

UFRGS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Pesquisas Hidráulicas

CENTRO DE HIDROLOGIA APLICADA

UNESCO

**Estudo das Relações Plúvio-Hidrológicas na
Bacia do Rio Ipojuca e Formulação de um
Modêlo de Simulação, Visando a Reconstituição
de Volumes Escoados**

Tese apresentada como um dos requisitos ao gráu
de Mestre em Ciência em Hidrologia Aplicada

Por

PEDRO AUGUSTO SANGUINETTI FERREIRA

JUNHO - 1971



PROGRAMA
DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O
DESENVOLVIMENTO
- U N D P -



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE PESQUISAS
HIDRÁULICAS



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

CENTRO DE HIDROLOGIA APLICADA

ESTUDO DAS RELAÇÕES PLUVIO-HIDROLÓGICAS NA BACIA DO RIO IPO-
JUCA E FORMULAÇÃO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO VISANDO A RECONS-
TITUIÇÃO DE VOLUMES ESCOADOS.

TRABALHO APRESENTADO COMO PARTE DOS REQUISITOS
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

M E S T R E E M C I Ê N C I A S E M

H I D R O L O G I A A P L I C A D A

OPÇÃO : Hidrologia

AUTOR : Pedro Augusto Sanguinetti Ferreira

ORIENTADOR : Roger Berthelot
Pierre Cailliez

EXAMINADORES:

Osmain Brocard
Professor de Tecnologia do Computador no C.H.A.

Roger Berthelot
Diretor Técnico do C.H.A.

Ruy Luz da Silveira
Professor de Hidrometria e Hidrometeorologia do C.H.A.

Data do exame : 05/07/74

Aprovação .

" Estudo das relações pluvio-hidrológicas
na bacia do Rio Ipojuca e formulação de
um modelo de simulação visando a recons-
tituição de volumes escoados "

ORIENTADORES

Prof. Roger Berthelot

Diretor Técnico do C.H.A.

Perito da UNESCO

Prof. Pierre Cailliez

Eng^o. Civil

Cooperação Técnica Franco-Brasileira

AGRADECIMENTOS

Antes de iniciarmos a discussão do trabalho, quero manifestar o meu reconhecimento as Instituições sob cujo patrocínio tornou-se possível a integral realização de meu programa de aperfeiçoamento e especialização em Hidrologia Aplicada.

À Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, responsável pelo desenvolvimento de uma vasta área do nosso país, não tem medido esforços para melhorar o nível técnico de sua equipe, para que cada vez mais, soerga o Nordeste Brasileiro.

Ao Centro de Hidrologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, pela acolhida, franquia a seus laboratórios e ensinamentos transmitidos.

Ao Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e sua agência executora à Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNDP-UNESCO), do projeto de formação de técnicos ao nível de Mestre em Ciências, mais especialmente ao Prof. Roger Berthelot, Diretor Técnico do Centro de Hidrologia Aplicada, pelo grande incentivo e colaboração.

Finalmente, de modo todo especial, agradeço ao Prof. Pierre Cailliez, a dedicação, capacidade e zelo profissional demonstrado, colaborando espontaneamente na execução e análise dos programas.

IV
LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Identificação dos polígonos e postos pluviométricos	6
Tabela 2 - Chuva média diária na bacia	7
Tabela 3 - Tabela de calibragem	12
Tabela 4 - ^{Culhas} Descargas médias diárias.....	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curvas exponenciais para diferentes valores de K	23
Figura 2a - Método gráfico para determinar um K médio	24
Figura 2b - idem.....	25
Figura 3 - Curva exponencial para $K=0,66$	26
Figura 4 - Curva chave.....	11
Modêlo 1 - Perfuração dos dados de chuva	19
Modêlo 2 - Perfuração dos dados de descarga	19
Figura 5 - Cálculo para o tempo de duração da chuva ...	22
Figura 6 - Cálculo da chuva efetiva	28

—
V
—
R E S U M O

O objetivo geral do trabalho constituiu-se na análise das relações " pluvio-hidrológicas " da bacia do Rio Ipojuca, bem como na formulação de um esquema visando a síntese ou seja, a re constituição do escoamento a partir das precipitações da mesma ba cia.

Desta maneira, o método de reconstituição desenvolvido para um período de quatro anos onde temos registros de chuvas e escoamentos, nos permite avaliar as descargas médias por todo o pe ríodo onde temos apenas chuvas, contribuindo, conseqüentemente pa ra um melhor planejamento dos recursos hídricos por se dispôr de u ma seqüência maior de dados de descargas.

Até chegarmos ao desenvolvimento final do modelo, tive mos que calcular e ajustar parâmetros característicos da bacia, as sim como os dados básicos disponíveis, de modo a nos colocar em con dições de manipular o modelo e obter os resultados desejados.

Conseguido finalmente o modelo, testamos a sua aplica bilidade para a bacia do Rio Ipojuca, usando o operador "coeficien te de escoamento", para simularmos descargas, usando como dados de entrada chuvas diárias.

A seguir, no decorrer da apresentação do trabalho, se rá relatada tôda a evolução da metodologia aplicada e sua pratica bilidade de utilização, através de programas em FORTRAN IV para o computador IBM-1130.

Finalmente em forma de apêndice juntamos os programas utilizados e o mapa da bacia com a locação, tipo de estação e a ma lha poligonal de Thiesen.

S U M Á R I O

	Páginas
AGRADECIMENTOS	III
LISTA DE TABELAS E FIGURAS	IV
RESUMO	V
INTRODUÇÃO	1
I. CONSIDERAÇÕES SÔBRE A BACIA	2
II. PREPARAÇÃO DOS DADOS BÁSICOS	4
1. Formato da perfuração dos dados	4
III. FORMULAÇÃO DO MODELO	20
1. Comentários Preliminares	20
2. Cálculo dos parâmetros K e D	21
3. Operação do modelo	27
3.1 Primeira etapa	27
3.2 Segunda etapa	31
3.21 Programa (PROG3)	32
CONCLUSÕES	35
BIBLIOGRAFIA	37
ANEXOS	
APÊNDICES	

I N T R O D U Ç Ã O

Em um país como o nosso, onde os potenciais hidráulicos constituem a maior fonte de energia, com imperiosa necessidade de utilizar os nossos rios como hidrovias e de aproveitar grandes áreas de nosso território através de drenagem e irrigação, urge que cada vez mais se pesquise, estude e determine o complexo ciclo hidrológico.

Dêste modo, o trabalho que apresentaremos é o resultado de pesquisas aplicadas à hidrologia, bem como a racionalização de métodos, quando fazemos uso de um computador, para a investigação e solução de problemas de ordem física e natural.

Nêste sentido, reunindo no melhor dos propósitos, o binômio pesquisa-computador, podemos analisar as relações "pluvio-hidrológicas" e formular o modelo, impulsionando a aplicação e o uso da simulação hidrológica no conhecimento de regimes hídricos.

Por outro lado, as nossas dificuldades maiores, residem no fato da qualidade dos dados, para que a população gerada a partir da simulação, seja tão próxima quanto possível da população observada.

Mais uma vez, enfatizamos o uso do computador, sem o auxílio do qual não teríamos desenvolvido o nosso trabalho em tempo hábil, simulando escoamento para um período de quatro anos.

I. CONSIDERAÇÕES SOBRE A BACIA

A bacia do Rio Ipojuca situa-se na parte Sudeste do Estado de Pernambuco, localizando-se entre os paralelos de 8° - 10' e 8° 40' e os meridianos de 35° e 37°. Com a sua forma muito irregular drena uma área (1) total de 3.541 Km², sendo que a nossa seção de controle, em Engenho Taboras, tem uma área contribuinte de 3092 km².(Vide anexo 1)

Desenvolve-se o Ipojuca a partir do Município de Arcoverde, sofrendo um desnível de mais de 700 metros, após percorrer 208 Km de seu ponto mais extremo, nas vertentes da serra do Pau D'arco até a sua foz, no Atlântico.

Devido a sua pouca distância do mar, a bacia está sujeita a influência das chuvas litorâneas, de características frontais, na sua parte baixa, enquanto que, nas partes média e alta, há uma grande predominância de formações convectiva e orográfica, fazendo com que tenhamos dois períodos de maior incidência pluviométrica, um de abril a julho, regionalmente conhecido como chuvas de inverno e o outro de outubro a março, constituindo a época das trovoadas. Temos assim médias anuais de precipitações, variando de 1800 mm, na sua parte baixa, para 600 mm na parte alta.

É óbvio, então, que a cobertura vegetal da bacia, varia de uma vegetação tipo mata na sua parte inferior, a uma vegetação arbutística, xerófita e de baixa densidade na sua parte superior.

Daí uma das razões da perenidade do Rio Ipojuca na faixa úmida, enquanto que na faixa semi-árida é intermitente.

(1) Calculada das folhas SC 24-NE-2 e SC 25-NO-1, CARTA DO BRASIL (IBGE-1967), escala 1: 250.000

A fim de coletar informações hidrometeorológicas, dispõe a bacia de uma rede constituída das seguintes estações:

Estações pluviométricas	-	18
" pluviográficas	-	3
" termométricas	-	6
" evaporimétrica	-	1
" linimétricas	-	3
" pluviométricas	-	2

II. PREPARAÇÃO DOS DADOS BÁSICOS

Muito embora existissem dados de precipitações desde 1911, procuramos selecionar um conjunto de informações mais homogêneo possível e que tivesse maior representatividade dentro da bacia. Em vista disto, escolhemos um período de oito anos (1963-1970) com observações diárias de chuva. Dêstes oito anos, iremos trabalhar, primeiramente, com os últimos quatro anos (1967-1970), para que haja coincidência com o período disponível de dados pluviométricos.

Para o cálculo da chuva média diária, pelo método de Thiessen (tab.1), usamos o computador cujos valores constituem a tabela 2.

Quanto a pluviometria, apesar da existência de três estações linimétricas, limitamo-nos a trabalhar com a estação medidora mais a jusante (Engenho Tabocas), por oferecer uma sequência razoável de observações (1967-1970) e, cerca de 200 medições de descargas líquidas, nos possibilitando à traçar uma curva chave média (fig.4), calcular a tabela de calibragem (tab.3) e consequentemente o pluviograma para o quadriênio (tab.4).

1. Formato da perfuração dos dados

As observações pluviométricas diárias de cada posto, foram perfuradas em cartões (modelo 1) com o seguinte formato:

Colunas: 1 a 8 identificação do posto
9 a 10 ano da observação (70, 71, etc.)
11 a 12 mês (01, 12, etc.)
13 a 14 fim da quinzena (16 para a 1ª e 31 para a 2ª)
15 e 16 branco.
17 à 80 As precipitações diárias em décimos de milímetros, ocupando cada dia de chuva quatro colunas.

Os dados de descargas obedeceram ao mesmo formato de perfuração, (modêlo 2) com excessão das colunas 15 e 16, que passaram a ter em vez de branco, dois caracteres (-1, -2, etc), o qual chamamos de fator de conversão, para têmos sòmente números inteiros.

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DOS POLÍGONOS E POSTOS PLUVIOMÉTRICOS

Nº POSTO	LOCALIDADE	ÁREA(Km ²)	COEFICIENTE DE THIESSEN
1	Salôbro	158,0	0,0511
2	Sanharó	263,0	0,0850
3	Sapo Queimado	146,0	0,0472
4	Amarají	50,0	0,0162
5	Bezerros	301,5	0,0975
6	Belo Jardim	270,0	0,0874
7	Poção	166,0	0,0536
8	Arcoverde	38,1	0,0123
9	Primavera	53,5	0,0172
10	Tacaimbó	161,0	0,0522
11	Alagoinha	96,0	0,0310
12	Vila de Cimbres	243,0	0,0786
13	Carapotós	12,5	0,0040
14	Gravatá	280,0	0,0905
15	São Joaquim do Monte	44,0	0,0142
16	Caruarú	344,5	0,1116
17	São Caetano	348,6	0,1129
18	Pesqueira	116,0	0,0375
TOTAL DA BACIA		3.092,0	1,0000

OBS.: Se observarmos a malha poligonal na planta da bacia (anexo 1), notamos nesta relação a ausência de alguns postos, os quais devido a suas pequenas áreas contribuintes, foram incorporadas aos polígonos contíguos.

TABELA 2 - CHUVA MÉDIA NA BACIA (em décimos de mm)

ANO 1967

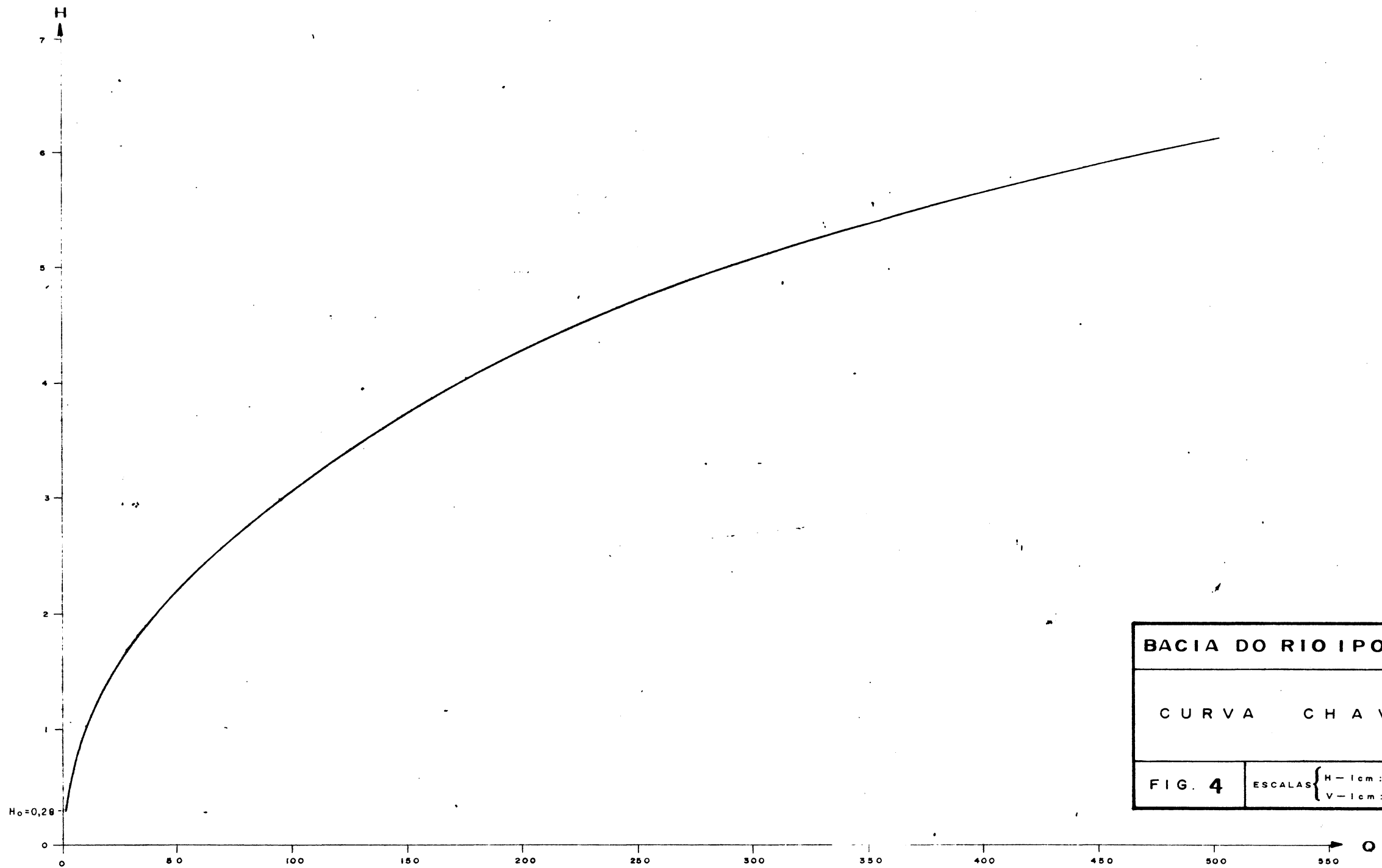
DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	0	19	0	130	122	40	133	46	8	28	1	0
2	6	66	0	130	72	12	34	19	6	19	0	0
3	0	7	1	94	16	2	7	20	5	1	0	0
4	0	7	4	53	12	2	27	1	12	2	0	0
5	1	0	0	91	24	6	10	3	0	10	0	2
6	0	0	8	37	73	67	4	63	29	17	0	2
7	0	29	3	88	90	27	16	1	0	12	0	2
8	0	20	3	6	54	12	25	0	0	8	0	0
9	5	1	0	1	195	5	1	1	2	9	0	0
10	0	5	38	17	19	1	19	1	0	5	0	0
11	0	0	0	9	28	19	11	2	7	0	0	12
12	0	5	44	15	19	14	19	22	0	0	0	0
13	24	6	7	3	12	6	1	23	1	0	0	0
14	24	0	77	6	44	14	4	8	0	3	0	0
15	0	43	365	7	98	2	0	3	0	1	0	0
16	0	48	53	1	12	34	0	5	0	0	0	0
17	0	117	39	25	0	15	0	21	32	0	0	0
18	0	0	22	62	10	6	14	11	85	0	0	0
19	0	9	200	103	28	0	1	61	29	1	0	0
20	0	0	36	40	0	0	17	11	0	0	0	0
21	0	0	11	0	0	8	30	0	0	0	0	0
22	0	9	14	0	18	32	0	16	1	0	0	0
23	0	1	7	5	0	25	5	0	1	0	0	28
24	1	47	0	0	5	51	7	14	0	0	0	2
25	28	18	71	30	20	26	63	0	0	0	0	0
26	0	1	90	22	8	14	65	7	0	4	4	99
27	12	1	59	73	37	12	25	5	0	2	0	83
28	0	0	166	32	8	16	2	1	0	0	0	76
29	0		52	33	7	26	15	3	7	0	0	152
30	0		47	27	15	32	9	19	0	0	0	0
31	0		50		1		8	0		0		0

DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	34	10	1	4	48	7	3	6	4	0	0	0
2	27	0	0	0	118	25	11	20	17	0	0	34
3	0	1	38	1	36	8	2	6	0	0	0	2
4	0	4	24	0	74	11	20	2	4	0	0	0
5	0	0	4	22	30	3	70	11	1	0	0	0
6	4	3	14	15	26	12	34	1	0	0	0	0
7	0	3	17	4	3	30	26	5	1	0	0	1
8	15	55	11	7	10	11	30	0	6	0	0	0
9	9	4	7	0	20	17	35	25	28	0	0	10
10	4	0	114	17	0	30	3	0	16	0	5	98
11	0	21	76	3	1	60	26	0	20	0	22	29
12	13	3	38	133	2	33	48	5	4	0	1	20
13	0	1	56	39	33	10	45	0	2	0	0	0
14	0	0	87	0	73	2	43	7	2	0	0	1
15	29	17	62	0	22	7	17	15	1	3	45	8
16	1	0	37	0	5	16	46	10	0	0	3	0
17	21	7	30	0	22	74	53	26	0	2	0	0
18	0	0	62	14	11	6	50	14	0	0	0	28
19	6	12	51	31	41	10	37	11	7	0	7	16
20	2	0	83	0	56	4	14	20	7	0	81	0
21	8	22	66	17	32	7	7	2	0	0	43	0
22	212	12	30	25	22	2	4	0	0	1	0	3
23	61	1	18	19	3	4	10	0	4	0	0	0
24	52	2	52	10	111	26	0	8	16	0	13	31
25	18	8	44	131	29	0	4	38	3	0	0	9
26	47	13	9	94	66	0	3	33	4	3	0	4
27	20	61	4	70	20	9	14	8	0	3	0	14
28	1	4	0	79	16	18	30	0	0	14	0	0
29	2	0	6	29	22	10	32	0	0	5	0	4
30	0		2	3	1	0	12	0	0	0	0	0
31	0		0		1		9	0		0		0

DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	2	0	36	78	47	9	74	31	0	0	0	0
2	2	0	8	113	24	137	130	2	8	1	0	16
3	0	14	86	79	35	0	92	2	2	0	0	2
4	0	0	30	11	18	0	91	6	10	0	0	5
5	0	10	20	12	11	0	84	3	3	0	0	0
6	0	0	1	59	0	0	45	6	27	0	0	1
7	11	0	0	11	20	21	31	1	7	0	0	4
8	36	70	0	2	4	80	24	1	28	0	0	0
9	1	55	2	90	16	12	14	9	7	4	4	0
10	0	104	42	13	15	14	6	5	11	25	0	0
11	0	55	8	0	64	177	17	8	0	2	0	6
12	0	14	187	0	6	43	203	7	0	0	0	0
13	48	0	528	0	17	115	158	5	0	0	0	0
14	29	0	220	26	9	123	40	6	1	0	0	0
15	0	0	109	73	9	25	2	1	21	4	0	11
16	22	0	77	1	0	38	5	5	0	0	0	0
17	0	0	69	2	22	28	29	0	0	0	0	0
18	5	7	27	3	19	21	137	0	0	0	3	29
19	0	0	1	11	64	28	168	0	0	13	7	5
20	28	0	10	14	29	24	65	0	0	20	14	1
21	82	22	8	10	18	19	38	2	0	85	19	1
22	192	83	37	2	38	14	41	30	5	7	9	0
23	42	44	9	0	45	32	7	1	6	0	4	0
24	72	26	59	1	62	51	96	4	0	0	0	0
25	19	8	2	0	31	47	28	0	0	0	0	35
26	4	0	7	0	51	41	22	0	8	0	0	3
27	6	0	7	20	13	40	48	0	5	0	0	0
28	1	0	4	59	30	71	4	0	0	0	0	0
29	0		4	0	34	49	18	0	4	0	0	1
30	1		38	0	18	39	16	0	8	0	0	0
31	1		24		0		50	0		0		0

ANO 1 9 7 0

DIA	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.
1	10	12	111	19	21	55	55	50	0
2	11	0	191	3	7	90	16	37	0
3	10	0	116	8	6	40	0	49	0
4	0	8	67	36	0	2	8	26	0
5	1	2	25	15	0	24	35	2	0
6	3	3	6	0	28	13	0	9	0
7	0	25	7	0	10	28	2	3	5
8	0	12	9	0	4	39	1	1	1
9	12	18	21	0	15	23	3	8	5
10	33	1	0	0	44	15	4	79	0
11	34	0	1	6	7	3	1	59	3
12	4	0	6	0	4	8	0	13	*7
13	3	23	7	0	5	0	0	19	2
14	0	2	67	20	8	16	0	23	0
15	3	2	36	5	1	9	6	36	0
16	0	0	0	2	1	1	13	10	0
17	5	0	20	6	0	4	54	9	4
18	64	0	56	13	0	10	138	6	0
19	70	0	150	5	0	3	287	2	4
20	63	3	15	5	0	3	301	1	4
21	38	3	7	8	0	6	104	0	0
22	143	1	7	60	0	12	39	0	0
23	25	0	1	131	10	78	6	0	0
24	130	4	2	92	14	97	9	1	0
25	9	2	2	44	0	6	20	1	2
26	0	17	17	13	0	3	48	0	0
27	6	118	2	11	1	3	78	1	0
28	16	52	6	16	2	3	45	18	1
29	0		9	3	13	10	36	28	1
30	0		4	1	57	12	63	12	1
31	0		29		46		4	0	



BACIA DO RIO IPOJUCA	
CURVA CHAVE	
FIG. 4	ESCALAS { H - 1 cm : 20 m/s V - 1 cm : 40 cm

TABELA 3 - TABELA DE CALIBRAGEM

Cota	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
m	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
0.3	1.00	1.07	1.14	1.21	1.28	1.35	1.42	1.49	1.56	1.63
0.4	1.70	1.78	1.86	1.94	2.02	2.10	2.18	2.26	2.34	2.42
0.5	2.50	2.58	2.66	2.74	2.82	2.90	2.98	3.06	3.14	3.22
0.6	3.30	3.38	3.46	3.54	3.62	3.70	3.78	3.86	3.94	4.02
0.7	4.10	4.26	4.42	4.58	4.74	4.90	5.06	5.22	5.38	5.54
0.8	5.70	5.86	6.02	6.18	6.34	6.50	6.66	6.82	6.98	7.14
0.9	7.30	7.47	7.64	7.81	7.98	8.15	8.32	8.49	8.66	8.83
1.0	9.00	9.20	9.40	9.60	9.80	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8
0.1	11.0	11.2	11.5	11.7	11.9	12.2	12.4	12.6	12.8	13.1
0.2	13.3	13.6	13.8	14.0	14.3	14.6	14.8	15.0	15.3	15.6
0.3	15.8	16.0	16.3	16.6	16.8	17.0	17.3	17.6	17.8	18.0
0.4	18.3	18.6	18.9	19.3	19.6	19.9	20.2	20.5	20.9	21.2
0.5	21.5	21.8	22.2	22.6	22.9	23.2	23.6	24.0	24.3	24.6
0.6	25.0	25.4	25.7	26.0	26.4	26.8	27.1	27.4	27.8	28.2
0.7	28.5	28.8	29.2	29.6	29.9	30.2	30.6	31.0	31.3	31.6
0.8	32.0	32.4	32.8	33.2	33.6	34.0	34.4	34.8	35.2	35.6
0.9	36.0	36.4	36.9	37.4	37.8	38.2	38.7	39.2	39.6	40.0
2.0	40.5	41.0	41.4	41.8	42.3	42.8	43.2	43.6	44.1	44.6
0.1	45.0	45.5	46.0	46.5	47.0	47.5	48.0	48.5	49.0	49.5
0.2	50.0	50.5	51.0	51.5	52.0	52.5	53.0	53.5	54.0	54.5
0.3	55.0	55.6	56.1	56.6	57.2	57.8	58.3	58.8	59.4	60.0
0.4	60.5	61.0	61.6	62.2	62.7	63.2	63.8	64.4	64.9	65.4
0.5	66.0	66.6	67.1	67.6	68.2	68.8	69.3	69.8	70.4	71.0
0.6	71.5	72.0	72.6	73.2	73.7	74.2	74.8	75.4	75.9	76.4
0.7	77.0	77.6	78.2	78.8	79.4	80.0	80.6	81.2	81.8	82.4
0.8	83.0	83.6	84.3	85.0	85.6	86.2	86.9	87.6	88.2	88.8
0.9	89.5	90.2	90.8	91.4	92.1	92.8	93.4	94.0	94.7	95.4

Cota	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
m	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs	mcs
3.0	96.0	96.7	97.4	98.1	98.8	99.5	100.	101.	102.	102.
.1	103.	104.	104.	105.	106.	106.	107.	108.	109.	109.
.2	110.	111.	111.	112.	113.	114.	114.	115.	116.	116.
.3	117.	118.	118.	119.	120.	120.	121.	122.	123.	123.
.4	124.	125.	126.	126.	127.	128.	129.	130.	130.	131.
.5	132.	133.	134.	134.	135.	136.	137.	138.	138.	139.
.6	140.	141.	142.	142.	143.	144.	145.	146.	146.	147.
.7	148.	149.	150.	150.	151.	152.	153.	154.	154.	155.
.8	156.	157.	158.	158.	159.	160.	161.	162.	162.	163.
.9	164.	165.	166.	167.	168.	168.	169.	170.	171.	172.
4.0	173.	174.	175.	176.	177.	178.	178.	179.	180.	181.
.1	182.	183.	184.	185.	186.	187.	188.	189.	190.	191.
.2	192.	193.	194.	195.	196.	198.	199.	200.	201.	202.
.3	203.	204.	205.	206.	207.	208.	210.	211.	212.	213.
.4	214.	215.	216.	217.	218.	220.	221.	222.	223.	224.
.5	225.	226.	227.	229.	230.	231.	232.	233.	235.	236.
.6	237.	238.	239.	241.	242.	243.	244.	245.	247.	248.
.7	249.	250.	252.	253.	254.	256.	257.	258.	259.	261.
.8	262.	263.	265.	266.	267.	268.	270.	271.	272.	274.
.9	275.	276.	278.	279.	281.	282.	283.	285.	286.	288.
5.0	289.	290.	292.	294.	295.	296.	298.	300.	301.	302.
.1	304.	306.	307.	309.	310.	312.	314.	315.	317.	318.
.2	320.	322.	323.	325.	326.	328.	330.	331.	333.	334.
.3	336.	338.	339.	341.	342.	344.	346.	347.	349.	350.
.4	352.	354.	355.	357.	358.	360.	362.	363.	365.	366.
.5	368.	370.	371.	373.	375.	376.	378.	380.	382.	383.
.6	385.	387.	389.	390.	392.	394.	396.	398.	399.	400.
.7	403.	405.	407.	410.	412.	414.	416.	418.	421.	423.
.8	425.	427.	429.	432.	434.	436.	438.	440.	443.	445.
.9	447.	449.	452.	454.	456.	458.	461.	462.	465.	468.

TABELA 4 - COTAS MÉDIAS DIÁRIAS

ANO 1 9 6 7

DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	.52	.50	.51	1.12	1.04	1.36	1.90	1.07	.95	.	.61	.53
2	.52	.64	.50	1.18	1.28	1.14	1.38	1.13	1.02	.75	.61	.53
3	.51	.59	.50	1.27	1.24	1.04	1.18	1.04	.94	.77	.60	.53
4	.50	.54	.49	1.61	1.10	1.02	1.26	1.01	.90	.76	.60	.52
5	.50	.52	.49	2.33	1.36	.99	1.54	.96	.88	.78	.60	.52
6	.51	.51	.49	1.97	1.40	.94	1.31	1.01	.88	.75	.59	.53
7	.51	.59	.48	2.24	1.48	2.22	1.27	1.19	.87	.91	.59	.54
8	.52	.60	.47	2.15	1.42	1.39	1.21	1.04	.84	.83	.58	.53
9	.52	.55	.47	1.90	1.47	1.15	1.20	.96	.83	.81	.57	.53
10	.53	.53	.47	1.84	1.52	1.05	1.12	.96	.82	.76	.57	.53
11	.52	.52	.48	1.60	1.48	.99	1.20	.94	.80	.74	.56	.52
12	.52	.51	.47	1.76	2.47	.96	1.17	.94	.79	.73	.56	.52
13	.52	.51	.48	1.81	1.96	.98	1.11	1.00	.79	.71	.57	.52
14	.63	.50	.53	1.30	1.76	.94	1.06	.94	.79	.70	.57	.52
15	.58	.50	.57	1.23	1.89	.96	1.02	.90	.77	.69	.56	.52
16	.55	.52	.61	1.15	1.64	.91	.99	.90	.76	.70	.56	.51
17	.53	.54	.67	1.16	1.80	.96	.98	1.13	.76	.73	.56	.51
18	.52	.64	1.55	1.21	1.92	.93	.96	1.04	.87	.71	.56	.51
19	.52	.56	1.56	1.06	1.61	.88	.95	1.38	.92	.69	.56	.50
20	.51	.53	1.29	1.14	1.44	.85	.94	1.16	.87	.70	.54	.50
21	.51	.52	2.06	1.26	1.33	.84	.93	.99	.81	.67	.55	.50
22	.51	.51	2.52	1.67	1.32	1.14	.92	.95	.80	.67	.55	.50
23	.50	.50	1.72	1.36	1.25	1.24	.90	.93	.78	.65	.54	.50
24	.50	.50	1.40	1.21	1.17	1.02	.89	.90	.77	.66	.54	.50
25	.51	.50	1.24	1.13	1.12	1.08	.90	.94	.75	.65	.54	.50
26	.52	.50	1.64	1.03	1.16	.97	.88	.93	.74	.64	.54	.51
27	.51	.50	1.28	1.24	1.09	.94	.95	.89	.72	.66	.54	.51
28	.51	.52	1.06	1.16	1.07	1.01	.92	.91	.72	.65	.54	.52
29	.50		1.03	1.05	1.08	.97	.91	.92	.72	.63	.54	.70
30	.51		1.45	.99	1.05	1.08	.92	.99	.74	.62	.54	.76
31	.50		1.07		1.07		.93	.93		.62		.59

ANO 1 9 6 8

DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	.56	.52	.46	.64	.85	.79	.76	1.12	.75	.61	.53	.44
2	.54	.52	.45	.64	.85	.87	.75	1.04	.73	.60	.52	.45
3	.53	.55	.46	.63	.86	.90	.73	.99	.71	.59	.51	.45
4	.52	.54	.46	.60	1.01	.86	.70	.96	.70	.58	.51	.44
5	.51	.55	.49	.59	.97	.83	1.44	.94	.69	.58	.50	.44
6	.50	.54	.48	.59	.81	.79	1.33	.91	.68	.58	.49	.44
7	.51	.53	.47	.59	.78	.79	.99	.91	.68	.57	.49	.43
8	.51	.52	.48	.56	.75	.78	1.01	.89	.67	.56	.49	.43
9	.51	.54	.49	.55	.73	.75	.93	.87	.72	.56	.49	.43
10	.51	.56	.54	.54	.70	.74	.92	.84	.74	.56	.49	.43
11	.50	.52	.52	.54	.68	.75	.87	.83	.92	.56	.49	.44
12	.50	.50	.49	.60	.66	.85	1.37	.81	.81	.55	.48	.45
13	.50	.51	.50	.69	.67	.80	1.86	.80	.75	.55	.48	.46
14	.50	.51	.92	.61	.68	.75	1.05	.80	.74	.54	.47	.46
15	.50	.51	.98	.57	.74	.74	1.11	.79	.72	.53	.47	.44
16	.49	.51	.71	.55	.74	.73	1.15	.78	.69	.53	.48	.44
17	.50	.50	.68	.55	.81	.81	1.18	.87	.67	.53	.48	.43
18	.52	.50	.72	.54	.81	.91	1.63	.82	.65	.53	.48	.43
19	.51	.49	.70	.61	.80	.82	1.59	.78	.65	.52	.47	.44
20	.50	.48	1.16	.64	.78	.78	1.45	.81	.66	.52	.46	.45
21	.51	.48	1.07	.56	.79	.77	1.39	.81	.65	.51	.46	.45
22	.50	.47	.96	.54	.75	.83	1.25	.78	.62	.52	.45	.44
23	.69	.47	.89	.53	.75	.83	1.18	.76	.62	.52	.45	.46
24	.60	.47	.88	.55	.71	.80	1.07	.75	.65	.51	.45	.45
25	.57	.47	1.26	.51	.81	.79	1.04	.80	.66	.51	.45	.43
26	.60	.46	1.10	.71	.91	.78	1.01	1.08	.73	.50	.45	.64
27	.71	.46	.89	1.19	.90	.76	.99	1.09	.68	.51	.44	.51
28	.60	.46	.83	1.58	.85	.75	.98	.92	.64	.57	.44	.45
29	.56	.47	.76	1.08	.85	.83	1.13	.82	.63	.57	.45	.44
30	.55		.69	.92	.83	.82	1.11	.78	.62	.56	.44	.45
31	.53		.66		.81		.99	.78		.54		.43

DIA	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	.43	.45	.41	1.17	.45	.75	1.59	2.32	.99	.86	.71	.64
2	.43	.45	.41	.87	.58	.70	2.14	2.09	.99	.83	.70	.65
3	.43	.42	.49	.85	.83	1.03	2.44	1.95	1.00	.81	.70	.66
4	.42	.40	.42	.90	.90	.83	2.30	1.86	1.01	.81	.70	.65
5	.42	.41	.41	.85	.83	2.75	2.36	1.82	.99	.82	.70	.64
6	.40	.40	.39	.93	.69	.72	2.46	1.74	1.07	.81	.68	.64
7	.40	.39	.38	.97	.64	.76	2.34	1.70	1.05	.79	.68	.64
8	.40	.38	.36	.94	.62	.88	2.30	1.61	1.06	.78	.68	.64
9	.41	.38	.35	.78	.58	.84	2.44	1.54	1.01	.77	.68	.63
10	.41	.39	.37	.75	.57	.83	2.14	1.49	.98	.82	.67	.63
11	.40	.39	.39	.72	1.02	.87	1.96	1.48	.98	.80	.66	.63
12	.40	.43	.35	.64	.92	1.39	2.63	1.45	.95	.78	.67	.62
13	.40	.52	.61	.60	.68	1.26	2.43	1.40	.93	.77	.67	.62
14	.43	.49	3.90	.60	.61	2.45	2.63	1.40	.93	.76	.66	.62
15	.48	.44	3.17	.56	.57	1.66	2.53	1.36	.95	.76	.67	.63
16	.46	.42	2.08	.54	.55	1.38	2.37	1.34	.92	.75	.66	.62
17	.44	.40	2.09	.52	.55	1.52	2.12	1.30	.90	.74	.66	.61
18	.44	.39	1.69	.53	.56	1.34	2.02	1.24	.89	.73	.66	.61
19	.42	.38	1.38	.51	.60	1.42	3.05	1.22	.87	.73	.67	.60
20	.41	.37	1.12	.59	.68	1.72	3.55	1.20	.87	.84	.71	.61
21	.40	.36	.97	.66	.66	1.40	3.09	1.16	.86	.78	.75	.62
22	.45	.66	.88	.56	.67	1.24	2.94	1.14	.85	.78	.77	.64
23	.73	.91	.85	.53	.82	1.17	2.69	1.18	.85	.76	.71	.63
24	1.12	.81	.84	.51	1.06	1.30	2.52	1.12	.85	.74	.69	.62
25	1.26	.66	.84	.49	1.25	1.57	2.52	1.14	.84	.72	.67	.63
26	.78	.52	.74	.48	.92	1.36	2.46	1.09	.84	.72	.66	.67
27	.76	.48	.68	.46	.88	1.28	2.38	1.08	.91	.72	.65	.63
28	.59	.44	.63	.46	.79	1.32	2.42	1.05	.88	.71	.65	.62
29	.53		.62	.45	.74	1.30	2.20	1.03	.85	.71	.65	.62
30	.49		.62	.45	.76	1.48	2.12	1.02	.90	.71	.64	.62
31	.47		.61		.76		2.30	1.01		.70		.61

DIA	JAN.	FEB.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.
1	.61	.60	.65	.83	.84	.84	1.09	2.03	1.29
2	.64	.59	.94	.75	1.10	1.97	1.09	1.88	1.25
3	.65	.59	1.00	.71	.93	1.36	.98	1.96	1.24
4	.66	.58	.81	.70	.89	1.02	.94	2.18	1.22
5	.64	.59	.72	.90	.84	.94	1.06	1.93	1.20
6	.61	.59	.70	.78	.86	.98	1.01	1.79	1.20
7	.61	.62	.69	.72	.83	.96	.94	1.67	1.18
8	.61	.66	.67	.68	.82	1.19	.94	1.60	1.22
9	.64	.73	.68	.83	1.07	1.10	.95	1.55	1.18
10	.60	.66	.69	.65	.79	1.08	.90	2.05	1.19
11	.60	.63	.69	.67	.88	1.00	.90		1.15
12	.59	.61	.70	.63	.86	.96	.89	1.98	1.14
13	.60	.63	.69	.63	.84	.92	.87	1.84	1.12
14	.60	.70	.76	.62	.96	.91	.84	1.94	1.12
15	.60	.63	.81	.85	.87	.89	.83	2.04	1.10
16	.59	.61	.74	.70	.82	.88	.83	1.82	1.08
17	.59	.60	.72	.65	.80	.86	.97	1.69	1.07
18	.63	.58	.71	.67	.78	.85	.98	1.60	1.06
19	.65	.57	.84	.69	.76	.88	2.53	1.53	1.06
20	.64	.57	.90	.66	.76	.86	4.67	1.49	1.10
21	.63	.57	.89	.66	.76	.98	4.03	1.45	1.07
22	.64	.57	.88	.70	.74	1.10	2.57	1.43	1.06
23	.85	.59	.80	.69	.72	.96	1.97	1.40	1.04
24	.78	.66	.76	1.00	.75	1.94	1.71	1.38	1.03
25	.73	.63	.73	1.97	.73	1.25	1.76	1.38	1.02
26	.68	.60	.73	1.50	.71	1.08	1.70	1.35	1.01
27	.65	.58	.70	1.17	.70	1.02	1.65	1.32	1.00
28	.63	.63	.68	.98	.70	.97	2.76	1.32	1.00
29	.62		.67	.96	.69	.97	2.06	1.43	1.00
30	.61		.70	.87	.85	.98	1.78	1.34	1.00
31	.60		.96		.85		1.86	1.31	

PÔSTO.	ANO	MES	FIM	CHUVAS DIÁRIAS															
				1		2		13		14		15		16					
				17	18	17	18	29	30	31									
				Precipitações em décimos de milímetros															
00000000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80	11111111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111
22222222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222
33333333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333
44444444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444
55555555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555
66666666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666
77777777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777
88888888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888
99999999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80	CONTINAC	50001801		U.F.R.S. = 13.324												PÓRTO ALEGRE			

MODELO 1

PÔSTO	ANO	MES	FIM	FATOR	DESCARGAS MÉDIAS DIÁRIAS															
					1		2		14		15		16							
					17	18	30	31												
					em 10^{-1} , 10^2 , etc m^3/s															
00000000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80	11111111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	
22222222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	2222	
33333333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	3333	
44444444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	4444	
55555555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	5555	
66666666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	
77777777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	7777	
88888888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	
99999999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80	CONTINAC	50001801		U.F.R.S. = 13.324												PÓRTO ALEGRE				

MODELO 2

III. FORMULAÇÃO DO MODELO

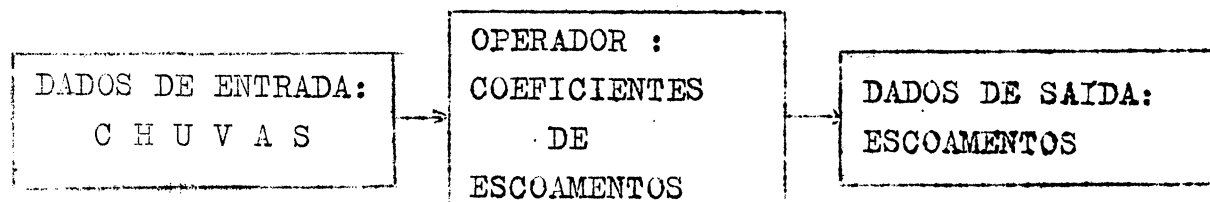
1 - Comentários preliminares

Dentre os mais complexos e variados problemas que se apresentam quando se faz um estudo hidrológico de uma bacia, há sempre aquêles referentes a qualidade e quantidade das observações hidrometeorológicas. Ora, se temos observações de boa qualidade, poderemos gerar dados sintéticos a partir daquelas, que possuam as mesmas características que os dados históricos, que poderiam ter ocorrido quase tão certamente como os dados originais.

Dêste modo, para sintetizarmos ou gerarmos dados de escoamentos, é necessário a criatividade e desenvolvimento de um modelo de simulação, que utilize como entrada dados observados e como saída, produza dados sintéticos. Todavia, não poderemos garantir que êstes dados sintetizados sejam similares aos observados. A validez do modelo depende, como já vimos, não só da qualidade das informações de entrada, como também da flexibilidade com que possamos operá-lo.

Para a bacia do Rio Ipojuca, o modelo permitirá a geração de escoamentos, utilizando como operador os coeficientes de escoamentos mensais.

Esquemmatizando o método temos:



Contudo, até chegarmos ao operador, tivemos que determinar os parâmetros K e D, cujos valores, como veremos a seguir, serviram de base para a programação propriamente dita do modelo.

2. Cálculo dos parâmetros K e D

O coeficiente de depleção K é um valor característico da bacia e sempre menor do que a unidade. Apesar da depleção da descarga base alimentada pelos lençóis ^{tr}quáticos e a depleção das descargas de enchentes logo após o término das chuvas, obedecerem a leis muito mais complexas, a experiência com fluvio-gramas tem demonstrado uma variação exponencial da descarga em função do tempo, razão pela qual adotamos a clássica expressão

$$Q = Q_0 e^{-KT} \quad (I)$$

onde, Q é um valor da descarga (m^3/s) no fim de um tempo T(dias) e Q_0 , uma descarga inicial para um instante T_0 .

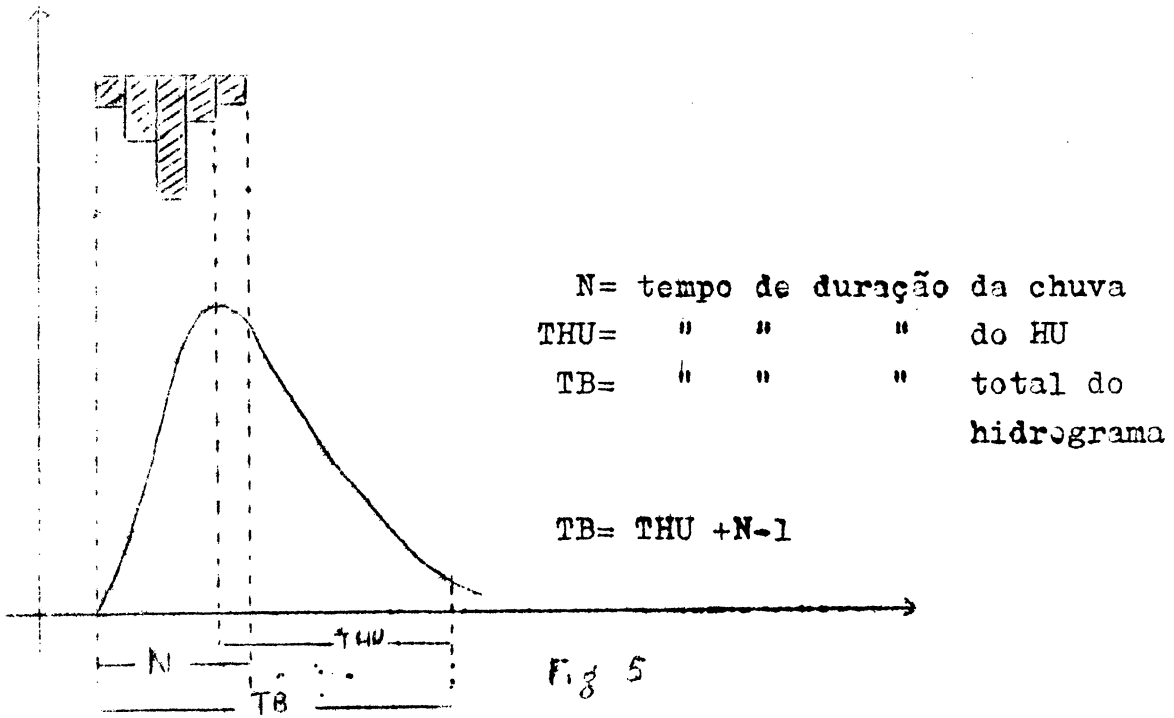
Sendo K um parâmetro, característico, tentamos determiná-lo através de vários ensaios com valores arbitrados, sem contudo chegarmos a uma grandeza própria da bacia. A fig. 1, ilustra a família de curvas exponenciais obtidas.

Partimos para uma segunda tentativa, começando com uma seleção de vários hidrogramas de enchentes isoladas. De posse destes, grafamos num sistema de eixos coordenados, a partir do valor máximo, as diferenças de ordenadas de cada hidrograma, ajustando pelos pontos um feixe de retas (fig.2a), nos possibilitando a determinar uma média, com uma inclinação de 0,66 (fig.2b). Substituindo este valor na expressão (I), traçamos uma nova curva (fig.3), identificando-se plenamente com a depleção dos picos.

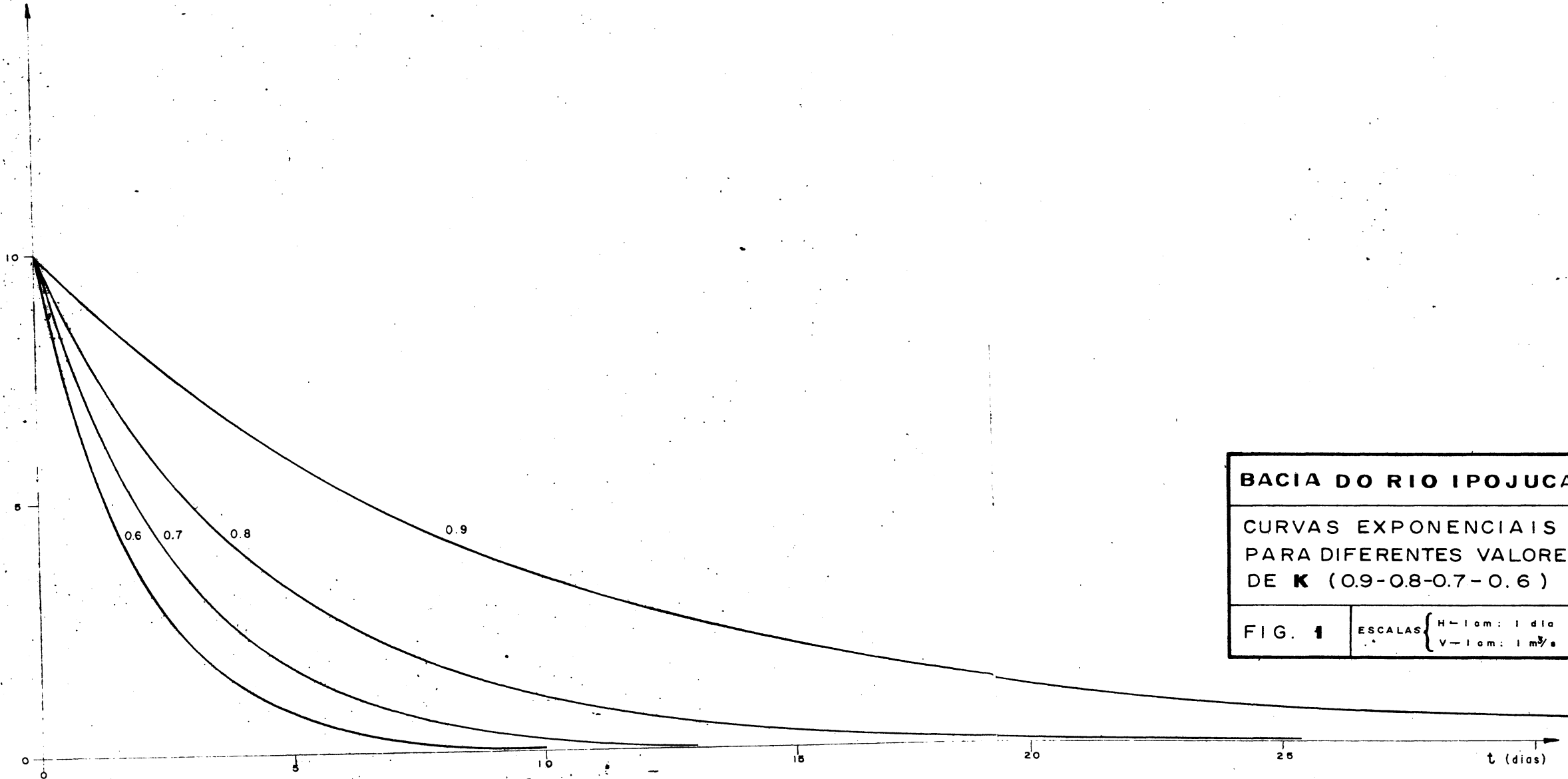
Para o cálculo de D, tempo de duração de um hidrograma, embora exista uma série de métodos para sua determinação, usaremos em nossos estudos, não um método requintado, mas um processo que indique apenas uma grandeza inicial, uma vez que, este parâmetro será ajustado e testado pelo computador. Por outro lado, sempre que utilizarmos o modelo, estaremos trabalhando com o somatório dos volumes superficiais e básicos, não importando se a sepa-

ração dos fluxos está correta, mas se as duas partes representam o hidrograma total.

Abaixo segue um esquema de determinação do tempo de duração.



Q (m³/s)

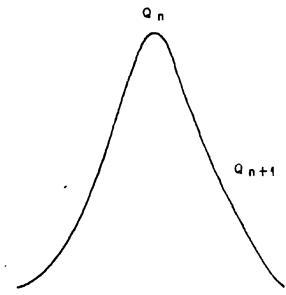
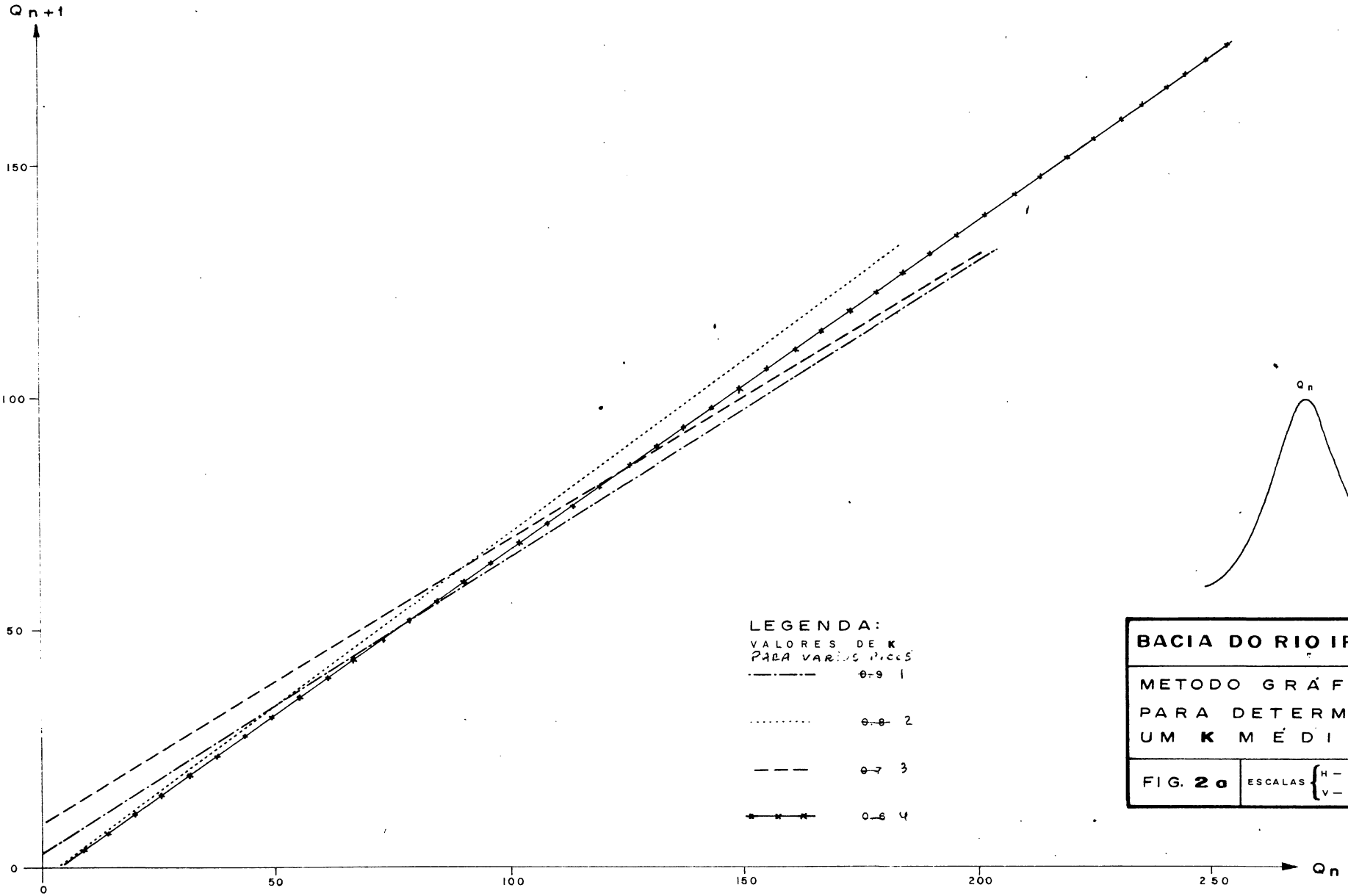


BACIA DO RIO IPOJUCA

**CURVAS EXPONENCIAIS
PARA DIFERENTES VALORES
DE K (0.9-0.8-0.7-0.6)**

FIG. 1

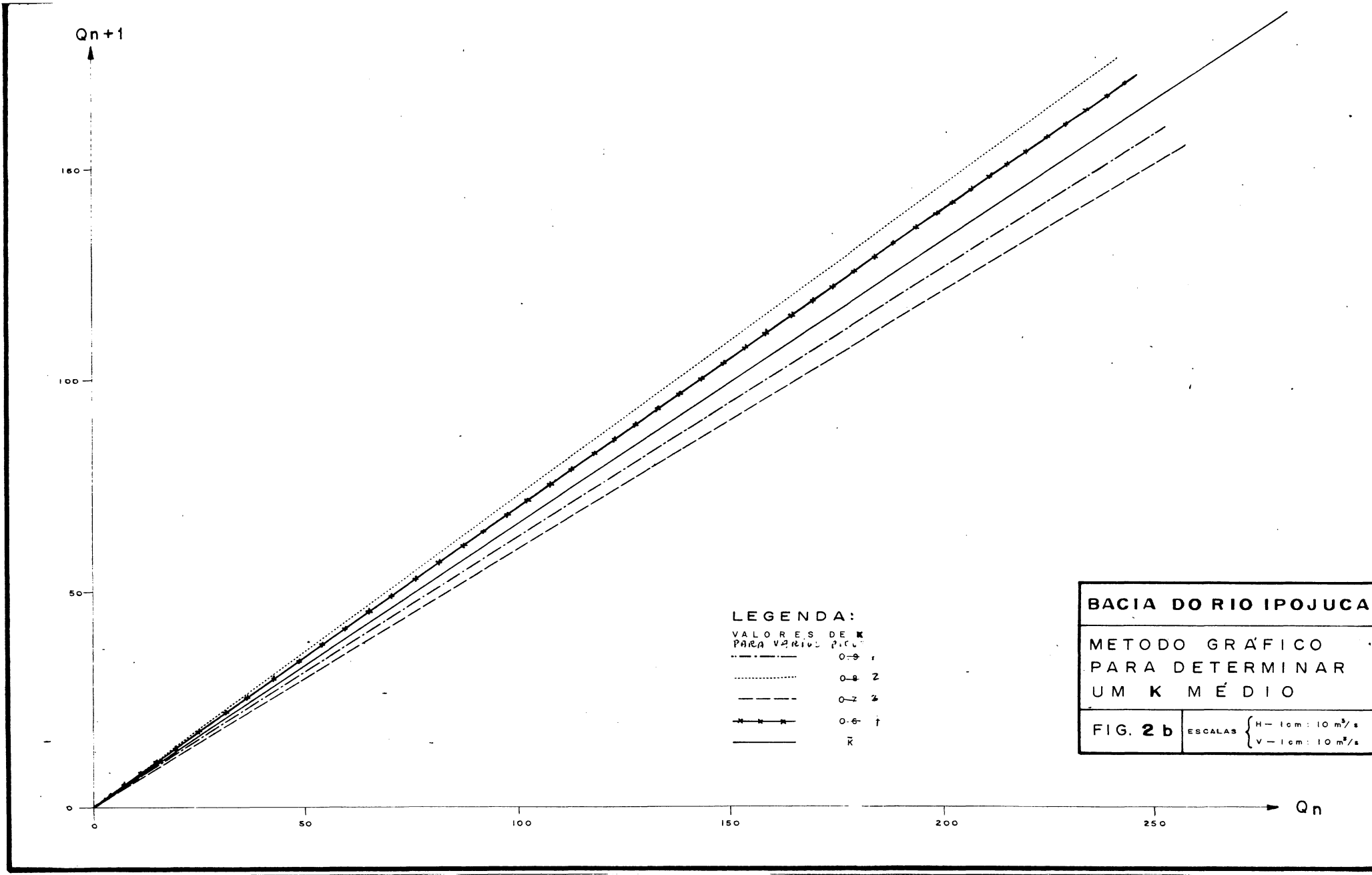
ESCALAS {
H-1cm: 1 dia
V-1cm: 1 m³/s



BACIA DO RIO IPOJUCA

**METODO GRÁFICO
 PARA DETERMINAR
 UM K MÉDIO**

FIG. 2a ESCALAS { H - 1cm: 10 m³/s
 V - 1cm: 10 m³/s



Q_{n+1}

150

100

50

0

0

50

100

150

200

250

Q_n

LEGENDA:

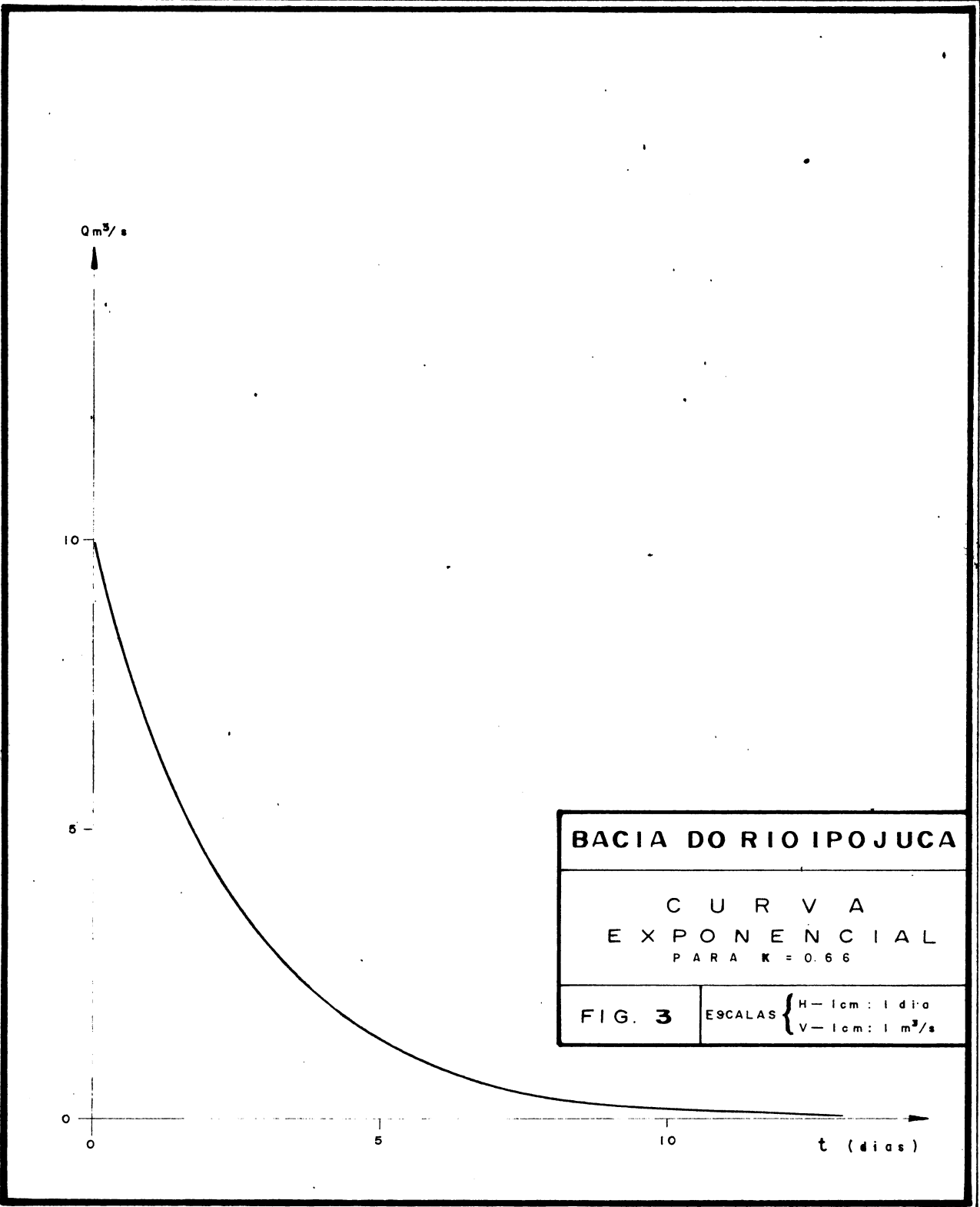
VALORES DE K
PARA VARIOS P.C.U.

- 0.9
- 0.8
- - - - - 0.7
- x - x - 0.6
- K

BACIA DO RIO IPOJUCA

METODO GRÁFICO
PARA DETERMINAR
UM K MÉDIO

FIG. 2 b ESCALAS { H - 1cm : 10 m³/s
V - 1cm : 10 m³/s



3 - OPERAÇÃO DO MODELO

3.1. Primeira Etapa

Para a operação do modelo foram desenvolvidos dois programas em FORTRAN IV, (vide apêndice 1) e consultado o "SOFTWARE" hidrológico elaborado pela equipe de programadores do Centro de Hidrologia Aplicada.

O primeiro programa (PROG1), tem como conteúdo, instruções para listagem dos dados de entrada e armazená-los no disco. O segundo programa (PROG2), contém toda a filosofia da formulação do modelo, nesta primeira etapa.

Considerando a bacia como um todo, praticamente homogêneo, calculamos a chuva média diária pelo método de Thiessen, cuja expressão é

$$\frac{\sum P_i \cdot A_i}{\sum A_i} = \bar{P}$$

onde, i é o índice dos postos de observações, P_i as precipitações diárias referentes aos postos i e A_i as áreas dos polígonos de Thiessen de cada posto i .

Conhecendo-se as precipitações médias diárias, surge o primeiro problema a solucionar, a escolha de um critério para determinar a chuva efetiva.

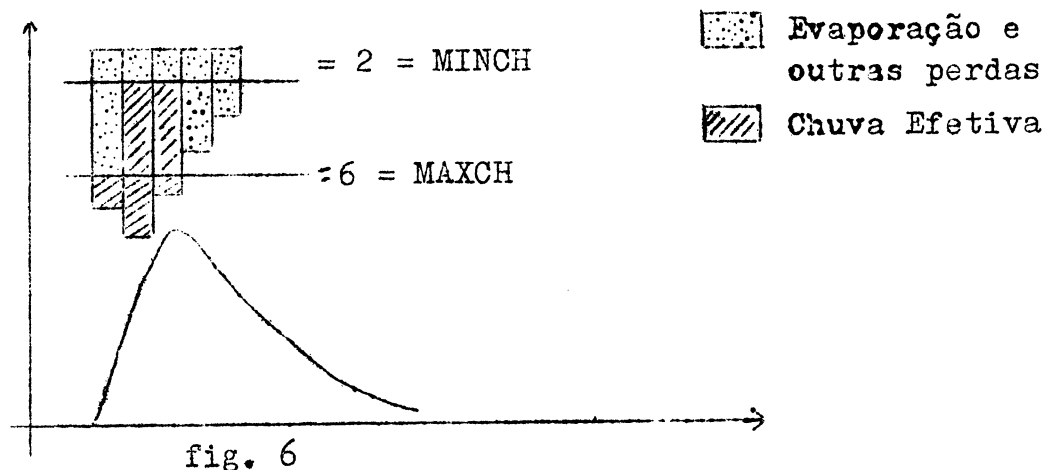
A zona do Rio Ipojuca pode ser considerada como semi-árida na parte alta, passando gradativamente à subtropical perto do exutório da bacia, sendo este fato comprovado por:

- 1 - baixos valores da taxa de umidade
- 2 - má distribuição das chuvas
- 3 - nossa observação na região

Baseados em estudos realizados pela "ORSTOM" nas zonas semi-áridas da África e especialmente no Nordeste do Brasil, quando fizeram o inventário dos recursos hídricos da bacia do Rio Jaguaribe, acontecendo uma precipitação num solo sêco, com baixa taxa de umidade e alta temperatura, é o caso da bacia do Ipojuca, produz escoamento (superficial ou subterrâneo) após recarregar o aquífero, sò mente a partir dum valor limite (MAXCH no programa que segue).

Da mesma maneira, quando acontece um evento chuvoso (uma sequência de chuvas que produzem uma taxa de umidade e uma temperatura diferentes da normal ao mesmo tempo em que ocorre escoamento) a chuva apesar desta vez produzir escoamento, tem que satisfazer uma perda por evaporação. Este valor por razões de lógica paramétrica, nós supomos constantes no decorrer do período chuvoso (chamado MINCH no programa).

Com a finalidade de melhor visualizarmos o problema, segue o esquema abaixo:



Os valores MAXCH e MINCH usados em nosso modelo de simulação, apresentam-se como parâmetros de ajustes, conseqüentemente não precisaríamos começar com valores exatos, porém para evitar cálculos demorados, partimos com valores de MAXCH=6 e MINCH=2 (valores ob

servados em zonas análogas, segundo nosso orientador).

Adotado o critério para o cálculo da chuva efetiva, partimos para a identificação da chuva ou grupo de chuvas, através - de uma sub-rotina GRUPC, capaz de provocar ou provocarem os escoamentos.

De posse então dos parâmetros $K(CINF)$, $D(DHU)$, $MAXCH$, $MINCH$, $GRUPC$, poderemos calcular o volume escoado (superficial + base), primeiro para um grupo de chuvas e posteriormente para um mês.

Ora, todo o nosso propósito foi buscar a reconstituição de escoamentos a partir de um operador, sendo este determinado pela relação escoamento/chuva, cujo quociente deverá ser tão próximo quanto possível da unidade.

Seguindo os conceitos da hidrologia paramétrica, isto é, o desenvolvimento e interpretação das relações entre os diversos - parâmetros característicos da bacia, programamos um modelo flexível, de modo a nos permitir um ajustamento desses parâmetros. Realmente, manipulamos segundo várias alternativas, sem contudo chegarmos a um conjunto de coeficientes, capaz de nos habilitar a simulação, devido aos baixos valores encontrados. O quadro abaixo nos dá uma melhor idéia das modificações nos parâmetros, e os resultados que obtivemos.

MAXCH	MINCH	DHU	CINF	ESC/CHUVA
40	20	5	0,66	0,260
40	20	2	0,66	0,151
40	20	5	0,90	0,286
40	20	5	0,30	0,255

É óbvio, que uma bacia muito irregular quanto a forma, quanto aos fatores climáticos e fisiográficos, não poderemos já mais estabelecer relações certas e determinísticas, porém se a nossa esquematização é válida, poderemos esperar uma simulação macroscópica.

Por outro lado, segundo nossas observações, apenas 10% da precipitação sôbre a bacia é responsável pelo escoamento, os 90% restantes voltamã atmosfera, através da evaporação.

Devido a êste primeiro resultado, não satisfatório à simulação, porem altamente positivo para nossa pesquisa, partimos' ainda mais encorajados, para uma segunda etapa de nosso problema.

3.2. Segunda etapa

Segundo vimos, não poderemos aplicar o esquema desenvolvido no PROG2, para determinarmos um conjunto de coeficientes, por não levar em conta as discrepâncias climáticas observadas na bacia.

Consequentemente, tornar-se-á necessário um refinamento no modelo, com a inclusão de parâmetros que se identifiquem com as várias regiões climáticas da bacia.

Por outro lado, a estação linimétrica de Caruarú, localizada no centro da bacia, nos mostra claramente a pouca contribuição proveniente de toda a parte alta da bacia, uma vez que, nos dois anos de observações, não há registro de níveis d'água, superior à 0,60 m, mesmo no período mais chuvoso.

Denota-se que as perdas globais, isto é, as perdas por evaporação, as perdas em trânsito no canal aluvial e perdas por possíveis fraturas (são suposições, não dispomos de nenhuma informação geológica da bacia), são responsáveis pelo baixíssimo escoamento superficial.

Por todos estes fatores, dirigimos o nosso estudo para a bacia não como um todo, mas dividindo-a em três sub-áreas, de conformidade com a distribuição de chuvas. A sub-área 1, abrangeria toda a parte alta até os limites com Caruarú, a sub-área 2, a parte média até Gravatá e finalmente a sub-área 3, a parte baixa (ver anexo 1).

3.2.1 - Programa (PROG3)

O PROG3, sendo uma extensão do PROGR2 adaptado as novas condições impostas para a bacia em estudo, ou seja, a divisão em três sub-áreas, nos levou a introduzir outros parâmetros de ajustes, muito embora guarde na sua lógica, muita semelhança com o PROG2.

Através da CHMED, calculamos a chuva média diária para cada sub-área e mais uma vez, novas dificuldades surgiram para o cálculo da chuva efetiva, sendo necessário muitas horas de computação para encontrarmos os valores MAXCH e os MINCH, além dos parâmetros DHU (tempo de duração do hidrograma) e CINF (K=coeficiente de infiltração). A melhor combinação dos parâmetros nos apresentou o seguinte quadro:

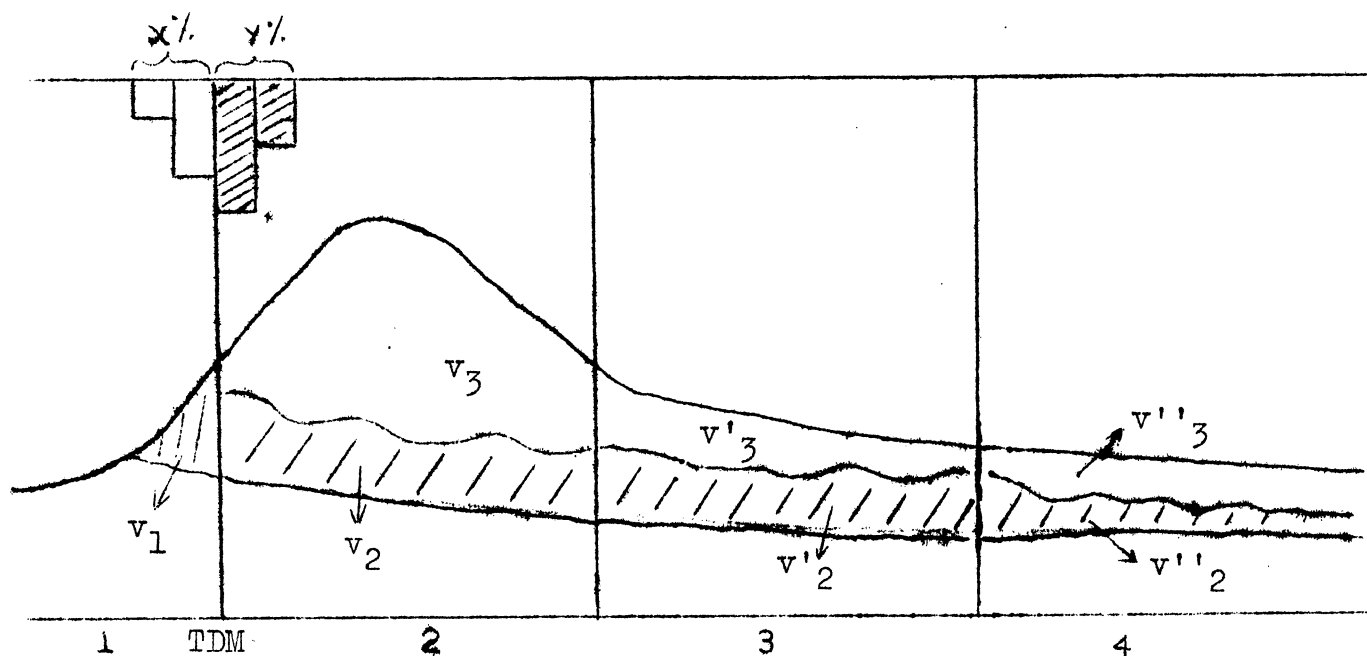
SUB-ÁREA 1	SUB-ÁREA 2	SUB-ÁREA 3
MAXCH = 15 mm	MAXCH = 12 mm	MAXCH = 9 mm
MINCH = 9 mm	MINCH = 9 mm	MINCH = 6 mm
DHU = 3 dias	DHU = 3 dias	DHU = 3 dias
CINF = 0,9	CINF = 0,9	CINF = 0,9

Conhecidos êstos valores, partimos para a identificação dos grupos de chuvas e a conseqüente separação da chuva em perdas e efetiva.

Admitindo um tempo de propagação para a sub-área 1 de dois dias e um dia para a sub-área 2, deslocamos tôdas as chuvas e fetivas de dois e um dia respectivamente, de modo a nos permitir somar o volume precipitado nas três sub-áreas, para um mesmo período de tempo.

Normalmente para os hidrólogos o cálculo do volume escoado não representa grandes problemas, todavia, no presente trabalho, como pretendemos desenvolver uma metodologia de simulação, partindo da análise das relações pluvio-hidrológicas, tivemos que formular hipóteses, com o fim de facilitar a programação do modelo.

Genêricamente, dois casos merecem nossa atenção, destes, discutiremos apenas um, por ser o outro análogo, as demais suposições constam no anexo 2, dispensando maiores comentários.



Os dois casos referem-se exatamente ao evento chuvoso ocorrido entre o fim (TFM) e o início (TDM) de um mês qualquer. Analizaremos, então, o que ocorre no início do mês. No gráfico, a parte hachurada representa o volume escoado proveniente da chuva(x) do mês de anterior. Então poderemos escrever que:

$$(1) V_2 = v_2 + v'_2 + v''_2 + \dots$$

$$(2) V_3 = v_3 + v'_3 + v''_3 + \dots$$

$$(3) V_T = v_1 + V_2 + V_3 \text{ (volume total)}$$

Supondo que a relação $\frac{v_3}{v_2 + v_3}$ é constante para os meses seguintes, nos resta determinar v_3 e v_2 para que possamos ter o valor da Constante β .

Ora, na expressão (3) conhecemos V_t e v_1 , logo podemos escrever

$$V_2 + V_3 = V_t - v_1$$

$$V_2 = V_t - v_1 - V_3$$

Sabemos ainda que $v_1 + V_2$ provém da chuva (x) e V_3 da chuva Y, donde podemos estabelecer que

$$\frac{v_1 + V_2}{V_3} = \frac{x}{y}$$

$$V_3 = \frac{y}{x} (v_1 + V_2)$$

$$V_3 = \frac{y}{x} (V_t - V_3)$$

$$V_3 = \frac{y V_t}{x + y} ; V_3 = yV_t$$

$$\beta = \frac{yV_t}{V_t - v_1}$$

Conhecendo-se esta relação constante (CORT) e por TRAPZ, poderemos obter o volume escoado num mês qualquer.

Por outro lado, se quisermos o volume proveniente de um período chuvoso no fim de um mês é só fazermos $1 - \beta$.

Desta forma, conhecendo-se o volume total escoado e o volume precipitado, poderemos determinar os coeficientes de escoamentos.

CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

O nosso grande objetivo era encontrar um conjunto de coeficientes capaz de reconstituir os escoamentos a partir das precipitações observadas.

Todavia, o tempo não nos permitiu o aproveitamento total do programa (vide anexo 3 e apendice), porém o modelo desenvolvido se não estiver calibrado, está em vias disso. Sua aplicação não constitui nenhuma dificuldade a não ser o tempo requerido para computação. É nossa intenção continuarmos os ajustes, até atingirmos o objetivo.

A divisão da bacia, tornou-se necessária para que se possa simular razoavelmente bem a produção de escoamentos, quando se dispõe de observações pluviométricas. Na realidade, teríamos que considerar três sub-bacias, cada uma independentemente, contudo, a falta de escoamentos de saída nas sub-bacias 1 e 2 nos impede de tal consideração.

Os resultados obtidos, quando combinamos os três pares de MAXCH e MINCH, os valores de DHU e CINF, nos dando a relação escoamento sobre chuva um valor de 1,011, para o período total de observações, nos indica claramente que iremos atingir não a otimização o que é quase impossível na simulação, mas uma reconstituição bastante significativa de volumes escoados.

A nossa maior dificuldade reside exatamente na pouca disponibilidade de horas de computação e o grande número de ajustes que se faz necessário, principalmente na fase final do modelo, onde vários critérios de seleção de grupos de chuvas já foram formulados, para todo o período de quase quatro anos de observações.

Uma recomendação para lograr uma reconstituição razoável dos escoamentos na bacia do Rio Ipojuca, seria conseguir

boas observações de níveis e descargas para o posto de Caruarú, pelo menos durante dois anos e empregar uma versão modificada - do PROG2 para cada sub-bacia (Caruarú e Engenho Tabocas), sendo a saída do modelo da sub-bacia de Caruarú, uma entrada complementar para a sub-bacia de Engenho Tabocas, além das precipitações.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - WISLER, C.O & BRATER, E.F. Hidrologia. Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico, 1964 | Original em Inglês |
- 2 - ROCHE, Marcel. Hydrologie de Surface. Paris, Gauthier, Villars, 1963
- 3 - GARCEZ, Lucas Nogueira. Hidrologia. São Paulo, Edgard Blücher, 1967
- 4 - RÉMÉNIÉRAS, G. L'Hydrologie de l'Ingénieur. 2.ed. Paris, Eyrolles, 1965
- 5 - LINSLEY, KOHLER & PAULHUS. Hydrology for Engineers. New York, - Mc Graw Hill, 1949
- 6 - PACITTI, Tércio. Fortran - Monitor Principios. 2.ed. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico, 1968
- 7 - Mc Cracken, Daniel D. A. Guide to FORTRAN programming. 6.ed. New York, John Wiley & Sons, 1963.
- 8 - SOUZA, João Ivo Avelaneda de. Estudos Hidrológicos para cálculo de Escoamentos - Bacia do Rio Basílio. Pôrto Alegre, 1970. - 80 p. |Tese (Mestre em Ciências em Hidrologia Aplicada), Centro de Hidrologia Aplicada. IPH - UFRGS |
- 9 - WAGNER, Elmar. Simulação Hidrológica na Bacia do Rio Jaguarão . Pôrto Alegre, 1970. 68 p. | Tese (Mestre em Ciências em Hidrografia Aplicada), Centro de Hidrologia Aplicada, IPH-UFRGS |
- 10 - PEREIRA, Francisco das Chagas. Contribuição a uma esquematização global para simular o escoamento total - Bacia do Rio Piratini - Sub-bacia de Picada Nova. Pôrto Alegre, 1971. 46 p. |Tese

(Mestre em Ciências em Hidrologia Aplicada), Centro de Hidrologia Aplicada IPH - UFRGS |

- 11 - RECIFE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais. Divisão de Hidrologia. Dados pluviométricos mensais. V.II.
- 12 - RECIFE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais. Grupo de Estudos da Bacia do Capibaribe. Contrôles de enchentes na bacia do Capibaribe.- V.I. 1967.
- 13 - BERTHELOT, Roger M. Notas de aula de Simulação. Pôrto Alegre, 1970. Centro de Hidrologia Aplicada, IPH - UFRGS.

// DUP

*DELETE PROGL
CART ID 1211 DB ADDR 3510 DB CNT 0013

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*ONE WORD INTEGERS

*NAMEPROGL

*IOCS(CAID,DISK,1132PRINTER,KEYBOARD,TYPEWRITER)
INTEGER CHUVA(1400)
DIMENSION DESCA(1400),AREA(18),PONDE (18)
DEFINE FILE1(9,320,U,IFIL1)
DEFINE FILE2(5,320,U,IFIL2)

C

C

LEITURA

C

C

. DO NÚMERO DE POSTOS

C

READ(2,1)NTHIE

C

C

. DA DATA INICIAL

C

READ (2,1) IANOO,IMESO,jOURO

C

C

. DO NÚMERO DE MESES DE DADOS

C

READ(2,L) NMES

C

C

. DAS AREAS DOS POLIGANOS DE THIESSEN

C

DO 10 I=1,NTHIE

10 READ (2,2) AREA(I)

C

C

. DOS COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO

C

READ(2,3) (PONDE(I),I=1,NTHIE)

C

C

CÁLCULO DA AREA TOTAL DA BACIA

C

AR=0.

DO 20 I=1,NTHIE

20 AR=AR+AREA(I)

C

C

. DAS DESCARGAS MENSAS

C

CALL DATSW(0,JCLEO)

GO TO (30,40),JCLEO

30 WRITE(3,4)

40 K=0

IMES=IMESO-1

LANO=IANOO

DO 60 I=1,NMES

IMES=IMES+1

IF(IMES-12)60,60,50

50 IMES=1

LANO=LANO+1

60 CALL LMESQ(DESCA,K,IMES,LANO,JCLEO)

IFIL1=1

WRITE(1'IFIL1) (DESCA(I),I=1,1400),AR

```

70 DO 70 I=1,1400
   CHUVA(I)=0
C
C
C
      . DAS CHUVAS MENSAIS
GO TO (80,90),JCLEO
80 WRITE(3,5)
90 K=C
   IMES=IMES0-1
   IANO=IAN00
   DO 110 I=1,NMES

   IMES=IMES+1
   IF(IMES-12) 110,110,100
100 IMES=1
   IANO=IANO+1
110 CALL LMESC(CHUVA,K,IMES,IANO,NTHIE,PONDE,AREA,AR,JCLEO)
   I FIL2=1
   WRITE(2,IFIL2) (CHUVA(I),I=1,1400)
   CALL EXIT
1  FORMAT (3I4)
2  FORMAT (21X,F7.1)
3  FORMAT (10F8.4)
4  FORMAT ('1',IANO MES',35X,'DESCARGAS DIÁRIAS (EM M3/S)',//)
5  FORMAT ('1',IANO MES',30X,'PRECIPITAÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS (EM DECIM)
   LOS DE MM)',//)
END

```

FEATURES SUPPORTED
ONDE WORD INTEGERS
IOCS

CORE REQUIREMENTES FOR PROGL
COMMON 0 VARIABLES 4302 PROGRAM 418
END OF COMPILATION

// DUP

* STORE WS UA PROGL
CLRT ID 1244 DB ADDR 364C DB CNT 001C


```

CALL DATSW(0,JCLEO)
GO TO(15,20), JCLEO
15 WRITE(3,3)
C
C IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE CHUVAS
C
20 NO=N
CALL GRUPC(TI,TF,TFIN2,MINCH,MAXCH,CHUVA,N,O,TINIT)
IF(NO-N) 30,60,30
C
C I= TEMPO FINAL DO ESCOAMENTO N
C
30 I=TF+DHU-1
IF(1-TFIN2) 40,40,50
40 TDEB(N)=TI
TFIM(N)=TF
GO TO 20
50 N=N-1
C
C CÁLCULO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL TOTAL PROVENIENTE DAS CHUVAS 1,N
C CÁLCULO DO VOLUME TOTAL DAS PRECIPITAÇÕES 1,2,...N
C
60 V=0.
PRECI=0.
DO 100 I=1,N
TI=TDEB(I)
TF=TFIM(I)+DHU-1
CALL VOLU1(DESCA,1,TI,TF,DHU,A,CINF,J)
GO TO (70,80),J
70 WRITE (3,12) I
TDEB(I)=0
GO TO 100
80 V=V+A
TF=TFIM(I)-1
DO 90 J=TI,TF
90 PRECI=PRECI+CHUVA(J)*AR*1.E-4
100 CONTINUE
A=V/PRECI
WRITE(1,4) MAXCH,MINCH,DHU,CINF,A,V,PRECI
WRITE(3,4) MAXCH,MINCH,DHU,CINF,A,V,PRECI
A=ABS(A-1)
IF(A-ESCHU) 120,120,110
110 WRITE(1,5)
READ(6,2) MAXCH,MINCH,DHU,CINF
GO TO 10
120 IFIL3=1
WRITE(3'IFIL3) (CHUVA(I),I=1,1400) I=1,1400)
C
C CÁLCULO DOS COEFICIENTES MENS AIS=ESCOAMENTO/CHUVA DO MÊS M
200 READ(2,2) M
IF(M) 210,580,210
210 IFIL3=1
READ(3'IFIL3) (CHUVA(I),I=1,1400)
IANO=IANOO-1
NPOND=-1
WRITE(3,6) M,M
220 IANO=IANOO+1
IAN=IANOO
CALL DATE2(J,IAN,M,1)

```

```

230      IF(J-TFIN1) 230,550
      TDM=J-TFINIT+1
      TFM=MONTH(IANO,M)+TDM-1
      N=0
      INDIC=0
      DO 240 I=1,12
240     VOL(I)=0.
C
C     BUSCA DOS NÚMEROS N DOS GRUPOS DE CHUVAS DO MÊS M, ANO IANO
C
250     N=N+1
      TI=TDEB(N)
C
C     JUNDO QF FOR MENOR QUE A ORDENADA CORRESPONDENTE DA CURVA DE
      INFILTRAÇÃO DO INÍCIO DO GRUPO, TIRAR ESTE GRUPO DOS CÁLCULOS
      DA CHUVA E DO ESCOAMENTO
C
      IF(TI) 255,250,255
255     TF=TFIM(N)
      IF(TI-TDM) 260,270,270
260     IF(TF-TDM) 250,250,280
270     IF(TI-TFM) 280,510,510
C
C     CÁLCULO DO VOLUME ESCOADO NO MÊS M, PROVENIENTE DOS GRUPOS DE
      CHUVAS DO MÊS M
C
280     INDIC=1
      IVOL=1
      TINF=TF+DHU-1
      ALPHA=0.0864
      QI=ALPHA*DESCA(TI)
      QINF=ALPHA*DESCA(TINF)
      QF=ALPHA*DESCA(TF)
      CALL VOLUI(DESCA,1,TI,TINF,DHU,V,CINF,I)
      IF(TI-TDM) 300,310,310
300     CALL CORR(TI,TDM,TF,ALPHA,QI,CINF,ALOGK,DESCA,CHUVA,V,BETA)
      A=CINF**(TDM-TI)
      TAUX1=TDM
      GO TO 320
310     A=1.
      TAUX1=TI
      BETA=1.
320     IF(TINF-TFM) 330,340,340
330     TAUX2=TINF
      VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+QF*(CINF**(TFM-TAUX2)-1.)*BETA/ALOGK
      GO TO 350
340     TAUX2=TFM
350     I=TAUX2-TAUX1+1
      VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+TRAPZ(DESCA(TAUX1),ALPHA,I)-QI*A*(CINF**(TFM-
      I-TAUX1)-1.)/ALOGK)*BETA
C
      IMES=M+1
      INUM=1
      IF(IMES-12) 370,370,360
C
C     CÁLCULO DO VOLUME ESCOADO NO MÊS (M+1), PROVENIENTE DOS GRUPOS
      DE CHUVAS DO MÊS M
C
360     IMES=1

```

IAN=IAN+1

```
370 CALL DATE2(J,IAN,IMES,1)
    IF (J-TFIN1) 380,380,250
380 IVOL=IVOL+1
    TDML=TFM
    TFML=TDML+MONTH(IAN,IMES)
    A=QI*CINF**(TDML-TI)*(CINF**(TFML-TDML)-1.)/ALOGK
    I=TINF-TDML+1
    B=TRAPZ(DESCA(TDML),ALPHA,I)+QINF*(CINF**(TFML-TINF)-1.)/ALOGK-A
    C=(QINF*CINF**(-TINF)-QI*CINF**(-TI))*(CINF**TFML-CINF**TDML)/ALOGK
1K
```

```
    IF(TINF-TDM) 400,410,410
400 VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+C*BETA
    GO TO 460
410 IF(TF-TDML) 420,430,430
420 VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+B*BETA
    GO TO 460
430 CALL CORT(TI,TDML,TF,ALPHA,QI,CINF,ALOGK,DESCA,CHUVA,V,BETA)
    BETA=1.-BETA
    IF(TINF-TFML) 440,450,450
440 VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+B*BETA
    GO TO 460
450 I=TFML-TDML+1
    VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+(TRAPZ(DESCA(TDML),ALPHA,I)-A)*BETA
```

C

C CÁLCULO DOS VOLUMES ESCOADOS NOS MESES (M+2),..., (M+INUM-1),
PROVENIENTES DOS GRUPOS DE CHUVAS DO MÊS M

```
460 DO 500 INUM=2,12
    IMES=IMES+1
    IF(IMES-12) 480,480,470
470 IMES=1
    IAN=IAN+1
480 CALL DATE2(J,IAN,IMES,1)
    IF(J-TFIN1) 490,490,250
490 IVOL=IVOL+1
    TDML=TFML
    TFML=TDML+MONTH(IAN,IMES)
500 VOL(IVOL)=VOL(IVOL)+C*BETA
    GO TO 250
```

C

```
510 IF (INDIC) 520,220,520
```

C

C CÁLCULO DOS COEFICIENTES ESCOAMENTO MENSAL/CHUVA NO MÊS M

C

```
520 NPOND=NPOND+1
    IFIL2=1
    READ(2'IFIL2) (CHUVA(I),I=1,1400)
    V=0.
    TFM=TFM-1
    DO 530 I=TDM,TFM
530 V=V+CHUVA(I)
    IMES=IMES-1
    IAN=IANO+1900
    DO 540 I=1,INUM
    IMES=IMES+1
    IF(IMES-12) 536,536,533
533 IMES=1
    IAN=IAN+1
536 A=VOL(I)/V
```

```

WRITE(3,7), IAN, IMES, A
540 COEF(I,M)=(NPOND*COEF(I,M)+A)/(NPOND+1)
IF (INUM-12) 550,220,220
550 WRITE(3,8)
IMES=M-1
DO 570 I=1,12
IMES=IMES+ 1
IF (IMES-12) 570,570,560
560 IMES=1
570 WRITE(3,9) IMES, COEF(I,M)
GO TO 200
580 CALL EXIT
1 FORMAT (10F8.4)
2 FORMAT (3I4,F8.4)
3 FORMAT ('1'45x, 'QUADRO DOS GRUPOS DE CHUVAS', //, ' NO DO INÍCIO
1 FIM CHUVAS ESCOADAS', //, ' GRUPO' )
4 FORMAT('MAXCH =', I2, ' MINCH =', I2, ' DHU =', I2, ' CINF =',
1F5.3, ' ESCOAMENTO/CHUVA=', F7.3, ' ESC. =', F10.0, ' CH. =', F10.0
1)
5 FORMAT(' ESCREVER MAXCH, MINCH, DHU, CINF (3I4,F8.4)', //)
6 FORMAT('1', 10X, 'MÊS ESTUDADO =', I2, //, 10X, 'ANO' IMES ESCO
1AMENTO MENSAL / CHUVA CAÍDA NO MÊS ', I2, //)
7 FORMAT (9X, I4, I7, 15X, F7.5)
8 FORMAT ('1', 17X, 'MÊS' COEFICIENTE MÉDIO = ESCOAMENTO MENSAL / C
1HUVA CAÍDA NO MÊS ', I2, //)
9 FORMAT (10X, I2, 15X, F7.5)
11 FORMAT('1', 20X, 'DADOS EXTREMOS DO PERÍODO DE MEDIÇÕES
1CÓDIGO (DATA ABSOLUTA A PARTIR DE 1900)', //, 30X, 'INÍCIO =', I5, 2I3
1, 30X, 'TINIT =', I6, /, 30X, 'FIM=' I5, 2I3, 30X, 'TFINI =', I6, //)
12 FORMAT(5X, 'GRUPO NO', I3, 'TIRADO')
END

```

FEATURES SUPPORTED
ONE WORD INTEGERS
IOCS

CORE REQUIREMENTS FOR PROG2
COMMON 0 VARIABLES 5010 PROGRAM 1822

END OF COMPILATION

// DUP

* STORE WS UA PROG2
CART ID 12AA DB ADDR 35E6 DB CNT 0079

// EJECT

// DUP

*DELETE LMESC
CART ID 12AA DB ADDR 2F69 DB CNT 0019

// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS

C

SUBROUTINE LMESC(CHUVA,K,IMES,IANO,NTHIE,THIE,AREA,ARC,JCLEO)
INTEGER CHUVA(1)
DIMENSION THIE(1),AREA(1),TAB(16)

C

C

C

LEITURA DAS CHUVAS DIÁRIAS EM CADA POSTO E CÁLCULO DAS CHUVAS
MÉDIA

ICHUV=K
K1=ICHUV+1
K2=ICHUV+16
DO 100 ISEM=1,2
GO TO (20,10),ISEM
10 K1=K2+1
K2=ICHUV+MONTH(IANO,IMES)
20 J=K2-K1+1
DO 25 I=1,16
25 TAB(I)=0.
DO 30 ITHIE=1,NTHIE
READ(2,1) (CHUVA(I),I=K1,K2)
K=K1-1
DO 30 I=1,J
K=K+1
30 TAB(I)=TAB(I)+FLOAT(CHUVA(K))*AREA(THIE)*THIE(ITHIE)/AR
K=K1-1
DO 40 I=1,J
K=K+1
40 CHUVA(K)=TAB(I)
GO TO (50,100),JCLEO
50 GO TO (60,90),ISEM
60 IF (IMES-1) 80,70,80
70 WRITE (3,2) IANO,IMES,(CHUVA(I),I=K1,K2)
GO TO 100
80 WRITE (3,3) IMES,(CHUVA(I),I=K1,K2)
GO TO 100
90 WRITE (3,4) (CHUVA(I),I=K1,K2)
100 CONTINUE
K=K2
RETURN
1 FORMAT (16X,16I4)
2 FORMAT (2I5,6X,16I6)
3 FORMAT (5X,15,6X,16I6)
4 FORMAT (16X,16I6,/)
END

// DUP

*STORE WS UA LMESC

```

// FOR
* LIST SOURCE PROGRAM
* ONE WORD INTEGERS
* NAMEPROG1
* IOCS(CARD,DISK,1132PRINTER, KEYBOARD,TYPEWRITER)
C
C     LER CARTÕES DE CHUVAS E DESCARGAS PARA ARMAZENAGEM NO DISCO
C     INTEGER CHUVA (300)
C     DIMENSION DESCA(1400)
C     DEFINE FILE1(9,320,U,IFIL1)
C     DEFINE FILE2(90,320,U,IFIL2)
C     READ(2,1) NMES
C     READ(2,1) NPOST
C
C     LEITURA DAS DESCARGAS DIÁRIAS
C
C     CALL DATSW(0,JCLEO)
C     GO TO (10,20),JCLEO
10  WRITE (3,2)
20  K=0
    IMES=0
    IANO=1967
    DO 40 I=1,NMES
    IMES=IMES+1
    IF (IMES-12) 40,40,30
30  IMES=1
    IANO=IANO+1
40  CALL LMESQ(DESCA,K,IMES,IANO,JCLEO)
    IFIL1=1
    WRITE(1'IFIL1) (DESCA(I),I=1,1400)
    J=NMES*2
    IFIL2=1
C
C     LEITURA DAS CHUVAS DIÁRIAS EM CADA POSTO
C
C     DO 60 K=1,J
C     K1=K-15
C     K2=K
C
C     DO 50 IPOST=1,NPOST
C     K1=K1+16
C     K2=K2+16
50  READ(2,3) (CHUVA(K),K=K1,K2)
60  WRITE(2'IFIL2) (CHUVA(K),K=1,K2)
C
C     CALL EXIT
1  FORMAT (I4)
2  FORMAT('1',' ANO MES',35X,'DESCARGAS DIÁRIAS (EM M3/S)',//)
3  FORMAT(16X,16I4)
END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS
      FUNCTION IYBIS(IAN)
C
C      IYBIS=1 PARA UM ANO BISSEXTO
C      IYBIS=0 PARA UM ANO NORMAL
C
      IYBIS=0
      IF(IAN-(IAN/4)*4) 20,10,20
10     IYBIS=1
20     RETURN
      END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS
      FUNCTION MONTH(IAN,MOIS)
C
C      ACHAR O NÚMERO DE DIAS DO MÊS (MOIS) DO ANO (IAN)
C
      DIMENSION M(12)
      DATA M/31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/
      M(2)=28
      IF(IAN-(IAN/4)*4) 20,10,20
10     M(2)=29
20     MONTH=M(MOIS)
      RETURN
      END

```

```

//FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS
C
      SUBROUTINE DATE2(J,IAN1,IMOIS,JOUR)
C
C      ACHAR A DATA ABSOLUTA(CONTADA DESDE 1900)A PARTIR DE(ANO,MÊS,
C      DIA)
      IAN2 =IAN1-1900
      J=0
      IF(IAN2) 10,30,10
10     DO 20 I=1,IAN2
20     J=J+365+IYBIS(I-1)
30     K=IMOIS-1
      IF(K) 40,60,40
40     DO 50 I=1,K
50     J=J+MONTH(IAN2,I)
60     J=J+JOUR
      RETURN
      END

```


// FOR

*LIST SOURCE PROGRAM

*ONE WORD INTEGERS

C

SUBROUTINE DATE1(J,IAN,MOIS,JOUE)

C

J=NÚMERO DE DIAS A PARTIR DE 1900. ACHAR A DATA(ANO,MES,DIA)

C

I=J

IAN=-1

10 IAN=IAN+1

MOIS=12

JOUE=31

N=365+IYBIS(IAN)

IF(I-N) 30, 70, 20

20 I=I-N

GO TO 10

30 MOIS=0

40 MOIS=MOIS+1

N=MONTH(IAN,MOIS)

JOUE=N

IF(I-N) 60, 70, 50

50 I=I-N

GO TO 40

60 JOUE=I

70 IAN=IAN+1900

RETURN

END

C

SUBROUTINE CHMED(CHUVA,TAB,AREA,PONDE,AR,NCLIX,NPOST,MESO,IANO,IMES,JCLE)

INTEGER DMES,CHUVA(1)TAUX1(300),TAB(1)

DIMENSION TAUX2(16),AREA(1),PONDE(1)

COMMON IFIL2

C

C

C

CÁLCULO DAS CHUVAS MEDIAS DIÁRIAS EM CADA SUB-ÁREA

DO 10 I=1,1400

10 CHUVA(I)=0

IFIL2=1

K2=0

MES=MESO-1

IANO=IANO

DO 140 IMES=1,NMES

MES=MES+1

IF(MES-12) 30, 30, 20

20 MES=1

IANO=IANO+1

30 DMES=MONTH(IANO,MES)

DO 140 IQUIN=1,2

I=16*NPOST

READ(2'IFIL2) (TAUX1(J),J=1,I)

K1=K2+1

```

I=15
GO TO(50,40),IQUIN
40 I=DMES-17
50 K2=K1+I
J=K2-K1+I
DO 60 I=1,16
60 TAU2(I)=0.
DO 70 ICAIX=1,NCAIX
K=TAB(ICAIX)
I=(K-1)*16
DO 70 L=1,J
I=I+1
70 TAU2(L)=TAU2(L)+FLOAT(TAU1(I))*AREA(K)*PONDE(K)/AR
I=K1-1
DO 80 L=1,J
I=I+1
80 CHUVA(I)=TAU2(L)
GO TO(90,140),JCLE
90 GO TO(100,130),IQUIN
100 IF(MES-1) 120,110,120
110 WRITE(3,1) IANO,MES,(CHUVA(L),L=K1,K2)
GO TO 140
120 WRITE(3,2) MES,(CHUVA(L),L=K1,K2)
GO TO 140
130 WRITE(3,3) (CHUVA(L),L=K1,K2)
140 CONTINUE
RETURN
1 FORMAT(2I5,6X,16I6)
2 FORMAT(5X,15,6X,16I6)
3 FORMAT(16X,16I6,/)
END

```

```

C
SUBROUTINE LMESQ(Q,IQ,IMES,IANO,JCLEO)
C
C   LEITURA,CADA MES, DAS DESCARGAS DIARIAS
C
DIMENSION Q(1),L(16)
IQ0=IQ+1
DO 30 I=1,2
NI=16
GO TO(20,10),I
10 NI=MONTH(IANO,IMES)-16
20 READ(2,1) IFACT,(L(J),J=1,NI)
DO 30 J=1,NI
IQ=IQ+1
30 Q(IQ)=FLOAT(L(J))*10.**IFACT
GO TO(40,80),JCLEO
40 IF (IMES-1) 60,50,60
50 WRITE(3,2) IANO,IMES,(Q(J),J=IQ0,IQ)
GO TO 70
60 WRITE(3,3) IMES,(Q(J),J=IQ0,IQ)
70 WRITE(3,4)
80 RETURN
1 FORMAT(14X,12,16I4)

```

```

2  FORMAT(2I5,6X,11F9.3,/,16X,11F9.3,/,16X,9F9.3)
3  FORMAT(5X,15,6X,11F9.3,/,16X,11F9.3,/,16X,9F9.3)
4  FORMAT(/)
    END

```

```

    INTEGER CHUVA (1400),TAB(18),TAB1(3),TAB2(12),TAB3(4),TAB4(2)
    DIMENSION AREA (18),PONDE(18),AR(3)
    COMMON IFIL2
    EQUIVALENCE (TAB(1),TAB2(1)),(TAB(13),TAB3(1)),(TAB(17),TAB4(1))
    DATA NAR/3/,TAB1/12,4,2/,TAB2/1,2,3,6,7,8,10,11,12,13,17,18/,
1   TAB3/5,14,15,16/,TAB4/4,9/
    DEFINE FILE2(90,320,U,IFIL2)
    DEFINE FILE3(5,320,U,IFIL3)
    DEFINE FILE4(5,320,U,IFIL4)
    DEFINE FILE5(5,320,U,IFIL5)

```

```

C
C
C
C
C      . DO NÚMERO DOS POSTOS
C
C      READ(2,1) NPOST
C
C
C      . DA DATA INICIAL
C
C      READ(2,1) IANOO,MESO,JOURO
C
C
C      . DO NÚMERO DOS MESES DE DADOS
C
C      READ(2,1) NMES
C
C
C      . DAS ÁREAS DOS POLIGONOS DE THIESSEN
C
C      DO 10 I=1,NPOST
10  READ(2,2) AREA(I)
C
C
C      . DOS COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO
C
C      READ(2,3) (PONDE(I),I=1,NPOST)
C
C
C      CÁLCULO DAS ÁREAS DAS SUB-ÁREAS
C
C      A=0.
C      DO 60 I=1,NAR
C      AR(I)=0.
C      L=TAB1(I)
C      DO 50 J=1,L
C      GO TO(20,30,40),I
C
20  K=TAB2(J)
C      GO TO 50
C
30  K=TAB3(J)
C      GO TO 50
C
40  K=TAB4(J)

```

```
50 AR(I)=AR(I)+AREA(K)
60 A=A+AR(I)
```

```
C
C
C
```

CÁLCULO DAS CHUVAS MÉDIAS DIÁRIAS POR CADA SUB-ÁREA

```
CALL DATSW(0,JCLE)
I=1
K=TAB1(I)
GO TO (70,80),JCLE
70 WRITE(3,4) I,(TAB2(J),J=1,K)
   WRITE(3,5)
80 CALL CHMED(CHUVA,TAB2,AREA,PONDE,AR(1),K,NPOST,MESO,IANOO,NMÊS,
1JCLE)
   IFIL3=1
   WRITE(3'IFIL3) (CHUVA(I),I=1,1400),AR(1),A
   I=2
   K=TAB1(I)
   GO TO(90,100),JCLE
90 WRITE(3,4) I,(TAB3(J),J=1,K)
   WRITE(3,5)
100 CALL CHMED(CHUVA,TAB3,AREA,PONDE,AR(2),K,NPOST,MESO,IANOO,NMÊS,
1JCLE)
   IFIL4=1
   WRITE(4'IFIL4) (CHUVA(I),I=1,1400),AR(2)
   I=3
   K=TAB1(I)
   GO TO(110,120),JCLE
110 WRITE(3,4) I,(TAB4(J),J=1,K)
   WRITE(3,5)
120 CALL CHMED(CHUVA,TAB4,AREA,PONDE,AR,(3),K,NPOST,MESO,IANOO,
NMÊS,1JCLE)
   IFIL5=1
   WRITE(5'IFIL5) (CHUVA(I),I=1,1400),AR(3)
   CALL EXIT
1  FORMAT(3I4)
2  FORMAT(2I4,F7.1)
3  FORMAT(10F8.4)
4  FORMAT('1',10X,'PRECIPITAÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS ÁREA NO',I2,
1'(SUB-ÁREAS = ',12I3)
5  FORMAT(15X,' (EM DÉCIMOS DE MM)',//,' ANO MES',//)
END
```

```
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
C
```

```
SUBROUTINE GRUPC(TI,T,TFIM,MINCH,MAXCH,CHUVA,N,KEY,TINIT)
```

DETERMINAÇÃO DOS GRUPOS DE CHUVAS

```
TI =DATA DE INÍCIO DO GRUPO EFETIVO DE CHUVAS(INTEIRO EM DIAS)
TF =DATA DE FIM DO GRUPO EFETIVO DE CHUVAS(INTEIRO EM DIAS)
TFIM=DATA(RELATIVA)DE INÍCIO DO ÚLTIMO DADO DE CHUVA OBSERVADO
    = NÚMERO TOTAL DE OBSERVAÇÕES (INTEIRO EM DIAS)
MINCH = QUANTIA DE CHUVA EVAPORADA POR DIA(EM DÉCIMOS DE MM)
```

```

C   MAXCH=QUANTIA MÍNIMA DE CHUVA QUE INICIA UM GRUPO(EM DÉCIMOS
C   DE MM)
C   CHUVA=ARRANJO INTEIRO DAS CHUVAS OBSERVADAS, NA ENTRADA
C   =ARRANJO INTEIRO DAS CHUVAS ESCOMADAS, NA SAÍDA
C   (EM DÉCIMOS DE MM)
C   N = NÚMERO DE GRUPO
C   KEY = CHAVE PARA SAÍDA OPCIONAL DOS GRUPOS
C   TINIT = DATA INICIAL (ABSOLUTA) DO PRIMEIRO DADO DE CHUVA-
C   OBSERVADO(INTEIRO EM DIAS)
C   INTEGER T, TI, TFIM, CHUVA(1), TINIT, TMI
C
10  T=T+1
    IF(T-TFIM) 20,20,100
20  IF(CHUVA(T)-MAXCH) 30,30,40
30  CHUVA(T)=0
    GO TO 10
40  TI=T
    CHUVA(T)=CHUVA(T)-MAXCH
50  T=T+1
    IF(T-TFIM) 60,60,80
60  IF(CHUVA(T)-MAXCH) 80,80,70
70  CHUVA(T)=CHUVA(T)-MINCH
    GO TO 50
80  N=N+1
    CHUVA(T)=0
    CALL DATSW(KEY,JSW)
    GO TO (90,100),JSW
90  TMI=T-1
    J=TINIT-1+TMI
    CALL DATE1(J,IAN02,MF,JF)
    J=TINIT-1+TI
    CALL DATE1(J,IAN01,MI,JI)
    WRITE(3,1) N,IAN01,MI,JI,IAN02,MF,JF,(CHUVA(J),J=TI,TMI)
1   FORMAT (19H6)
100 RETURN
    END

```



```

C
C   FUNÇÃO PARA CALCULAR O VALOR DE UMA INTEGRAL PELO MÉTODO DOS
C   F=ARRANJO REAL DOS VALORES DA FUNÇÃO A SER | TRAPÉZIOS
C   H=INCREMENTO DE INTEGRAÇÃO | INTEGRADA
C   N=NÚMERO DE PONTOS NA INTEGRAÇÃO
C
FUNCTION TRAPZ(F,H,N)
DIMENSION F(1)
TRAPZ=(F(1)+F(N))*0.5
IF(N-2) 30,30,10
10  NMI=N-1
   DO 20 I=2,NMI
20  TRAPZ=TRAPZ + F(I)
30  TRAPZ=TRAPZ*H
   RETURN
END

```

```

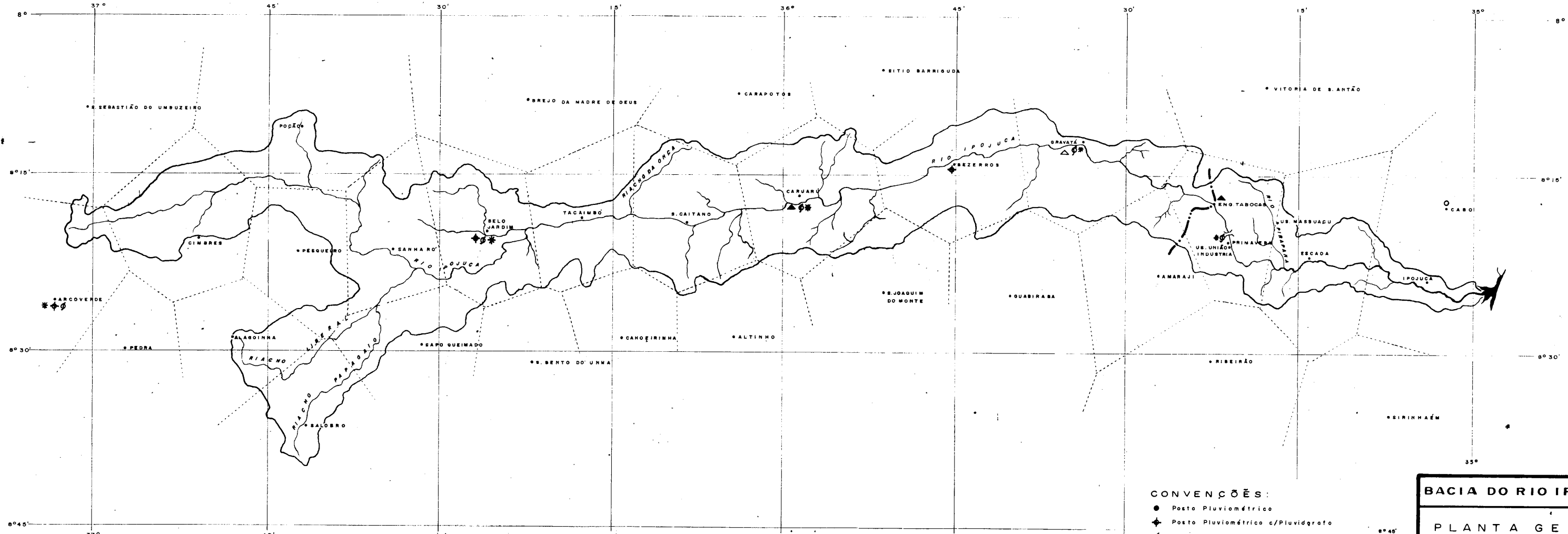
// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS
C
SUBROUTINE CORT(T1,T2,T3,ALPHA,QI,CINF,ALOGK,DESCA,CHUVA,V,BETA)
C
INTEGER T1,T2,T3,CHUVA(1)
DIMENSION DESCA(1)
C
CALCULO DO COEFICIENTE BETA DE DIVISAO DO ESCOAMENTO
C
I=T2-T1+1
A=TRAPZ(DESCA(T1),ALPHA,I)-QI*(CINF**((T2-T1)-1.)/ALOGK
B=0.
C=0.
J=T2-1
DO 10 I=T1,J
10 B=B+CHUVA(I)
J=T3-1
DO 20 I=T2,J
20 C=C+CHUVA(I)
BETA=C*V/((B+C)*(V-A))
RETURN
END

```

```

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ONE WORD INTEGERS
C
SUBROUTINE ESCRG(TI,TF,TINIT,N,MES,V,CHUVA,AR,A,CGRUP,INDIC,JCLE)
C
INTEGER TI,TF,TINIT,CHUVA(1)
GO TO(10,30),INDIC
10 A=0.
DO 20 I=TI,TF
20 A=A+CHUVA(I)*AR*1.E-4
30 B=V/A
CGRUP=CGRUP+B
GO TO(40,70),JCLE
40 GO TO(50,60),INDIC
50 J=TINIT-1+TI
CALL DATE1(J,IANO1,MI,JI)
J=TINIT-1+TF
CALL DATE1(J,IANO2,MF,JF)
WRITE(3,1) N,IANO1,MI,JI,IANO2,MF,JF,MES,V,A,B
RETURN
60 WRITE(3,2) MES,V,B
70 RETURN
1 FORMAT(/,I8,2(I6,2I3),I8,F8.4,F9.4,F8.4)
2 FORMAT(32X,I8,F8.4,9X,F8.4)
END

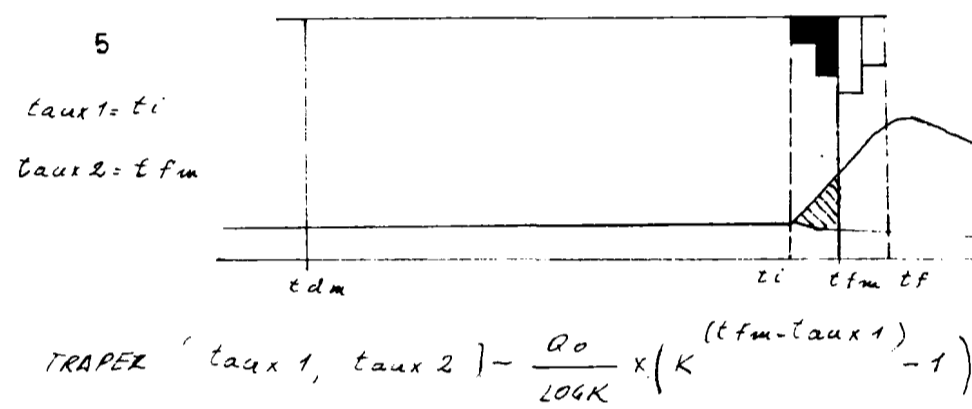
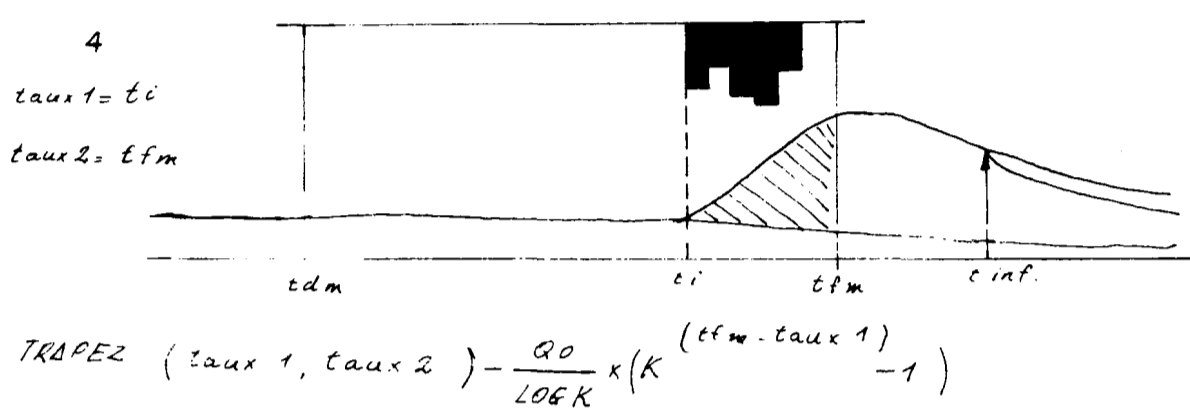
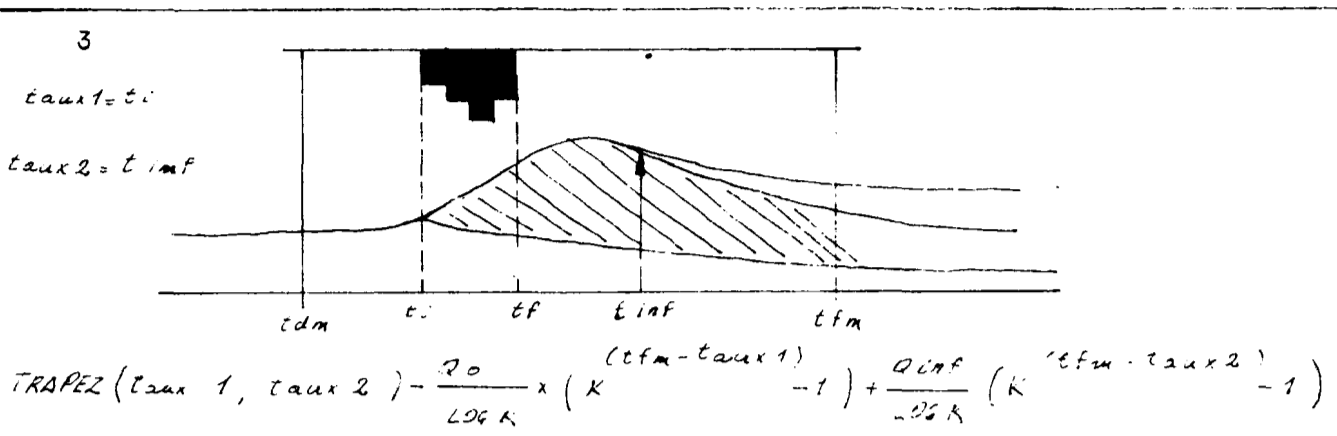
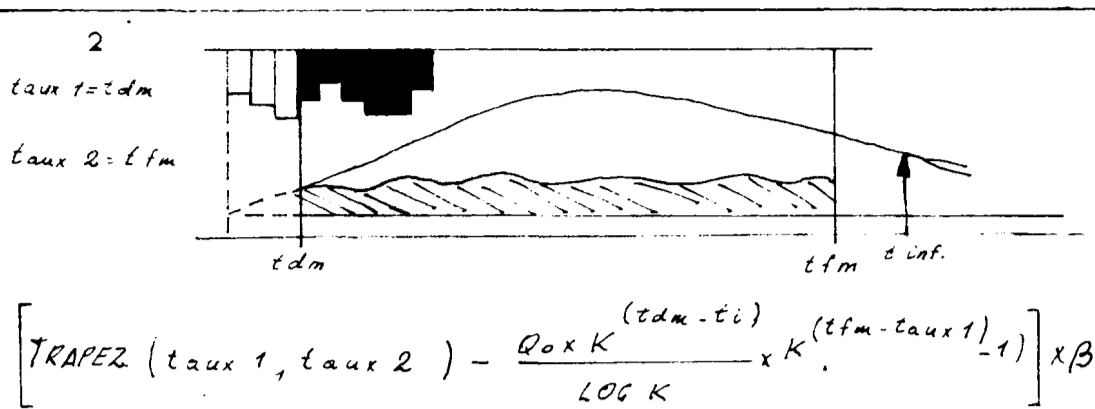
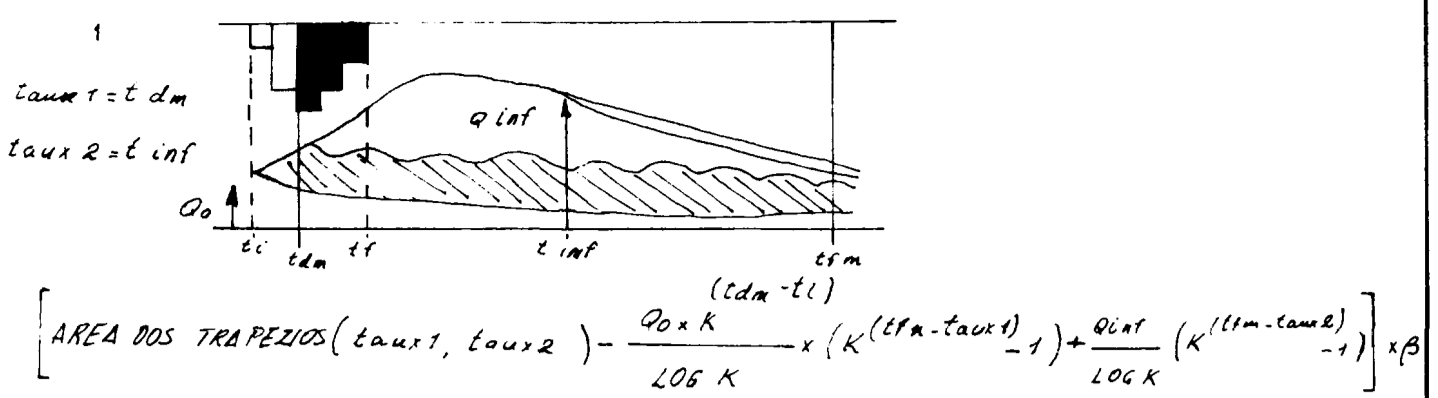
```

- CONVENÇÕES:**
- Posto Pluviométrico
 - ⊕ Posto Pluviométrico c/Pluviógrafo
 - ⊖ Posto Termométrico
 - ⊗ Posto Evaporimétrico
 - ▲ Posto Fluiométrico
 - △ Posto Limimétrico

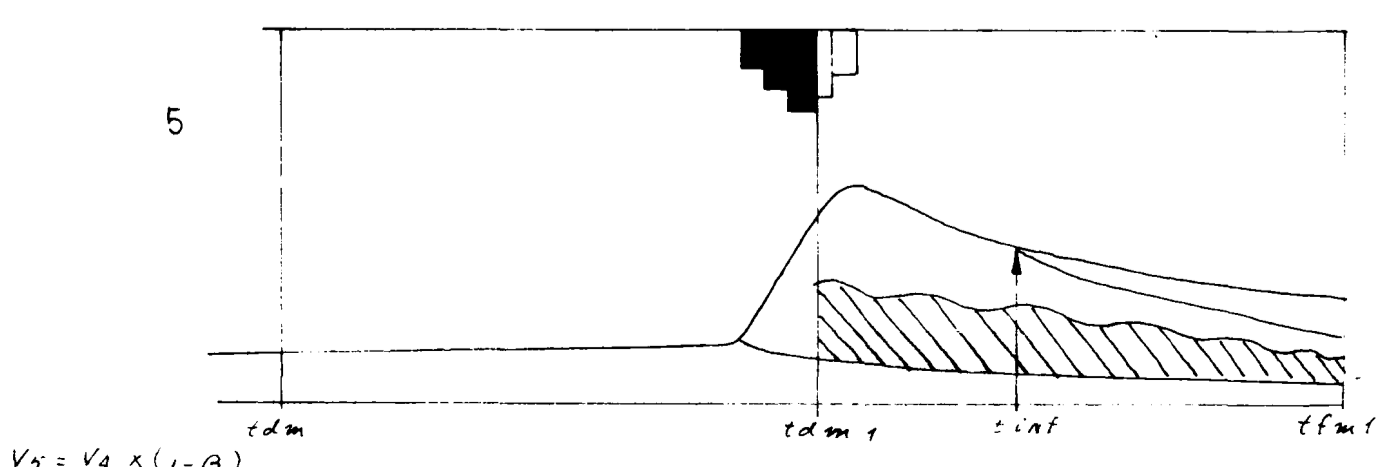
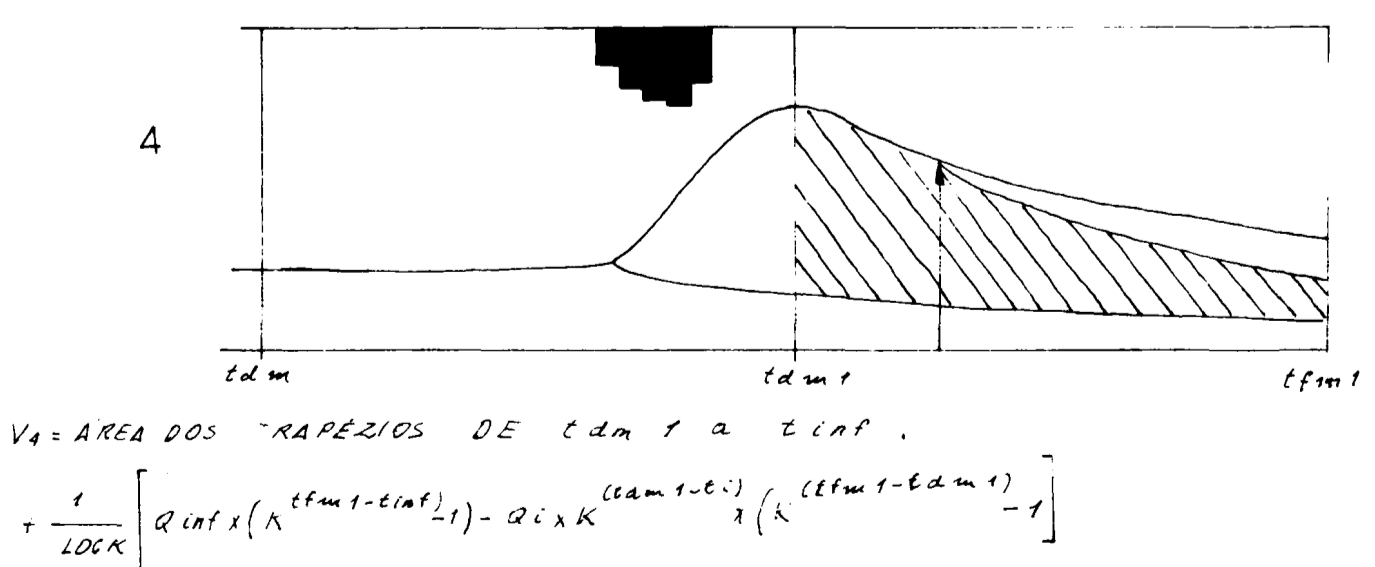
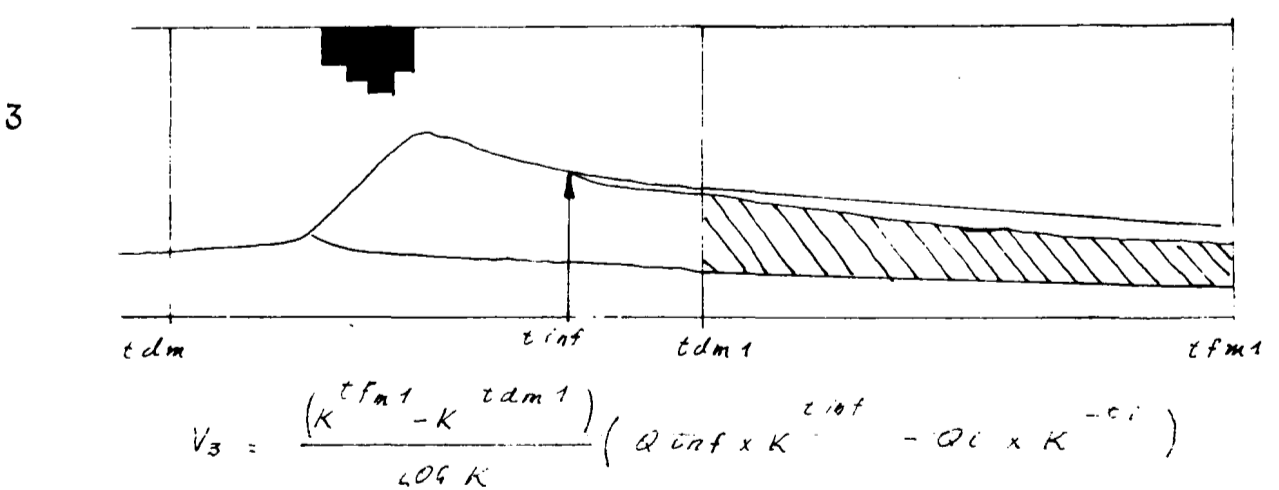
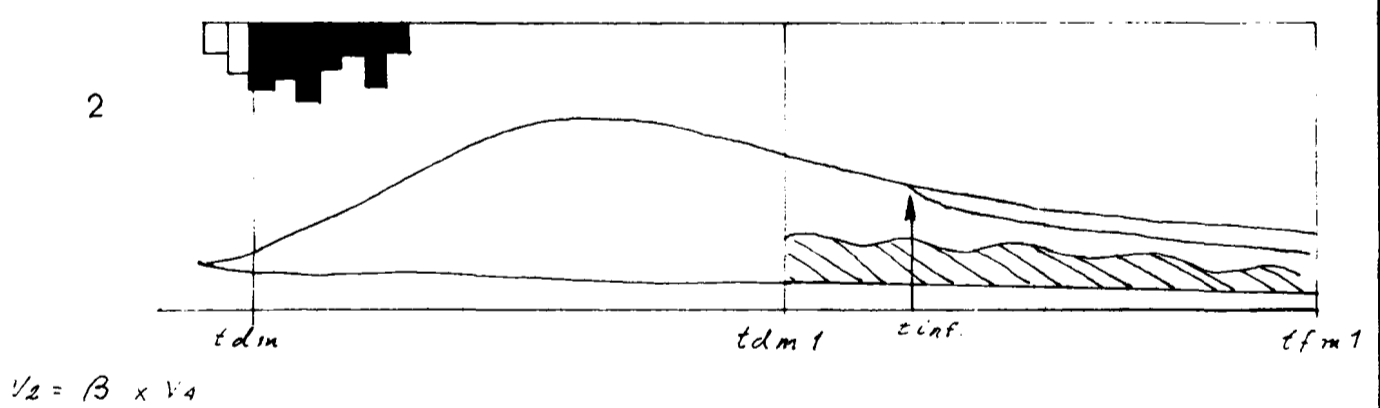
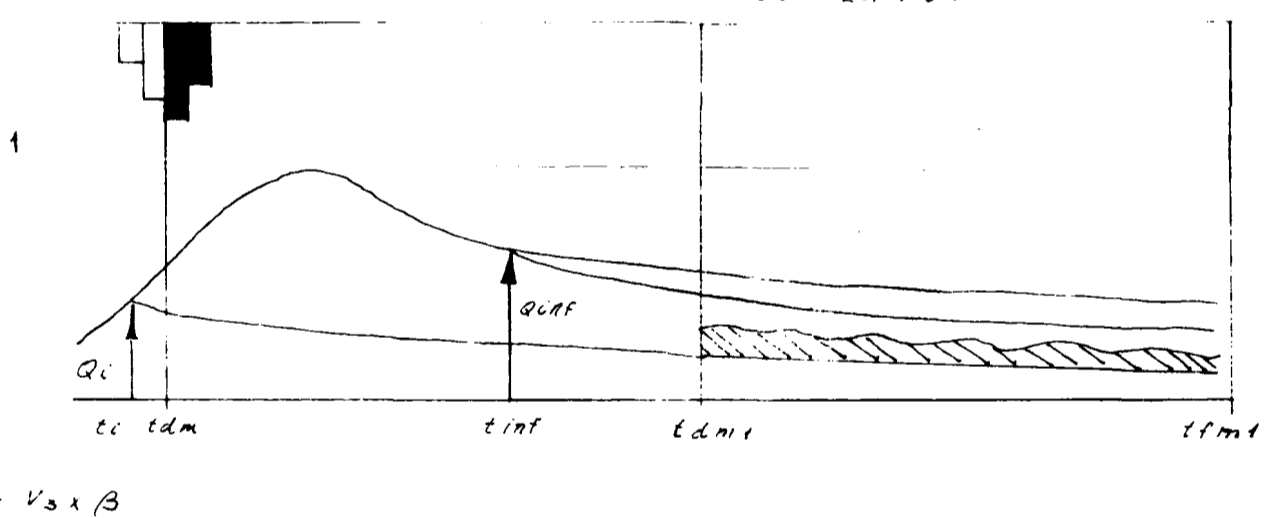
BACIA DO RIO IPOJUCA	
PLANTA GERAL	
ANEXO Nº 1	
DATA: Jun. / 70	ESCALA: 1 : 500.000

GRUPO DE CHUVA DURANTE O MES m ESCOAMENTO DURANTE O MESMO MES

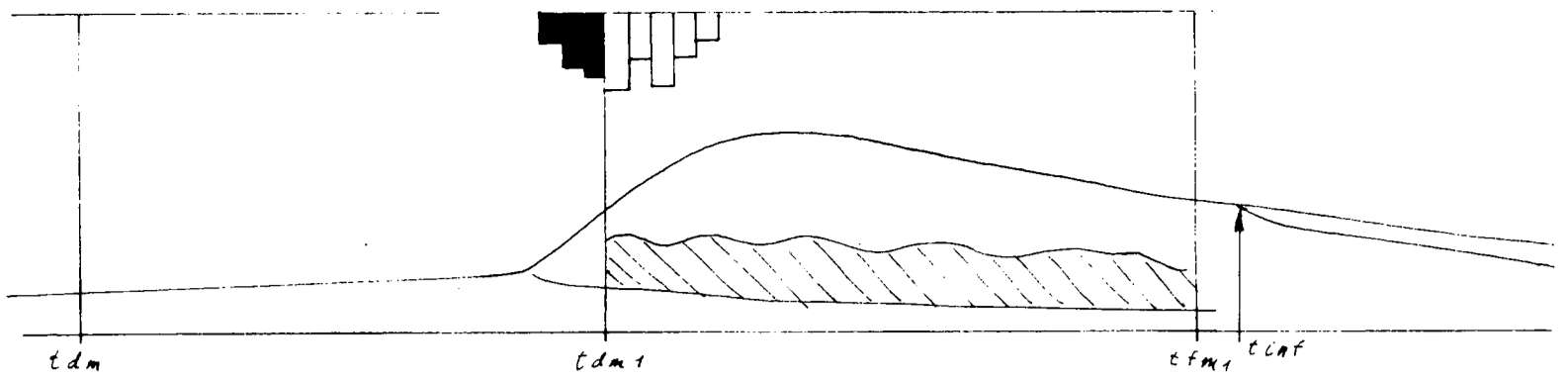


GRUPO DE CHUVAS DURANTE O MES m ESCOAMENTO DURANTE O MES SEGUINTE

$t_{inf} = t_f + \text{DHU} - 1$

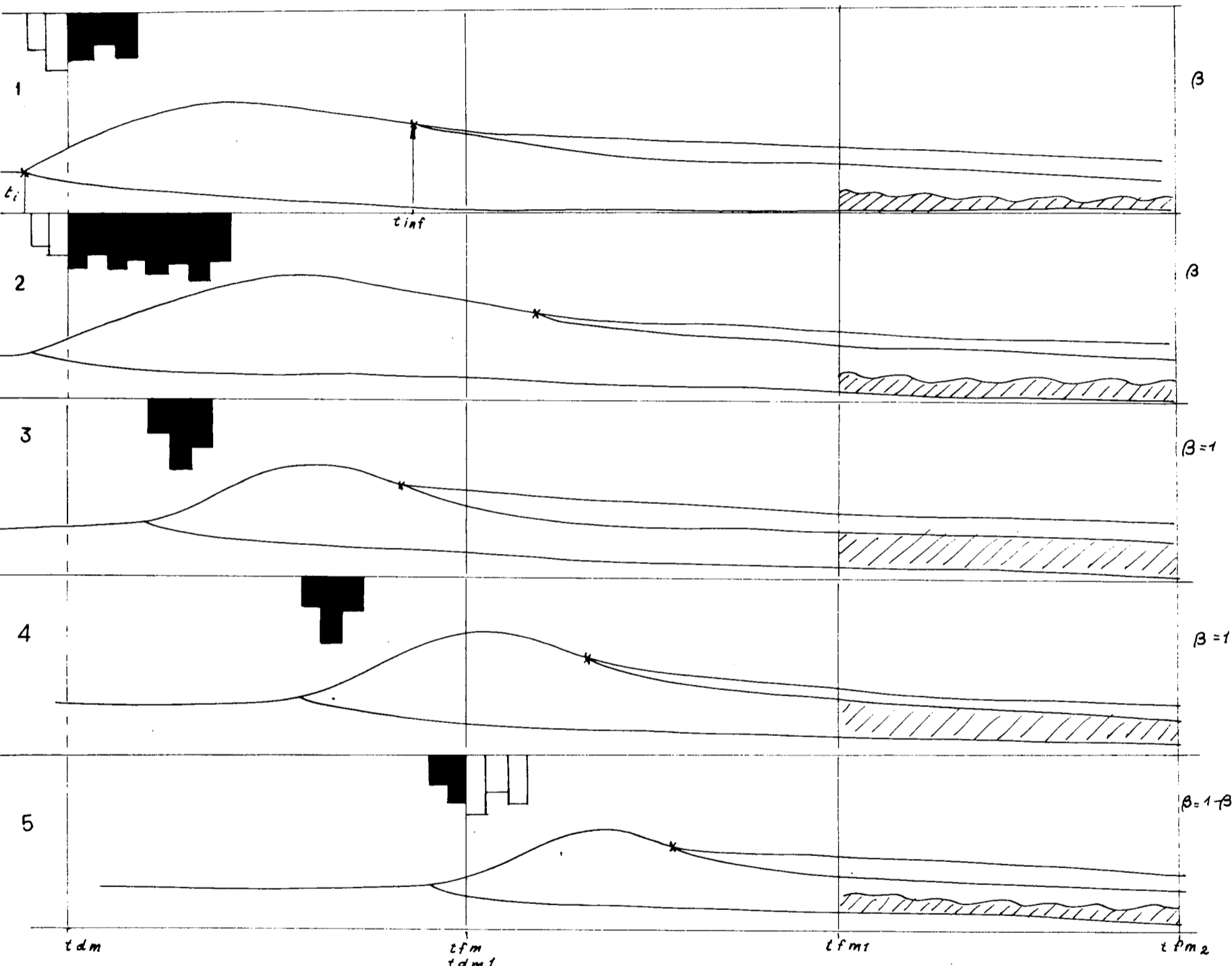


6

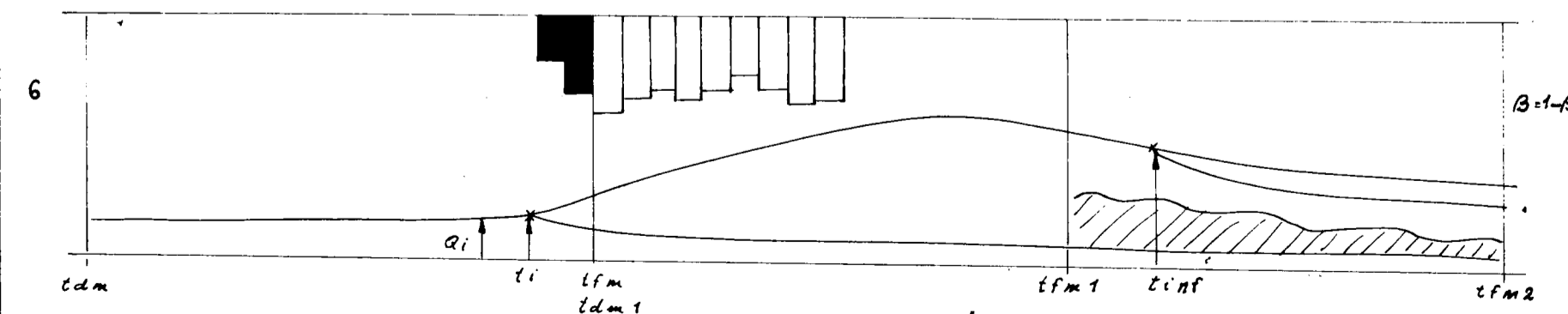


$$V_6 = \left[\text{ÁREA DOS TRAPÉZIOS DE } t_{dm1} \text{ a } t_{fm1} - \frac{Q_i}{\text{LOG } K} \times K^{(t_{dm1}-t_i)} \times (K^{(t_{fm1}-t_{dm1})} - 1) \right] \times (1 - \beta)$$

CHUVA DURANTE O MES m ESCOAMENTO DURANTE OS MESES $m+2, m+3, \dots$



$$V = \beta * \left(\frac{Q_{inf} * K^{-t_{inf}} - Q_i + K^{-t_i}}{\text{LOG } K} * (K^{t_{fm2}} - K^{t_{fm1}}) \right)$$



$$V = \left[\text{ÁREA DOS TRAPÉZIOS DE } t_{fm1} \text{ a } t_{inf} + \frac{Q_{inf}}{\text{LOG } K} (K^{(t_{fm2}-t_{inf})} - 1) - \frac{Q_i}{\text{LOG } K} \times K^{(t_{fm1}-t_i)} \times (K^{(t_{fm2}-t_{fm1})} - 1) \right] * \beta$$

INICIO

LER O MES ESTUDADO, M

M=0

FIM

IANB = IANB - 1

IANB = IANB + 1
IFIL4 = 1
IFIL6 = 1
READ('IFIL1')(DESPL(1),1=1,1400)
READ('IFIL6')(CHUVA(1),1=1,TFIN2)

CALL DATE 2 (J, IANB, M, 1)

J <= TFIN 1

TDM (Inicio do mes m, data relativa) = J - TINIT + 1
TFM (Fim do mes m, data relativa) = TDM + MONTH(IANB, M)
N = 0
INDIC = 0 (Indica a presenca de um grupo de chuvas no mes M).

I = 1, 12

VOL(I) = 0 (Volume escoado no mes (m+1))

Busca dos numeros N dos grupos de chuvas no mes m, ano IANB

IAN = IANB
N = N + 1
TI = TDEB (N)

C Quando QMF for menor que a ordenada correspondente da curva de infiltracao do inicio do grupo, TI=0 tirar este grupo dos calculos de chuva e do escoamento.

TI = 0

TF = TFIM (N)

TI < TDM

TF > TDM

Calculo do volume escoado no mes m, proveniente do grupo de chuvas N.

INDIC = 1
IVBL = 1 (Indica o mes estudado no arranjo dos escoamentos mensais provenientes do mes m.)
TINF = TF + DHU - 1
ALPHA = 0.0864
Q1 = DESPL (TI) * ALPHA
QINF = DESPL (TINF) * ALPHA
QF = DESPL (TF) * ALPHA

V = Volume escoado pelo grupo de chuvas N

CALL VOLU 1 (DESPL, 1, TI, TINF, V, CINF)

TI < TDM

C Calcule o coeficiente beta da distribucao dos escoamentos mensais em funcao das chuvas caidas antes e depois do inicio do mes.

CALL CRT (TI, TDM, TF, ALPHA, Q1, CINF, ALBOK, DESPL, CHUVA, V, BETA)

A = CINF * (TDM - TI)
TAUX1 = TDM

TINF < TFM

TAUX2 = TINF
Volume escoado no mes m, proveniente do grupo de chuvas N.
VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + QINF + (CINF * (TFM - TAUX2) - 1) * B / ALBOK

I = TAUX2 - TAUX1 + 1
VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + (TRAPZ (DESPL (TAUX1), ALPHA, I))
Area dos trapézios de TAUX1 até TAUX2.
Q1 = A * (CINF * (TFM - TAUX1) - 1) * BETA / ALBOK

IMES = M + 1
INUM = 1

IMES > 12

IMES = 1
IAN = IAN + 1

C Calcule o volume escoado no mes (m+1), proveniente do grupo de chuvas N, do mes m.

CALL DATE 2 (J, IAN, IMES, 1)

J <= TFIN 1

IVBL = IVBL + 1
TDM1 = TFM (Inicio do mes (m+1))
TFM1 = TDM1 + MONTH (IAN, IMES)
Duracao do mes (m+1)
A = Q1 = CINF * (TDM1 - TI) * (CINF * (TFM1 - TDM1) - 1) / ALBOK
I = TINF - TDM1 + 1
B = TRAPZ (DESPL (TDM1), ALPHA, I) + QINF * (CINF * (TFM1 - TINF) - 1) - A / ALBOK
C = (QINF * CINF * (-TINF) - Q1 * CINF * (-TI)) / ALBOK

TINF < TDM1

VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + C * (CINF * (TFM1 - TDM1) - 1) * BETA

TINF < TFM1

VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + B * BETA

C Calcule o coeficiente beta

CALL CRT (TI, TDM1, TF, ALPHA, Q1, CINF, ALBOK, DESPL, CHUVA, V, B)

B = 1 - B

TINF < TFM1

VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + B * BETA

I = TFM1 - TDM1 + 1
VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + (TRAPZ (DESPL (TDM1), ALPHA, I) - A) * B

C Calcule os volumes escoados nos meses (M+2), ..., (M+INUM-1), provenientes do grupo de chuvas N, do mes M.

INUM = 2, 12

IMES = IMES + 1

IMES > 12

IMES = 1
IAN = IAN + 1

CALL DATE 2 (J, IAN, IMES, 1)

J <= TFIN 1

IVBL = IVBL + 1
TDM1 = TFM1 + 1
TFM1 = TDM1 + MONTH (IAN, IMES)

TINF <= TDM1

VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + C * (CINF * (TFM1 - TDM1) - 1) * BETA

I = TINF - TDM1 + 1
VBL (IVBL) = VBL (IVBL) + (QINF * (CINF * (TFM1 - TINF) - 1) / ALBOK - Q1 * CINF * (TDM1 - TI) * (CINF * (TFM1 - TDM1) - 1) / ALBOK + TRAPZ (DESPL (TDM1), ALPHA, I)) * BETA