) = 0,7641$$

Multiplicando-se os valores da Tabela 3 4 por 0,7641=(PA/Po) , obtem-se as chuvas intensas distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do Açude Muquém, cujos resultados encontram-se na Tabela 3 5

A determinação das precipitações intensas para durações entre 1 e 24 horas é obtida plotando-se em papel de probabilidades os valores para 1 e 24 horas e ligando-os por uma reta. A Figura 3 2 (Altura x Frequência x Duração) mostra as curvas obtidas para os períodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1 000 e 10 000 anos

TABELA 3 2

ANÁLISE ESTATÍSTICA DA SÉRIE DE PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS
(POSTO VÁRZEA ALEGRE)

PERÍODO DE RETORNO (ANOS)	PROBABILIDADE	VARIÁVEL REDUZIDA (Y)	PRECIPITAÇÃO (X) (mm)
50	0 0200	3 902	155,91
100	0 0100	4 600	171,42
200	0 0050	5 296	186,89
500	0 0020	6 214	207,29
1000	0 0010	6 907	222,69
10000	0 0001	9 210	273,87

Média da Amostra (\bar{x}) = 81,5 mm

Desvio Padrão (Sx) = 26,1 mm

Média da Variável Reduzida (\bar{Y}_n) = 0,55

Desvio Padrão da Variável Reduzida (Sn) = 1,166

Média dos Valores Extremos (Xf)

$$X_f = \bar{X} - S_x \left(\frac{\bar{Y}_n}{S_n} \right), \text{ onde } X_f = 69,19 \text{ mm}$$

Variável Reduzida (Y) , $Y = (S_N / S_X) (X - X_F)$

$$Y = 0,045 (X - 69,19)$$

Precipitação (X)

$$X = (Y + 3 114) / 0 045$$

TABELA 3 3

PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS E CHUVAS VIRTUAIS DE 24 HORAS DE DURAÇÃO (P24h)
PARA OS PERÍODOS DE RETORNO DE 50, 100, 200, 500, 1 000 E 10 000 ANOS

TR (ANOS)	PREC DIARIA (mm)	P24h (mm)
50	155 91	170 72
100	171,42	187,7
200	186,89	204 64
500	207 29	226 98
1000	222 69	243 85
10000	273 87	299 89

TABELA 3 4

PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS E CHUVAS VIRTUAIS DE 24 HORAS DE DURAÇÃO (P24h) PARA OS PERÍODOS DE RETORNO DE 50, 100, 200, 500, 1 000 E 10 000 ANOS, EM VÁRZEA ALEGRE

TR (ANOS)	P24h (mm)	R	P 1h (mm)
50	170,72	0,464	79,21
100	187,70	0,459	86,15
200	204,64	0,455*	93,11
500	226,98	0,449*	101,91
1000	243,85	0,445	108,51
10000	299,89	0,431	129,25

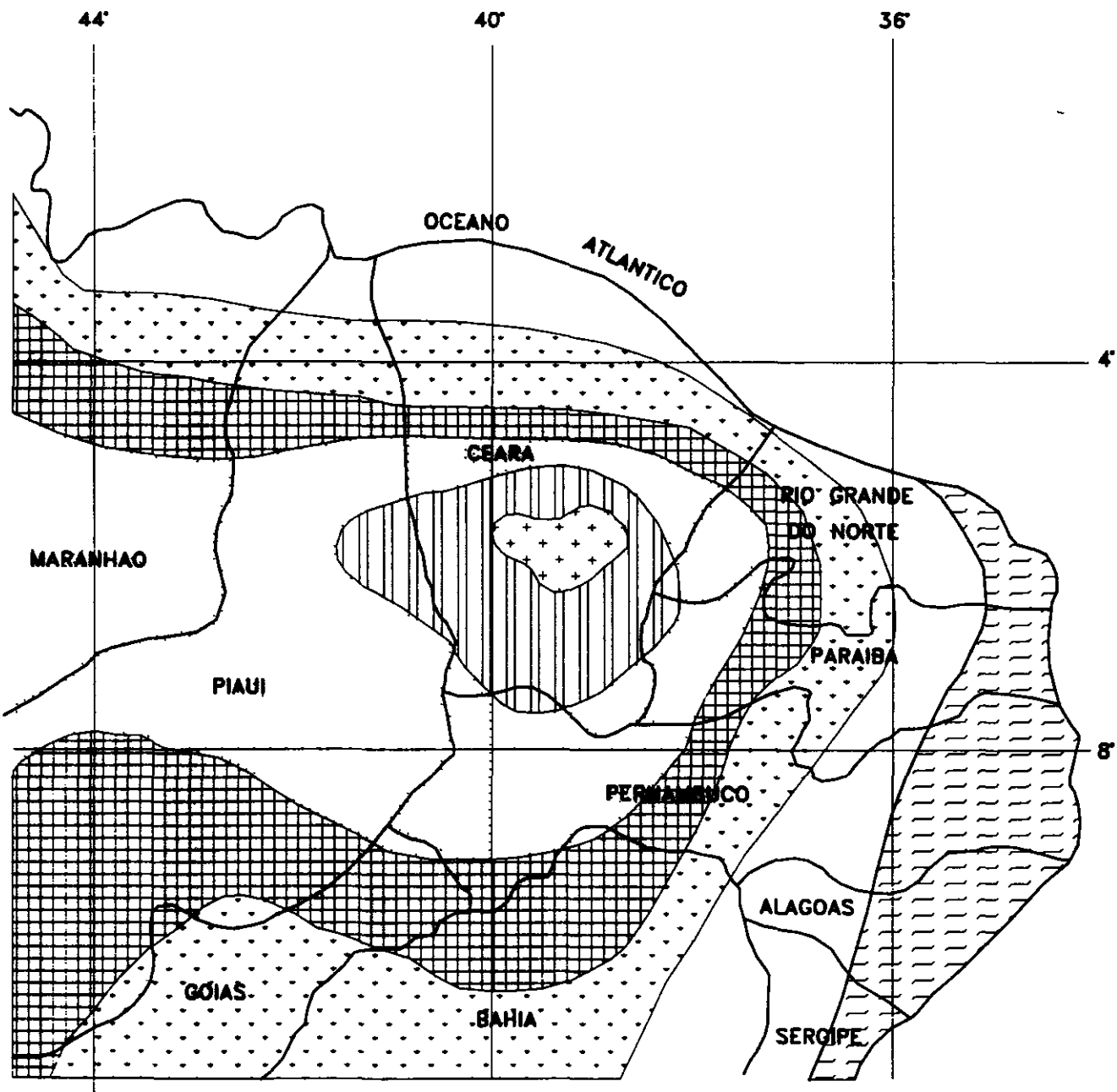
(*) Valores Obtidos por interpolação logarítmica

TABELA 3 5

CHUVAS INTENSAS DE 24 HORAS E DE 1 HORA DE DURAÇÃO, PARA TR 50, 100, 200, 500, 1000 E 10 000 ANOS. DISTRIBUÍDAS NA BACIA

TR (ANOS)	P24h (mm)	P 1h (mm)
50	130,72	60,52
100	143,42	65,83
200	156,37	71,15
500	173,44	77,87
1000	186,33	82,91
10000	229,15	98,76

FIGURA 3.1
ISOZONAS DO NORDESTE



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

		TEMPO DE RECORRENCIA EM ANOS											
ISOZONA		1 HORA / 24 HORAS CHUVA									6 min / 24h CHUVA		
		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
B	====	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	9,4	7,5
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,0	38,4	37,2	36,2	9,6	9,0
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	46,0	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	46,6	46,3	47,0	46,3	44,8	16,7	14,9

000050

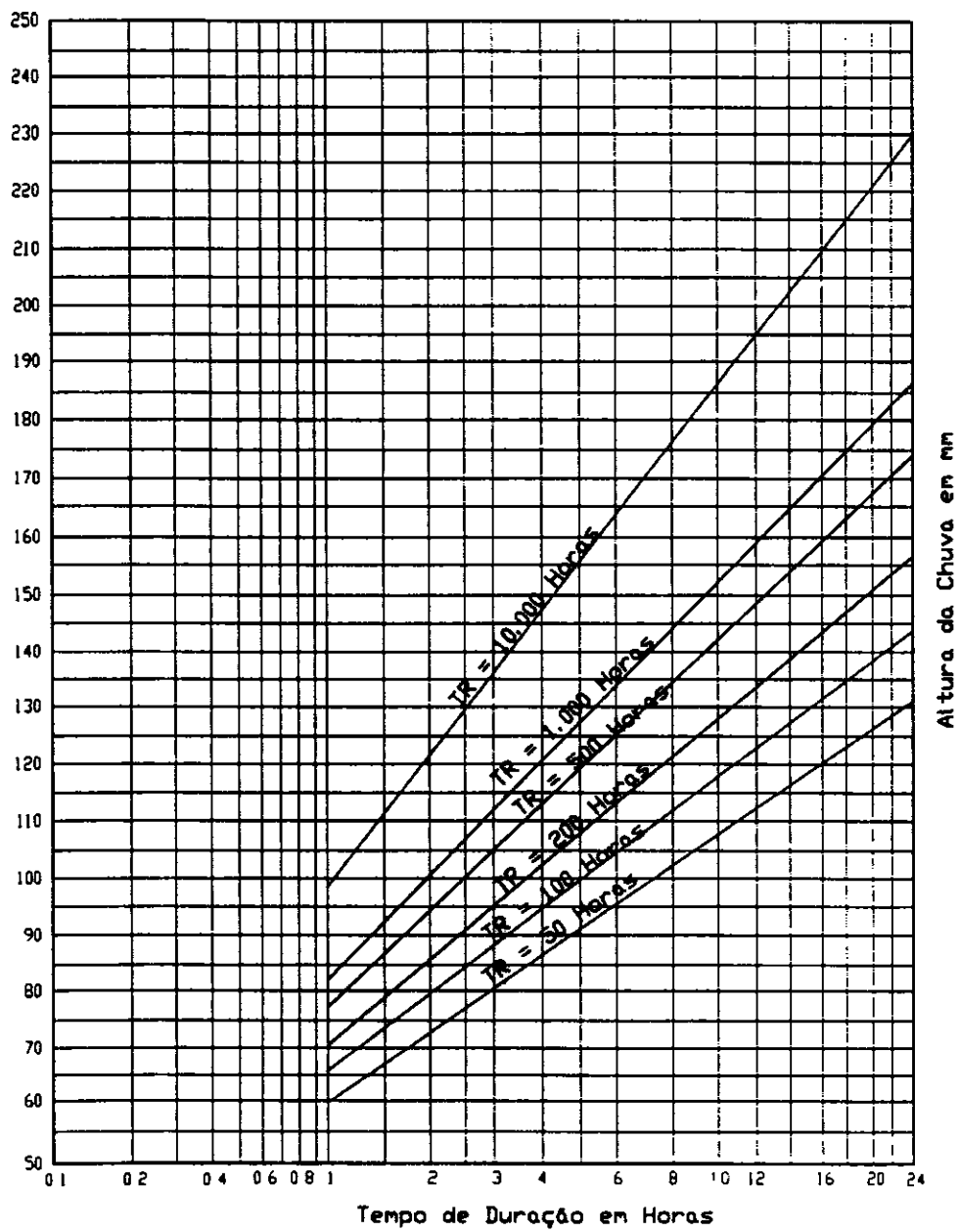


Figura 3.2
Altura de Chuva e Tempo de Duração

4.0 - ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para o dimensionamento do vertedouro de uma barragem, quanto ao aspecto econômico e de segurança. Em obras de porte, como as de grandes aproveitamentos hídricos, em que o rompimento da barragem pode ocasionar uma verdadeira catástrofe, os vertedouros são dimensionados de forma que a probabilidade de ruína da obra seja praticamente inexistente, nessa situação usa-se o critério da cheia máxima provável. Um critério alternativo também usado em grandes barragens, é escolher uma cheia de período de retorno de 10 000 anos. No caso em que a ruptura da barragem não chega a ser catastrófica, é comum que se adote cheias de período de retorno variando de 100 a 1 000 anos, de acordo com o tamanho da obra. No presente estudo os cálculos foram feitos para as cheias de períodos de retorno de 50, 100, 200, 1 000 e 10 000 anos.

A determinação das cheias neste projeto foi feita através do Método do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) do Soil Conservation Service (SCS). Esse hidrograma foi determinado para uma precipitação unitária de um milímetro de altura, ocorrendo sobre toda a bacia durante uma duração igual a um quinto do tempo de concentração.

O excesso de precipitação para o cálculo do hidrograma total, foi calculado através do Método "Curve Number" do SCS. As etapas do cálculo estão descritas a seguir.

4.1 Cálculo do tempo de concentração da bacia

Foi estimado através da fórmula do "California Highways and Public Roads"

$$t_c = 57 (L^3 / H)^{0,385}, \text{ onde}$$

t_c = tempo de concentração da bacia em minutos,

H = máximo desnível da bacia medido ao longo de L em m,

L = comprimento do talvegue (km)

Das plantas na escala 1 100 000 da SUDENE e da planta do local da barragem, escala 1 1 000, obteve-se

$$L = 39,5 \text{ km}$$

$$H = 163,00 \text{ m, logo}$$

$$t_c = 57 (39,5^3 / 163,0)^{0,385} = 560,1 \text{ min}$$

$$t_c \cong 9 \text{ horas}$$

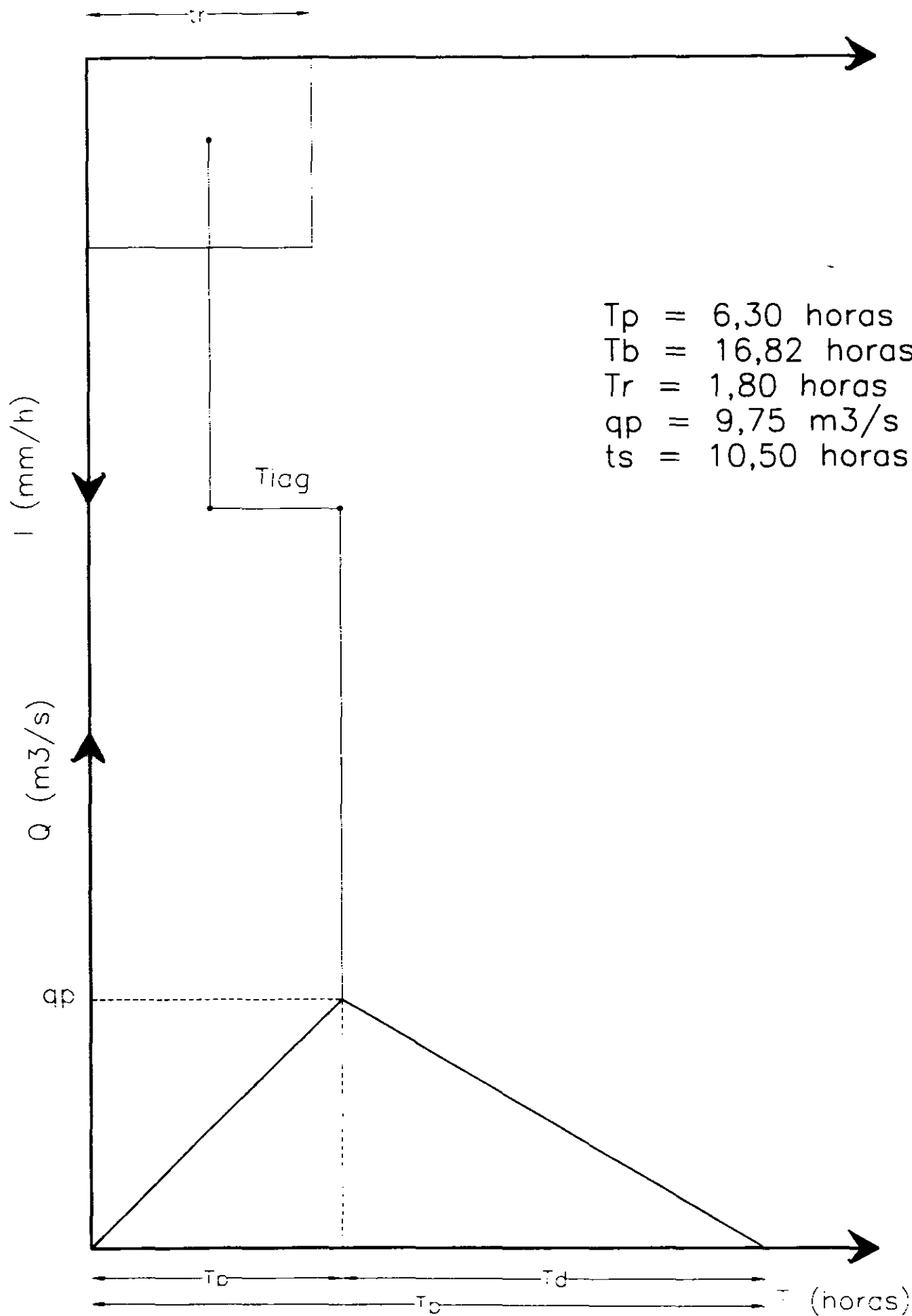


Figura 4.1

Hidrograma Unitario Triangular do S C S

4.2 Cálculo do HUT para duração igual a $1/5 t_c$

O HUT tem a forma mostrada na Figura 4.1. O seu cálculo é feito como se segue:

$$t_r = 1/5 t_c = 1/5 \cdot 9,0 = 1,80 \text{ horas}$$

t_r = duração do excesso de chuva

$$t_p = 0,6 t_c + 0,5 t_r = 0,6 \cdot 9,0 + 0,5 \cdot 1,80 = 6,30 \text{ horas}$$

t_p = tempo até a vazão de pico

$$T_b = 2,67 t_p = 2,67 \cdot 6,30 = 16,82 \text{ horas}$$

T_b = tempo de base do hidrograma

$$q_p = (2 \cdot P_e \cdot A_b) / T_b = (2 \times 0,001 \times 295,20 \times 10^6) / 16,82 \times 3.600$$

$$q_p = 9,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

q_p = vazão de pico do HUT

P_e = excesso de precipitação = 1 mm

A_b = área da bacia hidrográfica

4.3 Cálculo do excesso de precipitação

O cálculo do excesso de precipitação foi feito através do método "Curva Number" do SCS. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$P_e = (P - 5080/N + 50,8)^2 / (P + 20320/N - 203,2), \text{ onde}$$

P_e = excesso de precipitação em mm

P = precipitação total em mm

N = número de deflúvio que define o complexo hidrológico solo x vegetação (tabelado em Wilken⁽¹⁾). Para um campo permanente, em condições naturais e solo "C", obteve-se $N = 73$

A Tabela 4.1 mostra os valores das precipitações totais na área para chuva de 9,0 horas de duração e diversos períodos de retorno ($P_{9.0h}$) e as precipitações efetivas (P_e) calculadas através da fórmula anterior.

(1) WILKEN, P. S. - Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.

TABELA 4 1

PRECIPITAÇÕES EFETIVAS NA BACIA DO MUQUÉM PARA UMA CHUVA DE 9,0 HORAS E PERÍODOS DE RETORNO DE 50, 100, 200, 500, 1 000 E 10 000 ANOS

TR (ANOS)	P 9,0h (mm) (mm)	Pe (mm) (mm)
50	105,00	41,25
100	115,00	48,68
200	125,00	56,36
500	138,00	66,67
1000	147,50	74,40
10000	183,00	104,45

OBS Valores Obtidos da Figura 3 2

4 4 Cálculo do hidrograma total afluente

O Hidrograma total afluente foi calculado em duas etapas

- Hidrograma para uma chuva de duração igual ao tempo de concentração da bacia e uma altura de chuva efetiva igual a 5 mm (Figura 4 2)
- Hidrograma para as chuvas de períodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1 000 e 10 000 anos, multiplicando-se as ordenadas do hidrograma obtido na etapa anterior pela relação $Pe (T) / 5$, onde $Pe (T)$ é a precipitação excedente correspondente ao período de retorno T Os valores obtidos constam na Tabela 4 2 e estão plotados na Figura 4 3

Q (m³/s)

50

40

30

20

10

0

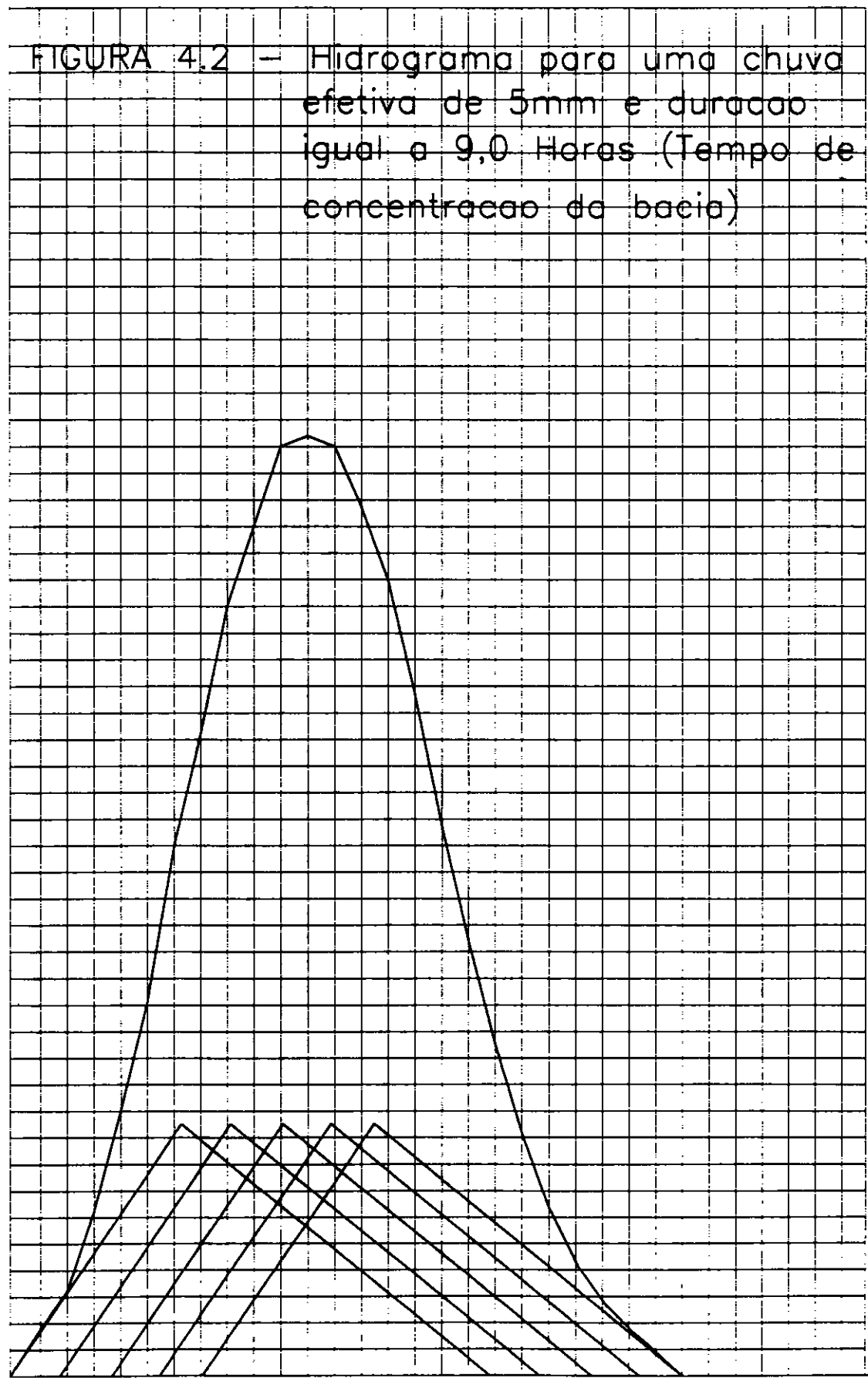


FIGURA 4.2 - Hidrograma para uma chuva efetiva de 5mm e duracao igual a 9,0 Horas (Tempo de concentracao da bacia)

10

20

30

t (horas)

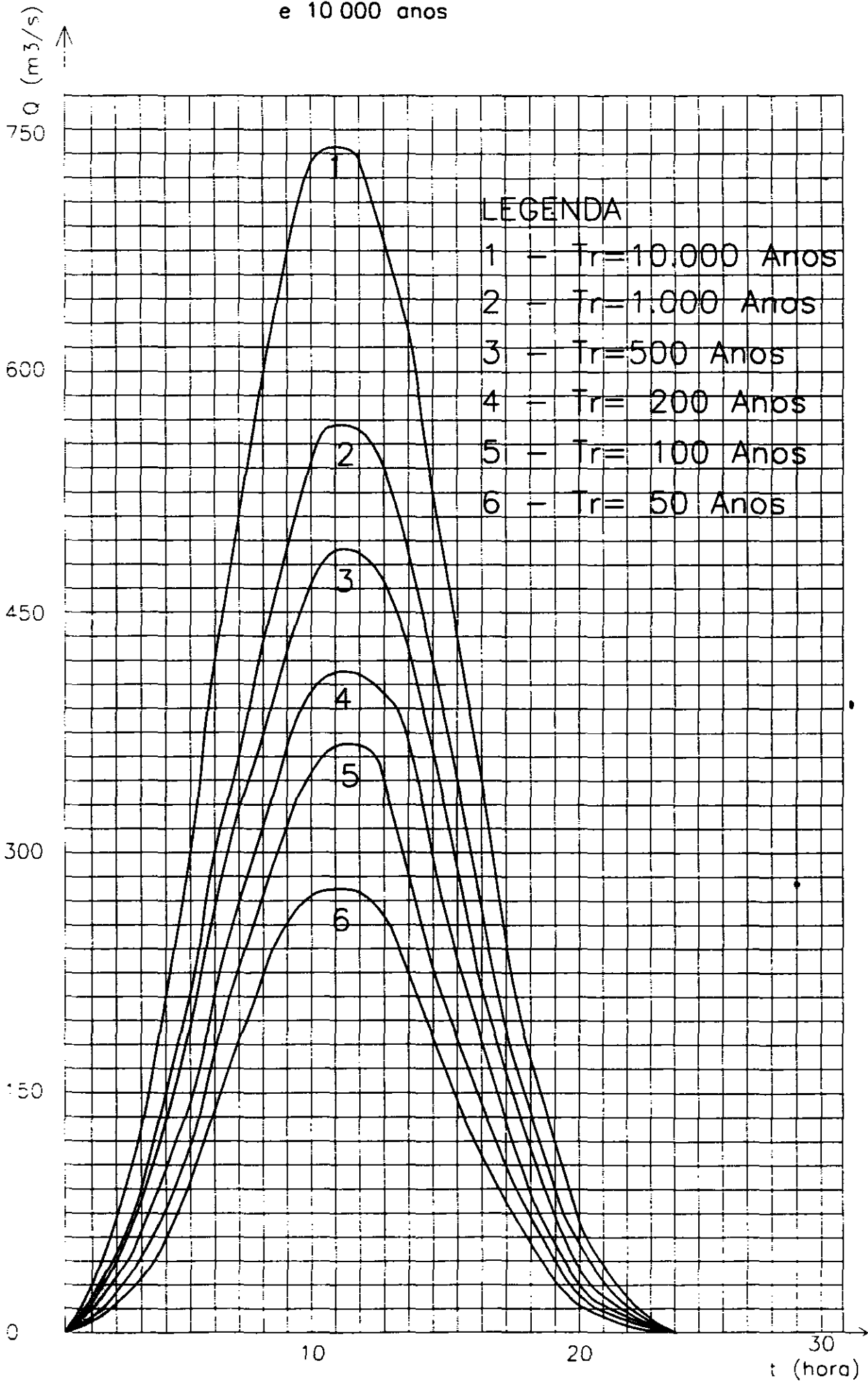
TABELA 4 2

HIDROGRAMAS AFLUENTES DO ACÚDE MUQUÉM PARA
PERÍODOS DE RETORNO DE 50,100,200,500, 1,000 E 10,000 ANOS

VALORES DE Q EM m³/s

TEMPO (h)	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)					
	50	100	200	500	1.000	10.000
0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
1	13.20	15.58	18.04	21.33	23.81	33.42
2	27.23	32.13	37.20	44.00	49.10	68.94
3	52.80	62.31	72.14	85.34	95.23	133.70
4	81.68	96.39	111.59	132.01	147.31	206.81
5	118.80	140.20	162.32	192.01	214.27	300.82
6	165.00	194.72	225.44	266.68	297.60	417.80
7	201.30	237.56	275.04	325.35	363.07	509.72
8	239.25	282.34	326.89	386.69	431.52	605.81
9	264.00	311.55	360.70	426.69	476.16	668.48
10	288.75	340.76	394.52	466.69	520.80	731.15
11	291.23	343.68	397.90	470.69	525.26	737.42
12	290.40	342.71	396.77	469.36	523.78	735.33
13	270.60	319.34	369.72	437.36	488.06	685.19
14	247.50	292.08	338.16	400.02	446.40	626.70
15	208.73	246.32	285.18	337.35	376.46	528.52
16	170.78	201.54	233.33	276.01	308.02	432.42
17	135.30	159.67	184.86	218.68	244.03	342.60
18	103.13	121.70	140.90	166.68	186.00	261.13
19	75.90	89.57	103.70	122.67	136.90	192.19
20	52.80	62.31	72.14	85.34	95.23	133.70
21	33.83	39.92	46.22	54.67	61.01	85.65
22	20.63	24.34	28.18	33.34	37.20	52.23
23	8.25	9.74	11.27	13.33	14.88	20.89
24	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00

FIGURA 4.3 - Hidrogramas para as chuvas de periodos de retorno de 50, 100, 200, 500, 1.000 e 10 000 anos



5. ESTUDO DOS DEFLÚVIOS

5.1 Dados disponíveis

5.1.1 - Estudos Iniciais

Para o estudo dos deflúvios médios na bacia do açude Muquém, foram inicialmente utilizados como parâmetros os dados disponíveis da estação fluviométrica Sítio Conceição no rio Cariús. Essa estação foi instalada em 1965 e desativada em 1984.

As principais características desse posto são descritas a seguir

Estação Sítio Conceição
Rio Barrado Rio Cariús
Coordenadas 06° 34' Lat Sul e 39°30' Long Oeste
Código do DNAEE 36110000
Precipitação Média Anual 930,4 mm
Área de Drenagem 2 250 km²
Descarga Média Anual 5,35 m³/s
Volume Afluente Médio Anual 168 x 10⁶ m³
Lâmina Média Anual 75mm
Coeficiente de Runoff 8,1%

5.1.2 - Estudos Complementares

Em razão da curta extensão da série histórica de vazões, do tamanho da bacia hidrográfica e do coeficiente de variação dos deflúvios (CV = 0,90) relativamente baixo, do posto Sítio Conceição optou-se por uma segunda alternativa de estudo das vazões, utilizando-se os dados gerados pelo PERH-Ce, para o local do boqueirão Farias Brito no rio Cariús.

Estes dados, gerados pelo Modelo MODHAC, utilizando-se os parâmetros da estação fluviométrica do Sítio Poço dos Dantas, localizada no rio Cariús, ofereceu uma série mais extensa (50 anos), uma área de drenagem bem menor que a anterior e um coeficiente de variação mais compatível com a fluviometria regional.

A seguir são descritas as principais características do Posto Farias Brito

Estação Boqueirão Farias Brito
Rio Barrado Rio Cariús
Coordenadas 6°45' Lat Sul e 39°4' Long Oeste
Precipitação Média 945,4 mm
Área de Drenagem 840 km²
Descarga Média Anual 3,32 m³/s
Volume Afluente Médio Anual 104,7 x 10⁶ m³
Lâmina Média Anual 124,6 mm
Coeficiente de Runoff 13,2%

5.2 - Metodologia

A lâmina média de escoamento do Riacho Muquém foi determinada por correlações com a bacia do Rio Cariús nas estações Sítio Conceição e Farias Brito, seguindo a metodologia apresentada no GEVJ ⁽¹⁾

a) Determinação da Lâmina de escoamento no Muquém, por correlação com a estação Sítio Conceição

A correlação foi obtida através da aplicação de dois coeficientes C_0 e C_1

$$C_0 = (A_p/A_r)^{-0.075}, \text{ onde}$$

C_0 = coeficiente de correção

A_p = área da bacia hidrográfica do açude Muquém (295,20 km²)

A_r = área da bacia hidrográfica em Sítio Conceição (2 250,00 km²)

O coeficiente " C_0 " pode ser diretamente aplicado quando as precipitações médias em ambas as bacias são iguais. No caso de precipitações médias diferentes é necessária a introdução de um segundo coeficiente C_1 , definido como se segue

$$C_1 = P_p/P_r, \text{ onde}$$

P_p = precipitação média anual na bacia do Muquém (962,9mm)

P_r = precipitação média anual na bacia do Sítio Conceição (930,4mm)

Logo, a lâmina média escoada na bacia do Açude Muquém é igual

$$L_p = C_0 \cdot C_1 \cdot L_r, \text{ onde}$$

L_p = lâmina escoada no Riacho Muquém no local da barragem, em mm

L_r = lâmina escoada em Sítio Conceição, igual a 75,0 mm

$$L_p = (295,20 / 2.250,00)^{-0.075} \times (962,9 / 930,4) \times 75,0$$

$$L_p = 90,39 \text{ mm}$$

Portanto, o volume afluyente médio anual para o açude Muquém seria da ordem de $V_a = (0,09039 \text{ m} \times 295 200 000 \text{ m}^2) = 26,68 \times 10^6 \text{ m}^3$

A Tabela 5.1 apresenta os valores das descargas médias mensais para a Estação Sítio Conceição no rio Cariús e a Tabela 5.2 mostra as descargas médias mensais na barragem Muquém, obtidas pela relação entre as lâminas médias escoadas nas duas localidades e suas precipitações

a) Determinação da Lâmina de escoamento no Açude Muquem, por correlação com o posto Farias Brito

Pela utilização dos dados dos postos Boqueirão Farias Brito e aplicando-se o mesmo procedimento de cálculo descrito no item "a", obteve-se

(1) SUDENE / ASMIC - Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe - Hidrologia, 1967

$$C_o = (A_p / A_r)^{-0,075}, \text{ onde}$$

$$A_p = \text{área da bacia hidrográfica do Açude Muquém} = 295,20 \text{ km}^2$$

$$A_r = \text{área da bacia hidrográfica do Açude Farias Brito} = 840,00 \text{ km}^2$$

$$\text{Logo } C_o = (295,20 / 840,00)^{-0,075} = 1,0816$$

$$C_1 = P_p / P_r, \text{ onde}$$

$$P_p = \text{precipitação na bacia do Açude Muquém} = 962,9 \text{ mm}$$

$$P_r = \text{precipitação na bacia do Açude Farias Brito} = 945,4 \text{ mm}$$

Então

$$C_1 = (962,9 / 945,4) = 1,0185$$

Assim a lâmina escoada no riacho Muquém, no local da barragem (L_p) será

$$L_p = C_o \cdot C_1 \cdot L_r$$

$$L_p = 1,0816 \times 1,0185 \times 124,6$$

$$L_p = 137,26 \text{ mm}$$

Portanto o volume afluente médio anual, no riacho Muquém, com base nos dados do posto Farias Brito será, aproximadamente, $V_a = 0,13726 \text{ m} \times 295.200.000 \text{ m}^2 = 40,52 \times 10^6 \text{ m}^3$

A Tabela 5.3 apresenta os valores das descargas médias mensais para a Estação Boqueirão Farias Brito, no rio Cariús e a Tabela 5.4 mostra as descargas médias mensais na barragem Muquém, obtidas por correlação com as vazões do Farias Brito

6. DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO

6.1 Metodologia

O dimensionamento hidrológico do açude Muquém foi determinado com base no método de Campos, 1987 (3)

O referido método apresenta um modelo gráfico aplicado a reservatórios de águas superficiais situadas em regiões com rios intermitentes sujeitos a altas taxas de evaporação. Tem como suporte teórico a Teoria Estocástica dos Reservatórios ou teoria do Armazenamento de Moran. Segundo o autor, este método apresenta como novidade a introdução de uma matriz de evaporação por levar em conta as perdas devido a esse fenômeno

O modelo gráfico contempla as seguintes variáveis: capacidade do reservatório, volume anual regularizado e probabilidade de esvaziamento da reserva. As variáveis de entrada do modelo são: volume afluente médio anual, coeficiente de variação dos deflúvios anuais, lâmina de evaporação e um fator que representa a forma da bacia hidráulica

(3) Campo Jose Nilson Bezerra - Modelo para Dimensionamento de Reservatório em Rios Intermitentes - 1987

TABELA 5.1
CÓDIGO DA ESTAÇÃO - 36110000
NOME DA ESTAÇÃO - CONCEIÇÃO - SÍTIO
RIO CARIUS
DESCARGA MÉDIA (PERÍODO 1968/1980) = 5,346m³/s

DESCARGAS MÉDIAS M LORES EM m³/s

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA	MÍNIMA	MAXIMA
1967	0 025	16 2	25,10	46,40	7,26	0 884	-	-	0 006	0 000	0 000	0 000	-	-	-
1968	0 000	3 05	34 10	5 57	1 74	0 052	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 075	3,74	0 000	186,0
1969	5 87	2 19	13 60	10 40	13 30	0 141	0 005	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	3,82	0 000	85,7
1970	0 355	0 459	25 20	0 822	1,78	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	2,42	0 000	-
1971	2 99	10,2	7,94	12,80	4,47	0 103	0 000	0 000	0 000	0 000	0 162	0 000	3,15	0 000	138 0
1972	7 48	1 83	2 31	0 478	0 513	0 005	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	1 07	0 000	207,0
1973	3 69	1 82	3 08	31 10	6 73	1 27	1,11	0 253	0 042	0 003	0 000	0 000	4,06	0 000	150 0
1974	1 33	31 7	61 60	109,00	20,90	2,42	0 787	0 349	0 201	0 112	0 031	0 188	18,80	0 000	378,0
1975	1 11	2 83	24 40	21,00	9,59	1,44	0 896	0 379	0 208	0 133	0 023	0 198	5,18	0 014	114,0
1976	0 520	9 16	61,20	14,00	0 389	0 198	0 041	0 000	0 000	0 053	0 013	0 052	7 14	0 000	447,0
1977	0 195	9 39	48 80	55,60	15 20	2,56	0 746	0 290	0 130	0 087	0 030	0 114	11 10	0 000	196,0
1978	6 49	9 86	15,10	9,41	20,60	0 658	0 569	0 099	0 016	0 000	0 000	0 000	5,24	0 000	467,0
1979	0 397	0 870	3 31	1,75	1,31	0 065	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0,64	0 000	41 4
1980	1 07	21 50	13 40	0 801	0 874	0 026	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	3 14	0 000	207,0
1981	0 000	0 000	45,80	-	-	-	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	0 000	-	-	-
1982	-	-	2 68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Carui (DNOCS/AGUASOLOS)

TABELA 5.2
DESCARGAS MENSAIS NA BARRAGEM MUQUÉM
(OBTIDAS POR TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS NO SÍTIO CONCEIÇÃO)

Valores em m3/s

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1968	0,000	0,482	5,388	0,880	0,275	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,591
1969	0,927	0,346	2,149	1,643	2,101	0,022	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,604
1970	0,056	0,073	3,982	0,130	0,281	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,382
1971	0,472	1,612	1,255	2,022	0,706	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,498
1972	1,182	0,289	0,365	0,076	0,081	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,169
1973	0,583	0,288	0,487	4,914	1,063	0,201	0,175	0,040	0,007	0,004	0,000	0,000	0,641
1974	0,210	5,009	9,733	17,222	3,302	0,382	0,124	0,055	0,032	0,018	0,005	0,030	2,970
1975	0,175	0,447	3,855	3,318	0,158	0,228	0,142	0,060	0,033	0,021	0,004	0,031	0,818
1976	0,082	1,447	9,670	2,212	0,061	0,031	0,006	0,000	0,000	0,008	0,002	0,008	1,128
1977	0,031	1,484	7,710	8,785	2,402	0,404	0,118	0,046	0,021	0,014	0,005	0,018	1,754
1978	1,025	1,558	2,386	1,487	3,255	0,104	0,090	0,016	0,003	0,000	0,000	0,000	0,828
1979	0,063	0,137	0,523	0,277	0,207	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,101
1980	0,169	3,397	2,117	0,127	0,138	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,496
MÉDIA													0,845
DESVIO PADRÃO													0,767
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO													0,900

001003

TABELA 5.3
DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m3/s)

RIO BARRADO RIO CARIUS
POSTO AÇUDE FARIAS BRITO

AREA 840 00 km2

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA
1939	0,00	10,03	15,65	2,50	1,29	0,55	0,28	0,09	0,00	0,00	0,32	0,00	2,56
1940	0,00	1,71	19,60	10,60	6,12	3,47	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,53
1941	0,00	0,00	23,99	2,95	3,45	0,71	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,59
1942	0,00	0,24	0,09	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,06
1943	0,16	0,38	6,68	2,66	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88
1944	0,13	0,07	0,34	2,66	0,31	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26	0,49
1945	1,25	4,72	0,75	0,62	9,97	0,39	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	1,91	1,64
1946	0,17	3,29	9,80	3,04	2,88	1,96	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81
1947	0,56	3,87	133,50	65,35	3,44	1,99	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,42
1948	0,00	0,00	11,11	2,24	1,76	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29
1949	0,00	0,41	4,04	11,55	2,95	2,27	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81
1950	0,00	0,00	0,00	0,60	13,51	3,43	2,23	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68
1951	0,00	0,01	0,00	3,23	2,53	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
1952	0,00	0,67	0,25	2,24	1,05	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37
1953	0,00	1,48	2,30	0,97	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
1954	0,00	0,04	9,96	1,87	1,63	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16
1955	1,25	2,90	43,66	46,40	2,83	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	8,21
1956	0,00	18,04	3,85	26,76	3,42	2,00	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,54
1957	0,00	0,00	18,15	23,32	3,08	1,27	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82
1958	0,00	0,00	11,32	1,66	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11
1959	0,00	5,01	5,93	2,49	1,70	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28
1960	0,00	0,00	99,74	3,58	3,40	2,33	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,13
1961	0,00	5,64	7,36	2,12	1,53	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40
1962	0,00	11,09	10,61	20,42	3,53	2,63	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	1,72	4,25
1963	0,02	13,08	4,80	3,97	3,19	1,64	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,24
1964	1,10	5,70	14,87	60,80	6,63	3,11	1,35	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	7,81
1965	2,32	0,54	3,61	10,01	3,29	2,57	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94
1966	1,35	13,08	2,16	2,01	1,75	0,90	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77
1967	0,60	8,41	30,28	63,19	11,37	3,21	1,44	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	9,88
1968	0,00	0,01	14,38	2,81	2,69	1,96	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85
1969	0,00	0,54	6,50	3,17	1,61	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,03
1970	0,00	0,00	5,59	1,13	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
1971	0,00	3,83	7,12	9,70	5,58	3,11	1,78	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	2,61
1972	6,26	0,76	0,61	0,45	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,77
1973	0,23	0,15	0,50	32,69	7,95	3,12	2,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	3,94
1974	2,47	12,67	59,85	83,59	10,84	2,93	1,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	14,46
1975	0,01	0,06	11,16	13,77	4,46	2,67	1,19	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	2,78
1976	0,00	0,90	4,66	3,53	1,32	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88
1977	0,00	0,73	11,90	20,15	3,55	3,28	2,04	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,49
1978	0,00	2,33	1,41	7,30	5,07	2,52	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,64
1979	0,03	0,48	5,19	1,17	2,18	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
1980	1,56	9,86	4,87	2,07	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59
1981	0,00	0,00	24,14	25,96	2,56	1,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,47
1982	2,72	0,67	1,39	0,97	0,87	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
1983	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
1984	0,00	0,00	0,12	15,79	3,20	2,12	0,41	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84
1985	3,06	45,89	68,22	101,76	17,49	3,15	1,65	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	20,11
1986	0,00	0,01	11,40	32,18	4,16	3,00	1,46	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	4,36
1987	0,00	0,50	7,20	2,77	1,67	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
1988	0,00	0,00	1,06	11,62	3,36	1,96	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53
NºED m3/s	0,47	3,80	14,85	15,31	3,37	1,39	0,44	0,03	0,00	0,01	0,01	0,15	3,32
MED l/s/km2	0,55	4,52	17,67	18,23	4,01	1,65	0,53	0,04	0,00	0,01	0,01	0,17	3,95
MAX m3/s	4,26	45,89	133,50	101,76	17,49	3,47	2,04	0,61	0,00	0,25	0,32	2,26	
MIN m3/s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

FONTE PERH / CE

TABELA 5.4

 DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS NA BARRAGEM MUQUEM
 (OBTIDAS POR TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS DO POSTO FARIAS BRITO)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MEDIA		
1939	0,00	3,87	6,04	0,97	0,49	0,21	0,11	0,03	0,00	0,00	0,12	0,00	0,99		
1940	0,00	0,66	7,56	4,09	2,36	1,34	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36		
41	0,00	0,00	9,26	1,14	1,33	0,27	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		
42	0,00	0,09	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02		
43	0,07	0,14	2,58	1,02	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34		
44	0,05	0,02	0,13	1,02	0,12	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,19		
45	0,48	1,82	0,29	0,24	3,84	0,15	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,74	0,63		
46	0,07	1,27	3,78	1,18	1,11	0,76	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70		
47	0,22	1,49	51,49	25,20	1,33	0,77	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,72		
48	0,00	0,00	4,28	0,87	0,68	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50		
49	0,00	0,15	1,56	4,46	1,14	0,88	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70		
1950	0,00	0,00	0,23	5,23	1,32	0,86	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65		
51	0,00	0,00	0,00	1,24	0,98	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21		
52	0,00	0,26	0,10	0,87	0,41	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14		
53	0,00	0,57	0,89	0,37	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17		
54	0,00	0,01	3,84	0,72	0,63	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45		
55	0,48	1,12	16,83	17,90	1,11	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	3,17		
56	0,00	6,96	1,48	10,32	1,32	0,77	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75		
57	0,00	0,00	7,00	8,99	1,19	0,49	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,47		
58	0,00	0,00	4,37	0,64	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43		
59	0,00	1,93	2,28	0,96	0,66	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49		
1960	0,00	0,00	38,47	1,38	1,31	0,90	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,52		
61	0,00	2,17	2,83	0,81	0,59	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54		
62	0,00	4,27	4,10	7,87	1,36	1,01	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	1,64		
63	0,01	5,04	1,86	1,53	1,23	0,64	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87		
64	0,46	2,20	5,73	23,45	2,56	1,20	0,52	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01		
65	0,89	0,21	1,39	3,87	1,27	0,99	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75		
66	0,52	5,04	0,83	0,78	0,67	0,35	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68		
67	0,23	3,24	11,67	24,37	4,38	1,24	0,56	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,81		
68	0,00	0,00	5,55	1,09	1,03	0,76	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71		
69	0,00	0,21	2,50	1,22	0,63	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40		
1970	0,00	0,00	2,15	0,44	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24		
71	0,00	1,48	2,75	3,74	2,15	1,20	0,69	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01		
72	1,65	1,83	0,23	0,18	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,36		
73	0,09	0,05	0,20	12,61	3,06	1,21	0,78	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52		
74	0,96	4,89	23,08	32,24	4,18	1,13	0,45	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	5,58		
75	0,00	0,02	4,30	5,32	1,72	1,03	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07		
76	0,00	0,36	1,80	1,36	0,51	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34		
77	0,00	0,29	4,59	7,78	1,37	1,25	0,79	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35		
78	0,00	0,90	0,55	2,81	1,95	0,98	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63		
79	0,01	0,19	2,00	0,45	0,85	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32		
1980	0,60	3,80	1,88	0,80	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61		
81	0,00	0,00	9,31	10,02	0,99	0,38	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73		
82	1,05	0,26	0,54	0,37	0,34	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22		
83	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		
84	0,00	0,00	0,04	6,09	1,23	0,81	0,15	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73		
85	1,18	17,70	26,31	39,25	6,74	1,22	0,64	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	7,76		
86	0,00	0,00	4,40	12,41	1,60	1,16	0,56	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68		
87	0,00	0,20	2,78	1,07	0,65	0,23	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41		
88	0,00	0,00	0,41	4,48	1,30	0,76	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59		
MEDIA	0,18	1,49	5,73	5,91	1,30	0,54	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	1,28		
													DESVIO PADRAO	1,64	
														COEFICIENTE DE VARIAÇÃO	: 28

6.2 Estudo das disponibilidades

6.2.1 Volume afluente médio anual e coeficiente de variação

O volume afluente médio anual (u) é de $40,52 \times 10^6 \text{ m}^3$. O coeficiente de variação (cv) dos valores dos deflúvios anuais é de 1,28, igual ao do Rio Carui em Farias Brito.

6.2.2 Lâmina de evaporação (E_v)

Os valores da evaporação do espelho d'água foram estimados a partir do Tanque Classe "A", multiplicados pelo coeficiente 0,75. Foram utilizados os dados do Posto de Iguatu, o qual dispõe de uma série de 23 anos de observação (Tabela 6.1). A lâmina média anual evaporada é de 2.206mm.

6.2.3. Fator de forma da bacia (α)

Fator de Forma O fator de forma da bacia hidráulica é computado supondo-se que ela pode ser representada pela equação

$$V = \alpha \times h^3$$

onde, V = volume acumulado até a altura d'água h , $V = 0$ (zero) deve corresponder a $h = 0$ e α representa o fator de forma da bacia hidráulica.

O valor α pode ser obtido aproximadamente pela equação

$$\alpha = \frac{\sum V_i}{\sum h_i^3}$$

onde V_i e h_i representam os pares de valores Altura D'água versus Volume, apresentados na tabela 6.2.

Para o Açude Muquém, considerando-se os pares de valores da Tabela 6.2, obteve-se

$$\alpha = 4\,350,18 \text{ (cota 265)}, \alpha = 3\,984,26 \text{ (cota 267)} \text{ e } \alpha = 3\,725,52 \text{ (cota 269)}$$

6.2.4 Fator adimensional de Evaporação (FE)

$$FE = (3\alpha^{1/3} EV) / V_a^{1/3}$$

α = fatores de forma da bacia = 4 350,18 (COTA 265), 3 984,26 (COTA 267) e 3 725,52 (cota 269)

EV = lâmina evaporada durante a estação seca (junho a janeiro) = 1,618m

V_a = volume afluente médio anual = $40,52 \times 10^6 \text{ m}^3$

logo $FE \cong 0,20$

6.2.5 Relação volume regularizado x capacidade de reserva

Utilizando-se os parâmetros $FE = 0,20$, $CV = 1,30$ e $V_a = 40,52 \times 10^6 \text{ m}^3$ e aplicados à metodologia adotada, calculou-se a relação entre o volume regularizado e a capacidade do reservatório, com 90% e 95% de garantias. Os valores estão apresentados nas Tabelas 6.3 e 6.4 e Figuras 6.1 e 6.2. A relação cota x área x volume utilizada encontra-se na Tabela 6.5 e o Diagrama cota x área x volume na Figura 6.3.

TABELA 6.1

VALORES MÉDIOS MENSAIS DA EVAPORAÇÃO DO ESPELHO D'ÁGUA
CALCULADOS A PARTIR DA CORRELAÇÃO COM A EVAPORAÇÃO DO TANQUE
"CLASSE A" MEDIDA EM IGUATU (mm)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
174	143	142	147	156	161	185	212	221	230	218	217	2206

TABELA 6 2

VALORES DE h_i (ALTURA D'ÁGUA) X V_i (VOLUME ACUMULADO PARA O AÇUDE MUQUÉM

COTA	h_i (m)	h_i^3 (m)	V_i (m ³)
242,34	0	0	0
243,00	0,66	0,287	13 071,96
244,00	1,66	4,574	81 172,46
245,00	2,66	18,821	203 852,46
246,00	3,66	49,028	399 566,46
247,00	4,66	101,195	697 011,96
248,00	5,66	181,321	1 105 827,46
249,00	6,66	295,408	1 638 229,96
250,00	7,66	449,455	2 318 142,46
251,00	8,66	649,462	3 130 157,46
252,00	9,66	901,429	4 120 881,46
253,00	10,66	1 211,355	5 344 412,46
254,00	11,66	1 585,242	6 787 774,96
255,00	12,66	2 029,089	8 455 546,46
256,00	13,66	2.548,896	10 342 384,96
257,00	14,66	3 150,663	12 441 432,46
258,00	15,66	3 840,389	14 758 373,46
259,00	16,66	4 624,076	17 320.276,46
260,00	17,66	5 504,723	20 161 795,96
261,00	18,66	6 497,330	23 282 803,96
262,00	19,66	7 598,897	26 657 396,46
263,00	20,66	8 818,423	30 278 886,96
264,00	21,66	10 161,910	34 166 245,96
265,00	22,66	11 635,357	38 334.750,96
	TOTAL	60.236,608	262.039.995,58
266,00	23,66	13 244,764	42.833 547,46
267,00	24,66	14 996,131	47 643 406,46
	TOTAL	88.477,503	352.516.949,50
268,00	25,66	16 895,457	52.685 659,46
269,00	26,66	18 948,744	57 960 306,96
	TOTAL	124.321,704	463.162.915,92

$$\text{COTA 265: } \alpha = \frac{\sum V_i}{\sum h_i^3} = \frac{262\,039\,995,58}{60\,236\,608} = 4.350,18$$

$$\text{COTA 267: } \alpha = \frac{\sum V_i}{\sum h_i^3} = \frac{352\,516\,949,50}{88\,477,503} = 3.984,26$$

$$\text{COTA 269: } \alpha = \frac{\sum V_i}{\sum h_i^3} = \frac{463\,162\,915,92}{124\,321,704} = 3.725,52$$

TABELA 6 3
**RELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO E O VOLUME ANUAL
 REGULARIZADO, COM 90% DE GARANTIA**

FK	COTA	VOL ACUMULADO K (hm ³)	VOL REGUL(90%) M (hm ³ /ano)	VOLUME SANGRADO (hm ³ /ano)	VOLUME EVAPORADO (hm ³ /ano)	VAZÃO REGUL Q _r (90%) (m ³ /s)
1,00	265,49	40,52	9,72	25,53	5,27	0,308
1,06	266,00	42,83	10,07	24,99	5,46	0,319
1,18	267,00	47,64	10,75	23,92	5,85	0,341
1,30	268,00	52,68	11,43	22,85	6,24	0,362
1,43	269,00	57,96	12,16	21,69	6,66	0,386
1,50	269,51	60,78	12,56	21,07	6,89	0,398
1,57	270,00	63,46	12,79	20,62	7,12	0,406
2,00	272,77	81,04	14,18	17,83	8,51	0,450

OBS Resultados obtidos pelo método do "Diagrama Triangular de Regularização"

FIGURA 6.1 – CURVA CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO VERSUS VOLUME ANUAL REGULARIZADA OU VAZÃO REGULARIZADA, COM 90% DE GARANTIA

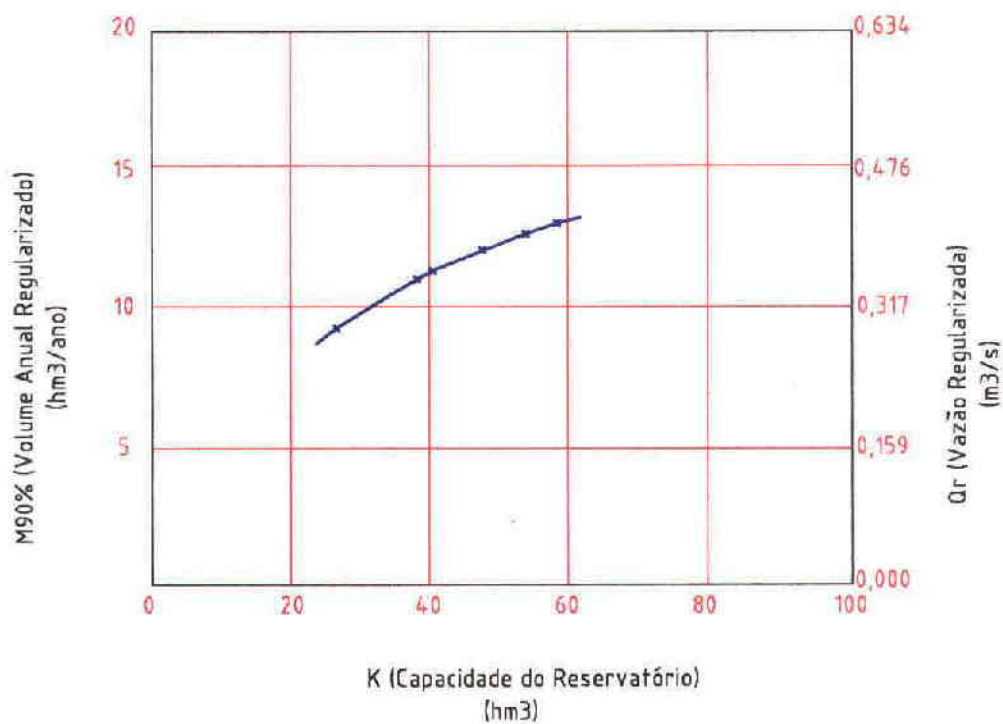


FIGURA 6.2 - CURVA CAPACIDADE DE ACUMULAÇÃO VERSUS VOLUME ANUAL REGULARIZADO OU VAZÃO REGULARIZADA, COM 95% DE GARANTIA

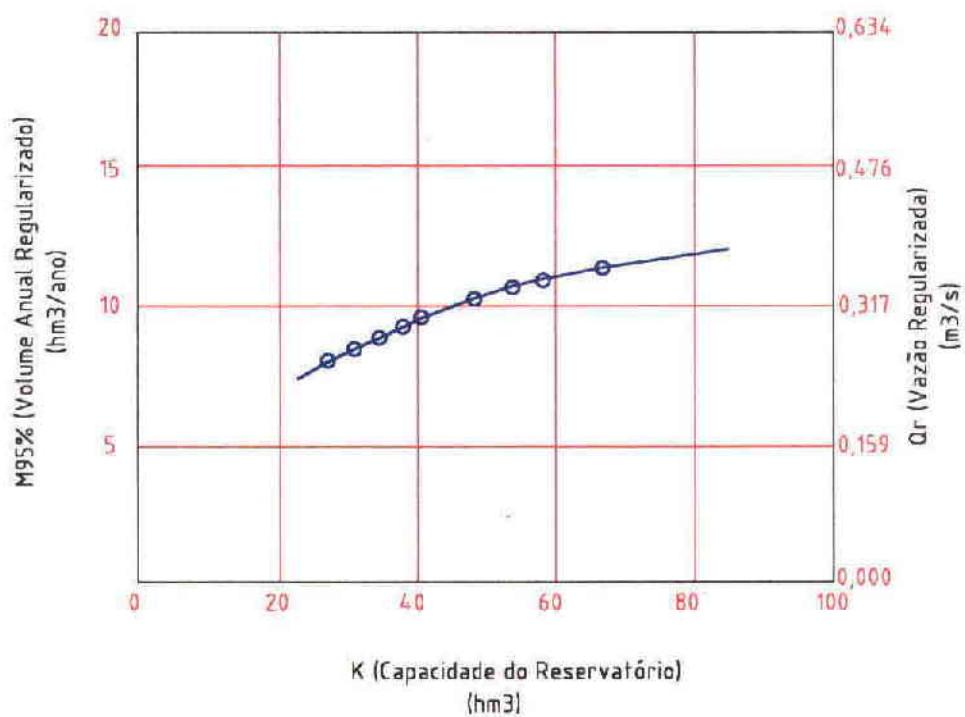


TABELA 6 4
**RELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO E O VOLUME ANUAL
 REGULARIZADO, COM 95% DE GARANTIA**

FK	COTAS	K (hm ³)	M 95% (hm ³)	Q _r (95%) (m ³ /s)
1,00	265,49	40,52	8,10	0,257
1,06	266,00	42,83	8,39	0,266
1,18	267,00	47,64	8,98	0,285
1,30	268,00	52,68	9,56	0,303
1,43	269,00	57,96	10,20	0,323
1,50	269,51	60,78	10,54	0,334
1,57	270,00	63,46	10,71	0,340
2,00	272,77	81,04	11,75	0,373

OBSERVAÇÕES

K = Volume acumulado pelo Reservatório

U = Volume afluente anual (40,52 hm³)

Fk = K/U

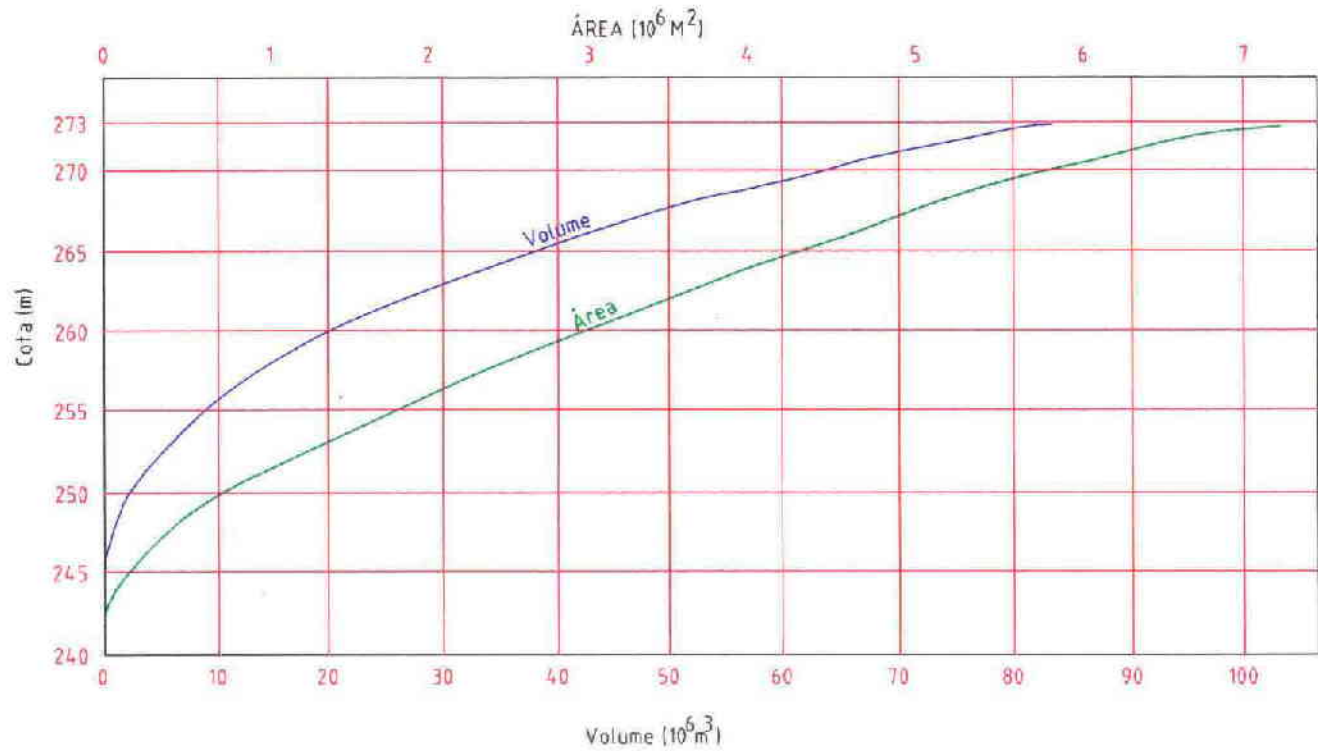
M 95% = Volume anual regularizado com 95% de garantia

Q_r 95% = Vazão regularizada com 95% de garantia

TABELA 6 5
RELAÇÃO COTA X ÁREA X VOLUME ACUMULADO
QUADRO DE CUBAÇÃO - ACÚDE MUQUÊM - BACIA HIDRÁULICA

COTA	SEMI DISTÂNCIA (m)	AREA (m2)	SOMA (m2)	VOLUMES PARCIAIS (m3)	VOLUMES ACUMULADOS (m3)
242,34	0 00	0 00	0 00	0 00	0
243,00	0,33	39 612,00	39 612,00	13 071,96	13 070,96
244,00	0,50	96 589,00	136 201,00	68 100,50	81 172,46
245,00	0,50	148 771,00	245 360,00	122 680,00	203 852,46
246,00	0,50	242 657,00	391 428,00	195 714,00	399 566,46
247,00	0,50	352 234,00	594 891,00	297 445,50	697 011,96
248,00	0,50	465 397,00	817 631,00	408 815,50	1 105 827,46
249,00	0,50	599 408,00	1 064 805,00	532 402,50	1 638 229,96
250,00	0,50	760 417,00	1 359 825,00	679 912,50	2 318 142,46
251,00	0,50	863 613,00	1 624 030,00	812 015,00	3 130 157,46
252,00	0,50	1 117 835,00	1 981 448,00	990 724,00	4 120 881,46
253,00	0,50	1 329 227,00	2 447 062,00	1 223 531,00	5 344 412,46
254,00	0,50	1 557 498,00	2 886 725,00	1 443 362,50	6 787 774,96
255,00	0,50	1 778 045,00	3 335 543,00	1 667 771,50	8 455 546,46
256,00	0,50	1 995 632,00	3 773 677,00	1 886 838,50	10 342 384,96
257,00	0,50	2 202 463,00	4 198 095,00	2 099 047,50	12 441 432,46
258,00	0,50	2 431 419,00	4 633 882,00	2 316 941,00	14 758 373,46
259,00	0,50	2 692 387,00	5 123 806,00	2 561 903,00	17 320 276,46
260,00	0,50	2 990 652,00	5 683 039,00	2 841 519,50	20 161 795,96
261,00	0,50	3 251 364,00	6 242 016,00	3 121 008,00	23 282 803,96
262,00	0,50	3 497 821,00	6 749 185,00	3 374 592,50	26 657 396,46
263,00	0,50	3 745 160,00	7 242 981,00	3 621 490,50	30 278 886,96
264,00	0,50	4 029 558,00	7 774 718,00	3 887 359,00	34 166 245,96
265,00	0,50	4 307 452,00	8 337 010,00	4 168 505,00	38 334 750,96
266,00	0,50	4 690 141,00	8 997 593,00	4 498 796,50	42 833 547,46
267,00	0,50	4 929 577,00	9 619 718,00	4 809 859,00	47 643 406,46
268,00	0,50	5 154 929,00	10 084 506,00	5 042 253,00	52 685 659,46
269,00	0,50	5 394 366,00	10 549 295,00	5 274 647,50	57 960 306,96
270,00	0,50	5 601 826,00	10 996 192,00	5 498 096,00	63 458 402,96
271,00	0,50	6 112 676,00	11 714 502,00	5 857 251,00	69 315 653,96
272,00	0,50	6 633 803,00	12 746 479,00	6 373 239,50	75 688 893,46
273,00	0,50	7 205 993,00	13 839 796,00	6 919 898,00	82 608 791,46

FIGURA 6.3
DIAGRAMA COTA x ÁREA x VOLUME



060074

7. ESTUDOS DE PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES NO RESERVATÓRIO

Alternando-se a vazão de entrada de um reservatório de acumulação, a vazão de saída é instantaneamente alterada do mesmo valor. O nível d'água tende a manter-se horizontal e o acréscimo de vazão na entrada é traduzida em uma elevação da superfície líquida.

Um método para avaliar o processo de propagação de onda de cheia em reservatórios foi desenvolvido por L. G. Puls, do Army Corps Of Engineers, E. U. A. De forma sucinta, o método consiste em

Considere a equação da continuidade

$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad (1), \text{ onde}$$

I = vazão de entrada

O = vazão de saída

$$\frac{ds}{dt} = \text{variação do armazenamento no intervalo de tempo "t"}$$

A equação (1) pode ser expressa em uma forma finita como

$$\frac{(I_1 + I_2)\Delta t}{2} - \frac{(O_1 + O_2)\Delta t}{2} = S_2 - S_1 \quad (2), \text{ onde}$$

Os índices 1 e 2 se referem aos valores do início e final do intervalo de tempo Δt . O tempo " Δt " é chamado período de "routing".

A equação (2) pode ser transformada em

$$I_1 + I_2 + \left(\frac{2S_1}{\Delta t} - O_1 \right) = \left(\frac{2S_2}{\Delta t} + O_2 \right) \quad (3)$$

A solução da equação (3) requer uma curva de "routing" mostrando $\left(\frac{2S}{\Delta t} + O \right)$ versus " O ".

Todos os termos do lado esquerdo da equação são conhecidos e o valor de $\left(\frac{2S}{\Delta t} + O \right)$ pode ser calculado. O valor correspondente de (O_2) pode ser obtido da curva de "routing". O cálculo é então repetido para períodos de "routing" sucessivos.

Os cálculos foram realizados para as cheias de períodos de retorno de 1 000 e 10 000 anos, considerando dois tipos de sangradouro "Perfil Creager" e "Canal escavado com lâmina espessa" e duas larguras para o vertedouro 80,00m e 70,00m, exceto para a cota 267,00, que foi calculado para larguras de 70,00m, 80,00m, 90,00m, 100,00m, 110,00m e 120,00m. Os valores das vazões afluentes e efluentes encontram-se nas Tabelas 7.1 a 7.40 e os resultados apresentam-se na Tabela 7.41.

TABELA 7 1
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 1,40$
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 361,95 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,39 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,75
1	23,81	3,01
2	49,10	7,36
3	95,23	14,50
4	147,31	31,26
5	214,27	58,20
6	297,60	96,89
7	363,07	144,15
8	431,52	193,87
9	476,16	244,59
10	520,80	291,61
11	525,26	328,55
12	523,78	352,67
13	488,06	361,95
14	446,40	356,55
15	376,46	337,40
16	308,02	308,81
17	244,03	276,38
18	186,00	241,27
19	136,90	207,86
20	95,23	175,81
21	61,01	147,34
22	37,20	121,42
23	14,88	98,29
24	0,00	79,66

TABELA 7 2
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 1,40$
 VAZÃO ALFUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE. 578,68 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 3,27 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,20
1	33,42	4,82
2	68,94	11,77
3	133,70	23,18
4	206,81	49,98
5	300,82	93,05
6	417,80	154,90
7	509,72	230,47
8	605,81	309,95
9	668,48	391,05
10	731,15	466,22
11	737,42	525,29
12	735,33	563,84
13	685,19	578,68
14	626,70	570,04
15	528,52	539,43
16	432,42	493,72
17	342,60	441,87
18	261,13	385,72
19	192,19	332,33
20	133,70	281,08
21	85,65	235,56
22	52,23	194,12
23	20,89	157,16
24	0,00	127,36

TABELA 7.3
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA. Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 414,93 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,06 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,86
1	23,81	3,45
2	49,10	8,44
3	95,23	16,62
4	147,31	35,83
5	214,27	66,72
6	297,60	111,07
7	363,07	165,25
8	431,52	222,25
9	476,16	280,39
10	520,80	334,29
11	525,26	376,64
12	523,78	404,29
13	488,06	414,93
14	446,40	408,74
15	376,46	386,79
16	308,02	354,01
17	244,03	316,83
18	186,00	276,58
19	136,90	238,29
20	95,23	201,54
21	61,01	168,91
22	37,20	139,19
23	14,88	112,68
24	0,00	91,32

TABELA 7.4
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2,00$
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 640,10 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,75 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,33
1	33,42	5,33
2	68,94	13,02
3	133,70	25,64
4	206,81	55,28
5	300,82	102,93
6	417,80	171,34
7	509,72	254,93
8	605,81	342,85
9	668,48	432,55
10	731,15	515,70
11	734,42	581,04
12	735,33	623,69
13	685,19	640,10
14	626,70	630,54
15	528,52	596,68
16	432,42	546,12
17	342,60	488,77
18	261,13	426,66
19	192,19	367,60
20	133,70	310,91
21	85,65	260,56
22	52,23	214,72
23	20,89	173,84
24	0,00	140,88

TABELA 7 5
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262.00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m3/s
 VAZÃO EFLUENTE 382,62 m3/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,27 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE (m3/s)
0	0,00	0,80
1	23,81	3,18
2	49,10	7,78
3	95,23	15,33
4	147,31	33,04
5	214,27	61,52
6	297,60	102,42
7	363,07	152,38
8	431,52	204,94
9	476,16	258,56
10	520,80	308,26
11	525,26	347,31
12	523,78	372,81
13	488,06	382,62
14	446,40	376,91
15	376,46	356,67
16	308,02	326,44
17	244,03	292,16
18	186,00	255,04
19	136,90	219,73
20	95,23	185,85
21	61,01	155,75
22	37,20	128,35
23	14,88	103,91
24	0 00	84,21

TABELA 7.6
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1.40
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 599,01 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 3,06 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,25
1	33,42	4,99
2	68,94	12,18
3	133,70	24,00
4	206,81	51,73
5	300,82	96,32
6	417,80	160,34
7	509,72	238,57
8	605,81	320,84
9	668,48	404,79
10	731,15	482,60
11	737,42	543,74
12	735,33	583,65
13	685,19	599,01
14	626,70	590,07
15	528,52	558,38
16	432,42	511,06
17	342,60	457,40
18	261,13	399,27
19	192,19	344,00
20	133,70	290,95
21	85,65	243,84
22	52,23	200,94
23	20,89	162,68
24	0,00	131,84

TABELA 7 7
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2.00$
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 436,09 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,95 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,91
1	23,81	3,63
2	49,10	8,87
3	95,23	17,47
4	147,31	37,66
5	214,27	70,12
6	297,60	116,73
7	363,07	173,68
8	431,52	233,58
9	476,16	294,69
10	520,80	351,34
11	525,26	395,85
12	523,78	424,91
13	488,06	436,09
14	446,40	429,58
15	376,46	406,51
16	308,02	372,06
17	244,03	332,99
18	186,00	290,68
19	136,90	250,44
20	95,23	211,82
21	61,01	177,52
22	37,20	146,29
23	14,88	118,43
24	0,00	95,98

TABELA 7 8
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2,00$
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 661,72 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,58 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,38
1	33,42	5,51
2	68,94	13,46
3	133,70	26,51
4	206,81	57,15
5	300,82	106,41
6	417,80	177,14
7	509,72	263,56
8	605,81	354,45
9	668,48	447,19
10	731,15	533,15
11	737,42	600,70
12	735,33	644,79
13	685,19	661,76
14	626,70	651,88
15	528,52	616,87
16	432,42	564,60
17	342,60	505,31
18	261,13	441,10
19	192,19	380,04
20	133,70	321,43
21	85,65	269,38
22	52,23	221,99
23	20,89	179,72
24	0,00	145,65

TABELA 7 9
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 1,40$
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE: 313,36 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,17 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,61
1	23,81	2,42
2	49,10	5,91
3	95,23	11,66
4	147,31	23,86
5	214,27	44,43
6	297,60	75,65
7	363,07	115,03
8	431,52	157,17
9	476,16	200,77
10	520,80	241,87
11	525,26	276,00
12	523,78	300,80
13	488,06	313,36
14	446,40	313,16
15	376,46	300,79
16	308,02	279,71
17	244,03	254,32
18	186,00	225,61
19	136,90	197,62
20	95,23	169,66
21	61,01	145,20
22	37,20	122,02
23	14,88	101,44
24	0,00	83,53

TABELA 7 10
 PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 520,95 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 3,05 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,01
1	33,42	4,01
2	68,94	9,82
3	133,70	19,39
4	206,81	39,65
5	300,82	73,87
6	417,80	125,77
7	509,72	191,22
8	605,81	261,29
9	668,48	333,76
10	731,15	402,10
11	737,42	458,84
12	735,33	500,07
13	685,19	520,95
14	626,70	520,61
15	528,52	500,05
16	432,42	465,02
17	342,60	422,81
18	261,13	375,07
19	192,19	328,54
20	133,70	282,05
21	85,65	241,40
22	52,23	202,86
23	20,89	168,65
24	0,00	138,86

TABELA 7 11
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2,00$
 VAZÃO ALFUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 384,99 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,96 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,75
1	23,81	2,97
2	49,10	7,26
3	95,23	14,33
4	147,31	29,31
5	214,27	54,59
6	297,60	92,94
7	363,07	141,32
8	431,52	193,10
9	476,16	246,66
10	520,80	297,16
11	525,26	339,09
12	523,78	369,56
13	488,06	384,99
14	446,40	384,74
15	376,46	369,55
16	308,02	343,65
17	244,03	312,46
18	186,00	277,18
19	136,90	242,79
20	95,23	208,44
21	61,01	178,39
22	37,20	149,91
23	14,88	124,63
24	0,00	102,62

TABELA 7 12
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 599,75 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10.000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,64 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,16
1	33,42	4,62
2	68,94	11,31
3	133,70	22,32
4	206,81	45,65
5	300,82	85,04
6	417,80	144,79
7	509,72	220,15
8	605,81	300,81
9	668,48	384,25
10	731,15	462,92
11	737,42	528,24
12	735,33	575,71
13	685,19	599,75
14	626,70	599,36
15	528,52	575,69
16	432,42	535,36
17	342,60	486,76
18	261,13	431,80
19	192,19	378,23
20	133,70	324,71
21	85,65	277,91
22	52,23	233,54
23	20,89	194,16
24	0,00	159,87

TABELA 7 13
 PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
 VAZÃO ALFUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 342,19 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1.000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,11 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,66
1	23,81	2,64
2	49,10	6,45
3	95,23	12,74
4	147,31	26,05
5	214,27	48,52
6	297,60	82,61
7	363,07	125,61
8	431,52	171,63
9	476,16	219,24
10	520,80	264,12
11	525,26	301,39
12	523,78	328,47
13	488,06	342,19
14	446,40	341,97
15	376,46	328,46
16	308,02	305,45
17	244,03	277,72
18	186,00	246,36
19	136,90	215,80
20	95,23	185,26
21	61,01	158,56
22	37,20	133,25
23	14,88	110,78
24	0 00	91,20

TABELA 7 14
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
VAZÃO ALFUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 522,01 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,79 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,01
1	33,42	4,02
2	68,94	9,84
3	133,70	19,43
4	206,81	39,74
5	300,82	74,02
6	417,80	126,02
7	509,72	191,62
8	605,81	261,82
9	668,48	334,45
10	731,15	402,92
11	737,42	459,77
12	735,33	501,09
13	685,19	522,01
14	626,70	521,67
15	528,52	501,07
16	432,42	465,96
17	342,60	423,66
18	261,13	375,83
19	192,19	329,21
20	133,70	282,62
21	85,65	241,88
22	52,23	203,26
23	20,89	168,99
24	0 00	139,15

TABELA 7 15
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 412,59 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,88 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,80
1	23,81	3,18
2	49,10	7,78
3	95,23	15,36
4	147,31	31,41
5	214,27	58,50
6	297,60	99,60
7	363,07	151,45
8	431,52	206,94
9	476,16	264,34
10	520,80	318,46
11	525,26	363,40
12	523,78	396,05
13	488,06	412,59
14	446,40	412,32
15	376,46	396,04
16	308,02	368,29
17	244,03	334,86
18	186,00	297,05
19	136,90	260,20
20	95,23	223,38
21	61,01	191,18
22	37,20	160,66
23	14,88	133,57
24	0 00	109,98

TABELA 7 16
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 264,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2,00$
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 625,70 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,48 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,21
1	33,42	4,82
2	68,94	11,80
3	133,70	23,29
4	206,81	47,63
5	300,82	88,72
6	417,80	151,05
7	509,72	229,68
8	605,81	313,83
9	668,48	400,88
10	731,15	482,95
11	737,42	551,10
12	735,33	600,62
13	685,19	625,70
14	626,70	625,29
15	528,52	600,60
16	432,42	558,52
17	342,60	507,82
18	261,13	450,48
19	192,19	394,60
20	133,70	338,76
21	85,65	289,93
22	52,23	243,64
23	20,89	202,56
24	0 00	166,79

TABELA 7 17
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 294,78 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA. 2,08 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,54
1	23,81	2,17
2	49,10	5,32
3	95,23	10,50
4	147,31	20,73
5	214,27	39,19
6	297,60	67,17
7	363,07	102,55
8	431,52	141,75
9	476,16	182,25
10	520,80	220,97
11	525,26	254,58
12	523,78	278,93
13	488,06	292,86
14	446,40	294,78
15	376,46	285,17
16	308,02	267,32
17	244,03	244,79
18	186,00	215,89
19	136,90	193,10
20	95,23	167,23
21	61,01	144,12
22	37,20	122,38
23	14,88	102,85
24	0 00	85,91

TABELA 7 18
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 488,41 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,92 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,90
1	33,42	3,58
2	68,94	8,81
3	133,70	17,39
4	206,81	34,35
5	300,82	64,93
6	417,80	111,28
7	509,72	169,92
8	605,81	234,86
9	668,48	301,97
10	731,15	366,12
11	737,42	421,81
12	735,33	462,15
13	685,19	485,23
14	626,70	488,41
15	528,52	472,50
16	432,42	442,92
17	342,60	405,58
18	261,13	357,69
19	192,19	319,94
20	133,70	277,07
21	85,65	238,78
22	52,23	202,77
23	20,89	170,42
24	0 00	142,34

TABELA 7 19
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 371,56 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,92 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,68
1	23,81	2,73
2	49,10	6,70
3	95,23	13,23
4	147,31	26,13
5	214,27	49,40
6	297,60	84,66
7	363,07	129,26
8	431,52	178,67
9	476,16	229,72
10	520,80	278,53
11	525,26	320,89
12	523,78	351,58
13	488,06	369,14
14	446,40	371,56
15	376,46	359,45
16	308,02	336,95
17	244,03	308,55
18	186,00	272,12
19	136,90	243,40
20	95,23	210,79
21	61,01	181,66
22	37,20	154,26
23	14,88	129,64
24	0,00	108,29

TABELA 7 20
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2.00
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 575,72 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,57 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,06
1	33,42	4,22
2	68,94	10,38
3	133,70	20,50
4	206,81	40,49
5	300,82	76,54
6	417,80	131,17
7	509,72	200,29
8	605,81	276,85
9	668,48	355,95
10	731,15	431,57
11	737,42	497,21
12	735,33	544,76
13	685,19	571,97
14	626,70	575,72
15	528,52	556,97
16	432,42	522,10
17	342,60	478,08
18	261,13	421,63
19	192,19	377,13
20	133,70	326,60
21	85,65	281,47
22	52,23	239,02
23	20,89	200,88
24	0,00	167,78

TABELA 7 21
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
VAZÃO AFLUENTE 525,26 m3/s
VAZÃO EFLUENTE 322,68 m3/s
PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,02 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE (m3/s)
0	0,00	0,59
1	23,81	2,37
2	49,10	5,82
3	95,23	11,49
4	147,31	22,70
5	214,27	42,90
6	297,60	73,52
7	363,07	112,26
8	431,52	155,17
9	476,16	199,50
10	520,80	241,89
11	525,26	278,68
12	523,78	305,33
13	488,06	320,58
14	446,40	322,68
15	376,46	312,17
16	308,02	292,63
17	244,03	267,96
18	186,00	236,32
19	136,90	211,38
20	95,23	183,06
21	61,01	157,76
22	37,20	133,97
23	14,88	112,59
24	0 00	94,04

TABELA 7 22
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 1,40
 VAZÃO AFLUENTE. 737,42 m3/s
 VAZÃO EFLUENTE 521,64 m3/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA. 2,79 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE (m3/s)
0	0,00	0,96
1	33,42	3,83
2	68,94	9,41
3	133,70	18,57
4	206,81	36,69
5	300,82	69,35
6	417,80	118,85
7	509,72	181,47
8	605,81	250,84
9	668,48	322,51
10	731,15	391,03
11	737,42	450,51
12	735,33	493,59
13	685,19	518,24
14	626,70	521,64
15	528,52	504,65
16	432,42	473,05
17	342,60	433,17
18	261,13	382,03
19	192,19	341,71
20	133,70	295,92
21	85,65	255,03
22	52,23	216,57
23	20,89	182,01
24	0 00	152,02

TABELA 7 23
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 402,08 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 1,85 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,74
1	23,81	2,95
2	49,10	7,25
3	95,23	14,32
4	147,31	28,28
5	214,27	53,46
6	297,60	91,61
7	363,07	139,88
8	431,52	193,35
9	476,16	248,59
10	520,80	301,41
11	525,26	347,25
12	523,78	380,46
13	488,06	399,46
14	446,40	402,08
15	376,46	388,98
16	308,02	364,63
17	244,03	333,89
18	186,00	294,47
19	136,90	263,39
20	95,23	228,10
21	61,01	196,58
22	37,20	166,93
23	14,88	140,29
24	0 00	117,18

TABELA 7 24
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 265,00
 LARGURA DO SANGRADOURO. 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2.00
 VAZÃO ALFUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 606,60 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10.000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,43 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,12
1	33,42	4,45
2	68,94	10,94
3	133,70	21,60
4	206,81	42,66
5	300,82	80,65
6	417,80	138,21
7	509,72	211,03
8	605,81	291,70
9	668,48	375,04
10	731,15	454,72
11	737,42	523,88
12	735,33	573,98
13	685,19	602,65
14	626,70	606,60
15	528,52	586,84
16	432,42	550,10
17	342,60	503,72
18	261,13	444,25
19	192,19	397,36
20	133,70	344,12
21	85,65	296,57
22	52,23	251,84
23	20,89	211,65
24	0,00	176,78

TABELA 7 25
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 354,73 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,86 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,61
1	23,81	2,44
2	49,10	5,99
3	95,23	11,86
4	147,31	22,04
5	214,27	43,24
6	297,60	73,84
7	363,07	113,40
8	431,52	159,41
9	476,16	207,40
10	520,80	255,42
11	525,26	297,22
12	523,78	329,08
13	488,06	348,66
14	446,40	354,73
15	376,46	346,73
16	308,02	328,87
17	244,03	304,11
18	186,00	274,73
19	136,90	245,01
20	95,23	214,70
21	61,01	186,84
22	37,20	160,81
23	14,88	137,01
24	0 00	116,70

TABELA 7 26
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 551,32 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,49 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,94
1	33,42	3,79
2	68,94	9,31
3	133,70	18,43
4	206,81	34,26
5	300,82	67,20
6	417,80	114,77
7	509,72	176,25
8	605,81	247,76
9	668,48	322,35
10	731,15	396,98
11	737,42	461,94
12	735,33	511,45
13	685,19	541,89
14	626,70	551,32
15	528,52	538,89
16	432,42	511,12
17	342,60	472,65
18	261,13	426,98
19	192,19	380,80
20	133,70	333,68
21	85,65	290,38
22	52,23	249,93
23	20,89	212,93
24	0 00	181,37

TABELA 7 27
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO ALFUENTE 525,26 m3/s
 VAZÃO EFLUENTE. 385,32 m3/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,80 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE (m3/s)
0	0,00	0,66
1	23,81	2,65
2	49,10	6,51
3	95,23	12,88
4	147,31	23,94
5	214,27	46,97
6	297,60	80,21
7	363,07	123,18
8	431,52	173,16
9	476,16	225,29
10	520,80	277,45
11	525,26	322,85
12	523,78	357,46
13	488,06	378,73
14	446,40	385,32
15	376,46	376,63
16	308,02	357,23
17	244,03	330,34
18	186,00	298,42
19	136,90	266,14
20	95,23	233,21
21	61,01	202,95
22	37,20	174,68
23	14,88	148,82
24	0 00	126,76

TABELA 7 28
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO ALFUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 584,85 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,37 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,00
1	33,42	4,02
2	68,94	9,88
3	133,70	19,55
4	206,81	36,34
5	300,82	71,29
6	417,80	121,75
7	509,72	186,97
8	605,81	262,83
9	668,48	341,95
10	731,15	421,12
11	737,42	490,03
12	735,33	542,56
13	685,19	574,85
14	626,70	584,85
15	528,52	571,66
16	432,42	542,21
17	342,60	501,40
18	261,13	452,95
19	192,19	403,96
20	133,70	353,97
21	85,65	308,04
22	52,23	265,13
23	20,89	225,88
24	0 00	192,40

TABELA 7 29
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 90,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA $C_d = 2,00$
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 398,87 m³/s
 PERIODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,70 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,74
1	23,81	2,96
2	49,10	7,27
3	95,23	14,37
4	147,31	26,48
5	214,27	51,94
6	297,60	88,09
7	363,07	134,33
8	431,52	187,69
9	476,16	243,00
10	520,80	296,77
11	525,26	341,99
12	523,78	376,45
13	488,06	395,53
14	446,40	398,87
15	376,46	386,97
16	308,02	363,65
17	244,03	332,41
18	186,00	298,96
19	136,90	263,30
20	95,23	229,32
21	61,01	197,25
22	37,20	167,72
23	14,88	141,23
24	0 00	117,88

TABELA 7 4
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 262,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE. 640,10 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,75 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,33
1	33,42	5,33
2	68,94	13,02
3	133,70	25,64
4	206,81	55,28
5	300,82	102,93
6	417,80	171,34
7	509,72	254,93
8	605,81	342,85
9	668,48	432,55
10	731,15	515,70
11	734,42	581,04
12	735,33	623,69
13	685,19	640,10
14	626,70	630,54
15	528,52	596,68
16	432,42	546,12
17	342,60	488,77
18	261,13	426,66
19	192,19	367,60
20	133,70	310,91
21	85,65	260,56
22	52,23	214,72
23	20,89	173,84
24	0,00	140,88

TABELA 7 30
 PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 90,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 612,67 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10.000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,26 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,09
1	33,42	4,38
2	68,94	10,75
3	133,70	21,23
4	206,81	46,62
5	300,82	87,93
6	417,80	148,15
7	509,72	223,11
8	605,81	306,40
9	668,48	393,59
10	731,15	475,62
11	737,42	542,87
12	735,33	589,64
13	685,19	612,67
14	626,70	611,63
15	528,52	587,48
16	432,42	546,50
17	342,60	495,07
18	261,13	437,69
19	192,19	381,74
20	133,70	327,40
21	85,65	277,72
22	52,23	234,02
23	20,89	194,33
24	0 00	161,86

TABELA 7 31
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 100,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO ALFUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 410,02 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,61 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,82
1	23,81	3,28
2	49,10	8,03
3	95,23	15,83
4	147,31	28,92
5	214,27	56,74
6	297,60	95,58
7	363,07	144,74
8	431,52	201,06
9	476,16	259,30
10	520,80	313,91
11	525,26	359,04
12	523,78	392,30
13	488,06	409,60
14	446,40	410,02
15	376,46	394,37
16	308,02	367,08
17	244,03	334,49
18	186,00	297,41
19	136,90	260,36
20	95,23	224,67
21	61,01	190,98
22	37,20	160,97
23	14,88	133,03
24	0 00	111,84

TABELA 7 32
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 100,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 645,87 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,18 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,15
1	33,42	4,62
2	68,94	11,33
3	133,70	22,38
4	206,81	49,15
5	300,82	92,70
6	417,80	156,18
7	509,72	235,20
8	605,81	323,00
9	668,48	414,92
10	731,15	501,40
11	737,42	572,29
12	735,33	621,59
13	685,19	645,87
14	526,70	644,78
15	528,52	619,32
16	432,42	576,12
17	342,60	521,90
18	261,13	461,41
19	192,19	402,43
20	133,70	345,14
21	85,65	292,77
22	52,23	246,70
23	20,89	204,86
24	0 00	170,63

TABELA 7 33
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 110,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO ALFUENTE 525,26 m3/s
 VAZÃO EFLUENTE. 420,87 m3/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,54 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE (m3/s)
0	0,00	0,90
1	23,81	3,59
2	49,10	8,77
3	95,23	17,27
4	147,31	31,27
5	214,27	61,37
6	297,60	102,70
7	363,07	154,47
8	431,52	213,86
9	476,16	274,11
10	520,80	329,05
11	525,26	374,64
12	523,78	405,34
13	488,06	420,87
14	446,40	418,50
15	376,46	399,70
16	308,02	370,86
17	244,03	334,51
18	186,00	295,28
19	136,90	257,06
20	95,23	218,97
21	61,01	185,27
22	37,20	153,68
23	14,88	127,27
24	0,00	105,61

TABELA 7 33
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
LARGURA DO SANGRADOURO 110,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 420,87 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 1,54 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,90
1	23,81	3,59
2	49,10	8,77
3	95,23	17,27
4	147,31	31,27
5	214,27	61,37
6	297,60	102,70
7	363,07	154,47
8	431,52	213,86
9	476,16	274,11
10	520,80	329,05
11	525,26	374,64
12	523,78	405,34
13	488,06	420,87
14	446,40	418,50
15	376,46	399,70
16	308,02	370,86
17	244,03	334,51
18	186,00	295,28
19	136,90	257,06
20	95,23	218,97
21	61,01	185,27
22	37,20	153,68
23	14,88	127,27
24	0 00	105,61

TABELA 7 34
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
LARGURA DO SANGRADOURO 110,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 661,70 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 2,08 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,18
1	33,42	4,73
2	68,94	11,61
3	133,70	22,93
4	206,81	50,35
5	300,82	94,97
6	417,80	160,01
7	509,72	240,96
8	605,81	330,92
9	668,48	425,09
10	731,15	513,69
11	737,42	586,32
12	735,33	636,82
13	685,19	661,70
14	626,70	660,58
15	528,52	634,50
16	432,42	590,24
17	342,60	534,69
18	261,13	472,72
19	192,19	412,29
20	133,70	353,60
21	85,65	299,95
22	52,23	252,75
23	20,89	209,88
24	0 00	174,81

TABELA 7 35
 PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 120,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 431,39 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,48 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,92
1	23,81	3,68
2	49,10	8,99
3	95,23	17,70
4	147,31	32,05
5	214,27	62,90
6	297,60	105,27
7	363,07	158,33
8	431,52	219,21
9	476,16	280,96
10	520,80	337,27
11	525,26	384,00
12	523,78	415,47
13	488,06	431,39
14	446,40	428,96
15	376,46	409,69
16	308,02	380,13
17	244,03	342,87
18	186,00	302,66
19	136,90	263,49
20	95,23	224,44
21	61,01	189,90
22	37,20	157,52
23	14,88	130,45
24	0 00	108,25

TABELA 7 36
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 267,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 120,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 669,41 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,98 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	1,19
1	33,42	4,79
2	68,94	11,75
3	133,70	23,20
4	206,81	50,94
5	300,82	96,08
6	417,80	161,87
7	509,72	243,77
8	605,81	334,78
9	668,48	430,04
10	731,15	519,68
11	737,42	593,15
12	735,33	644,24
13	685,19	669,41
14	626,70	668,28
15	528,52	641,89
16	432,42	597,12
17	342,60	540,92
18	261,13	478,23
19	192,19	417,09
20	133,70	357,72
21	85,65	303,44
22	52,23	255,69
23	20,89	212,33
24	0 00	176,85

TABELA 7 37
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 269,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 525,26 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 335,48 m³/s
 PERIODO DE RETORNO 1 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 1,79 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,56
1	23,81	2,23
2	49,10	5,48
3	95,23	10,84
4	147,31	19,07
5	214,27	20,42
6	297,60	67,91
7	363,07	103,60
8	431,52	146,10
9	476,16	190,89
10	520,80	235,20
11	525,26	274,40
12	523,78	306,60
13	488,06	327,18
14	446,40	335,48
15	376,46	331,54
16	308,02	317,86
17	244,03	296,95
18	186,00	271,24
19	136,90	244,77
20	95,23	217,16
21	61,01	190,99
22	37,20	166,75
23	14,88	143,68
24	0 00	124,03

TABELA 7 38
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 269,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 70,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 521,13 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,40 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,87
1	33,42	3,46
2	68,94	8,50
3	133,70	16,84
4	206,81	29,63
5	300,82	31,73
6	417,80	105,49
7	509,72	160,93
8	605,81	226,95
9	668,48	296,53
10	731,15	365,36
11	737,42	426,25
12	735,33	476,26
13	685,19	508,25
14	626,70	521,13
15	528,52	515,00
16	432,42	493,76
17	342,60	461,28
18	261,13	421,34
19	192,19	380,22
20	133,70	337,33
21	85,65	296,68
22	52,23	259,02
23	20,89	223,20
24	0 00	192,65

TABELA 7 39
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 269,00
LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
VAZÃO AFLUENTE. 525,26 m³/s
VAZÃO EFLUENTE 367,60 m³/s
PERÍODO DE RETORNO 1.000 ANOS
LÂMINA DE SANGRIA 1,74 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,61
1	23,81	2,44
2	49,10	6,00
3	95,23	11,88
4	147,31	20,90
5	214,27	22,38
6	297,60	74,41
7	363,07	113,52
8	431,52	160,09
9	476,16	209,17
10	520,80	257,72
11	525,26	300,67
12	523,78	335,95
13	488,06	358,51
14	446,40	367,60
15	376,46	363,28
16	308,02	348,29
17	244,03	325,38
18	186,00	297,21
19	136,90	268,20
20	95,23	237,95
21	61,01	209,28
22	37,20	182,71
23	14,88	157,44
24	0 00	135,90

TABELA 7 40
PROPAGAÇÃO DE ENCHENTES

COTA DO SANGRADOURO 269,00
 LARGURA DO SANGRADOURO 80,00m
 COEFICIENTE DE DESCARGA Cd = 2,00
 VAZÃO AFLUENTE 737,42 m³/s
 VAZÃO EFLUENTE 558,96 m³/s
 PERÍODO DE RETORNO 10 000 ANOS
 LÂMINA DE SANGRIA 2,30 m

TEMPO (horas)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s)	VAZÃO EFLUENTE (m ³ /s)
0	0,00	0,93
1	33,42	3,71
2	68,94	9,12
3	133,70	18,06
4	206,81	31,78
5	300,82	34,03
6	417,80	113,15
7	509,72	172,61
8	605,81	243,43
9	668,48	318,06
10	731,15	391,88
11	737,42	457,19
12	735,33	510,83
13	685,19	545,14
14	626,70	558,96
15	528,52	552,39
16	432,42	529,60
17	342,60	494,76
18	261,13	451,93
19	192,19	407,82
20	133,70	361,82
21	85,65	318,22
22	52,23	277,82
23	20,89	239,40
24	0 00	206,64

TABELA 7 41

ALTERNATIVAS DE SANGRA DOURO

LÂMINAS DE SANGRIA - DIVERSAS COTAS, LARGURAS, TIPOS, E PERÍODOS DE RETORNO

COTA DA SOLEIRA	LARGURA DO VERTEDOIRO L (m)	COEF. DE DESCARGA Cd	VAZÃO AFLUENTE Qa (m3/s)	VAZÃO EFLUENTE Qe (m3/s)	PERÍODO DE RETORNO TR (anos)	LAMINA DE SANGRIA Hs (m)	AMORTECIMENTO (%)
262	70	1,40	525,26	361,95	1 000	2,39	31,09
			737,42	578,68	10 000	3,27	21,53
		2,00	525,26	414,93	1 000	2,06	21,00
			737,42	640,10	10 000	2,75	13,20
	80	1,40	525,26	382,62	1 000	2,27	27,16
			737,42	599,01	10 000	3,06	18,77
		2,00	525,26	436,09	1 000	1,95	16,98
			737,42	661,76	10 000	2,58	10,26
264	70	1,40	525,26	313,36	1 000	2,17	40,34
			737,42	520,95	10 000	3,05	29,36
		2,00	525,26	384,99	1 000	1,96	26,70
			737,42	599,75	10 000	2,64	18,67
	80	1,40	525,26	342,19	1 000	2,11	34,85
			737,42	522,01	10 000	2,79	29,21
		2,00	525,26	412,59	1 000	1,88	21,45
			737,42	625,70	10 000	2,48	15,15
265	70	1,40	525,26	294,78	1 000	2,08	43,88
			737,42	488,41	10 000	2,92	33,77
		2,00	525,26	371,56	1 000	1,92	29,26
			737,42	575,72	10 000	2,57	21,93
	80	1,40	525,26	322,68	1 000	2,02	38,57
			737,42	521,64	10 000	2,79	29,26
		2,00	525,26	402,08	1 000	1,85	23,45
			737,42	606,60	10 000	2,43	17,74
267	70	2,00	525,26	354,73	1 000	1,86	32,47
			737,42	551,32	10 000	2,49	25,24
	80	2,00	525,26	385,32	1 000	1,80	26,64
			737,42	584,85	10 000	2,37	20,69
	90	2,00	525,26	398,87	1 000	1,70	24,06
			737,42	612,67	10 000	2,26	16,92
	100	2,00	525,26	410,02	1 000	1,61	21,94
			737,42	645,87	10 000	2,18	12,41
	110	2,00	525,26	420,87	1 000	1,54	19,87
			737,42	661,70	10 000	2,08	10,27
120	2,00	525,26	431,39	1 000	1,48	17,87	
		737,42	669,41	10 000	1,98	09,22	
269	70	2,00	525,26	335,48	1 000	1,79	36,13
			737,42	521,13	10 000	2,40	29,33
	80	2,00	525,26	367,60	1 000	1,74	30,02
			737,42	558,96	10 000	2,30	24,20

8. ESTUDOS ADICIONAIS

8.1 Histórico

Nos idos do ano de 1988, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) contratou com a empresa AGUASOLOS - Consultora de Engenharia Ltda. a elaboração do Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Cariús, visando a implementação de uma política de desenvolvimento específica naquele vale, face às suas extremas necessidades de água e a conseqüente fragilidade do aproveitamento agrícola

Os estudos então desenvolvidos destacaram como as principais fontes hídricas do vale, os rios Cariús e Bastiões, cada qual com cerca de 105 quilômetros de extensão, cujos cursos são de importâncias equivalentes, e também pela sua potencialidade de armazenamento de água nos boqueirões que foram ali localizados e devidamente estudados

Assim sendo, foram selecionados os seguintes locais de barramentos, num total de oito 08 (oito) sítios, distribuídos conforme se verifica no Mapa 4.1 (Localização dos boqueirões barráveis) e na fig. 4.2 (Disponibilidade x Demanda), destacados do mencionado Plano e aqui anexados, dos quais 04 (quatro) denominados SÃO MIGUEL, BASTIÕES, FELIPE E URUCÚ, estão no rio Bastiões e o restante, FARIAS BRITO, CARIÚS, FORTUNA E MUQUÉM, no rio Cariús

Observa-se que o açude "Tatajuba", já construído, era a única obra expressiva da região, com um volume armazenado de somente 4 000 000 m³

8.2 Barragem "Poço dos Paus"

Os estudos demonstraram também que era inviável a continuidade do projeto do açude público "Poço dos Paus", localizado próximo à cidade de Cariús, a montante, e que represaria o próprio rio Cariús, juntamente com o Bastiões, por apresentar sérios problemas de fundação e, sobretudo, pelo inconveniente de inundar uma vasta área de solos férteis plenamente agricultados e densamente povoados, além das implicações jurídicas com a onerosa desapropriação e conseqüente remanejamento da população atingida

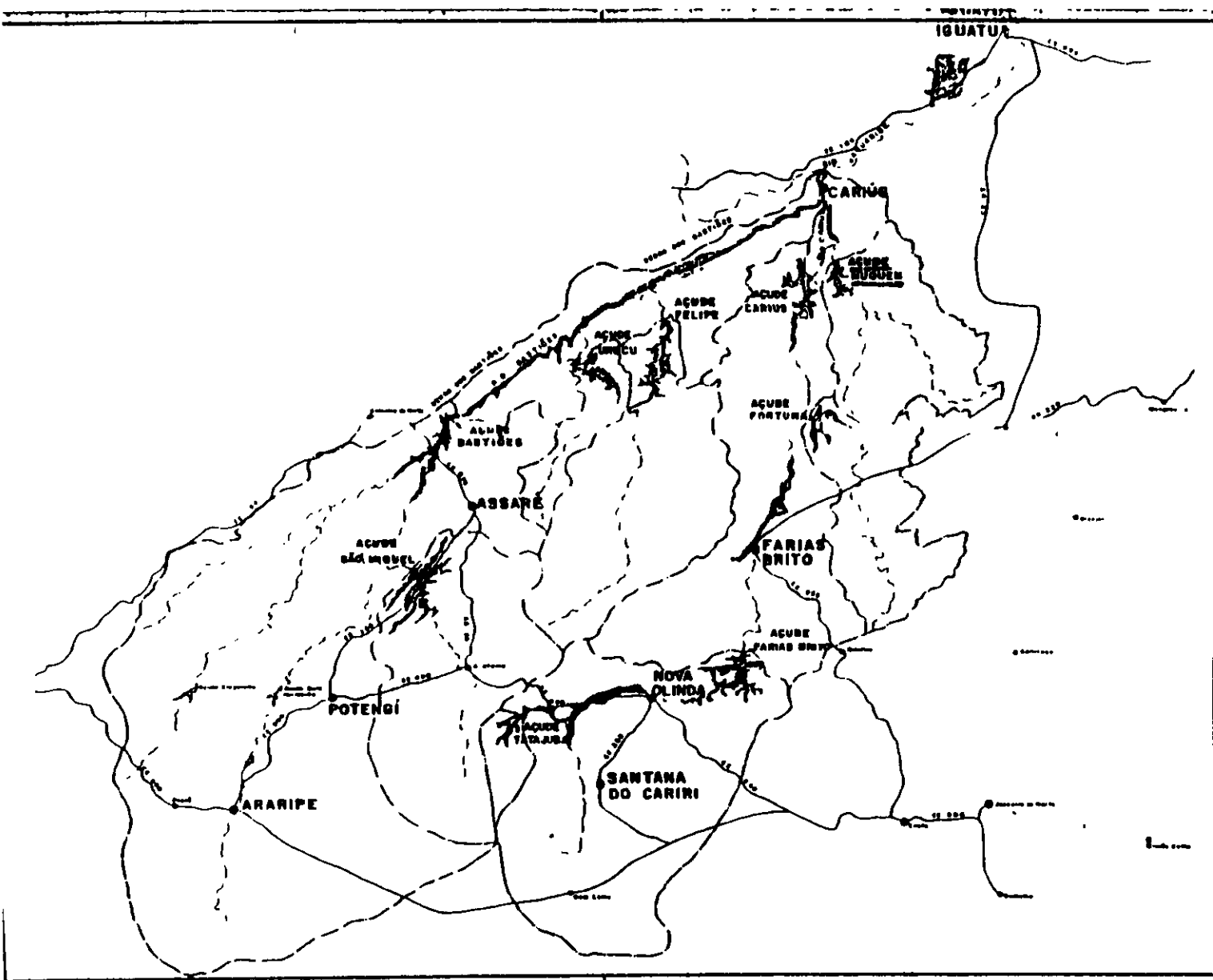
Optou-se, pois, por um sistema de barramentos estrategicamente distribuídos ao longo do vale, então denominado de "Sistema Cariús", com um total de 08 (oito) açudes, inclusive o próprio MUQUÉM, como já foi relatado inicialmente

8.3 Influência do açude MUQUÉM nas disponibilidades Hídricas do açude OROS

O "Sistema Cariús", assim denominado pelo então Plano de Aproveitamento Hidroagrícola, exibe um volume aflúente anual (u), igual a 275 400 000 m³. Como o açude "Muquém" dispõe somente de uma parcela desse volume, isto é u=40 520 000 m³, isto significa que ele contribui com apenas 14,7% daquele volume

Na análise que foi desenvolvida no item 6.3 daquele citado Plano, cuja cópia segue no Capítulo 9 - ANEXOS, verifica-se que na tabela 6.3 (Vazão Regularizada pelo Orós com e sem a construção das barragens do Cariús em hm³ / ano), com uma garantia de 98%, a redução do volume regularizado (Vr) em relação ao açude ORÓS é de 17%. Observa-se, pois, que a influência do açude Muquém nesse contexto, isto é, o seu comprometimento em relação ao Orós é de 2,50% (0,08 x 17%) que chega a ser plenamente desprezível, sobretudo quando o próprio Plano conclui que “...., do ponto de vista sistêmico, o volume total regularizado pelo conjunto Orós-Cariús apresenta um incremento. Antes da construção do Cariús a vazão total regularizada, com 90% de garantia, é de 410 milhões de m³/ano, que passará a 467,1 milhões de m³/ano (349,2 do Orós + 117,9 do Cariús)”

Isto posto, conclui-se que é insignificante a influência comprometedora do açude MUQUÉM em relação à Vazão Regularizada do açude ORÓS

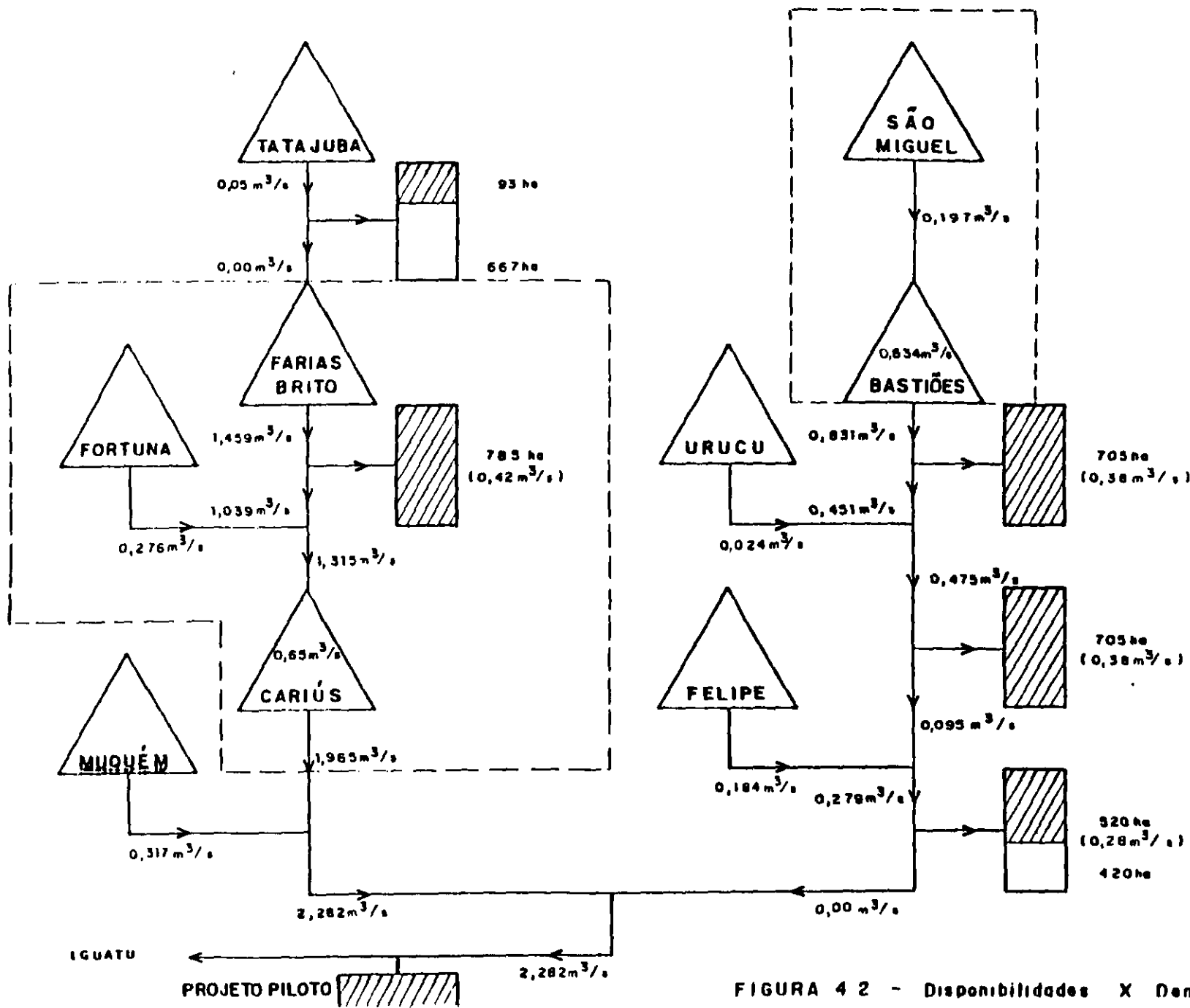


LEGENDA

- Limite do Bacia
- Limite dos Bacias Cariús e Babiões
- Limite das Bacias dos Açudes Propostos
- ◻ Açudes Existentes
- ✶ Açudes Propostos
- Canais Irrigação
- Cidades e Povoados
- Rio e Riacho
- Rodovias

PRONI		DNOC 2	
PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO		DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CENTRAIS	
Projeto	APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA BACIA DO RIO CARIÚS		Escala
Cidade	MAPA 4 I - Localização dos Biquilhões Barráveis		Projeto
Estado	SANTANA DO CARIRI		Admissão
Estado	1:400.000		Outros
Projeto	CONSORCIO CONSULTORIA DE ENGENHARIA LTDA		

00121



LEGENDA





-  RESERVATÓRIOS CUJODIMENSÃO HIDROLÓGICO É RECOMENDADO QU, FEITO EM CONJUNTO
-  SOLO IRRIGÁVEL - EXISTE DISPO DADE DE ÁGUA
-  SOLO IRRIGÁVEL - NÃO EXISTE D, NIBILIDADE DE ÁGUA
-  RESERVATÓRIO

FIGURA 42 - Disponibilidades X Demanda

000122

9. ANEXOS

CAPÍTULO VI - ESTUDOS ADICIONAIS

6.1. A visão sistêmica dos barramentos

Por se tratar de um sistema de reservatórios é conveniente que se façam algumas observações. A maneira mais econômica de se tirar o máximo proveito de um conjunto de reservatórios, é o seu tratamento como um sistema. Nesse caso é possível se otimizar uma das duas funções abaixo:

a) Que reservatórios devem ser construídos e com que capacidade para fornecer, com o mínimo custo, uma determinada vazão regularizada.

b) Para um dado custo, ou recursos financeiros disponíveis, que reservatórios e com que capacidade devem ser construídos para fornecer a máxima vazão regularizada.

É evidente que essa economia de recursos financeiros ou maximização de recursos hídricos só é possível estudando os reservatórios como um sistema e, ainda, se valendo de métodos de pesquisa operacional.

Vamos justificar essa afirmativa com alguns exemplos:

. Os açudes São Miguel e Bastiões estão em série. Entre o São Miguel, situado a montante, e o Bastiões não existem solos irrigáveis. Dessa maneira é possível, a título de exemplo, acumular $137,2 \text{ Mm}^3$ no Bastiões e $36,8 \text{ Mm}^3$ em São Miguel, ou alternativamente $174,0 \text{ Mm}^3$ no Bastiões, ou ainda qualquer combinação intermediária das capacidades destes açudes. A questão é: que combinação de tamanho é a mais econômica?

. No caso dos açudes Farias Brito, Cariús e Fortuna, a situação, exceto por um condicionante, é semelhante. O condicionante é que ao açude Farias Brito deve ser dado um tamanho mínimo de modo a atender a demanda hídrica na área de 785 ha a jusante. Como no caso anterior, a questão é: qual combinação de tamanho desses três açudes é a mais econômica?

Como conclusão, sugerimos que o DNOCS, optando pelo modelo de desenvolvimento do vale do Cariús ora preconizado, ao contratar a viabilidade dos barramentos, o faça com a visão de sistema.

Isto é, sugerimos que a contratação seja feita em um único bloco, ou se houver problema de recursos, dividindo em subsistema como os dois mostrados no exemplo anterior.

6.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO DO POÇO DOS PAUS

O presente documento analisa duas alternativas de regularização das águas do vale do Cariús. A primeira consiste em construir um único e grande barramento em Poço dos Paus. A segunda consiste em uma série de pequenos e médios barramentos distribuídos ao longo do vale - a esse conjunto chamaremos barragens do Cariús.

Deve-se, contudo, ter em mente que essas hipóteses não são mutuamente exclusivas e, que é possível também se pensar em construir o Poço dos Paus e algumas das barragens do Cariús. A hipótese adotada tem por objetivo simplificar o raciocínio e permitir uma análise lógica da situação.

A comparação entre as duas hipóteses de regularização re-
tromencionadas é feita sobre dois pontos de vista: O estratégico, ou seja, a análise da distribuição espacial das águas e outros condicionamentos sócio-políticos e o da eficiência hídrica, ou seja, a análise da hipótese que regulariza um maior percentual do volume acumulado.

I - AVALIAÇÃO DO PONTO DE VISTA ESTRATÉGICO

Do ponto de vista estratégico, a construção do Poço dos Paus, situado nas proximidades da confluência do rio Cariús com o Rio Jaguaribe, apresenta como grande desvantagem a inundação de solos aluviais férteis que compõem parte de sua bacia hidráulica. Além do mais, as áreas ribeirinhas do trecho alagado são bastante povoadas.

Esses fatos tornam a opção Poço dos Paus pouco atraente ou mesmo indesejável, à parte os habitantes da área.

Por outro lado, a construção das barragens do Cariús tem como vantagem a possibilidade de aproveitamento hidroagrícola das manchas aluvionais de Farias Brito e Bastiões. Aliás, na ótica de distribuição espacial dos recursos hídricos, na maioria dos casos, a construção de pequenos e médios barramentos é vantajosa em relação à construção de grandes barramentos.

Em conclusão, do ponto de vista estratégico, ou mesmo social, a alternativa Poço dos Paus apresenta sérias restrições que podem mesmo inviabilizá-lo politicamente.

II - AVALIAÇÃO DO PONTO DE VISTA DA EFICIÊNCIA HÍDRICA

De uma maneira geral, a eficiência de uma barragem, no que diz respeito à evaporação, é diretamente relacionada ao fator adimensional de evaporação f_E , definindo como segue:

$$f_E = \frac{3 \alpha^{1/3} Ev}{u^{1/3}} \quad [6.1]$$

onde:

α = fator de forma da bacia hidráulica do reservatório, obtido por regressão através de equação (tabela cota-volume).

u = volume afluente anual médio ao reservatório.

Ev = evaporação anual do espelho d'água.

Deve ser observado na equação [6.1] que o volume médio afluente anual está no denominador e isto faz com que, usualmente, os açudes construídos em rios mais caudalosos sejam mais eficientes. Entretanto, essa tendência geral pode ser contrabalançada no caso de açudes com baixo fator de forma.

Vamos agora analisar o caso específico do Poço dos Paus, Barragens do Cariús. Para fazer uma comparação entre as duas situações é necessário ter uma base homogênea. Por esse motivo admitimos as seguintes hipóteses.

. A todas as barragens - sistema Cariús e Poço dos Paus foi atribuída a possibilidade de armazenar um volume igual a duas vezes o volume afluente médio anual;

. A vazão regularizada pelo sistema de barramentos foi tomada igual à soma das vazões regularizadas dos reservatórios individuais;

. A vazão regularizada foi calculada para uma frequência de falha de 90% e utilizando o método de Campos;

. Considerando que os dados de vazão afluyente ainda necessitam refinamentos, o parâmetro usado para a comparação entre as duas hipóteses foi o valor adimensional do volume anual regularizado f_M , definido como a relação entre a retirada anual (M) e o volume médio afluyente anual (u).

Os resultados dos estudos realizados, sob as hipóteses previamente definidas, estão apresentados no quadro 6.1, a seguir.

Quadro 6.1. Vazão regularizada pelo açude Poço dos Paus e Barragens do Cariús.

N O M E	u (m ³ x 10 ⁶)	M/u (%)	M (m ³ x 10 ⁶)
Sistema Cariús	275,4	42,8	117,95
Poço dos Paus	299,9	41,3	123,86

Pela análise dos dados pode ser observado que:

. O rendimento nas duas hipóteses - 42,8% para o Sistema de Barramentos e 41,3% para o Poço dos Paus - pode ser considerado equivalente do ponto de vista estatístico.

. A diferença em volume regularizado nos dois casos deve-se à diferença entre os volumes afluentes médios anuais. Entretanto, deve ser observado que a região é deficiente em dados fluviométricos e, portanto, esses números não devem ser tomados como definitivos.

. É esperado que mesmo após correções a serem introduzidos nos volumes afluentes, as duas hipóteses permaneçam equivalentes em termos de rendimento.

. O maior rendimento encontrado pela série de barramentos, contrariando uma tendência geral, é explicado pelo baixo valor de "a" do açude de Farias Brito. Esse açude tem fator de forma igual a 1296, enquanto que o "a" do Poço dos Paus é de 18.490. Esse fato torna o Farias Brito altamente atrativo do ponto de vista da eficiência hídrica.

III - SUBSÍDIOS A UMA DECISÃO PELO DNOCS

O vale do Cariús, com uma bacia hidrográfica de 6120 km², encontra-se, praticamente, desprovido de barragens de grande e médio porte, haja vista que o maior açude do Vale é o Tatajuba com uma capacidade de aproximadamente quatro milhões de metros cúbicos. Esse fato apresenta como lado negativo: a ausência de cursos d'água regularizados para a região; como lado positivo, a oportunidade, talvez única, de permitir para o vale a implantação dos barramentos com uma visão de sistema. Em outras palavras, é possível determinar para o vale do Cariús uma política ótima de dimensionamento e construção das barragens. Existem dois enfoques que podem ser seguidos em busca desse "ótimo":

a) Para um dado valor do investimento, determinar quais reservatórios devem ser construídos e com que capacidade de modo a propiciar a máxima vazão regularizada;

b) Para uma dada vazão regularizada e, evidentemente dentro de limites factíveis ao sistema, determinar quais reservatórios devem ser construídos e com que capacidade de modo a propiciar um mínimo de custo.

É evidente que um estudo refinado conduz a um barateamento substancial na fase de implantação das obras. Entretanto, esses estudos refinados são mais caros e só devem ser feitos em obras em que haja factibilidade política de sua implantação.

Como já foi anteriormente referido, o Poço dos Paus apresenta o inconveniente de inundar solos férteis e densamente povoados. Além do mais, foi detectado por técnicos da AGUASOLOS, que visitaram a área, uma oposição, por parte da população, à construção do açude. Então aparece nesse ponto a necessidade de uma decisão. Isto é, considerando o aspecto político retrocitado a questão é: diante dos entraves políticos, interessa ao DNOCS investir dinheiro em estudos refinados e, portanto caros, incluindo o Poço dos Paus? Atrelada a essa decisão existem uma série de outras relacionadas ao desenvolvimento hidroagrícola do Vale do Cariús. Por esse motivo a AGUASOLOS desenvolveu uma matriz de decisão, figura 6.1, no sentido de auxiliar o DNOCS a direcionar futuros estudos, de maneira a proporcionar uma melhor eficiência na aplicação de recursos financeiros.

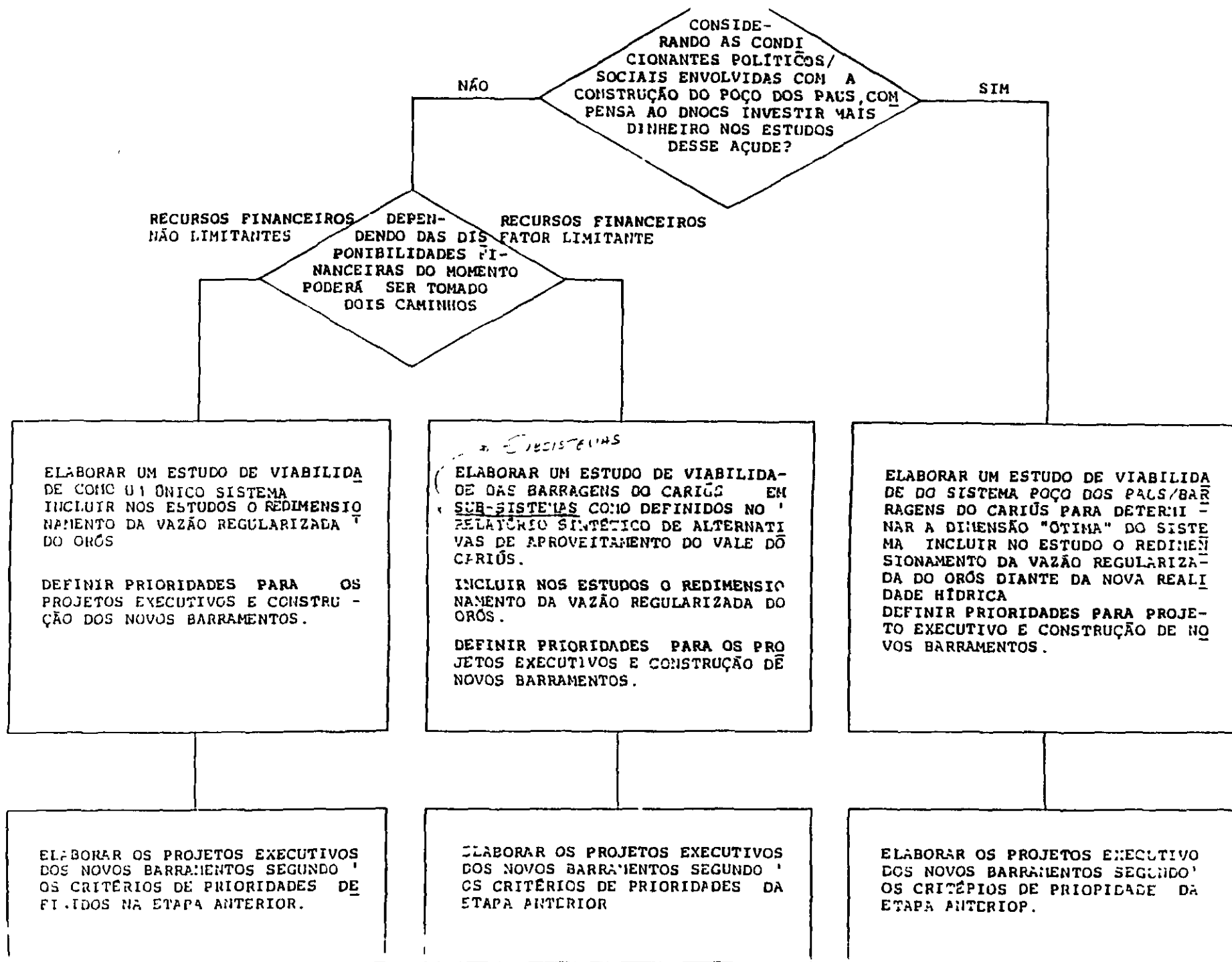


FIGURA 6.1 - Matriz de Decisão sobre a construção do Açude Poço dos Paus

00100

Como informação complementar é importante que se observe a seguinte: o açude Orós teve sua vazão regularizada dimensionada com vazões naturais que não incluíam o efeito de grandes barramentos de montante, como por exemplo o Trussu. Evidentemente a construção de um açude do porte do Trussu implica em um decréscimo na vazão regularizada pelo o Orós. Nos parece também evidente que o fato do Orós já ter sido construído não deve ser restritivo à construção de novos açudes a montante, pois isso seria, em termos práticos, a marginalização das populações a montante dos grandes açudes. O que de fato é importante, que, ao se tomar a decisão de construir um grande açude a montante de um outro grande açude, se solicite o estudo com a visão de sistema, isto é, o projetista deve reavaliar a vazão regularizada pelo açude jusante diante da nova realidade hídrica.

6.3. A Influência das Barragens do Cariús nas Disponibilidades Hídricas do Orós

A primeira avaliação da influência da construção das barragens do Cariús sobre as disponibilidades hídricas do açude Orós feita pelo GEVJ¹ em 1967. Nesse estudo o GEVJ adotou as seguintes hipóteses: os deflúvios afluentes ao Orós seriam reduzidos a uma razão de 4/5, considerando que o Cariús controla 20% da bacia contribuinte ao Orós; a barragem de Cariús (Poço dos Paus) permitia regularizar um deflúvio de 3m³/s, dos quais 1m³/s seria perdida nas redes de drenagem superficial e por subescoamento e iria lançar-se no Orós.

Com base nessas hipóteses, bastante simplificadoras, o GEVJ concluiu que "uma redução apreciável na Bacia Hidrográfica direta (1/5) acarreta diminuição, relativamente fraca, das descargas regularizadas máximas garantida", pelo Orós.

No presente estudo, a avaliação será feita usando o método de Campos, visto que a utilização do método de simulação iria complicar a elaboração dos cálculos sem que aumentasse propriamente a acurácia dos resultados.

(1) SUDENE - ASMIC, ESTUDO Geral de Base do Vale do Jaguaribe, "Política das Águas", 1967.

a) calcula-se a vazão regularizada pelo açude Orós com a contribuição total de sua bacia hidrográfica, isto é, supondo-se que as barragens do Cariús não existam:

b) em seguida, supõe-se que a barragem do Cariús é de tamanho infinito, isto é, o cálculo dos deflúvios é feito, como no caso do estudo do GEVJ, multiplicando os deflúvios do Orós por 4/5. Calcula-se então a vazão regularizada pelo Orós com essa nova série de deflúvios.

DADOS UTILIZADOS

- . Deflúvios - foi utilizada a série de 1921/22 a 1959/60 (Tabela 6.1)
- . Evaporação - foram utilizados os dados do Posto de Iguatu (anexo C)
- . Relação cota x volume - ver tabela 6.2

HIPÓTESE 1 - Vazão regularizada pelo Orós sem a existência das barragens do Cariús

Essa vazão foi calculada para as garantias anuais de 98%, 95% e 90%.

DADOS:

$u = 949 \times 10^6 \text{ m}^3$ - volume médio afluyente anual;

$Cv = 1,3$ - coeficiente de variação dos deflúvios anuais;

$\alpha = 28358$ - fator de forma obtido a partir da correlação $V = \alpha h^3$, onde V representa o volume acumulado a uma altura de água h ;

$K = 1940 \times 10^6 \text{ m}^3$ - capacidade de acumulação do Orós na cota 199,50;

$Ev = 1,148 \text{ m}$ - evaporação do espelho d'água durante a estação seca, tomada igual à 70% da soma das evaporações no tanque "A" no período de maio a dezembro.

Parâmetros de entrada do modelo:

f_E = fator adimensional de evaporação igual a;

$$f_E = \frac{3 \alpha^{1/3} Ev}{u^{1/3}} = \frac{3 \times 28.358^{1/3} \times 1,148}{(949 \times 10^6)^{1/3}} = 0,10$$

$$f_K = \frac{K}{u} = \frac{1940 \times 10^6 \text{ m}^3}{949 \times 10^6 \text{ m}^3} = 2,0$$

TABELA 6.1 - Deflúvios anuais do Rio Jaguaribe em Orós

HT.	Deflúvios anuais em milhões de m ³	Lâmina d'água escoada em m/m	Distribuição em % do deflúvio do período 1921 a 1960	Anos hidrológicos	Deflúvios anuais em milhões de m ³	Lâmina d'água escoada em m/m	Distribuição em % do deflúvio do período 1921 a 1960
	1.343,2	3,83	3,83	1941-42	10,6	0,4	0,03
	836,8	1,53	1,53	1942-43	385,0	15,0	1,10
	6.832,8	373,3	19,49	1943-44	201,6	8,0	0,57
	1.844,4	73,7	6,26	1944-45	938,0	37,5	2,68
	3.246,2	129,8	9,26	1945-46	379,8	15,1	1,08
	372,0	12,9	0,92	1946-47	1.702,4	68,0	4,86
	222,5	14,8	1,06	1947-48	709,9	28,3	2,02
	683,4	27,6	1,98	1948-49	297,9	11,9	0,85
	458,5	18,3	1,31	1949-50	1.509,4	60,3	4,31
	272,2	10,8	0,78	1950-51	172,2	13,4	0,99
	25,0	1,0	0,07	1951-52	336,6	13,4	0,96
	883,8	35,3	2,52	1952-53	161,3	6,4	0,46
	1.807,4	78,2	5,44	1953-54	96,4	3,8	0,27
	2.342,5	89,7	6,40	1954-55	673,4	26,9	1,92
	283,9	15,3	1,09	1955-56	1.392,2	55,8	3,97
	448,6	17,9	1,28	1956-57	1.324,2	52,9	3,78
	305,3	12,2	0,87	1957-58	12,3	0,4	0,03
	814,5	24,5	1,75	1958-59(+)	311,5	8,4	—
	1.313,8	62,5	3,75	1959-60(+)	1.843,8	73,7	—
	702,0	28,0	2,06				

Valores estimados a partir das medições da Estação de Iguatu.

Fonte : SUDENE - ASMIC, Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe, "Política das Águas, 1967

deflúvio médio = 948,9 Mm³

desvio padrão = 1211,6

coeficiente de variação = 1,3

TABELA 6.2 - Cota x Área x Volume - Açude Orós

Cotas do nível de água (em m)	Volume (m ³)	Área (m ²)
160	0	0
162	289.000	434.000
165	3.000.000	1.646.000
166	5.500.000	2.250.000
167	8.500.000	3.000.000
168	12.000.000	3.750.000
169	17.000.000	4.750.000
170	22.500.000	6.010.000
171	33.000.000	7.250.000
172	40.000.000	9.000.000
173	51.000.000	10.500.000
174	63.000.000	12.250.000
175	77.000.000	14.260.000
176	94.000.000	16.500.000
177	112.500.000	18.500.000
178	132.000.000	21.000.000
179	152.000.000	23.500.000
180	173.000.000	25.990.000
181	199.000.000	29.000.000
182	228.000.000	32.500.000
183	262.000.000	36.250.000
184	302.500.000	40.500.000
185	351.000.000	45.010.000
186	406.000.000	50.250.000
187	464.000.000	56.250.000
188	523.000.000	63.000.000
189	584.000.000	70.500.000
190	660.000.000	78.540.000
191	742.000.000	86,750.000
192	833.000.000	96.000.000
193	935.000.000	106.500.000
194	1.055.000.000	118.000.000
195	1.183.500.000	130.680.000
196	1.325.000.000	144.000.000
197	1.475.000.000	158.500.000
198	1.645.000.000	175.000.000
199	1.835.000.000	192.500.000
200	2.040.000.000	211.550.000
201	2.262.000.000	229.500.000
202	2.485.000.000	249.000.000
203	2.735.000.000	267.250.000
204	3.035.000.000	288.250.000
205	3.337.500.000	310.050.000
206	3.682.500.000	332.500.000
207	4.030.000.000	357.000.000

Fonte: SUDENE-ASMIC, Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe

"Política das Águas, 1967"

0,0134

Utilizando-se o gráfico (figura 6.2) para $C_v = 1,3$ e $f_E = 0,10$ e a curva $f_k = 2,0$, obteve-se os seguintes valores:

$$M_{90\%} = 0,432 \times 949 \times 10^6 m^3 = 410,0 \times 10^6 m^3,$$

$$M_{95\%} = 0,362 \times 949 \times 10^6 m^3 = 343,5 \times 10^6 m^3,$$

$$M_{98\%} = 0,305 \times 949 \times 10^6 m^3 = 289,4 \times 10^6 m^3 \text{ onde,}$$

$M_{90\%}$ = retirada anual com 90% de garantia, ou 10% de probabilidade de falha.

HIPÓTESE 2 - Vazão regularizada pelo Orós sem considerar a bacia hidrográfica que alimenta as barragens do Cariús.

DADOS:

$$u = 4/5 \times 949 \times 10^6 m^3 = 759,2 \times 10^6 m^3/\text{ano};$$

$$C_v = 1,3;$$

$$k = 1940 \times 10^6 m^3;$$

$$E_v = 1,148m;$$

Parâmetros de entrada do modelo:

$$f_E = \frac{3 \times 28358^{1/3} \times 1,148}{(759,2 \times 10^6)^{1/3}} = 0,12 ;$$

$$f_K = \frac{1940,0 \times 10^6 m^3}{759,2 \times 10^6 m^3} = 2,6$$

Obs: Nesse caso é necessária a interpolação entre os gráficos $f_E = 0,10 - C_v = 1,3$ e $f_E = 0,15 - C_v = 1,3$. O valor de M é obtido através da relação:

$$M_{90\%} = M''_{90\%} + (M'_{90\%} - M''_{90\%}) \times \frac{f_E'' - f_E}{f_E'' - f_E'}$$

O supercrito (') e (") referem-se aos valores obtidos com $f_E = 0,10$ e $0,15$, respectivamente.

- Cálculo para $f_E = 0,10 - C_v = 1,3; f_K = 2,5$

$$M'_{90\%} = 0,480 \times 759,2 \times 10^6 m^3 = 364,4 \times 10^6 m^3;$$

$$M'_{95\%} = 0,405 \times 759,2 \times 10^6 m^3 = 307,5 \times 10^6 m^3;$$

$$M'_{98\%} = 0,335 \times 759,2 \times 10^6 m^3 = 254,3 \times 10^6 m^3.$$

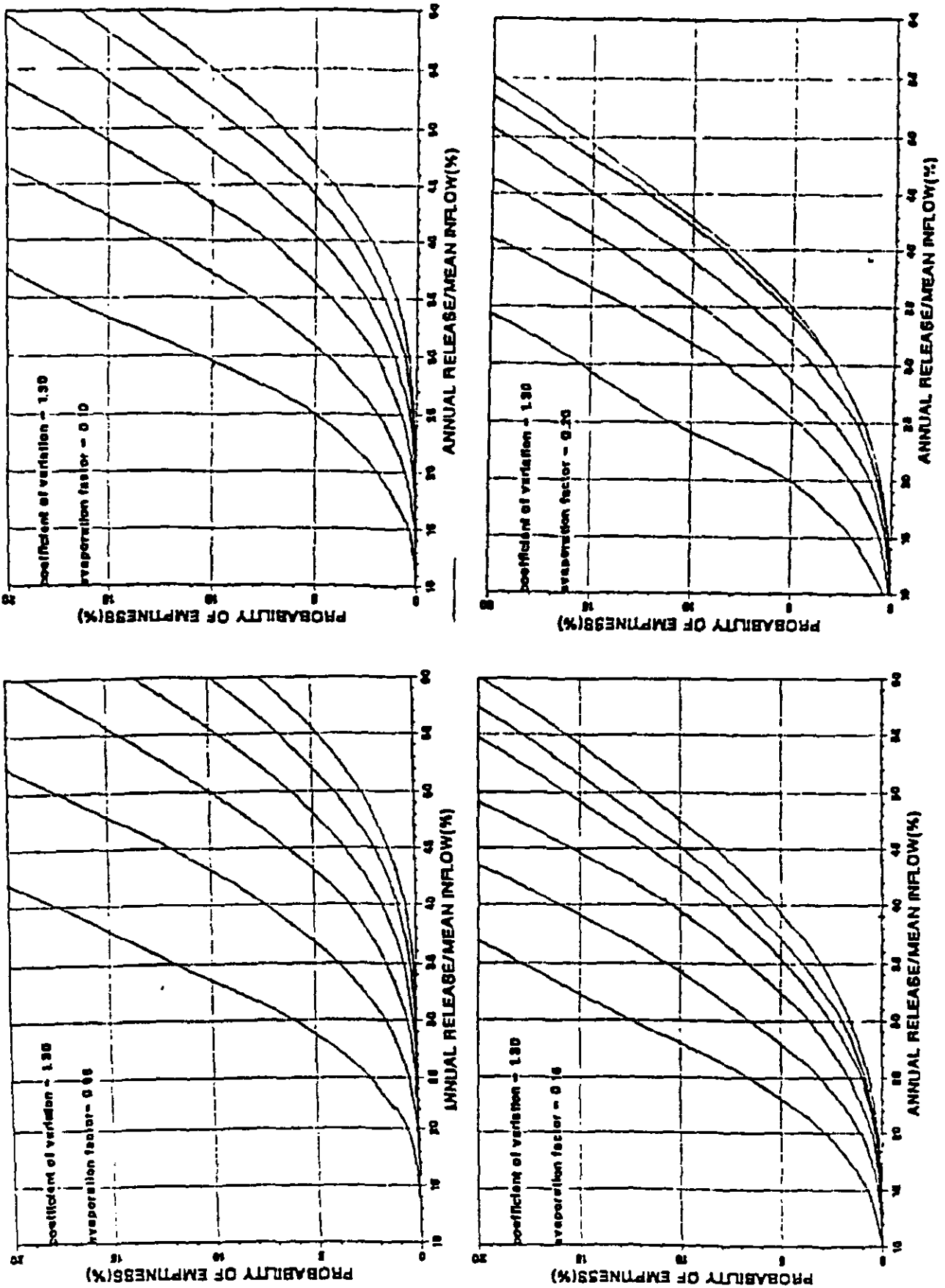


FIGURA 6.2 - Método de Campos
 (Coeficiente de variação = 1,3 e fator de evaporação de 0,05 a 0,20)

050156

- Cálculo para $f_E = 0,15$ - $C_v = 1,3$; $f_K = 2,5$

$$M''_{90\%} = 0,43 \times 759,2 \times 10^6 \text{ m}^3 = 326,5 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

$$M''_{95\%} = 0,355 \times 759,2 \times 10^6 \text{ m}^3 = 269,5 \times 10^6 \text{ m}^3;$$

$$M''_{98\%} = 0,290 \times 759,2 \times 10^6 \text{ m}^3 = 220,2 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

- Interpolando-se para $f_E = 0,12$

$$M_{90\%} = 326,5 \times 10^6 + (364,4 \times 10^6 - 326,5 \times 10^6) \times \frac{0,15 - 0,12}{0,15 - 0,12}$$

$$M_{90\%} = 349,2 \times 10^6 \text{ m}^3, \text{ igualmente}$$

$$M_{95\%} = 292,3 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$M_{98\%} = 240,7 \times 10^6 \text{ m}^3$$

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando-se os resultados da tabela 6.3 pode-se concluir que a vazão regularizada pelo Açude Orós irá decrescer, no máximo, de 17% quando as águas do Cariús são totalmente utilizadas antes de chegar à bacia hidráulica do Orós.

TABELA 6.3 - Vazão regularizada pelo Orós com e sem a construção das barragens do Cariús (hm^3/ano).

GARANTIA	S/CARIÚS	C/CARIÚS	REDUÇÃO DE VR (%)
90%	410,0	349,2	14,8
95%	343,5	292,3	14,9
98%	289,4	240,3	17,0

Deve-se, entretanto, ter em mente que a hipótese adotada é extrema, visto que, na realidade dois fatores irão transportar parte dos recursos hídricos do Cariús para o Orós, quais sejam:

1) - o volume sangrado pelos açudes do Cariús irão aumentar a bacia hidráulica do Orós;

2) - parte da vazão regularizada pelos açudes do Cariús retornará ao rio e, por subescoamento, alimentará o Orós.

Por outro lado, do ponto de vista sistêmico, o volume total regularizado pelo conjunto Orós-Cariús apresenta um incremento. Antes da construção do Cariús a vazão total regularizada, com 90% de garantia, é de 410 milhões de m³/ano, que passará a 467,1 milhões de m³/ano (349,2 do Orós + 117,9 do Cariús).