

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Companhia de Gestão dos Recursos Hídrico - COGERH
Projeto de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos
PROURB/CE

**PROJETO EXECUTIVO DA
BARRAGEM MALCOZINHADO**

TOMO I RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS

Volume 3 Estudos Hidrológicos

KL Serviço de Engenharia LDTA

**FORTALEZA
ABRIL DE 1997**

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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
DA BARRAGEM MALCOZINHADO

TOMO I - RELATÓRIO DOS ESTUDOS BÁSICOS
VOLUME 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Lote: 01381 - Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº 11
Volume 3
Qtd. A1 105 Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.



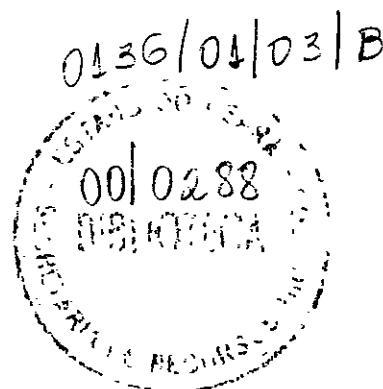
AV. SENADOR VIRÍLIO TAVORA, 1703 SALAS 105 - 106
FONE: 261.8766/261.7782 - FAX: 261.4780
CDD: 06.112.544/00011-97 - CEP: 06.845.884-3
FORTALEZA - CEARÁ
EMAIL: KLENG@FORTALEZA.NET.BR

FORTALEZA
NOVEMBRO / 97



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

**RELATÓRIO REVISADO CONFORME PARECER DO DR.
JOSÉ NILSON BESERRA CAMPOS**



000003



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	7
1 - INTRODUÇÃO.....	9
2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA.....	11
2 1 - PRINCIPAIS PARÂMETROS	11
2.1.1 - Temperatura	11
2.1.2 - Umidade Relativa	12
2.1.3 - Insolação Média	13
2.1.4 - Ventos.....	14
2.1.5 - Evaporação Média.....	14
2.1.6 - Evapotranspiração	16
2 2 - BALANÇO HÍDRICO	16
2 3 - CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA	18
2.3.1 - Classificação segundo Thornthwaite	18
2.3.2 - Classificação segundo Koeppen	19
3 - ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS.....	21
3 1 - DADOS UTILIZADOS	21
3 2 - CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO	22
3.2.1 - Nível Anual	22
3.2.2 - Nível Mensal	24
3.2.3 - Nível Diário	26
3.2.4 - Chuvas Intensas.....	26
3 2 4 1 - Equação de chuva	26
3 2 4 2 - Método das Isozonas (TORRICO,1975)	28
4 - ESTUDO DE DEFLÚVIOS.....	31
4 1 - METODOLOGIA	31

4 2 - CALIBRAÇÃO DO MODHAC E GERAÇÃO DE VAZÕES	34
4 3 - CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE DEFLUVIOS	38
5 - ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO.....	42
5 1 - METODOLOGIA	42
5.1.1 - Solos e uso atual da terra.....	43
5.1.2 - Geologia	44
5.1.3 - Vegetação	44
5.1.4 - Precipitação.....	44
5.1.3 - Precipitação Efetiva	46
5.1.4 - Hidrograma Unitário.....	48
5 2 - RESULTADOS	48
6 - DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	52
6 1 - INTRODUÇÃO	52
6 2 - METODOLOGIA	52
6.2.1 - Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico	52
6.2.2 - O Diagrama Triangular de Regularização.....	55
6.2.3 - Simulação com a Série Afluente do MODHAC - Programa Opera.....	55
6 3 - RESULTADOS	56
7 - DIMENSIONAMENTO DO SANGRA DOURO	62
7 1 - PROPAGAÇÃO DA CHEIA NO RESERVATÓRIO	62
7 2 - RESULTADOS	65
7.2.1 - Sangradouro em perfil Creager.....	65
7.2.2 - Sangradouro tipo labirinto	67
8 - ESTUDOS COMPLEMENTARES.....	74
8 1 - INTRODUÇÃO	74
8 2 - ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA	74
8 3 - ANÁLISE DA POSSIBILIDADE DE ASSOREAMENTO	78
8.2.1 - Estimativa da carga anual de sedimentos.....	79
8.3.2 - Cálculo do peso específico aparente do depósito.....	79



8.3.3 - Cálculo da eficiência de retenção	81
8.3.4 - Estimativa do volume assoreamento ao longo do tempo	82
8 3 - ANÁLISE DA SISMICIDADE	83
ANEXOS.....	86



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

A KL - Serviços e Engenharia Ltda., em cumprimento ao contrato nº 05-97/ PROURB - CE/ COGERH, apresenta os estudos referentes ao Projeto Executivo da Barragem Malcozinhado.

O Projeto Executivo é composto pelos seguintes estudos.

FASE A: DIAGNÓSTICO E ANTEPROJETO

- Relatório dos Estudos Preliminares;
- TOMO I - Relatório dos Estudos Básicos;
 - Volume 1 - Estudos Topográficos
 - Volume 2 - Estudos geológicos e Geotécnicos
 - Volume 3 - Estudos Hidrológicos
- TOMO II - Relatório de Concepção

FASE B: DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA A NÍVEL EXECUTIVO

- Minuta do Relatório Geral
- TOMO III - Relatório Geral
 - Volume 1 - Descrição Geral do Projeto
 - Volume 2 - Memorial de Cálculo
 - Volume 3 - Orçamento e Especificações Técnicas
 - Volume 4 - Desenhos
 - Volume 5 - Desenhos Estruturais
- TOMO IV - Relatório Síntese

Neste volume Tomo I – Relatórios dos Estudos Básicos, Volume 3 – Estudos Hidrológicos, estão sendo apresentados os resultados dos Estudos Hidrológicos.



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

Os Estudos Hidrológicos do Açude Mal Cozinhado objetivaram fornecer os elementos hidrológicos para o dimensionamento do reservatório e das estruturas hidráulicas de descarga da obra

Os estudos iniciaram-se com a caracterização climática da área, tendo-se coletado e analisado informações de estações próximas

Em seguida, nos estudos pluviométricos, coletaram-se e analisaram-se as informações de estações próximas à região. Foram elaborados três estudos a partir dos dados de chuvas:

- estudo de caracterização do regime pluviométrico;
- estudos de chuvas intensas;
- chuva média diária sobre a bacia hidrográfica

Para a caracterização do escoamento afluente à barragem, base para os estudos de regularização, foram realizados os estudos de vazões mensais, via modelo hidrológico chuva-deflúvio, visto tratar-se de bacia sem dados fluviométricos observados. A estação Bau, no riacho Bau, afluente do rio Pacoti, serviu para estimativa dos parâmetros do modelo MODHAC

No capítulo seguinte, são apresentados os estudos de cheias de 1 000 anos e 10 000 anos de período de retorno afluentes à barragem. Devido à ausência de dados observados, utilizou-se metodologia baseada no método do SCS (Soil Conservation Service)

Partiu-se, em seguida, para o dimensionamento hidrológico-econômico da capacidade do açude a ser projetado. Para isso, pré-dimensionou-se o sangradouro para diversas cotas de sangria, simulando-se a laminação da cheia de 1.000 anos.



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

A abordagem da climatologia aqui desenvolvida visa dar subsídios as etapas subsequentes dos estudos realizados na bacia do Mal Cozinhado, principalmente àquelas relacionadas ao aproveitamento dos seus recursos hídricos

A bacia do Riacho Mal Cozinhado drena uma área de 240 km². A referida bacia não tem localizada em seus domínios nenhuma estação hidroclimatológica, sendo por isso utilizada como estação representativa a de Fortaleza, com denominação homônima de sua localidade (INEMET, 1991)¹

2.1 - PRINCIPAIS PARÂMETROS

2.1.1 - Temperatura

A distribuição temporal das temperaturas diárias mostra pequenas variações para os três pontos discretos de monitoramento (12:00; 18:00 e 24:00 TMG - Tempo Médio de Greenwich), sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes

A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas T12 e T24 TMG, TMAX e TMIN do dia, pela seguinte fórmula estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial)

$$T_{\text{comp}} = \frac{T_{12} + 2 T_{24} + T_{\text{MAX}} + T_{\text{MIN}}}{5}$$

onde,

Tcomp - Temperatura média compensada

T12 - Temperatura observada às 12:00 TMG

T24 - Temperatura observada às 24:00 TMG

TMAX - Temperatura máxima do dia

TMIN - Temperatura mínima do dia

¹INEMET, 1991. INVENTÁRIO DE ESTAÇÕES HIDROCLIMATOLÓGICAS

A temperatura compensada apresenta uma pequena variação de 1,6 °C, isso para os meses de julho (25,7 °C), dezembro e janeiro (27,3 °C) As médias máximas e mínimas extremas ocorrem respectivamente nos meses de novembro e dezembro(30,7 °C) e Junho (22,1 °C), conforme se observa no quadro 2.1 e figura 2.1.

Quadro 2.1 - Temperaturas Máximas, Mínimas e Compensadas (°C) na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	30,5	30,1	29,7	29,7	29,1	29,6	29,5	29,1	29,2	30,5	30,7	30,7
Comp	27,3	26,7	26,3	26,5	26,3	25,9	25,7	26,1	26,6	27,0	27,2	27,3
Mínima	24,7	23,2	23,8	23,4	23,4	22,1	21,8	22,8	23,4	24,5	24,4	24,6

FONTE INEMET (1991)

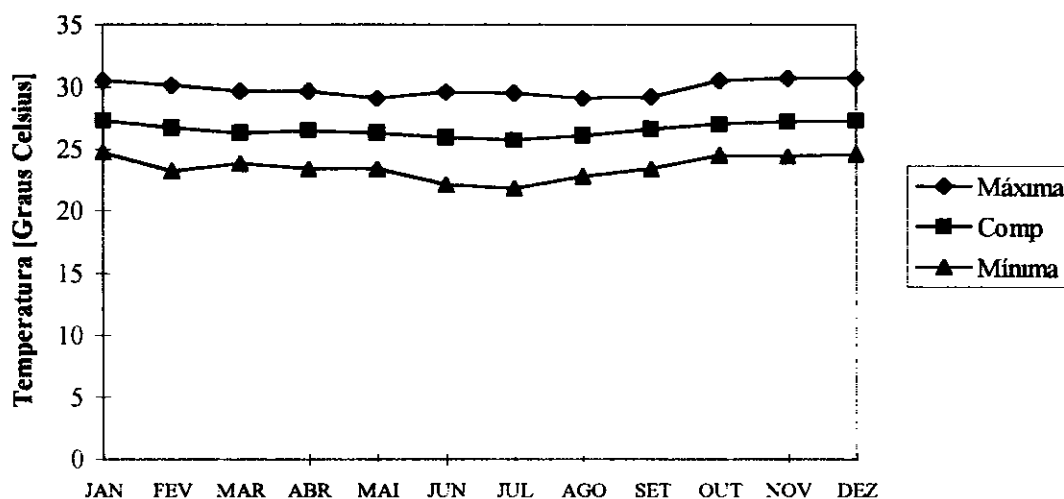


Figura 2.1-Temperaturas Máximas, Mínimas e Médias Compensadas na estação de Fortaleza

2.1.2 - Umidade Relativa

A umidade relativa média apresenta uma variação máxima de 12% referente aos meses de Abril (85%) e Outubro (73%), como pode-se verificar no quadro 2.2 e figura 2.2

Quadro 2 2 - Umidade Relativa na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
%	78	79	84	85	82	80	80	75	74	73	74	76

FONTE INEMET (1991)

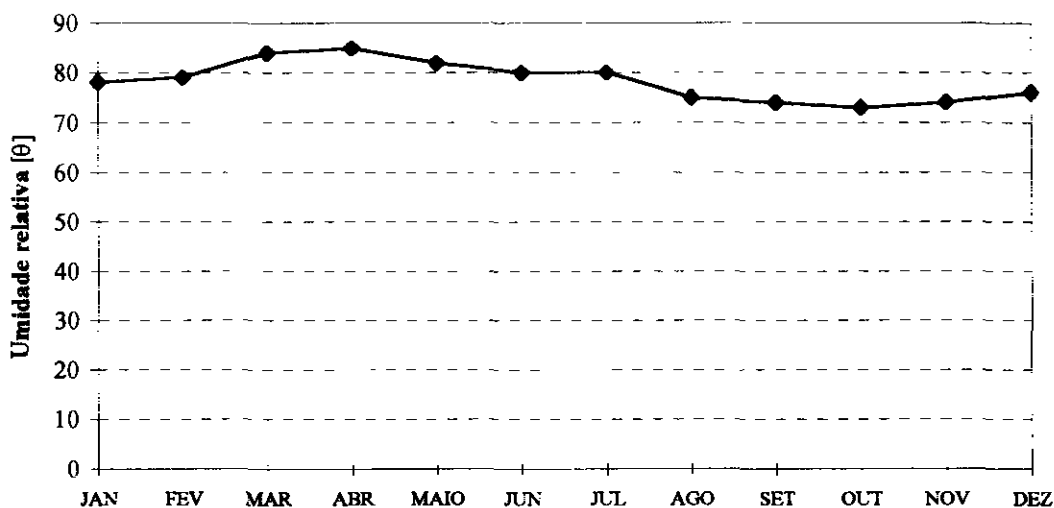


Figura 2.2-Umidade Relativa na estação de Fortaleza

Os índices de umidade medidos resultam de uma composição de efeitos climatológicos, levando-se em conta, entre estes, a pluviometria que se constitui como o principal componente do fenômeno. Assim, considerando-se a inexistência de outras estações hidroclimatológicas nas proximidades da área de estudo, a umidade é resultante da homogeneidade pluviométrica, além das pequenas oscilações dos demais parâmetros influentes.

2.1.3 - Insolação Média

O quadro 2.3 e a figura 2.3 mostram, respectivamente, o número de horas de exposição no local da estação de Fortaleza e sua distribuição mensal. Em termos atuais, no mesmo período, tem-se 2694 horas de exposição, podendo-se concluir de maneira aproximada que cerca de 62% dos dias do ano possuem incidência solar direta. O trimestre fevereiro/março/abril, apresenta os menores valores devido ser o trimestre mais chuvoso, caracterizando um maior albedo.

Quadro 2.3 - Insolação Média na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Horas	216	175	148	153	209	240	263	169	283	296	283	257

FONTE INEMET (1991)

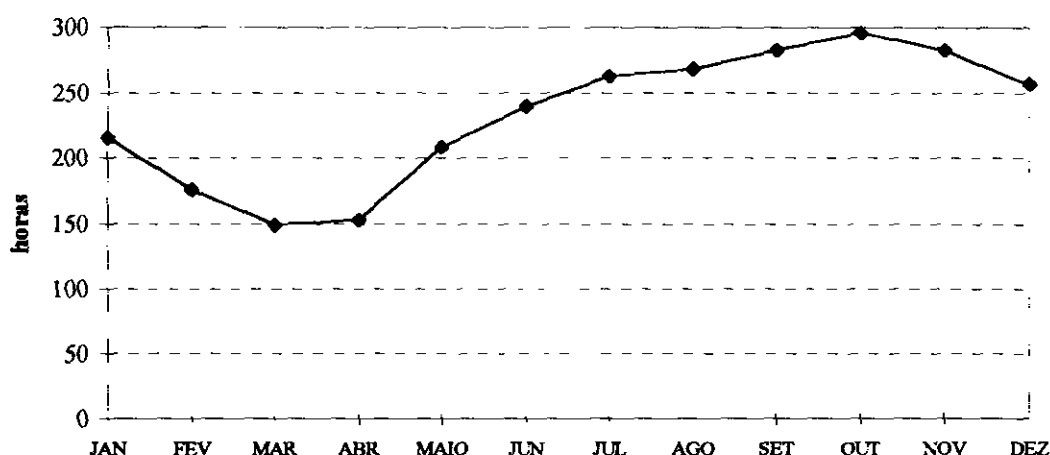


Figura 2.3-Insolação Média na estação de Fortaleza

2.1.4 - Ventos

A intensidade do vento é medida nos horários sinóticos de observação, a uma altitude de 10 m em relação a estação. Da mesma forma, a direção do vento também é medida nos três horários sinóticos, indicando a direção de onde o vento se origina.

A estação de Fortaleza apresenta suas velocidades médias dos ventos descrita no Quadro 2.4. Esta região a direção reinante dos ventos está dentro do quadrante Sudeste/Leste.

Quadro 2.4 - Velocidade Média dos Ventos na estação de Fortaleza

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
m/s	3,6	3,1	2,4	2,3	2,8	3,1	3,5	4,4	4,9	4,6	4,5	4,5

FONTE: PERH(1992)

2.1.5 - Evaporação Média

A evaporação anual observada em tanque-tipo classe "A" é de 1468 mm, distribuída ao longo dos meses segundo o quadro 2.5 e figura 2.4.

Quadro 1 5 - Evaporação Média na estação de Fortaleza

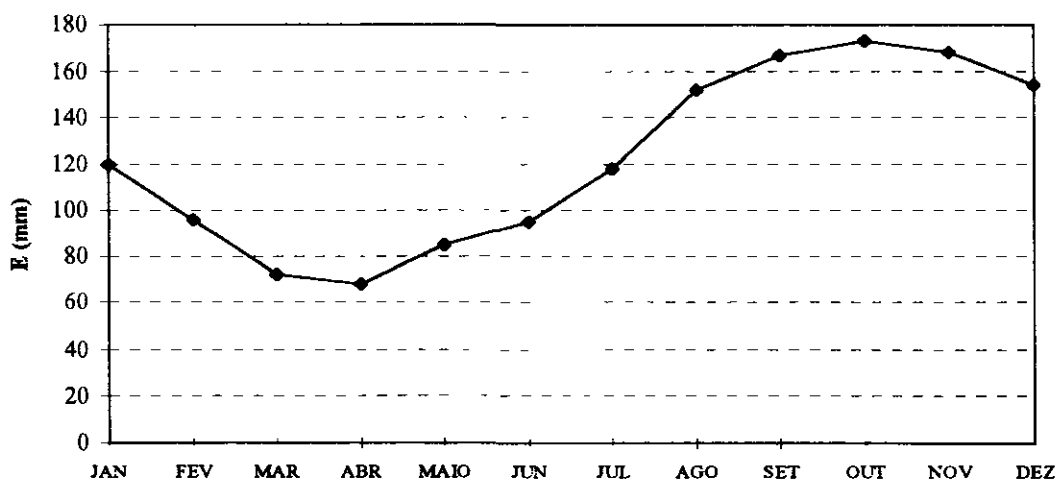
Media	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	120	96	72	68	85	95	118	152	167	173	168	154

FONTE INEMET (1991)

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a setembro/outubro/novembro, ocorrendo o máximo em outubro (173,5 mm). Deve-se ressaltar, entretanto, que para adotar estes valores como representativos da evaporação em açudes, principalmente pequenos e médios, deve-se multiplicar estes valores por um coeficiente entre a evaporação do açude e a evaporação no Tanque Classe A (K_a). Molle (1989) aconselha os valores mostrados no quadro 2.6 para K_a , em função da superfície do espelho

Quadro 2.6 - K_a em função da superfície do espelho d'água

Superfície (ha)	0 a 5	5 a 10	10 a 20	20 a 30	média
K_a	0,95	0,87	0,82	0,75	0,84


Figura 2.4 - Evaporação Média na estação de Fortaleza

2.1.6 - Evapotranspiração

Como estimativa da evapotranspiração média, foi utilizada a equação de Hargreaves² mostrada abaixo. Esta fornece a ETP em função da Temperatura média compensada, umidade relativa do ar e de um coeficiente de correção que depende da latitude do local considerado

$$ETP = F.(100,0-U)^{1/2}.0,158.(32+1,8T)$$

F - Fator dependente da latitude (adimensional)

T - Temperatura média compensada em °C

U - Umidade relativa do ar (%)

Quadro 2 7 - Evapotranspiração Potencial calculada segundo Hargreaves

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
mm	143 9	126 4	119 1	105 7	110	105.9	111 2	135 2	145 1	159 5	151 7	149 4	1563 1

O trimestre que apresenta os maiores valores de evapotranspiração corresponde a outubro/novembro/dezembro, ocorrendo o máximo em outubro (159 mm) O trimestre abril/maio/junho possui o menor índice de evaporação, ocorrendo o mínimo em junho com 106 mm.

2.2 - BALANÇO HÍDRICO

O princípio da conservação da massa à água aplicado a um determinado local ou área (em um dado volume de controle), nos fornece a diferença entre o ganho (precipitação) e o consumo (escoamento superficial e profundo, evaporação ou evapotranspiração). Este princípio é a base do balanço hídrico, concebido por Thornthwaite & Mather em 1955, e tem sido utilizado amplamente quando não se dispõe de muitos dados para um estudo mais apurado.

²HARGREAVES, G H 1974, POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION AND IRRIGATION REQUIREMENTS FOR NORTH-EAST OF BRAZIL, UTAH STATE UNIVERSITY



Aplicando-se a metodologia do balanço hídrico para a bacia em questão, supondo-se uma capacidade de armazenamento de 100 mm (PERH, 1990)³, obtém-se o quadro 2.8

³PERH, 1990 PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ

Quadro 2 8 - Balanço Hídrico segundo Thornthwaite e Mather

Mês	P mm	ETP* mm	P-ETP mm	Neg mm	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Jan	80,85	120,10	-39,25	0,00	0,00	0,00	80,85	39,25	0,00
Fev	168,05	95,50	72,55	32,00	72,55	72,55	95,50	0,00	0,00
Mar	276,00	72,40	203,60	0,00	100,00	27,45	72,40	0,00	176,15
Abr	286,10	68,10	218,00	0,00	100,00	0,00	68,10	0,00	218,00
Mai	191,05	84,60	106,45	0,00	100,00	0,00	84,60	0,00	106,45
Jun	93,80	94,70	-0,90	0,90	100,00	0,00	93,80	0,90	0,00
Jul	47,55	118,30	-70,75	71,65	48,00	-52,00	99,55	18,75	0,00
Ago	14,15	151,80	-137,65	209,30	12,00	-36,00	50,15	101,65	0,00
Set	13,65	167,80	-154,15	363,45	2,00	-10,00	23,65	144,15	0,00
Out	10,30	173,50	-163,20	526,65	0,00	-2,00	12,30	161,20	0,00
Nov	11,00	168,10	-157,10	683,75	0,00	0,00	11,00	157,10	0,00
Dez	30,85	154,30	-123,45	807,20	0,00	0,00	30,85	123,45	0,00
ANO	1223,35	1469,20	-245,85		534,55	0,00	722,75	746,45	500,60

(*) ETP calculada com a fórmula de Thornthwaite

2 3 - CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA

2.3.1 - Classificação segundo Thornthwaite

Segundo esta classificação, além da característica pluviométrica e térmica, a evapotranspiração potencial é também considerada elemento determinante do clima. Como forma de auxiliar na classificação de tipos e subtipos climáticos, três parâmetros foram introduzidos por Thornthwaite, a saber

-Índice de aridez

O índice de aridez vem a ser a deficiência hídrica expressa em porcentagem da evapotranspiração potencial, este índice apresentou o valor 43 (quadro 2 8).

-Índice de umidade:

O índice de umidade é o excesso de água (Exc) expresso em porcentagem da necessidade que é representado pela evapotranspiração potencial (ETP), este índice apresentou um valor de 18 (quadro 2.8)

-Índice efetivo de umidade:

Este índice reflete o excesso ou deficit de água ao longo do ano, apresentando um valor igual a -8 (quadro 2.8)

Com base nestes índices, os dados para a área de estudo, mostram um clima seco e sub-úmido, tipo C1, com índice efetivo de umidade variando entre 0% e -20%; sub-tipo S, com índice de aridez superior a 33%; tipo A', megatérmico e sub-tipo a', baixa variação estacional (C1SA'a')

2.3.2 - Classificação segundo Koeppen

Segundo Koeppen existem cinco zonas diferentes de clima na terra, associadas a valores de temperatura e precipitação de acordo com a vegetação.

De acordo com esta classificação, a região do estudo encontra-se classificada como Zona de Climas secos, tipo B. As chuvas são classificadas devido a sua sazonalidade como do tipo W, estação seca de inverno. O clima, segundo o aspecto térmico, é do tipo h, quente, já que sua temperatura média anual é superior a 18 °C. Sendo pois o clima da região em estudo classificado como Bwh



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

3 - ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

3 - ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

A pluviometria do Estado foi detalhadamente analisada por ocasião do PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, 1990), sendo esta análise iniciada com a coleta dos registros inventariados e atualizados até 1988 pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) Como atividades realizadas no PERH, destacam-se, para os fins deste trabalho: o estabelecimento de séries pluviométricas consistidas de todos os postos e a caracterização do regime pluviométrico em vários intervalos de tempo.

3.1 - DADOS UTILIZADOS

Apenas dois postos foram utilizados neste estudo, ambos próximos à área de interesse, sendo o primeiro posto, Cascavel (2883256), homônimo de sua localidade, próximo a foz do Riacho Mal Cozinhado, e o segundo, o posto Angicos (2883435) nas proximidades da cabeceira da bacia Na estimativa dos dois vetores regionais, um a nível anual e o outro a nível mensal, foram utilizados 9 postos reunidos no grupo regional de Fortaleza, (PERH, 1990), por apresentarem médias dos totais anuais mais próximas, além de estarem localizados em regiões de pouca variação de altitude

Inicialmente foi considerado o intervalo anual, para o qual analisaram-se as duplas massas entre a pluviometria anual e a série sintética obtida a partir do vetor regional associado Esta análise permite a identificação de anomalias, ou seja, valores que divergem do padrão, este definido com base na informação de todos os postos pelo princípio da máxima verossimilhança.

A seguir prossegue-se com a análise, a nível mensal, utilizando-se o vetor regional mensal, buscando os meses que apresentam desvios consideráveis para aqueles anos de desvios consideráveis em relação ao valor sintético, sendo corrigidos os de maior contribuição para o desvio a nível anual. Os valores diários são compatibilizados pelo princípio da desagregação nos meses que sofreram a correção. Para maiores detalhes, consultar o PERH - SRH, 1990 - Relatório Geral - Diagnóstico.

O quadro 3 1 mostra os postos pluviométricos que compõem o grupo regional de Fortaleza, ou seja, aqueles utilizados na formação do Vetor Regional, do qual fazem parte os postos Angicos e Cascavel (sombreados), utilizados para este estudo.

000023

Quadro 3.1 - Postos utilizados na formação do vetor. GRUPO FORTALEZA.

POSTO	CÓDIGO	COORDENADAS		ALTITUDE m	MÉDIA ANUAL mm
		LATITUDE	LONGITUDE		
Fortaleza Central	2872496	3°44'	38°32'	26	1391,4
Fortaleza (Escola Regional)	2872594	3°45'	38°32'	26	1414,5
Mondubim	2872684	3°48'	38°35'	30	1236,3
Angicos	2883435	4°13'	38°20'	35	835,5
Cascavel	2883256	4°08'	38°14'	30	1304,1
Bau	2882268	4°07'	38°40'	59	1233,8
Guaíba	2882076	4°02'	38°38'	59	1157,8
Açude Riachão	2882188	4°04'	38°34'	60	1069,9
Aquiraz	2873824	3°54'	38°23'	30	1352,5

Fonte DNAEE (1983) e PERH(1990)

3 2 - CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO

3.2.1 - Nível Anual

As isoietas, linhas de mesma precipitação média, e iso-cv's (coeficientes de variação) estão apresentadas nas figuras 3 1 e 3 2, que mostram a região do norte do estado, onde se acha assinalada a área do estudo. A área de estudo apresenta, segundo análise destas figuras, média pluviométrica entre 1000 e 1200 mm com um coeficiente de variação em torno de 0,40.

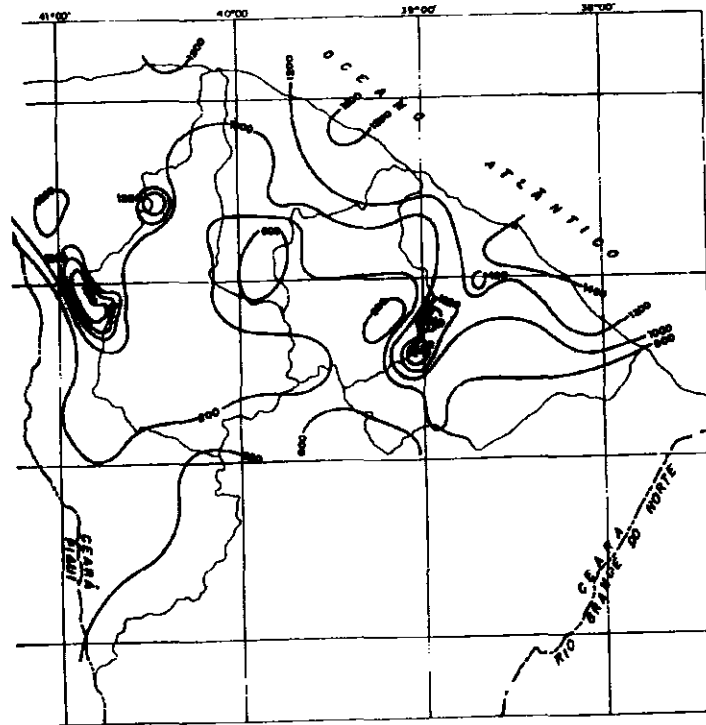


Figura 3 1- Isoietas da parte norte do Estado do Ceará

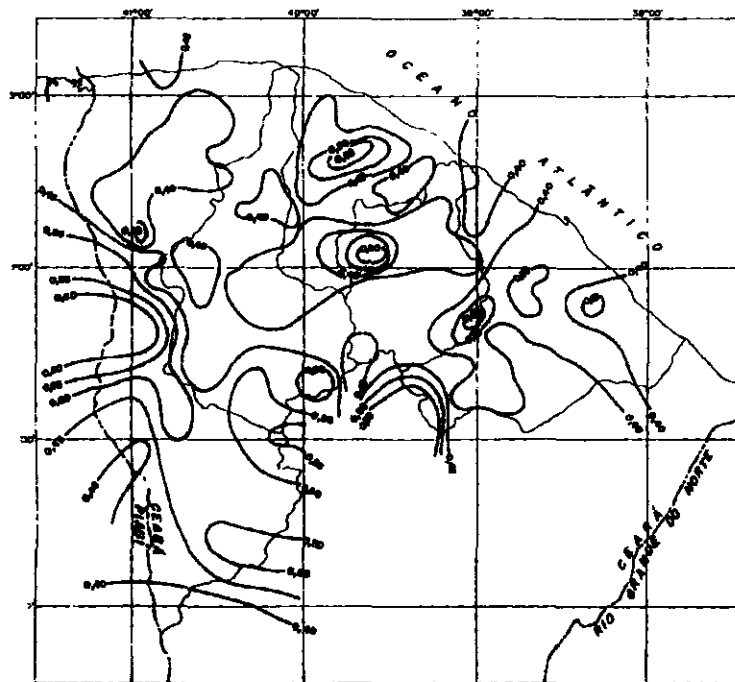


Figura 3.2- Isolinhas de CV para o Estado do Ceará

000025

Uma análise frequencial foi realizada para os postos escolhidos de Cascavel e Angicos, sendo testadas várias distribuições, e escolhida a Pearson III como a de melhor ajuste, sendo seus parâmetros estimados pelo método dos momentos. O quadro 3.2 resume esta análise de frequência.

Quadro 3.2 - Análise de Frequência dos Totais Anuais Distribuição Pearson III

N Anos	PERÍODOS DE RETORNO (ANOS)					
	5	10	50	100	500	1000
Angicos						
27	1328 2	1599 5	2158 0	2387 0	2917 1	3149 3
Cascavel						
68	1864 7	2155 4	2714 0	2928 0	3392 7	3583 7

3.2.2 - Nível Mensal

A análise da distribuição temporal mostra a concentração do total precipitado no primeiro semestre do ano, correspondendo a cerca de 91% do total anual.

A nível trimestral fica evidente a concentração temporal, sendo que cerca de 62 % do total anual precipita no trimestre Fevereiro/Março/Abril ou Março/Abril/Maio. Nestes trimestres o mês de março corresponde ao mais chuvoso, com cerca de 24 % do total anual.

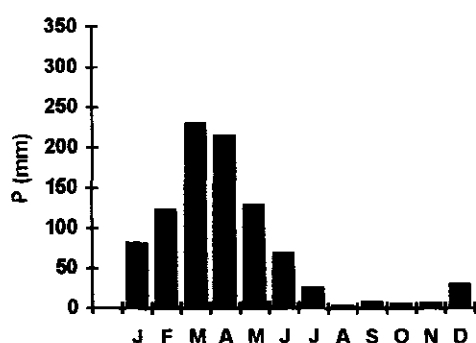
No quadro 3.3 mostra-se um resumo dos índices nos três níveis (mensal, trimestral e semestral), enquanto que no quadro 3.4 apresenta-se um resumo da análise de frequência utilizando a série de totais mensais para o mês mais chuvoso nos postos considerados. Os períodos de retorno utilizados variam de 5 a 1000 anos, com totais pluviométricos obtidos por ajustamento da distribuição Pearson III.

Quadro 3.3 - Índices de Concentração Pluviométrica Série de Valores Médios Mensais

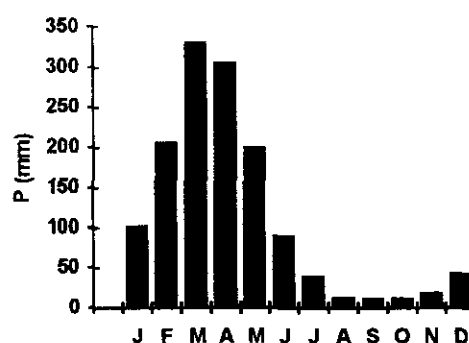
MENSAL			TRIMESTRAL			SEMESTRAL		
Mês	Pluv	%Ano	Mês	Pluv	%Ano	Mês	Pluv	%Ano
2883435 - Angicos								
MARÇO	230,3	24,9	MAM	573,2	62,0	1	847,0	91,6
2883256 - Cascavel								
MARÇO	330,5	24,1	FMA	844,9	61,7	1	1246,7	91,0

Quadro 3.4 - Análise de Frequência a Nível Mensal Distribuição Pearson III

N anos	PERÍODOS DE RETORNO (ANOS)					
	5	10	50	100	500	1000
2883435 - Angicos						
27	337 65	417 80	590 56	663 97	838 78	917 25
2883256 - Cascavel						
73	460 7	554 0	745 7	823 1	997 9	1072 2



(a) 2883435



(b) 2883256

Figura 3.3 - Hietogramas de chuva média das estações Angicos (a) e Cascavel (b)

Em anexo aparece um resumo das estatísticas dos postos aqui abordados. anual (Anexo A 1 - totais anuais) e mensal (Anexo A 2 - mês mais chuvoso)

3.2.3 - Nível Diário

Na análise hidrológica de prováveis obras hidráulicas, os eventos de alta frequência assumem uma importância maior com relação aos de baixa. Aqui foram utilizadas séries de máximos diários no semestre mais chuvoso

Depois de comparar diversas distribuições para valores extremos, foi escolhida a Pearson III, cujas estimativas para vários períodos de retorno encontram-se no quadro 3.5. O anexo A.3 apresenta a análise para a série de máximos diários das estações Angicos e Cascavel.

Sendo próximas as dispersões em torno ao valor médio, a assimetria do posto Angicos é a maior da bacia considerada. O valor baixo de assimetria para Cascavel é função da existência de um registro maior de dados, aprimorando uma distribuição de frequências suave com coeficientes de variação e curtose menores com relação ao posto de Angicos. Desta maneira, os Anexos A.4, A.5 e A.6 apresentam os detalhamentos das análises de frequências para os dados diários, mensais e anuais dos postos de Angicos e Cascavel respectivamente.

Quadro 3.5 - Análise de Frequência a Nível Diário Distribuição Pearson III

N Anos	PERÍODOS DE RETORNO (ANOS)					
	5	10	50	100	500	1000
2883435 - Angicos						
27	108.5	131.2	181.5	203.2	255.6	279.4
2883256 - Cascavel						
71	118.9	134.5	163.8	174.9	198.6	208.2

3.2.4 - Chuvas Intensas

Para projetos de obras hidráulicas em geral é importante a caracterização do regime pluviométrico em intervalos de tempo inferiores a 24 horas. A definição da vazão de projeto, por exemplo de canais integrantes da rede de drenagem, obras d'arte, está vinculada à determinação da relação intensidade-duração-frequência pluviométrica.

3.2.4.1 - Equação de chuva

A equação de chuvas intensas de Fortaleza é mostrada a seguir:

$$i = \frac{528,076 T^{0,148}}{(t + 6)^{0,62}}, \text{ para } t \leq 120 \text{ min} \quad \text{e} \quad i = \frac{54,50 T^{0,194}}{(t + 1)^{0,86}}, \text{ para } t > 120 \text{ min}$$

onde i é a intensidade de chuva (mm/h), T o tempo de retorno (anos) e t a duração em minutos para a primeira fórmula e em horas para a segunda.

O quadro 3.6 mostra os valores da chuva pontual calculados a partir da equação acima Já o quadro 3 7 mostra a chuva após a distribuição espacial desta sobre a área da bacia hidrográfica.

Quadro 3.6 - Chuva pontual (mm) de acordo com a equação de chuva de Fortaleza

DURAÇÃO (h)	PERÍODOS DE RETORNO				
	100	200	500	1000	10000
CHUVA PONTUAL					
0,1	22,4	24,8	28,4	31,4	44,2
1	77,7	86,1	98,6	109,3	153,7
24	200,6	229,5	274,1	313,6	490,2

O hietograma abatido baseia-se na curvas altura-duração-freqüência acima, sendo ajustado à área da bacia usando a seguinte equação

$$P_A = P_0 \left(1 - W \cdot \log\left(\frac{A}{A_0}\right)\right)$$

onde $W = 0,22$ (coeficiente regional para zonas áridas e semi-áridas);

P_A = Precipitação sobre toda a área,

P_0 = Chuva pontual;

$A = 240 \text{ km}^2$ (área da bacia);

$A_0 = 25 \text{ km}^2$ (área base para chuva pontual),

000029

Quadro 3 7 - Chuva reduzida (mm) para a bacia do riacho Malcozinhado
(A=240km²)

DURAÇÃO (h)	PERÍODOS DE RETORNO				
	100	200	500	1000	10000
CHUVA REDUZIDA					
0,1	17,5	19,4	22,2	24,7	34,7
1	60,9	67,5	77,3	85,7	120,5
24	157,3	179,9	214,9	245,8	384,3

3.2.4.2 - Método das Isozonas (TORRICO, 1975) ⁴

Este método consiste na desagregação da chuva de 1 dia em 24 horas e a partir desta em durações menores. Antes disso, foi determinado no mapa da bacia, com o método de Thiessen, a média ponderada das chuvas máximas médias diárias em cada tempo de recorrência previsto

A desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de intervalos de tempo de menor duração consiste nas seguintes etapas de cálculo:

- multiplicar a chuva de um dia de duração por 1,10 para obter-se a chuva de 24 horas,
- determinar a isozona onde está localizado o centro de gravidade da bacia hidrográfica - a barragem Mal Cozinhado está localizada dentro da isozona C (figura 3.1),
- estimar para os diferentes períodos de retorno, a chuva de 1 hora de duração a partir da chuva de 24 horas, através da multiplicação pelo fator R1h,
- plotar os valores P24h e P1h em papel probabilístico para obter as chuvas de durações intermediárias.

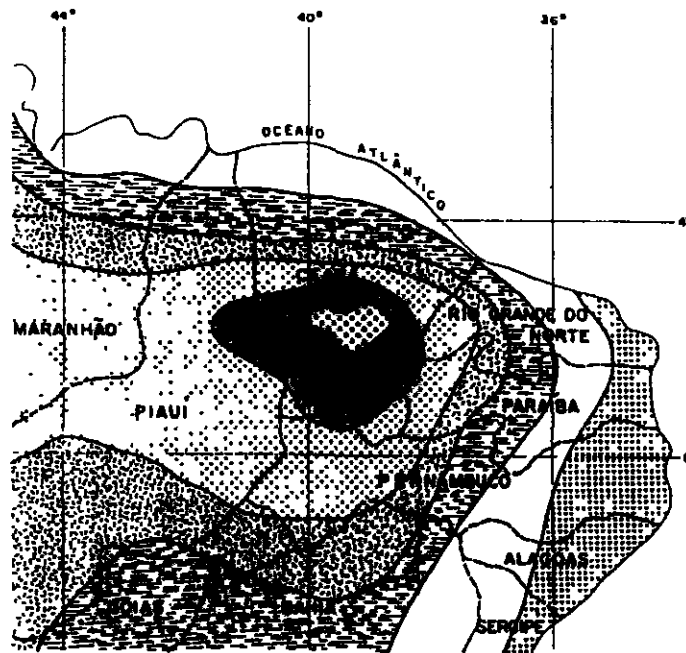
Aplicou-se a metodologia acima descrita para cada o posto pluviométrico, cujos resultados são apresentados no quadro 2.7.

⁴TORRICO, J.T., 1975 PRÁTICAS HIDROLÓGICAS, 2ª Ed., TRANSCOM, RIO DE JANEIRO

Quadro 3.9 - Valores da Curva IDF de acordo com o método das Isozonas

DURAÇÃO (h)	TEMPO DE RETORNO (ANOS)					
	5	10	50	100	1000	10000
0.1	12.0	14.0	18.2	18.7	24.1	26.3
1	50.2	57.8	73.7	82.0	99.8	105.6
24	125.1	145.7	190.0	208.0	268.2	292.1
DIÁRIA	113.7	132.4	172.7	189.1	243.8	265.5

Comparando-se os quadros 3.7 e 3.9 no que diz respeito à chuva de projeto, isto é, para o tempo de retorno de 1000 anos, a precipitação calculada com o método das Isozonas corresponde a um valor maior. O método das Isozonas está a favor da segurança e, portanto, foi o adotado para o estudo de cheias da barragem do Malcozinhado



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

ISOZONA	TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS											
	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										24h	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-80	100
B	38,1	37,8	37,4	37,4	37,3	37,2	36,9	36,8	36,4	34,3	8,4	7,3
C	40,1	39,7	39,3	39,3	39,2	39,1	39,0	38,4	37,2	36,2	9,5	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	42,8	42,6	42,2	40,8	39,6	12,8	11,2
F	46,0	45,6	45,3	45,1	44,9	44,8	44,4	44,1	42,7	41,3	15,0	13,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	46,1	44,5	43,1	16,4	13,7
H	49,8	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,9	46,3	44,8	16,7	14,9

Figura 3.4 - Método das Isozonas de Taborga

000031



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

4 - ESTUDO DE DEFLÚVIOS

000032

4 - ESTUDO DE DEFLÚVIOS

O objetivo básico deste capítulo consiste na definição das séries de vazões afluentes ao Riacho Mal Cozinhado, produto das chuvas que ocorrem em sua bacia até às proximidades da localidade Capim da Roça. Estas séries fluviométricas podem ser utilizadas como base para estudos direcionados a estudos de construção de pequenos e médios açudes e para avaliação de alternativas para projetos de irrigação na área.

4.1 - METODOLOGIA

A execução de projetos, tais como, o dimensionamento de reservatórios, requer a utilização de dados de séries fluviométricas. Devido ao elevado custo de implantação e manutenção das estações fluviométricas, o número destas é inferior ao de pluviométricas. No caso particular da bacia do Riacho Mal Cozinhado com área de 240 km², não existe nenhum posto fluviométrico, tendo sido utilizado para a pluviometria, os postos Angicos (2883435) e Cascavel (2883256). Resta então fazer uso de modelos de transformação chuva-vazão, os quais permitem, a partir de séries pluviométricas e de valores dos parâmetros destes modelos, determinados em uma região de características semelhantes, gerar séries de dados fluviométricos para a região de interesse.

Como foi descrito anteriormente, na bacia ou na suas proximidades existem dados pluviométricos de estações próximas à área de estudo que foram consistidos e utilizados por ocasião da elaboração do PERH-CE. Estas informações serão utilizadas pelo modelo MODHAC⁵, esquematicamente apresentado na figura 3.1, o qual utiliza dados de precipitação média diária.

⁵ MODHAC - Modelo Hidrológico Auto Calibrável - R. E. L. Lanna & M. Schwarzbach - 1989
Publicação de Recursos Hídricos 21 - Instituto de Pesquisas Hidráulicas I.P.H. -
U F R G S

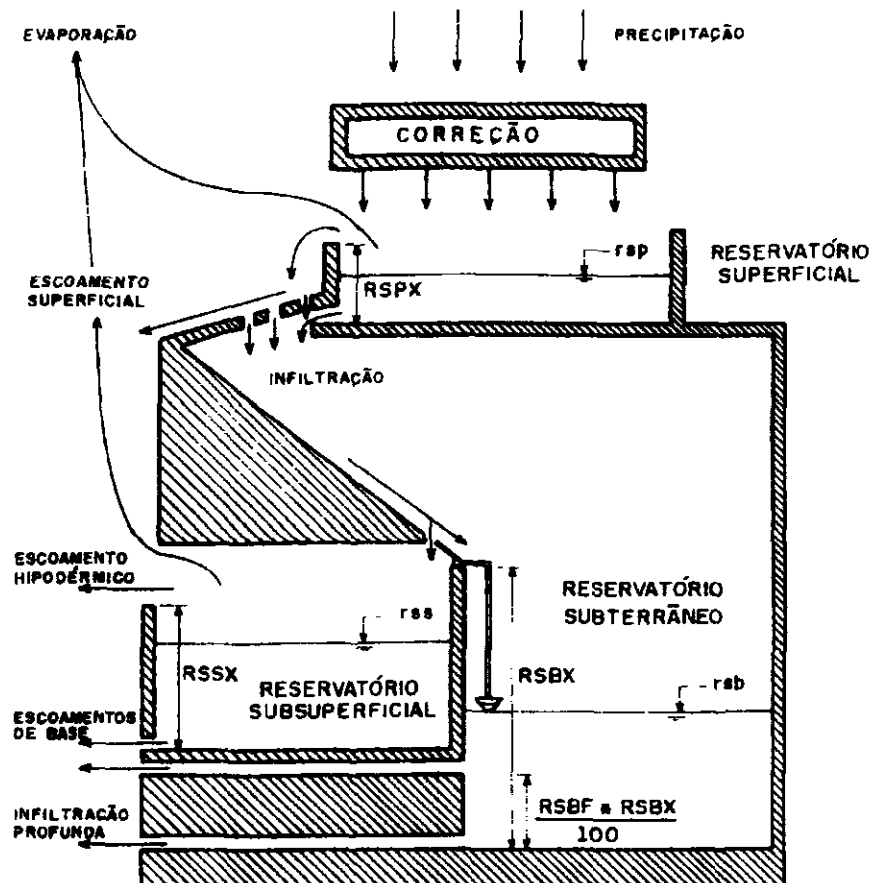


Figura 4 1 - Esquema do Modelo MODHAC

O modelo MODHAC é composto de três reservatórios fictícios dispostos em séries, cada um com seus parâmetros de ajuste próprios. Estes reservatórios fictícios serão descritos, resumidamente, a seguir

RESERVATÓRIO SUPERFICIAL permite simular os processos de interceptação da água pela vegetação, o armazenamento nas depressões impermeáveis e semi-permeáveis do solo. Seus parâmetros são

RSPX: capacidade máxima do reservatório superficial, e

ASP: expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional à permeabilidade do reservatório

RESERVATÓRIO SUB-SUPERFICIAL: permite representar a água armazenada dentro do solo, desde a superfície do terreno até a profundidade radicular das plantas. A recarga deste reservatório é a infiltração e as descargas são o escoamento hipodérmico, evaporação do solo e a evapotranspiração das plantas. São seus parâmetros:

RSSX: capacidade máxima do reservatório sub-superficial, e

ASS: expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional a permeabilidade das camadas mais superficiais do solo

RESERVATÓRIO SUBTERRÂNEO: representa o armazenamento da água nas camadas mais profundas do solo onde não existe nem evapotranspiração das plantas, nem evaporação do solo. A recarga deste reservatório é a percolação profunda do reservatório sub-superficial e a descarga é o escoamento de base. Seus parâmetros são

RSSB: capacidade máxima do reservatório subterrâneo, e

ASB: expoente utilizado para determinar a lei de esvaziamento deste reservatório, proporcional à transmissividade das camadas mais profundas do solo

Alem destes coeficientes próprios de cada reservatório fictício, existem outros que permitem representar as características do solo e da evaporação. São eles

IMIN: infiltração mínima observada;

IMAX: representa a capacidade de percolação de todo o horizonte do solo;

IDEC: parâmetro que permite representar uma gama de valores compreendida entre o ponto onde não existe infiltração e o ponto que representa toda a água infiltrada, e

CEVA: parâmetro da lei de evapotranspiração do solo.

4.2 - CALIBRAÇÃO DO MODHAC E GERAÇÃO DE VAZÕES

Os dados necessários para a calibração do MODHAC são pluviometria diária, séries fluviométricas mensais/diárias e evapotranspiração potencial. Devido a inexistência de estações fluviométricas na bacia do Riacho Mal Cozinhado, optou-se por utilizar valores dos parâmetros do MODHAC obtidos na calibração deste em uma região próxima. Esta hipótese simplificadora assume que os parâmetros utilizados são representativos para simular os processos de transformação chuva-vazão que ocorrem na bacia do Riacho Mal Cozinhado. Assim, a partir dos valores destes parâmetros obtidos pela calibração do MODHAC para o posto situado no Riacho Bau, afluente do Rio Pacoti, é possível gerar séries de vazões a partir de séries de precipitações da área de interesse, e com extensão igual destas últimas. O quadro 3.1 apresenta os parâmetros utilizados pelo modelo MODHAC para geração de série de vazões mensais. Um exemplo da série gerada compreendendo o período contínuo de 1932 a 1954 encontra-se apresentada na figura 3.2, sendo obtida a partir dos parâmetros escolhidos (posto Bau) e da precipitação média da bacia calculada com base nos postos de Angicos (2883435) e Cascavel (2883256).

Quadro 4.1 - Parâmetros Utilizados pelo Modelo MODHAC

RSPX Mm	RSSX mm	RSBX	RSBF	IMAX Mm/ Dia	IMIN mm/ dia	IDEC	ASP	ASS	ASB	PRED	CEVA
178,8	266,5	0,0	0,0	40,66	3,81	0,55	0,0010	0,0010	0,0	999,0	0,0801

Em anexo estão os relatórios de saída do modelo MODHAC para o período de simulação, de 1932 a 1988, contendo informações a cerca da lâmina precipitada e escoada, evapotranspiração e do armazenamento em cada reservatório. Abaixo são apresentados quadros e figuras a título de comparação dos dados de lâmina escoada observadas e calculadas após a calibração do modelo chuva vazão para o posto Bau. O deflúvio médio anual observado em Bau é de 187mm com um coeficiente de variação de 1.18.

Quadro 4.2 - Lâmina escoada observada (mm) no posto Bau

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------

1967	0	7	86	126	134	13	5	4	0	0	0	0	375
1968	0	0	20	73	130	7	1	0	0	1	2	2	236
1969	2	1	8	106	46	6	15	2	0	0	0	0	186
1970	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
1971	0	0	11	54	52	55	29	1	0	0	0	0	202
1972	0	0	20	73	130	7	1	0	0	1	2	2	16
1973	2	0	13	110	197	95	103	11	0	0	0	0	531

Quadro 4.3 - Lâmina escoada calculada (mm) no posto Bau

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1967	0	12	108	102	143	2	0	0	0	0	0	0	367
1968	0	0	7	54	78	0	0	0	0	0	0	0	139
1969	0	0	0	136	15	0	13	0	0	0	0	0	164
1970	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
1971	0	0	7	49	67	59	56	0	0	0	0	0	237
1972	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	21
1973	0	0	73	186	119	137	1	0	0	0	0	0	516

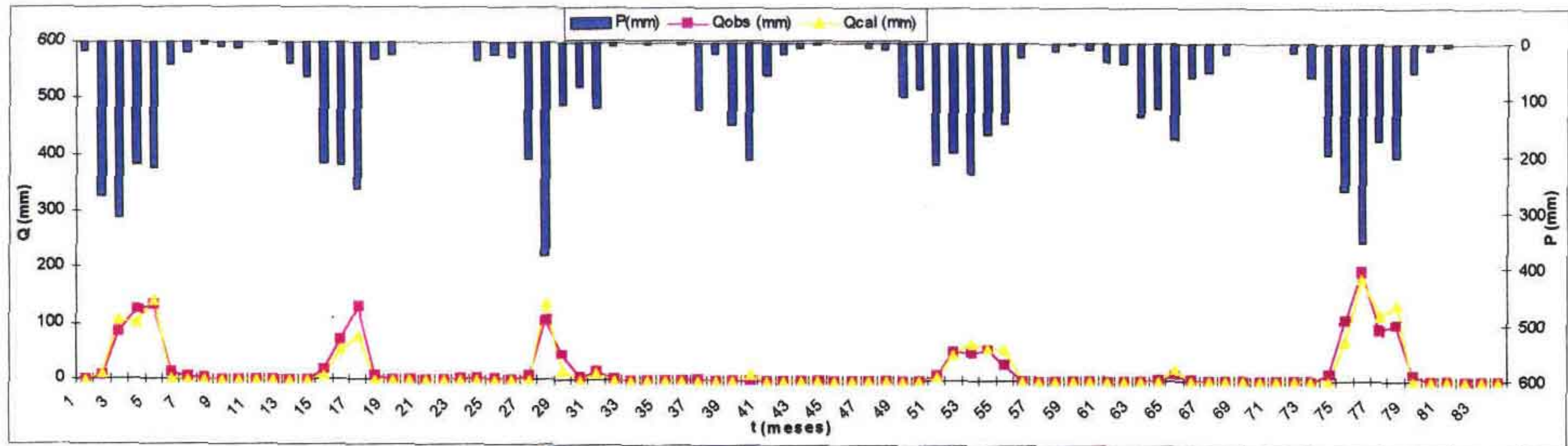


Figura 4.2 - Resultados da Calibração do Modelo MODHAC para o posto Bau: Período de 1967 a 1973.
 P - Precipitação (mm) Q - lâmina escoada (mm)

000038

(Handwritten signature)

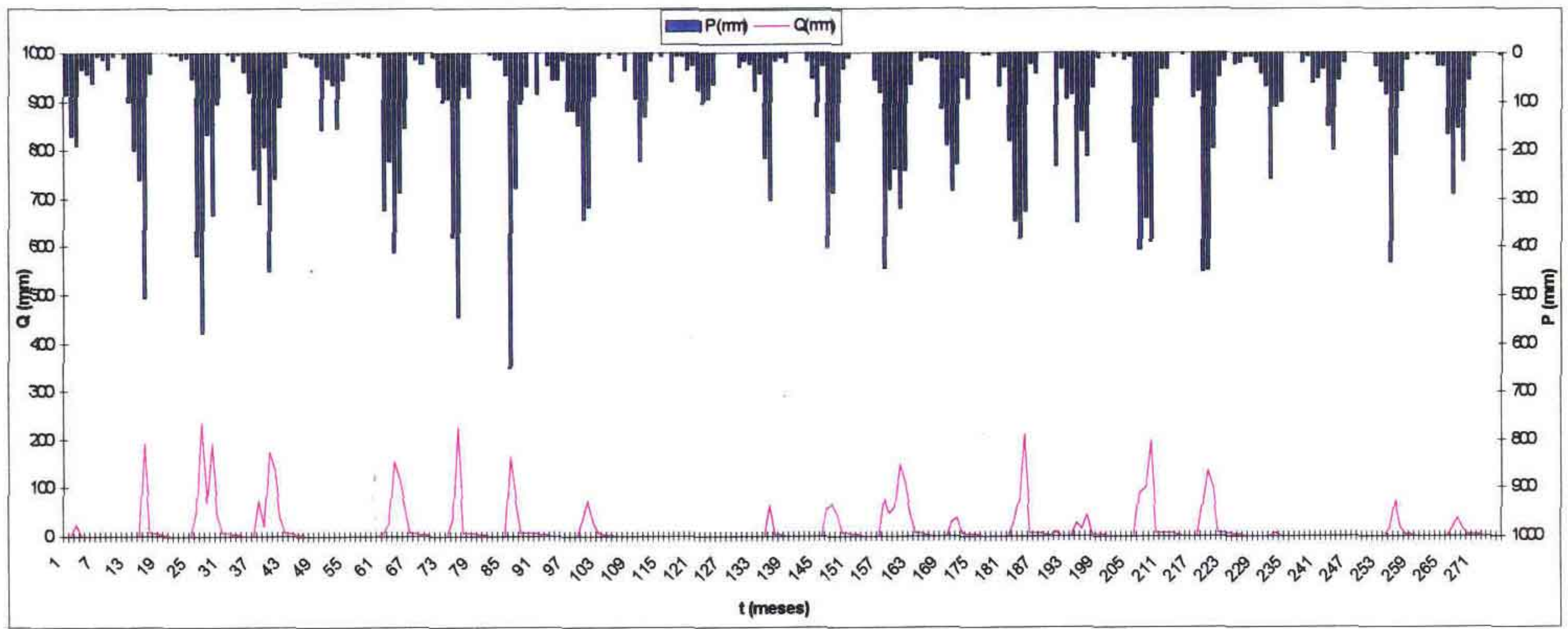


Figura 4.2 - Resultados da Simulação do Modelo MODHACX para a Bacia do Riacho Mal Cozinhado: Período de 1932 a 1954.
 P - Precipitação (mm) Q - lâmina escoada (mm)

000039

4.3 - CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE DEFLÚVIOS

O coeficiente de deflúvio, calculado pela razão entre a lâmina escoada e a precipitada, situa-se em torno de 19%. O regime de escoamento no local do barramento pode ser melhor caracterizado pelos seguintes valores:

- lâmina anual média escoada = 230 mm
- volume anual médio escoado = 55,2 hm³
- coeficiente de variação dos deflúvios anuais = 1,1

Quadro 4.4 - Deflúvio médio mensal (mm) simulado

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1932	11	08	229	16	14	08	05	01	00	00	00	00	292
1933	00	00	01	1906	70	65	46	26	13	05	01	00	2133
1934	00	493	233.4	688	1910	414	81	60	35	19	09	04	6049
1935	01	710	202	1717	1358	402	81	72	42	23	11	04	4624
1936	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01
1937	00	80	256	1538	1178	621	81	70	42	24	11	05	3905
1938	02	01	347	2245	77	74	72	48	26	13	05	01	2911
1939	00	1619	752	79	80	73	52	41	24	14	08	03	2744
1940	00	00	01	331	716	296	53	41	22	11	04	00	1475
1941	00	00	00	01	02	00	00	00	00	00	00	00	04
1942	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
1943	00	00	00	627	23	20	12	05	01	00	00	00	688
1944	00	00	544	652	414	59	56	36	19	09	02	00	1790
1945	00	743	451	595	1458	1079	456	78	50	31	15	06	4963
1946	01	01	298	364	72	29	29	17	08	02	00	00	821
1947	00	00	306	764	2083	79	77	50	27	14	99	08	3507
1948	07	04	248	131	427	37	38	27	14	06	01	00	938
1949	00	00	894	1001	1964	79	81	74	49	27	12	05	4187
1950	00	00	647	1326	989	79	79	54	30	18	08	02	3233
1951	00	00	00	16	78	09	09	05	01	00	00	00	117
1952	00	00	00	00	01	01	00	00	00	00	00	00	02
1953	00	00	173	726	154	40	29	16	07	02	00	00	1145
1954	00	00	152	352	118	31	32	23	11	04	00	00	722

Quadro 4.4 - Deflúvio médio mensal (mm) simulado (continuação ..)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1961	1.1	57.5	88.9	337.5	43.5	7.8	7.7	5.5	3.0	1.6	0.6	0.1	554.7
1962	0.0	0.0	7.0	45.6	3.1	3.0	2.8	1.6	0.8	0.2	0.0	0.0	64.1
1963	0.0	32.7	278.1	256.2	176.2	7.8	6.6	4.0	2.2	1.1	0.3	9.5	774.7
1964	48.5	80.0	124.7	288.7	124.3	7.9	8.1	7.2	4.4	2.7	1.3	0.5	698.3
1965	0.0	0.0	0.0	61.6	79.5	79.0	8.2	7.6	4.7	2.7	1.2	0.5	245.1
1966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1967	0.0	0.0	106.5	74.9	78.3	7.9	8.0	6.5	3.7	2.0	0.9	0.2	288.8
1968	0.0	0.0	0.0	8.6	22.2	2.3	2.4	1.6	0.7	0.2	0.0	0.0	38.1
1969	0.0	0.0	0.0	21.6	14.9	2.2	2.3	2.3	1.6	0.7	0.2	0.0	45.7
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1971	0.0	0.1	20.9	47.7	105.0	65.0	8.1	8.0	6.0	3.7	2.0	1.0	267.5
1972	0.3	0.0	0.0	0.0	28.7	1.3	1.4	1.3	0.7	0.2	0.0	0.0	31.9
1973	0.0	15.0	75.6	160.0	78.0	109.0	8.2	8.1	6.4	3.9	2.0	1.0	467.1
1974	39.6	38.2	120.3	311.1	127.6	50.7	8.1	7.1	4.4	2.9	1.4	0.7	712.1
1975	0.3	0.3	35.2	75.0	36.3	7.2	8.2	7.7	6.4	3.9	2.0	1.2	183.7
1976	0.5	0.3	79.6	43.0	4.9	4.5	3.2	1.9	1.0	0.4	0.0	0.0	139.3
1977	0.0	0.0	78.0	43.9	36.4	27.9	15.2	7.5	5.9	3.6	1.8	0.8	221.1
1978	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.9
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1980	0.0	44.0	82.0	4.0	3.4	2.3	1.4	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	137.8
1981	0.0	0.0	57.6	2.6	2.7	2.4	1.4	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	67.6
1982	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1983	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
1984	0.0	0.0	22.4	84.8	118.8	40.4	8.2	8.0	6.9	4.3	2.3	1.1	297.1
1985	0.5	173.7	199.6	239.7	257.0	34.0	69.9	8.1	6.5	3.8	1.9	1.0	995.6
1986	0.9	1.0	204.4	338.0	66.2	26.1	8.1	7.2	4.2	2.4	1.2	0.6	660.4
1987	0.2	0.0	50.6	16.2	2.8	2.4	2.3	1.6	0.7	0.2	0.0	0.0	77.0
1988	0.0	0.1	0.2	75.6	50.6	4.6	4.7	3.7	2.2	1.1	0.3	0.0	143.1
Média	1.9	15.9	47.4	79.3	54.5	16.6	6.5	3.6	2.2	1.3	0.7	0.4	230.2

O quadro 4.4 mostra o resultado da simulação com o modelo MODHAC, sendo que as lâminas estão expressas em milímetros. Considerou-se como representativa para o dimensionamento do reservatório a lâmina média constante no quadro citado

Na figura 4.3 encontra-se o hidrograma médio mensal para o período de simulação compreendido entre 1932 e 1988

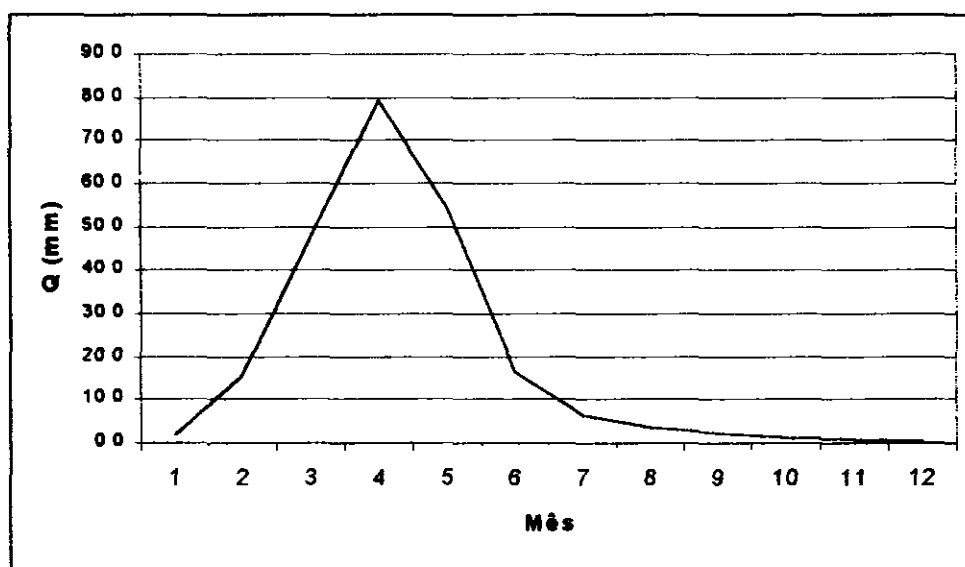


Figura 4.3 - Hidrograma Médio Mensal das Vazões Geradas pelo MODHACX



5 - ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO

5 - ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) e com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados a um risco previamente escolhido. Diante da escassez de registros históricos de vazões, é mais usual a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

O estudo da cheia de projeto é de fundamental importância para a segurança e economia da barragem, podendo o hidrograma de projeto estar baseado em

- PMP (precipitação máxima provável) para projetos de importantes obras hidráulicas;
- cheia padrão para obras hidráulicas de risco intermediário;
- precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência

Em barragem pequenas e médias, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado no último caso, podendo o período de retorno de 1000 anos ser suficiente

5.1 - METODOLOGIA

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que se utilizam séries históricas de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda, sua inexistência. A inexistência de dados sobre os eventos na bacia a ser estudada indicou a escolha de métodos de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada.

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses de cálculo da cheia de projeto a escolha da chuva de projeto, o hidrograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no sangradouro. A ferramenta utilizada para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-1⁶

As relações chuva-deflúvio para a bacia do Açude Mal Cozinhado foram estabelecidas utilizando-se o modelo HEC-1, um modelo projetado para simular o escoamento superficial em uma bacia, sendo esta representada como um sistema de

⁶US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 1990 HEC-1 FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE - USERS MANUAL, 415 p

componentes hidrológicos e hidráulicos Para esta bacia, foi estudada a sua resposta ao hietograma de projeto correspondentes a 1000 anos (T_r = tempo de retorno).

O modelo HEC-1 permite o uso de várias metodologias para determinação da chuva efetiva, simulação do escoamento superficial em bacia (*overland flow*) e propagação do escoamento em canais e reservatórios. No caso da bacia do Mal Cozinhado, diante dos dados disponíveis, foi adotado o seguinte:

- 1 Método Curva-Número (*Soil Conservation Service*) na determinação da chuva efetiva;
- 2 Método do *Soil Conservation Service* na determinação do hidrograma unitário sintético - Escoamento Superficial na bacia (*Overland flow*),
3. Método de Puls para propagação do escoamento em reservatórios.

5.1.1 - Solos e uso atual da terra

As classes de solos encontradas na área estuda, classificadas segundo os critérios do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA, são descritas a seguir

LVd – ASSOCIAÇÃO DE: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO + AREIAS QUARTZOSAS, distróficos, com A fraco, textura arenosa e média, fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado

Principais inclusões:

- PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa relevo plano;
- PODZÓLICO ACINZENTADO DISTRÓFICO AMARELO abrúptico plúntico textura arenosa/média e argilosa relevo plano e suave ondulado
- SOLONOTZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa relevo plano,
- SOLOS ALUVIAIS INDISCRIMINADOS relevo plano

Na área existem vários sítios e chácaras onde é comum a formação de pequenos pomares com as culturas de limão, graviola, banana, manga, etc.

Outra parte da área é ocupada com a cultura do caju. É comum o cultivo da cultura da mandioca.

000045

5.1.2 - Geologia

Correlacionando-se as observações de campo com os dados bibliográficos consultados, conclui-se que a totalidade da bacia hidrográfica se desenvolve sobre sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras, cuja cronologia é considerada do final do Terciário e início do Quaternário

Litologicamente caracteriza-se por um banco relativamente espesso de sedimentos areníticos, esbranquiçados e amarelados, pouco litificados, com estratificação indistinta e níveis conglomeráticos de matiz areno-argilosa caulínica, com uma cobertura arenosa inconsolidada, de granulação fina.

5.1.3 - Vegetação

As observações de campo e a revisão bibliográfica existente sobre o assunto permite descrever a cobertura vegetal predominante como caatinga de várzea. A formação vegetal consiste da caatinga hipoxerófila, essencialmente arbustiva e arbórea baixa, com grau de xerofitismo pouco acentuado e com pouca ocorrência de cactáceas.

As espécies mais comumente encontradas na área são:

- Catanduva Lityrocarpa Benth
- Mofumbo Cobretum leprosum
- Marmeleiro Croton sp
- Ameixa Ximenia sp

5.1.4 - Precipitação

Para cálculo do escoamento superficial para a bacia do Mal Cozinhado foi assumido uma precipitação uniformemente distribuída sobre a referida bacia. O HEC-1 permite a entrada de tormentas históricas ou sintéticas, sendo as últimas frequentemente utilizadas para planejamento e estudos de projetos.

A equação de chuva desenvolvida para Fortaleza apresenta valores inferiores aos do método Tarboga Torrico. Assim, optou-se por utilizar o método de Taborga ou Isozonas, considerando-se a utilização de dados de pluviometria local com um valor

mais conservador para a chuva de projeto o que, ao final, leva a uma maior segurança para o empreendimento

O hietograma adotado baseia-se nas curvas altura-duração-frequência derivadas do método das Isozonas, incluídas nos estudos hidroclimatológicos O Quadro 5.1 apresenta a chuva de projeto associada ao tempo de retorno de 1000 anos após a aplicação do fator redutor de área

Quadro 5 3 - Chuva Pontual (mm)

Duração	5'	15'	1h	2h	3h	6h	12h	24h
Tr = 1.000 anos								
P (mm)	20 1	38.0	99 8	108.2	116.5	141.7	192 1	268 2
Tr = 10 000 anos								
P (mm)	21 9	39.8	105 7	114 1	122.5	147 7	198.0	292 1

O hietograma de projeto tem uma duração de 24h, aproximadamente dobro do tempo de concentração da bacia. Este valor foi utilizado a fim de garantir que o volume da cheia não seja um fator crítico no que diz respeito à segurança da barragem.

O tempo de concentração da bacia foi estimado pela fórmula do Califórnia Highways, também conhecida como fórmula de Kirpich e também foi verificada a velocidade do escoamento superficial.

$$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

onde T_c = tempo de concentração em minutos; L = comprimento do maior talvegue em km; ΔH = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório. Logo, para a bacia do Mal Cozinhado tem-se.

Seção Mal Cozinhado

$L = 22,5$ km

$\Delta H = 12,0$ m

o que resulta $TC = 13,30$ h , $TLAG = 7,98$ h

Estes dados são necessários para construir uma distribuição da precipitação, onde é assumido que cada total precipitado para qualquer duração ocorre durante a parte central da tormenta (tormenta balanceada)

5.1.3 - Precipitação Efetiva

O modelo HEC-1 refere-se a interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como perdas de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante, considerado precipitação efetiva.

O cálculo das perdas de precipitação podem ser usadas nos outros componentes do modelo HEC-1, em especial, hidrograma unitário. No caso do hidrograma unitário, estas perdas são consideradas uniformemente distribuídas sobre a bacia (ou sub-bacia)

De maneira geral, existem três metodologias utilizadas para determinação da chuva efetiva: equações de infiltração, índices e relações funcionais. Especificamente, o HEC-1 possibilita o uso de 5 métodos: 1) taxa de perda inicial e uniforme, 2) taxa de perda exponencial; 3) Curva-Número; 4) Holtan; 5) Função de Infiltração Green e Ampt. Foi considerado mais adequado, diante dos dados disponíveis, o método curva número do *Soil Conservation Service*.

O método Curva Número é um procedimento desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo USDA, no qual a lâmina escoada (isto é, a altura de chuva efetiva) é uma função da altura total de chuva e um parâmetro de abstração denominado Curva-Número, *CN*. Este coeficiente varia de 1 a 100, sendo uma função das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia (1) tipo de solo hidrológico; (2) uso do solo e tratamento, (3) condição da superfície subterrânea, e (4) condição de umidade antecedente

A equação de escoamento do SCS é dada por

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (1)$$

onde Q = escoamento

P = precipitação

S = capacidade máxima de armazenamento do solo

I_a = perdas antes do início do escoamento

As perdas antes do início do escoamento (I_a) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação, e infiltração. I_a é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias I_a é aproximado pela seguinte relação empírica:

$$I_a = 0,20 S \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) elimina-se I_a , resultando em.

$$Q = \frac{(P - 0,20 S)^2}{P + 0,80 S}$$

onde S está relacionado às condições de solo e cobertura através do parâmetro CN por

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{unidades métricas})$$

onde CN varia de 0 a 100. CN foi tabelado para diferentes tipos de solos e cobertura, sendo estes valores tabelados apresentados para condições de umidade antecedente normal (AMC II). Para condições secas (AMC I) e úmidas (AMC III), CNs equivalentes podem ser calculados pelas seguintes fórmulas:

CONDIÇÕES SECAS

$$CN (I) = \frac{4,2 CN(II)}{10 - 0,058 CN(II)}$$

CONDIÇÕES ÚMIDAS

$$CN (III) = \frac{2,3 CN(II)}{10 + 0,13 CN(II)}$$

Alternativamente, os CNs para estas condições podem ser obtidos, a partir da condição normal (AMC II), utilizando-se tabelas⁷

Como já mencionado, o CN foi tabelado para diferentes tipos de solos, os quais foram classificados pelo SCS em quatro grupos de solos hidrológicos (A, B, C e D) de acordo com sua taxa de infiltração. Estes quatro grupos são descritos a seguir

- A - solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. solos arenosos profundos com pouco silte e argilla

⁷ PONCE, V.M., 1999. ENGINEERING HYDROLOGY. PRINCIPLES AND PRACTICES. PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 640 p.

- B - solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundo que o do tipo a e com permeabilidade superior à média
- C - solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo
- D - solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

Desde que o método do SCS dá o excesso total para uma tormenta, o excesso incremental de precipitação para um período de tempo é calculado como a diferença entre o excesso acumulado no fim do presente período e o acumulado do período anterior.

A bacia do Mal Cozinhado foi sobreposta ao mapa de zonas de permeabilidade do Plano Estadual de Recursos Hídricos onde verificou-se que a bacia tem um solo do tipo A, com baixo potencial de escoamento. A cobertura vegetal é formada de caatinga arbustiva hipoxerófila com uso de solo para agricultura rudimentar

Para a bacia do Mal Cozinhado foi estimado um CN com base nos tipos e usos dos solos, sendo adotado um CN = 65 (AMC II)

5.1.4 - Hidrograma Unitário

A técnica do hidrograma unitário é usada para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial de uma sub-bacia. Este método foi escolhido por ter sido idealizado para bacias de áreas entre 2,5 e 1000 km², e por ser construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro: o TLAG. Este parâmetro, TLAG, é igual à distância (*lag*) entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário. A vazão de pico e o tempo de pico são calculados por:

$$Q_p = 208 \frac{A}{t_p} \quad t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{LAG}$$

onde Q_p = é a vazão de pico (m³/s), t_p = tempo de pico do hidrograma (h), A = área da bacia em km² e Δt = o intervalo de cálculo em horas

5.2 - RESULTADOS

A adoção de cheias de projeto da magnitude da cheia máxima provável não se justifica para o reservatório em estudo, por sua localização, capacidade e finalidades. Assim, dentro desta perspectiva, optou-se por utilizar a cheia associada ao hietograma de 1.000 anos e verificar posteriormente para o hietograma de 10.000 anos.

Para a bacia contribuinte ao reservatório Mal Cozinhado possui um tempo de concentração $t_c=13,3$ horas e um $t_{lag}=8$ horas. A velocidade média do escoamento superficial difuso (overland flow) foi estimada em $v = 0.09\text{m/s}$ e pode ser verificada como o comprimento médio de fluxo ($L=2,67\text{km}$) dividido pelo tempo de retardo do escoamento superficial. Para a velocidade média total, com base no tempo de concentração e no percurso da água desde as vertentes até o exutório da bacia, estimou-se uma velocidade média de $0,46\text{m/s}$.

Os hidrogramas afluentes para os tempos de retorno 1.000 e 10.000 anos encontram-se apresentados nas figuras 5.2 e 5.3. O pico do hidrograma afluente ao açude Mal Cozinhado associado aos tempos de retorno 1.000 e 10.000 anos foram respectivamente de $669\text{ m}^3/\text{s}$ e $731\text{ m}^3/\text{s}$.

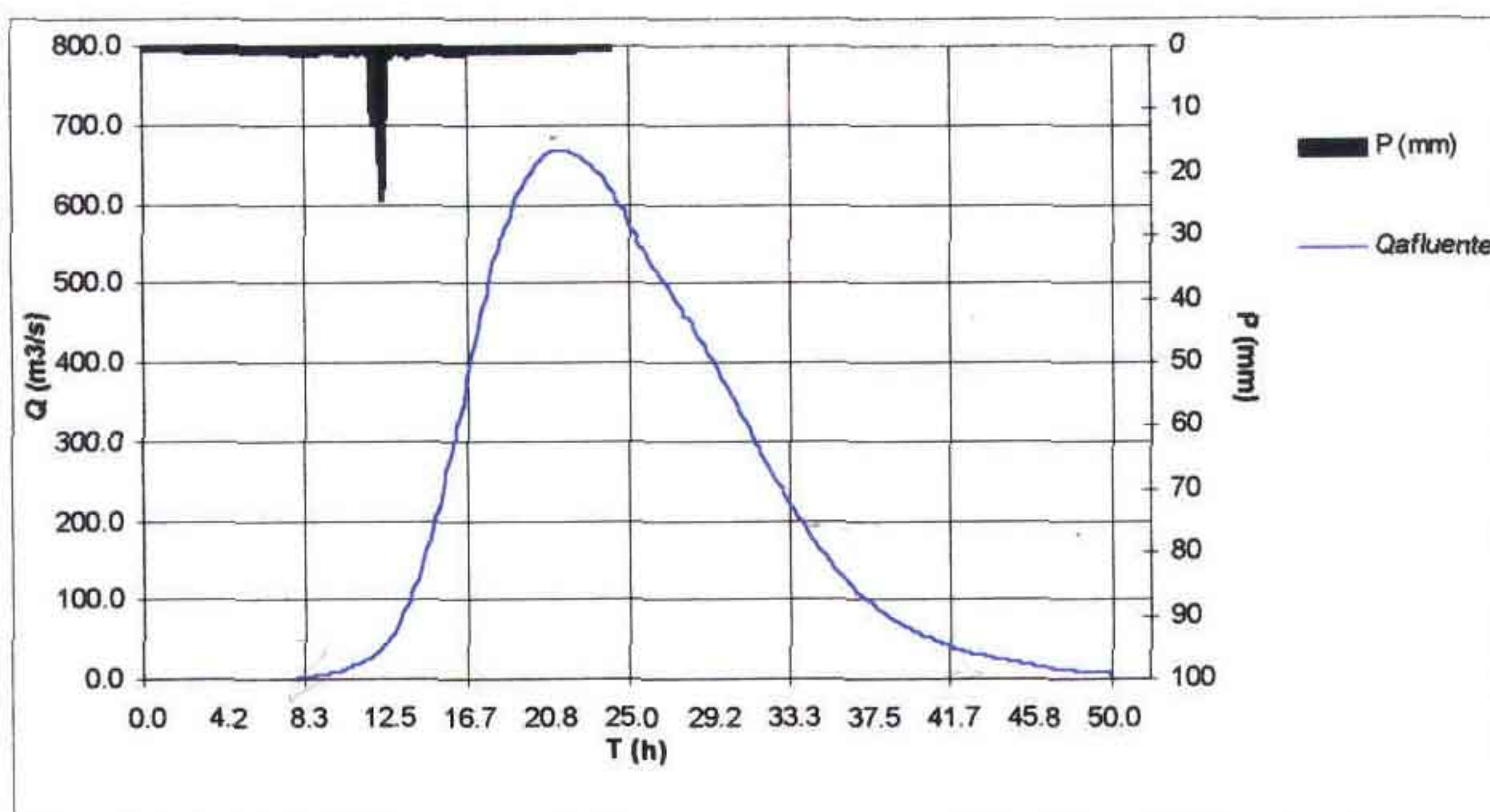


Figura 5.2 - Hidrograma total afluente - Bacia Malcozinhado $A=240\text{ km}^2$ ($T_r = 1000$ anos).

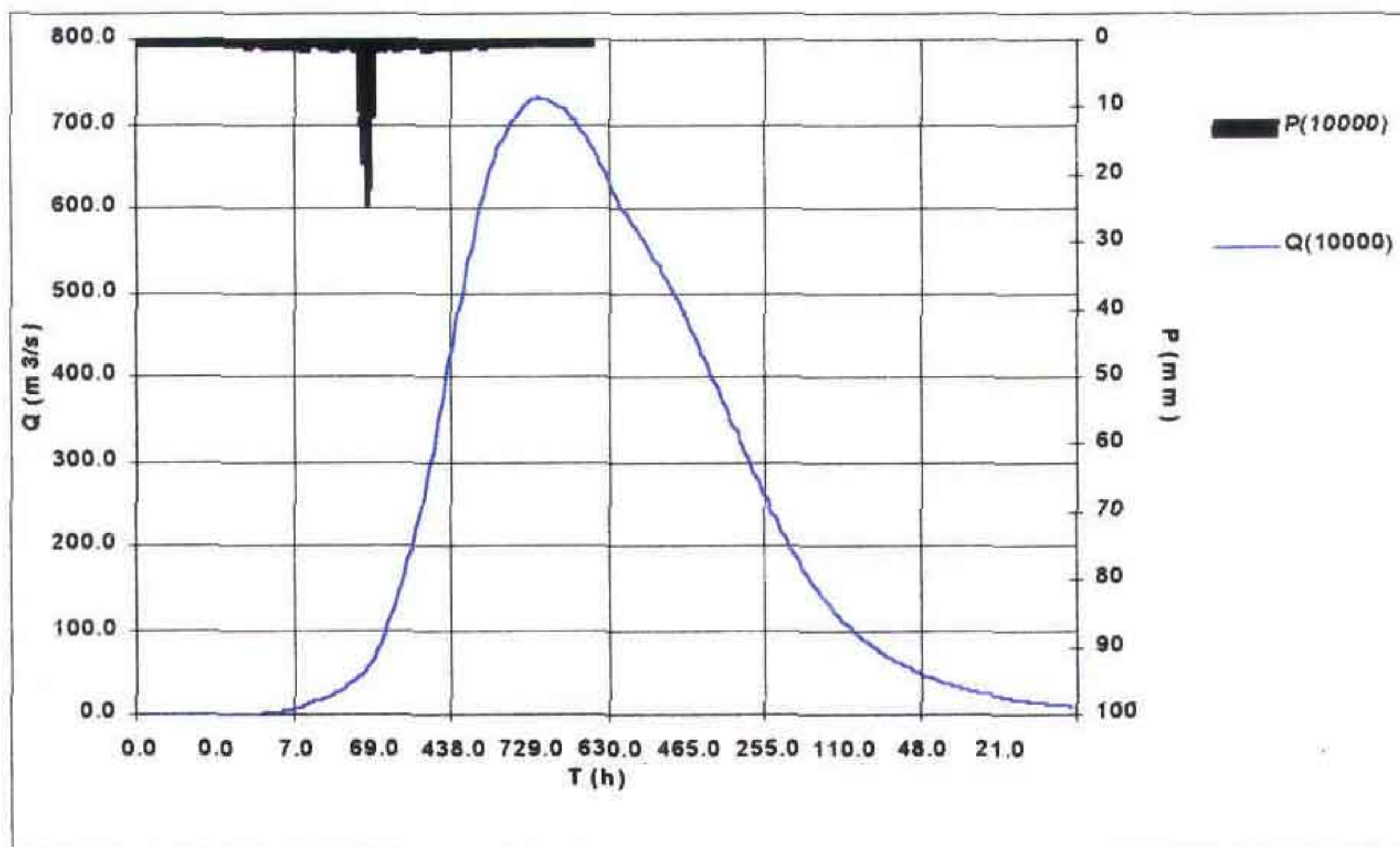


Figura 5.3 - Hidrograma total afluente - Bacia Malcozinhado A=240 km² (Tr = 10000 anos).



6 - DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

6 - DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

6.1 - INTRODUÇÃO

A importância do estudo da capacidade de regularização de um reservatório está ligada ao conhecimento das mudanças temporais e espaciais dos deflúvios naturais, visando o atendimento das demandas da sociedade. Busca-se aqui avaliar o tamanho que deve ser a obra de maneira que ganhos em regularização de águas justifique os investimentos a serem realizados.

Hidrologicamente, os objetivos centrais deste capítulo são:

- 1 análise incremental do ganho em volume regularizado em relação ao aumento da capacidade para a Barragem Mal Cozinhado,
- 2 estimativa das perdas por evaporação e sangria da Barragem Mal Cozinhado.

O traçado das curvas de regulação, inclui: volumes evaporado (E), liberado (M) e sangrado (S) versus capacidade (K) e dM/dK versus K.

6.2 - METODOLOGIA

Na determinação das curvas de regulação do reservatório foi utilizado o método da solução direta do balanço hídrico, sendo também utilizados os métodos abaixo para comparação dos valores obtidos da capacidade de regularização do reservatório.

- Diagrama Triangular de Regularização⁸;
- Simulação da Operação do Reservatório utilizando-se como Série Afluente aquela gerada pelo MODHAC - Programa Opera (Plano Estadual de Recursos Hídricos - Ceará).

6.2.1 - Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico

A equação do balanço hídrico de um reservatório pode ser dada por

$$Z_{t+1} = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M - S_t$$

⁸ CAMPOS, J N B 1980, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMI-TENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC

com

$$S_t = \max(B - K, 0)$$

$$B = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M$$

onde

Z_t = volume armazenado no início do ano t ;

I_t = volume afluente ao reservatório durante o ano t ,

A_t = área do espelho d'água no início do ano t ;

E = lâmina evaporada durante o ano t , suposta constante ao longo dos anos,

K = capacidade do reservatório,

S_t = volume perdido por sangria durante o ano t

Representando-se a bacia hidrográfica por

$$Z(h) = \alpha \cdot h^3 \quad \text{e} \quad A(h) = 3 \alpha h^2,$$

h - altura d'água α - fator de forma (obtido por regressão entre z e h^3)

supondo um modelo mutuamente exclusivo com volume contínuo e uma série de vazões afluentes com uma extensão de 2000 anos seguindo uma distribuição Gamma de 2 parâmetros, pode-se resolver a equação de balanço hídrico segundo o processo descrito por CAMPOS (1990)⁹, a saber

1. estabelece-se um valor inicial para a retirada M ;
2. considera-se um volume inicial igual $\text{MIN}(0,5.K; 0,5.m)$,
3. Calcula-se

$$ZU = Z_t + I_t \quad \text{p/ } Z_t + I_t \leq K$$

$$ZU = K \quad \text{caso contrário}$$

$$DS = \text{MAX}(Z_t + I_t - K; 0)$$

⁹ CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMI-TENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC

onde ZU é o volume armazenado no final da estação e DS o volume sangrado no ano t

4. Calcula-se o volume no fim da estação seca (início do próximo ano) por.

a) divide-se M e E em L partes (no caso L=6),

b) retirada da reserva, se disponível, de M/L

ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

$$Z_2 = Z_1 - M / L \quad \text{se } Z_1 - M / L > Z_{MIN}$$

$$Z_2 = Z_{MIN} \quad \text{caso contrário (ANO FALHO)}$$

$$Z_{MIN} = MAX(0,05 K, 0,20 \mu)$$

VOLUME UTILIZADO

$$D_M = Z_1 - Z_2$$

ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO

$$h_2 = \left(Z_2 / \alpha \right)^{1/3}$$

c) retirada da reserva, se disponível, de E/L

ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO

$$h_3 = h_2 - E / L \quad \text{se } h_2 - E / L \geq 0$$

$$h_3 = 0 \quad \text{caso contrário}$$

ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

$$Z_3 = \alpha \cdot h_3^3$$

VOLUME UTILIZADO

$$D_E = Z_3 - Z_2$$

d) retorna-se a b) até completar as L fases da integração.

- 5 Prossegue-se com os passos 3 e 4 até que se complete os 2000 anos da série gerada, totalizando os volumes evaporado, sangrado e liberado;
- 6 Concluído os 2000 anos, verifica-se se a frequência de falha está entre 9,95 e 10,05 %, ou se o erro em retirada é menor do que 0,5 unidades. Caso afirmativo aceita-se o valor de M, caso contrário atribui-se novo valor de M e retorna-se a 1

6.2.2 - O Diagrama Triangular de Regularização

O método do Diagrama Triangular baseia-se no balanço de massas de um reservatório para um período longo:

$$\sum I = \sum M + \sum S + \sum E + Z$$

onde $\sum I$, $\sum M$, $\sum S$, $\sum E$ representam as somas dos volumes afluente, retirado, sangrado e evaporado, enquanto Z representa a diferença entre os volumes final e inicial do reservatório. Dividindo-se a equação de balanço de massas acima por N, N suficientemente grande, obtém-se:

$$m = E \{M\} + E \{S\} + E \{E\}$$

onde E { } representa é o operador valor esperado e m o deflúvio afluente médio. Pela última equação verifica-se que o volume afluente divide-se em três componentes, o que sugere o uso do Diagrama Triangular para estabelecer como esta divisão se processa em função dos parâmetros estatísticos dos deflúvios e das características do reservatório (CAMPOS, 1990)¹⁰

6.2.3 - Simulação com a Série Afluente do MODHAC - Programa Opera

Devido a ocorrência de falhas em longos períodos de liberações de vazão, no PERH-CE (Plano Estadual de Recursos Hídricos - Ceará) estabeleceu-se o conceito de volume de alerta. Assim, na operação do reservatório, retira-se uma vazão Q_{90A} (vazão regularizada com 90% de garantia sem volume de alerta) constante enquanto o volume do reservatório estiver acima deste volume de alerta. Ao atingir o volume de alerta, retira-se uma vazão $Q_{emerg} < Q_{90A}$ (vazão regularizada com 90% de garantia com volume de alerta) - a demanda de emergência, capaz de garantir o fornecimento em grande parcela dos períodos considerados como secos. A representação deste volumes encontra-se esquematicamente representada na Figura 6.1 abaixo

¹⁰CAMPOS, J.N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES. TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC

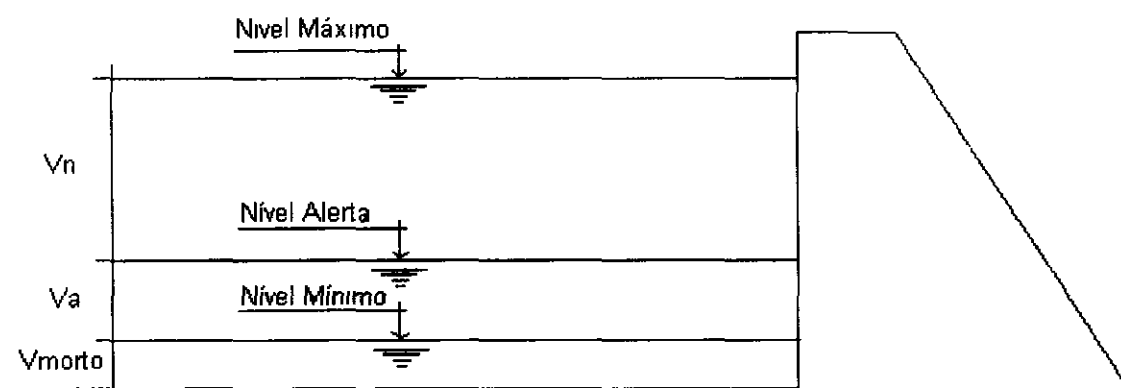


Figura 6 1 - Representação Esquemática dos Níveis Operacionais

Ainda segundo o PERH-CE, adotou-se que o fornecimento desta vazão de emergência se dá em 80% do total do período crítico. Foi simulada a operação do reservatório com uma demanda de emergência igual a 50% de Q_{90}^A .

6.3 - RESULTADOS

Como mencionado no capítulo 4 deste relatório, foi realizada novamente a calibração do modelo MODHAC utilizando a estação Bau e, após isto, a geração da série de vazões afluentes ao reservatório Mal Cozinhado. As características da série gerada são as seguintes:

- lâmina média escoada 230 mm
- volume afluente médio escoado (μ) 55,200 hm³
- coeficiente de variação (CV) 1,1
- coeficiente de deflúvio 19,5%

No caso da *Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico*, as características do regime fluviométrico acima foram utilizadas para a geração da série afluente ao reservatório. Para aplicação deste método faz-se necessário a determinação do fator de forma α , lâmina evaporada E e fator adimensional de evaporação f_E e o fator de capacidade f_k . O fator adimensional de capacidade é variável, uma vez que pretende-se analisar o ganho na regularização em função do aumento da capacidade. Assim,

$$\alpha = 11336$$

$$E = 0,8 \cdot (94,7 + 118,3 + 151,8 + 167,8 + 173,5 + 168,1 + 154,3)^{11}$$

$$E = 822,8 \text{ mm}$$

$$f_E = \frac{3 \alpha^{1/3} E}{\mu^{1/3}}$$

$$f_E = 0,146$$

Com base nestes valores utilizou-se a solução direta da equação do balanço hídrico para o estudo incremental de capacidades do açude Mal Cozinhado. No Quadro 6.1 apresenta-se o percentual e seu valor correspondente dos volumes regularizados, evaporados e sangrados em função de f_K , assim como a vazão regularizada com 90% de garantia. A figura 6.2 apresenta a curva de regulação para o reservatório, que nada mais é que a representação gráfica dos valores apresentados no Quadro 6.1. O Quadro 6.1 mostra que para a cota 24,00 tem-se uma vazão de 0,491 m³/s com 90% de garantia

Quadro 6.1 - Estudo incremental de capacidades do açude Mal Cozinhado 90% de Garantia. (CAMPOS, 1990)¹²

Cota (m)	K (hm ³)	F _k =K/μ	%LIB	LIB (hm ³ /ano)	%EV	EV (hm ³ /ano)	%SG	SG (hm ³ /ano)	dM/dK	Q90 (m ³ /s)
19 00	11 321	0 21	10 40%	5 788	3 30%	1 828	86 40%	48 226	-----	0 194
20 00	15 272	0 28	12 80%	7 132	4 10%	2 297	83 10%	46 404	0 340	0 238
21 00	19 939	0 36	15.40%	8.615	5 00%	2 798	79 60%	44 409	0 318	0 286
22 00	25.265	0 46	18 70%	10 460	5 90%	3 283	75 40%	42 078	0 346	0 348
23 00	31.247	0 57	22 40%	12 516	6 70%	3 760	70 80%	39 527	0.344	0 417
24 00	37 838	0 69	26.30%	14.652	7 60%	4 230	66 20%	36 910	0 324	0 491

LIB - VOLUME LIBERADO

SG - VOLUME SANGRADO

EV - VOLUME EVAPORADO

¹¹ INEMET, 1991 - NORMAIS CLIMATOLÓGICAS

¹² CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMI-TENTES TESE PARA CONCURSO DE PROF TITULAR UFC

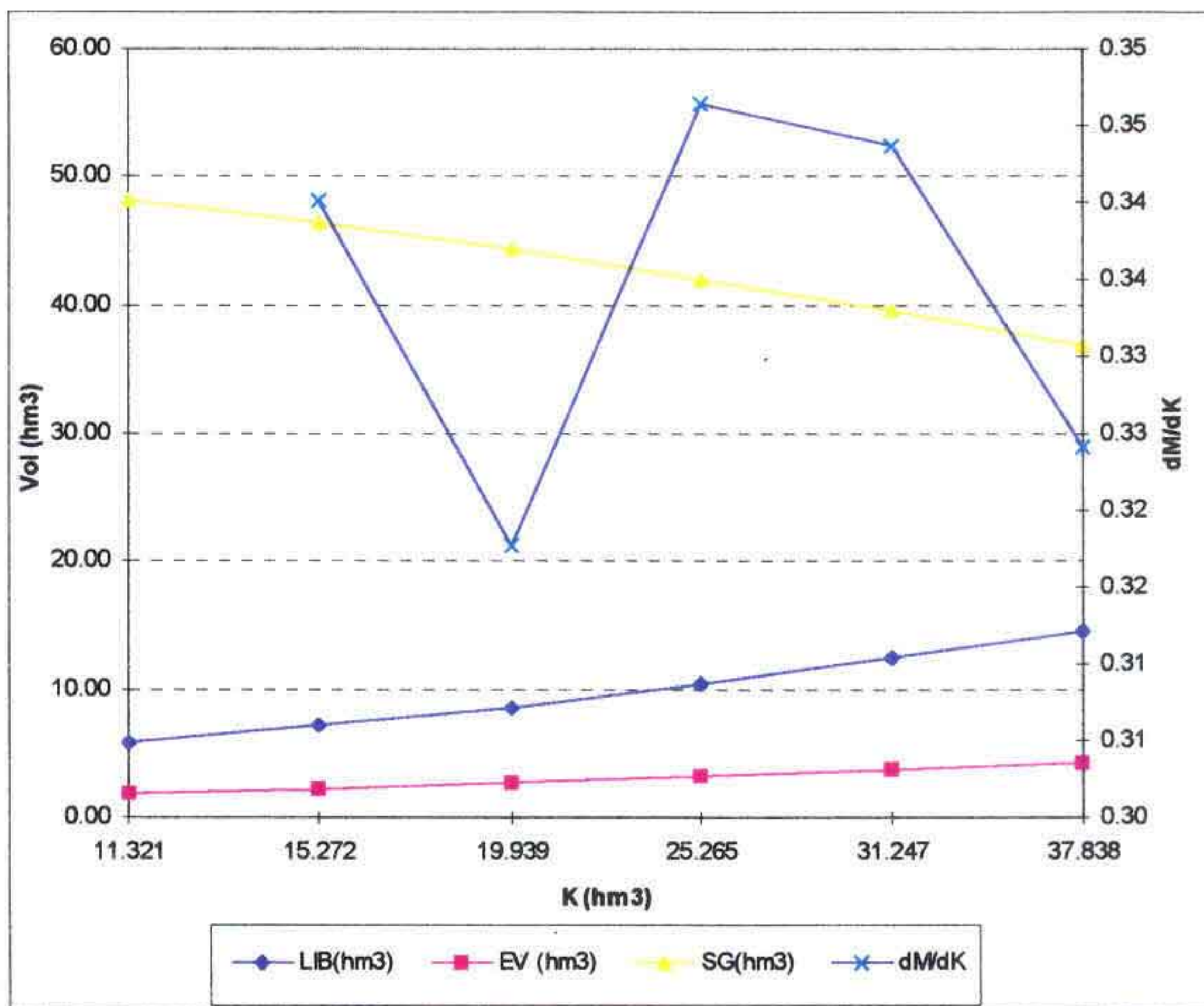


Figura 6.2 - Curvas de Regulação do Reservatório Mal Cozinhado

Utilizando-se o método do Diagrama Triangular de Regularização com $f_E = 0,150$, $f_K = 0,70$ e $CV = 1,1$, obtém-se um volume de $14,900 \text{ hm}^3$ regularizado anualmente, ou em termos de vazão, $Q_{90} = 0,480 \text{ m}^3/\text{s}$. Este valor está bem próximo ao valor obtido pela solução direta da equação do balanço hídrico (Quadro 6.1). A Figura 6.3 apresenta o Diagrama Triangular ($CV = 1,10$) e nele o caso da Barragem Mal Cozinhado.

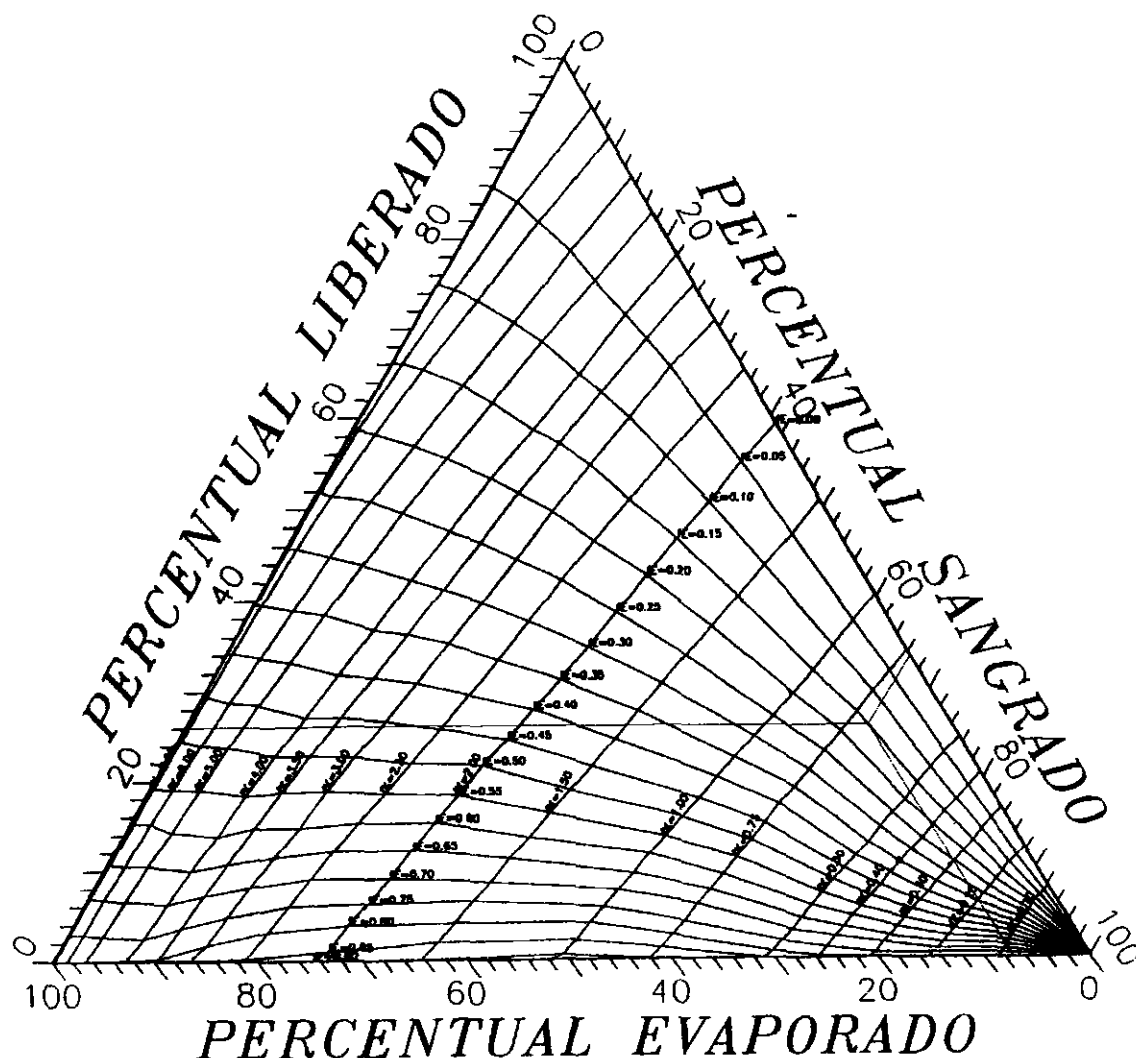


Figura 6.3 - Diagrama Triangular de Regularização para CV = 1,10 Açude Mal Cozinhado.

Alternativamente aos dois métodos acima, foi utilizada a série gerada pelo MODHAC para obtenção da vazão regularizada com 90% de garantia a partir do uso do programa opera, conforme regra operacional anteriormente definida, para várias alternativas. Foram estudados, para vários valores de cota máxima, as vazões regularizadas com volume de alerta. Os resultados destas simulações estão sumarizados nos Quadros 6.2 a 6.4 abaixo, onde.

Q_{90}^A - Vazão com 90% de Garantia associada a um Volume de Alerta que atende em 80% do tempo de falha a uma Demanda de Emergência igual à 50% de $Q_{90}A$.

000061

Quadro 6.2 - Alternativas para a barragem Mal Cozinhado segundo a regra de operação do PERH-CE

COTA (m)	VOL MAX (hm ³)	VOL UTIL (hm ³)	VOL ALERTA (hm ³)	Q90 ^A (m ³ /s)
19 00	11 321	10 887	3 793	0 200
20 00	15 272	14 652	4 753	0 253
21 00	19 940	19 095	5 733	0 334
22 00	25 265	24 157	6 664	0 399
23 00	31 248	29 843	7 499	0 473
24 00	37 838	36 107	9 081	0 540

O estabelecimento da melhor alternativa de barragem através da análise da relação entre o volume regularizável e custo total foi conseguida através do estudo de alternativas de sangradouros viáveis face as restrições topográficas e geotécnicas.

Para cada alternativa de sangradouro determinou-se a melhor opção de largura e seu respectivo custo. Associou-se a cada opção um custo total correspondente da obra. O Quadro 6.3 apresenta o sumário da análise de custo para a garantia de 90%.

A interpretação dos dados sobre a eficiência hidrológica bem como a dos custos do reservatório sugere que cota da soleira do sangradouro fique em 24,00 m, o que corresponde a um volume de 37 830 hm³.

Quadro 6.3 - Custo total da barragem por volume regularizado anualmente com 90% de garantia

Alternativa de sangradouro	Cota máxima (m)	Regularização		Custo total (\$R)	Custo do volume regularizado anual (\$R/m ³)
		(m ³ /s)	(hm ³ /ano)		
A - Canal Lateral	24.00	0.491	15 272	3775101 47	0 247
B - Creager	24.00	0 491	15 272	2263017 17	0 148
C - Labirinto	24 00	0 491	15 272	2292117 82	0 150

000062



7 - DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

000063

7 - DIMENSIONAMENTO DO SANGRADOURO

Uma vez realizado o dimensionamento do reservatório com base nos estudos hidrológicos e econômicos do capítulo anterior, faz-se necessário agora o dimensionamento do sangradouro visando definição de sua largura, seu tipo e a cota de coroamento da barragem associada à alternativa adotada

No dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1.000 anos, calculando-se a laminação correspondente para cada alternativa de sangradouro e, finalmente, determinando-se a cota de coroamento da barragem com base na cheia associada a 10 000 anos a fim de garantir o não galgamento nesta cheia.

A partir destes princípios, apresenta-se neste capítulo o dimensionamento do sangradouro.

7.1 - PROPAGAÇÃO DA CHEIA NO RESERVATÓRIO

Técnicas de propagação em reservatórios são baseadas no conceito de armazenamento, sendo o método de Puls um dos mais conhecidos para propagação em reservatórios. Este método consiste em uma expressão discretizada da equação de continuidade concentrada e na relação entre vazão e armazenamento

A equação discretizada da continuidade é dada por

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_t + I_{t+1}}{2} - \frac{Q_t + Q_{t+1}}{2} \quad (1)$$

onde I_t e I_{t+1} = vazões afluentes ao reservatório em t e $t+1$; Q_t e Q_{t+1} = vazões de saída ao reservatório em t e $t+1$, S_t e S_{t+1} = armazenamento em t e $t+1$, Δt = intervalo de tempo. As incógnitas Q_{t+1} e S_{t+1} podem ser colocadas em um mesmo lado, resultando em

$$Q_{t+1} + 2 \frac{S_{t+1}}{\Delta t} = I_t + I_{t+1} - Q_t + 2 \frac{S_t}{\Delta t} \quad (2)$$

Conhecendo-se a função $Q=f(S)$, constroi-se uma função $Q=h(Q+2S/\Delta t)$, resultando no seguinte processo de cálculo:

1. determinação do volume inicial S_0 (conforme objetivo do estudo), e a partir deste, determina-se Q_0 ,

2. calcular o termo direito da equação 2, uma vez que o hidrograma de entrada foi determinado pelo método do hidrograma unitário do SCS,
3. com este valor $(Q_{t+1} + 2.S_{t+1}/Dt)$ é possível obter Q_{t+1} através de $Q=h(Q+2S/Dt)$ e S_{t+1} através de $S_{t+1} = f-1(Q_{t+1})$,
4. repete-se 2 e 3 para todos intervalos de cálculo

Neste estudo foram consideradas três opções de sangradouro. Canal com Perfil Creager, Canal Lateral com Perfil Creager e Sangradouro Tipo Labirinto. Em termos de comportamento hidráulico, nos dois casos de perfil Creager adotou-se um coeficiente de descarga igual a 2,18. A equação utilizada para o vertedouro foi:

$$Q = C L.(Z - Z_w)^{3/2}$$

onde

Z = cota (m),

S = armazenamento (m³),

Q = vazão (m³/s),

C = coeficiente de descarga,

L = largura do sangradouro (m),

Z_w = cota da soleira do sangradouro

Os dados geométricos das alternativas para o sangradouro tipo labirinto, cujo esquema é apresentado na figura 7.1, são mostradas no quadro 7.1:

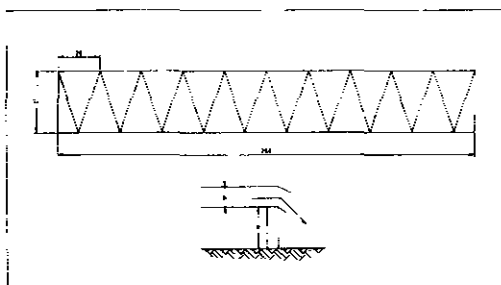


Figura 7.1 - Esquema do sangradouro tipo Labirinto

Quadro 7.1 - Dados Geométricos das alternativas de sangradouro labirinto

A	B	C	W"	w	P	w/p
0 60	19 00	18,62	60 00	10 0	2 50	3 99
0 60	19 00	18,62	80 00	10 0	2 50	3 99
0 60	19 00	18,62	100 00	10 0	2 50	3 99
0 60	19 00	18,62	120 00	10 0	2 50	3 99
0 60	19 00	18,62	140 00	10 0	2 50	3 99
0 60	19 00	18,62	160 00	10 0	2 50	3 99

A relação Lâmina x Descarga (figura 7.2) do sangradouro labirinto foi aqui obtida segundo a metodologia de MAGALHÃES¹³, obedecendo todos os critérios de dimensionamento impostos, ou seja:

- relação l/w entre 1 e 8,
- relação h/p menor que 0,6,
- relação w/p maior ou igual a 2,0,
- $\alpha/\alpha_{\max} \geq 0,8$, sendo $\alpha_{\max} = \arcsen(w/l)$ com $l = 4 A + 2.B$

¹³ MAGALHÃES, A.P., O DESCARREGADOR EM LABIRINTO DA BARRAGEM DO DUNGO RBE - ANAIS SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO SOBRE SIMULAÇÃO EM HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS

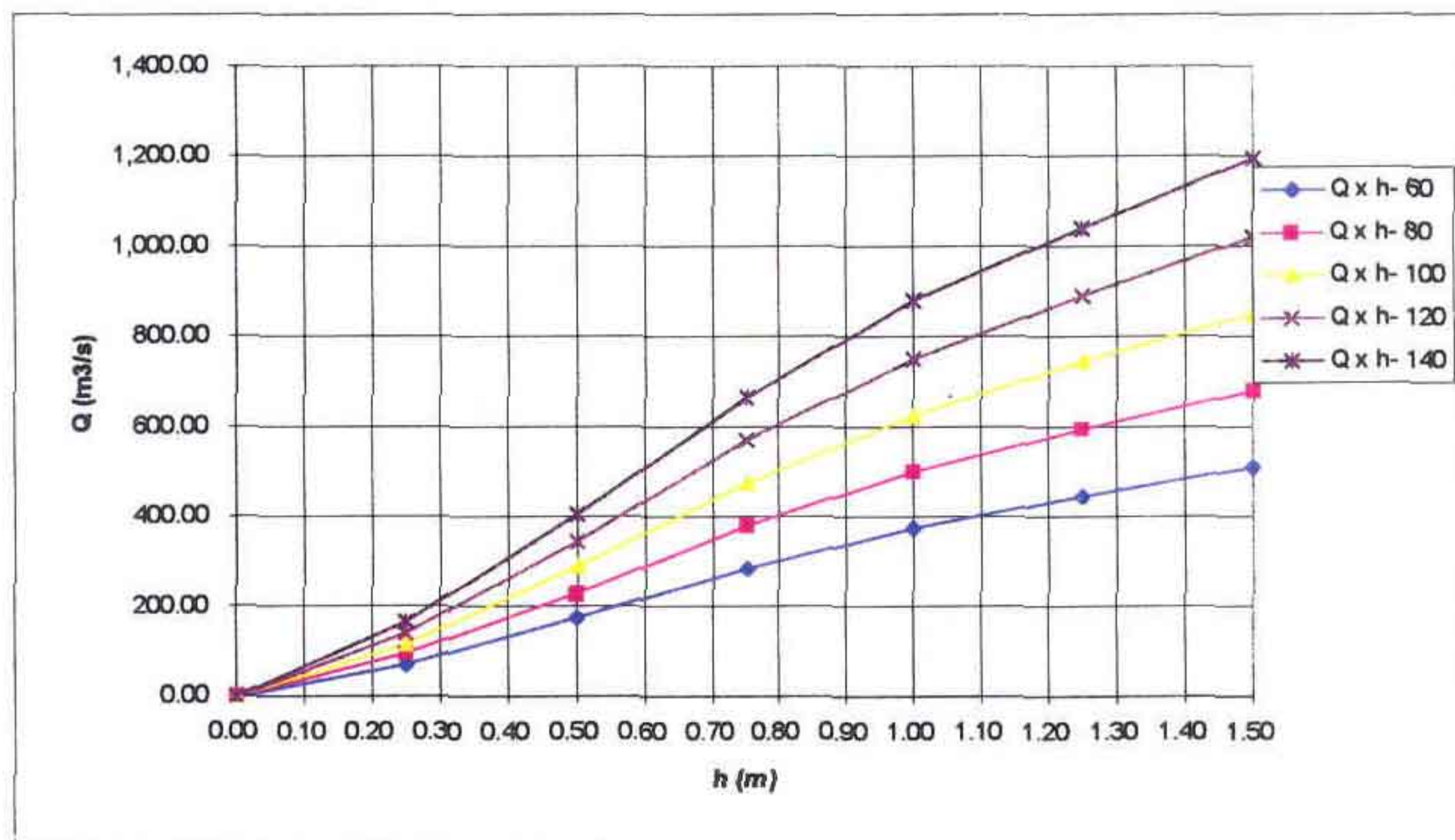


Figura 7.2 - Relação Vazão x Lâmina para o Sangradouro Labirinto

7.2 - RESULTADOS

Como auxílio na definição da dimensão do reservatório Mal Cozinhado, foi realizado o estudo de laminação para as várias larguras de sangradouro, ficando para o estudo definitivo a laminação da cheia de 10.000 anos. Este procedimento visa garantir que a barragem não seja galgada naquela cheia, servindo, assim, para a definição da cota de coroamento da barragem.

7.2.1 - Sangradouro em perfil Creager

Referindo-se ao perfil Creager, os picos dos hidrogramas de entrada e saída, a cota e altura da lâmina vertida encontram-se no Quadro 7.2 para várias alternativas de sangradouro, usando-se como hidrograma de projeto aquele associado ao tempo de retorno de 1.000 anos. Os hidrogramas efluentes associados a 1.000 anos de tempo de retorno estão apresentados na Figura 7.4.

Quadro 7.2 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluyente com $Tr=1000$ anos (perfil Creager, Q_p afluyente = 669 m³/s)

Cota da Soleira (m)	Volume (m ³)	Largura (m)	Qsaida (m ³ /s)	Cota de Pico (m)	Lâmina (m)
19 0	11321152 8	60	515 0	21 49	2 49
		80	556 2	21 16	2 16
		100	583 9	20 93	1 93
		120	601 5	20 74	1 74
		140	611 8	20 59	1 59
20 0	15272207 0	60	491 7	22 41	2 41
		80	533 3	22 11	2 11
		100	563 2	21 88	1 88
		120	582 1	21 70	1 70
		140	597 7	21 56	1 56
21 0	19939769 6	60	469 6	23 34	2 34
		80	513 0	23 05	2 05
		100	542 4	22 84	1 84
		120	565 2	22 67	1 67
		140	580 9	22 53	1 53
22 0	25265132 9	60	449 4	24 28	2 28
		80	494 2	24 00	2 00
		100	524 5	23 79	1 79
		120	547 9	23 63	1 63
		140	565 1	23 51	1 51
23 0	31247982 8	60	431 6	25 21	2 21
		80	476 8	24 95	1 95
		100	507 5	24 76	1 76
		120	532 2	24 60	1 60
		140	550 3	24 48	1 48
24 0	37838905 9	60	413 2	26 15	2 15
		80	459 6	25 91	1 91
		100	491 7	25 72	1 72
		120	515 9	25 57	1 57
		140	536 7	25 45	1 45

001068

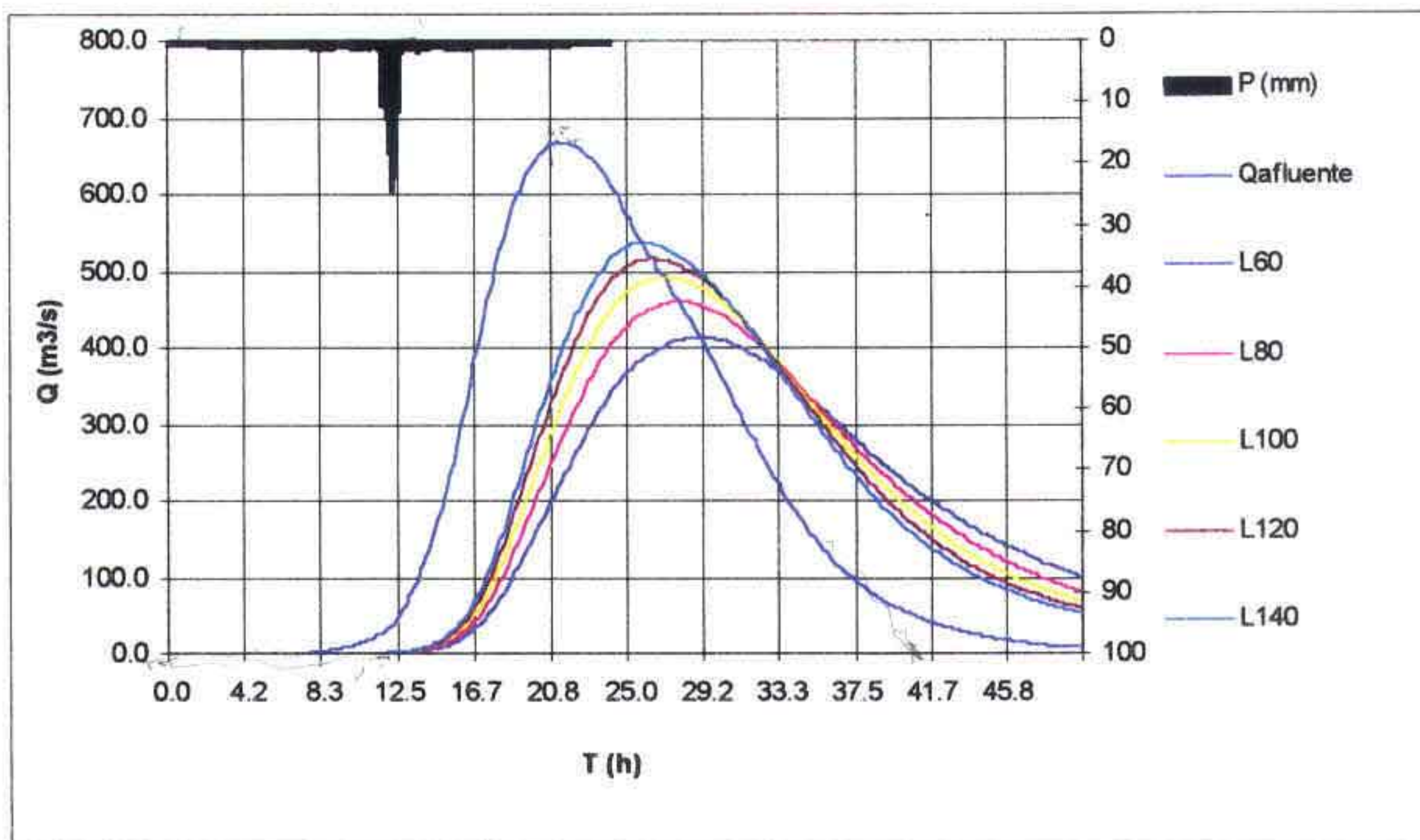


Figura 7.4 - Hidrogramas efluentes associados a 1.000 anos de tempo de retorno para várias larguras de sangradouro perfil Creager (Q_p afluente = $669\text{m}^3/\text{s}$)

7.2.2 - Sangradouro tipo labirinto

O pico da cheia de afluente milenar e da cheia efluente, a cota e altura da lâmina vertida encontram-se no Quadro 7.4 para várias alternativas de sangradouro labirinto (descritas no Quadro 7.1). Os hidrogramas efluentes associados a 1000 anos de tempo de retorno estão apresentados na Figura 7.5.

Quadro 7.4 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluyente com $T_r=1000$ anos (Labirinto, Q_p afluyente = $669 \text{ m}^3/\text{s}$)

Cota da Soleira (m)	Volume (m ³)	Largura (m)	Qsaida (m ³ /s)	Cota de Pico (m)	Lâmina (m)
19 0		60	558 6	20 68	1 68
		80	603 0	20 27	1 27
		100	635 3	20 02	1 02
		120	647 7	19 86	0 86
		140	656 0	19 74	0 74
20 0		60	542 3	21 62	1 62
		80	591 5	21 24	1 24
		100	628 3	21 00	1 00
		120	641 0	20 85	0 85
		140	651 4	20 74	0 74
21 0		60	527 5	22 56	1 56
		80	580 2	22 21	1 21
		100	619 8	21 99	0 99
		120	634 5	21 84	0 84
		140	646 5	21 73	0 73
22 0		60	514 4	23 51	1 51
		80	569 6	23 18	1 18
		100	610 5	22 97	0 97
		120	627 6	22 83	0 83
		140	641 2	22 73	0 73
23 0		60	503 0	24 47	1 47
		80	560 0	24 16	1 16
		100	601 7	23 96	0 96
		120	621 1	23 82	0 82
		140	614 7	24 81	1 81
24 0		60	492 1	25 43	1 43
		80	551 0	25 13	1 13
		100	593 4	24 94	0 94
		120	614 7	24 81	0 81
		140	630 5	24 72	0 72

A Figura 7.9 mostra a curva cota x área x volume utilizada no estudo de propagação da onda de cheia deste capítulo

000070

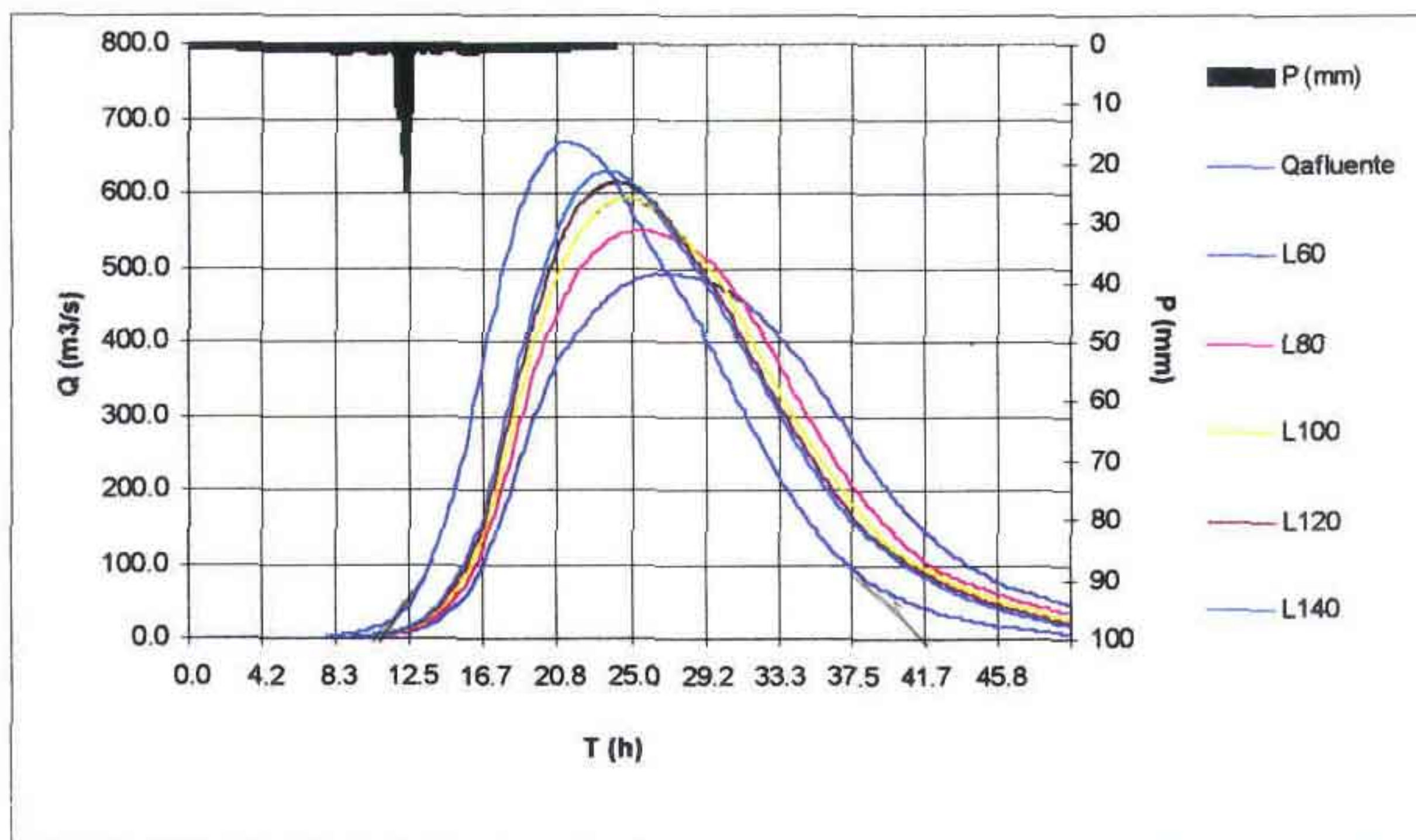


Figura 7.5 - Hidrograma Efluente associado a 1000 anos de tempo de retorno para sangradouro tipo labirinto (Q_p afluente = 669 m³/s).

7.2.3 - Alternativa selecionada

Finalmente, a alternativa de sangradouro selecionada de acordo com critérios hidrológicos foi do tipo Creager com largura de 60,0 m. Na simulação este apresentou uma lâmina máxima vertida de 2,15m de altura e uma vazão de pico amortecida de projeto igual a 413,2 m³/s.

Observa-se no quadro 7.5 que a cota do pico da cheia decamilenar é igual 26,33m; 80 cm abaixo da cota máxima prevista para o coroamento da barragem que é de 27,13m. O critério de não galgamento da barragem com a cheia de 10000 anos fica, portanto, obedecido.

Para a cota de soleira do sangradouro em 24,00m, a vazão regularizada com 90% de garantia, calculada conforme o método de Campos(1990), ficou igual a 491 l/s, como já foi observado no capítulo 6.

A Figura 7.7 apresenta o hidrograma efluente associado à cheia decamilenar para uma largura de sangradouro igual a 60m. A figura 7.8 mostra o hidrograma efluente para a cheia milenar para alternativa selecionada.

Quadro 7.5 - Vazão de pico e lâmina resultante da simulação para a cheia afluyente com $T_r=10000$ anos (Creager; Q_p afluyente = 731 m³/s)

L	Q_p	Cota da soleira	Cota de pico	Lâmina máxima
(m)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)
60,00	466.7	24,00	26,33	2,33

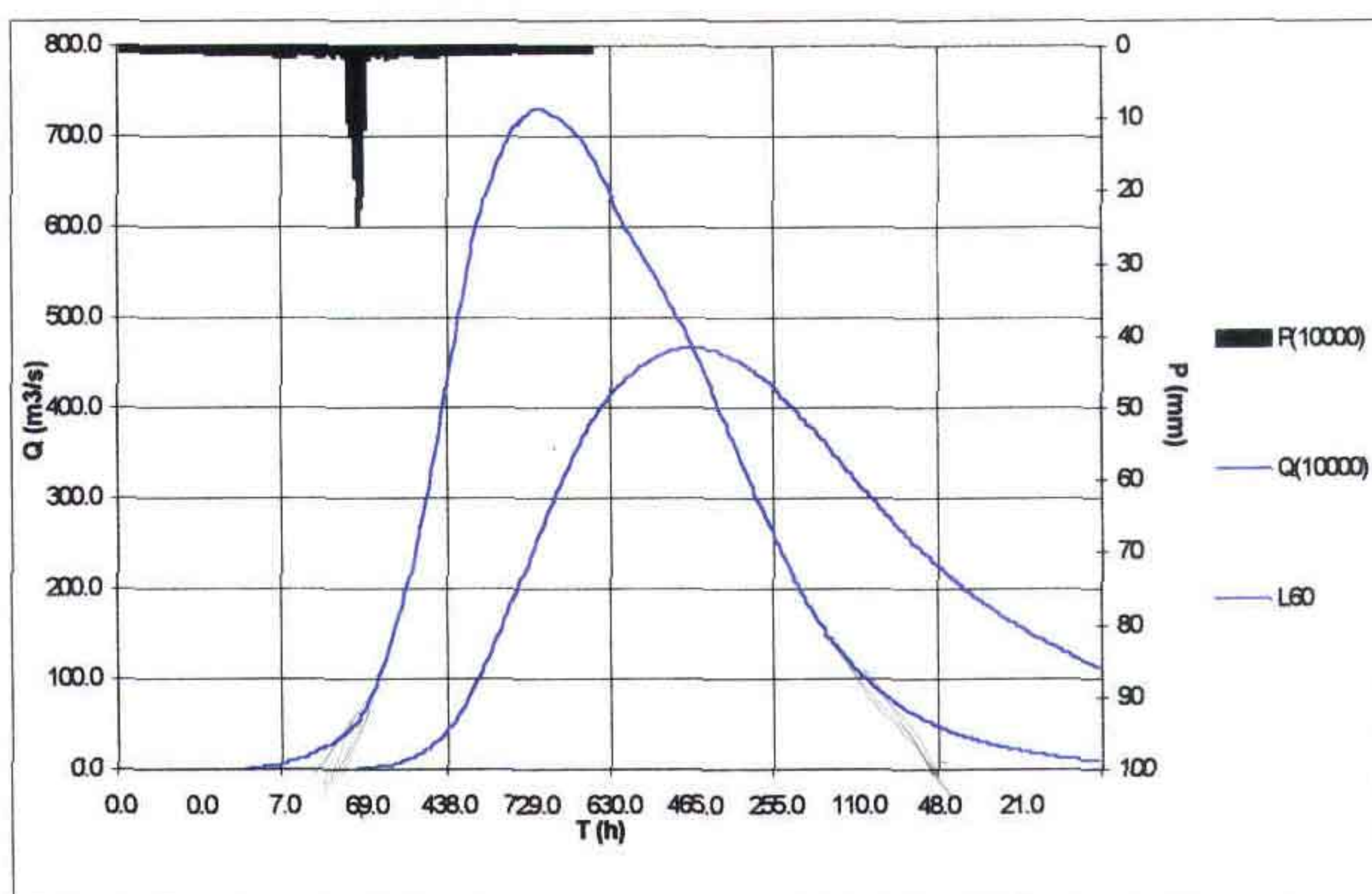


Figura 7.7 - Hidrograma Efluente associado a 10.000 anos de tempo de retorno para sangradouro tipo labirinto (Q_p afluyente = 731 m³/s).

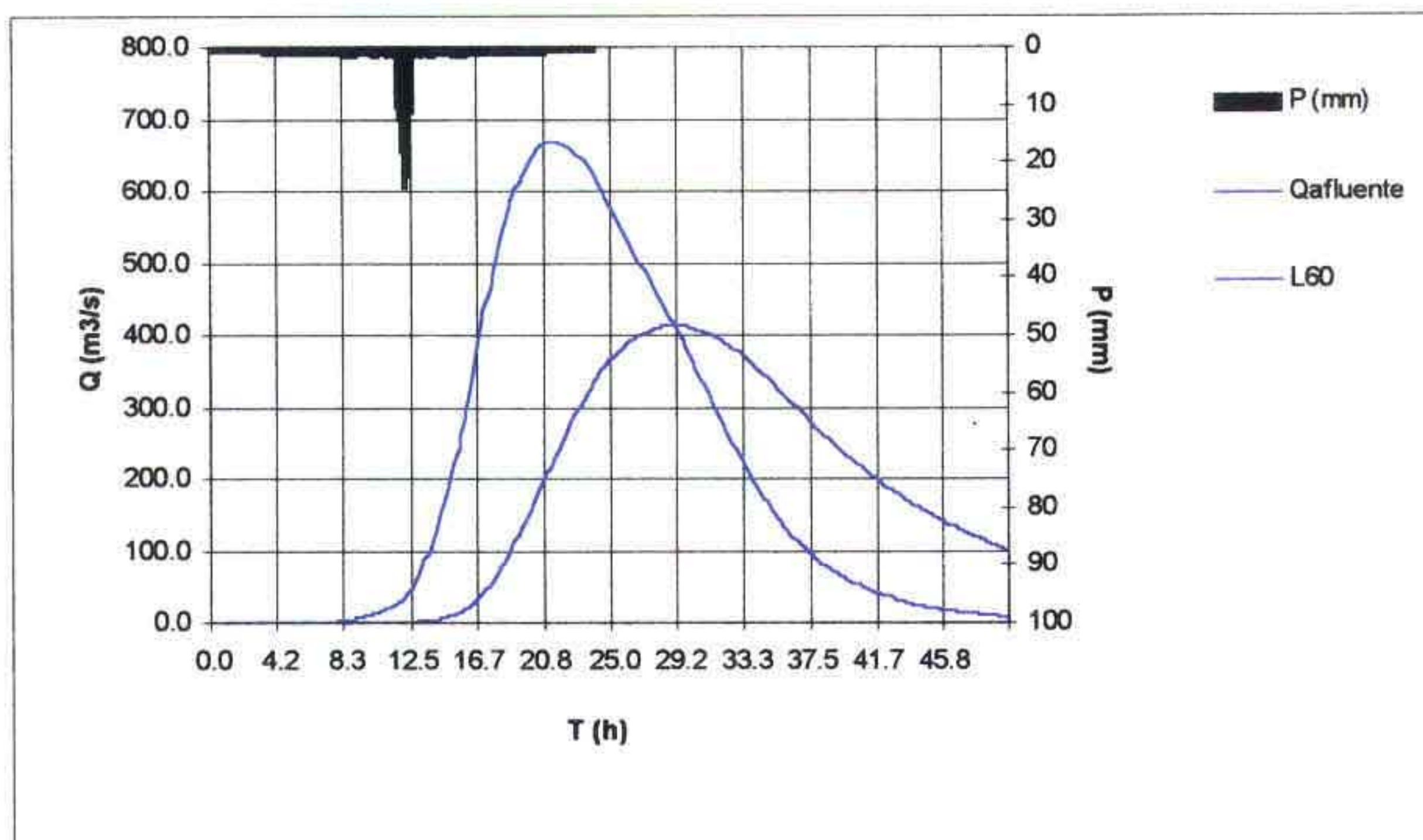


Figura 7.8 - Hidrograma Efluente associado a 1.000 anos de tempo de retorno para sangradouro tipo labirinto (Q_p afluente = 669 m³/s).

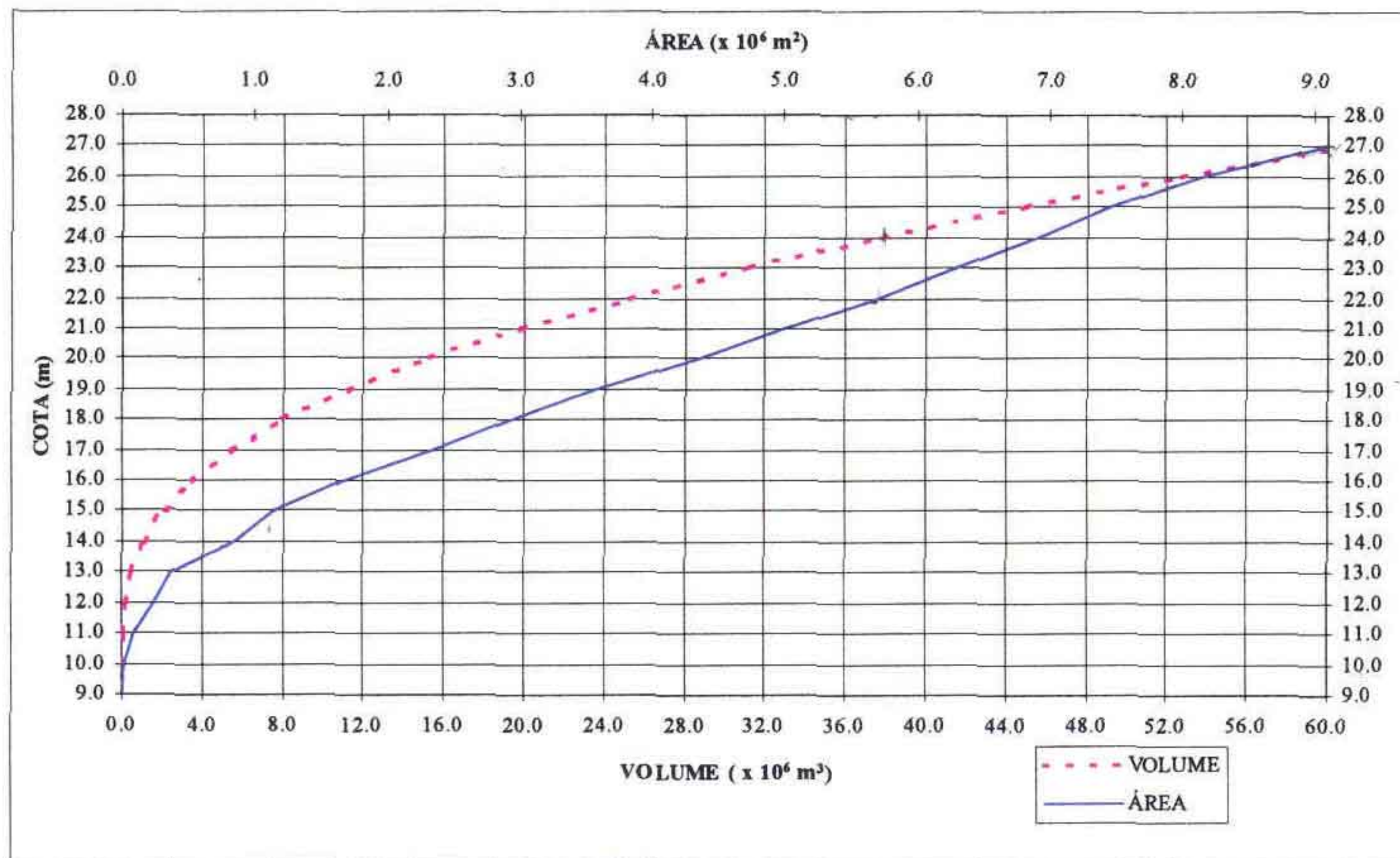


Figura 7.9 - Curva cota x área x volume da barragem do Mal Cozinhado



8 - ESTUDOS COMPLEMENTARES

000075

8 - ESTUDOS COMPLEMENTARES

8.1 - INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta estudos adicionais visando fornecer características do reservatório durante a fase de operação, sob o título 8.2 - Estudos da Disponibilidade Hídrica, foi analisada.

- a probabilidade de enchimento do reservatório na fase transiente,
- a probabilidade de esvaziamento do reservatório na fase de equilíbrio;
- a probabilidade de enchimento do reservatório na fase de equilíbrio,

Foi também estudada, de forma preliminar, a deposição de sedimentos no reservatório ao longo do tempo sob o título 8.3 - Análise da possibilidade de assoreamento.

8.2 - ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

O estudo da disponibilidade hídrica do reservatório Mal Cozinhado compreende o estudo das probabilidades de enchimento na fase transiente e de esvaziamento e enchimento do reservatório na fase de equilíbrio. Este estudo pode ser realizado diante duas óticas na fase transiente, quando essa probabilidade depende do volume inicial do reservatório, na fase de equilíbrio, quando o processo estocástico de armazenamento torna-se ergódico. A metodologia aqui empregada tem suporte teórico na teoria estocástica de reservatórios ou Teoria de Moran¹⁴, apresentando como novidade a inclusão da matriz de evaporação para considerar as perdas por este processo - método de CAMPOS (1990)

As etapas de cálculo destas probabilidades para um reservatório de uma determinada capacidade e retirada são descritas a seguir

- 1 dividir o volume total do reservatório K , por 20, definindo 21 estados que podem ser atingidos pela reserva. A representação gráfica do espaço de definição destes estados de reserva é apresentada na figura 8.1 e no Quadro 8.1.

¹⁴ MORAN, P A P 1959 THE THEORY OF STORAGE LONDON METHUEN & CO LTD, 111 p

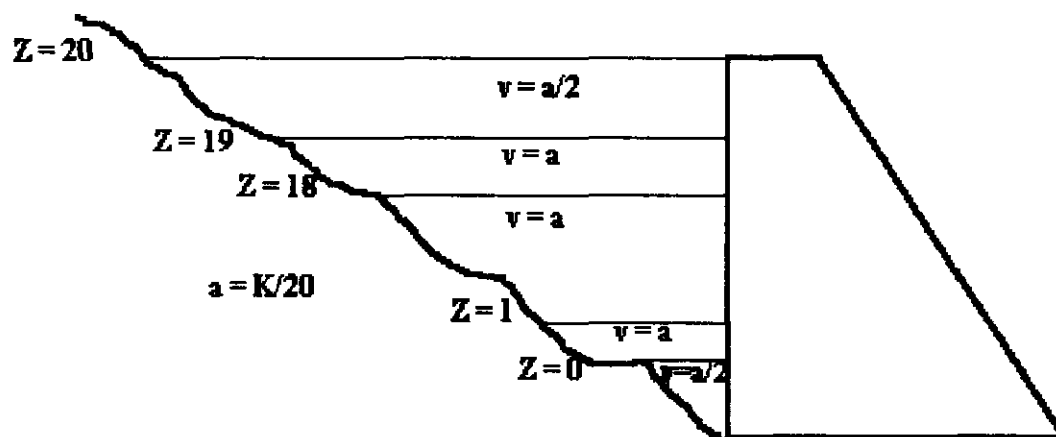


Figura 8.1 - Espaço de definição dos estados de reserva

Quadro 8.1 - Limite, em volume, dos estados de reserva

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

2. Calcular a matriz de transição de probabilidades devido aos deflúvios anuais [W]. Supõe-se que os deflúvios seguem uma distribuição Gamma de dois parâmetros na estação úmida e com uma massa de probabilidades para a estação seca

3. Calcular a matriz de transição de probabilidades devido à metade da evaporação (E), supondo que a relação cota x área x volume é determinada por:

$$Z(h) = \alpha h^3 \quad \text{e} \quad A(h) = 3 \alpha h^2,$$

onde h - altura do espelho d'água; α - fator de forma (obtido por regressão entre z e h^3); A - área do espelho d'água a altura h e V - volume acumulado a altura h

- 4 Calcular a matriz de transição de probabilidades para uma retirada anual de M unidades de água $[M]$;
5. Calcular a matriz de transição de probabilidade anual através do produto das matrizes parciais

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

- 6 Formar o sistema de equações para determinar a probabilidade de interesse:

$$q_{00}.p_0 + q_{01}.p_1 + \dots + q_{0N}.p_N = p_0$$

$$q_{10}.p_0 + q_{11}.p_1 + \dots + q_{1N}.p_N = p_1$$

$$q_{N0}.p_0 + q_{N1}.p_1 + \dots + q_{NN}.p_N = p_N$$

onde q_{ij} = probabilidade da reserva passar do estado i ao j em um ano e p_i = probabilidade da reserva atingir o estado i em condições de equilíbrio. Como o sistema acima não é homogêneo, uma de suas equações deve ser substituída por

$$p_0 + p_1 + \dots + p_N = 1$$

- 7 Resolver o sistema acima e calcular p_0 e p_N , respectivamente, a probabilidade do reservatório estar seco e cheio em condições de equilíbrio

Através desta metodologia foram determinadas as curvas de probabilidade de enchimento do reservatório (inicialmente seco) na fase transiente considerando as retiradas de 0 , $Q_{r90}/4$, $Q_{r90}/2$, $3.Q_{r90}/4$ e Q_{r90} (Quadro 8.2). Como pode-se observar pela figura 8.2, a retrada de Q_{r90} ao atingir o equilíbrio tem uma garantia próxima a 90%, como era esperado (volume anual regularizado com 90% de garantia) Na figura 8.2 apresenta-se as curvas de garantia para as retiradas de 0 , $Q_{r90}/4$, $Q_{r90}/2$, $3.Q_{r90}/4$ e Q_{r90} .

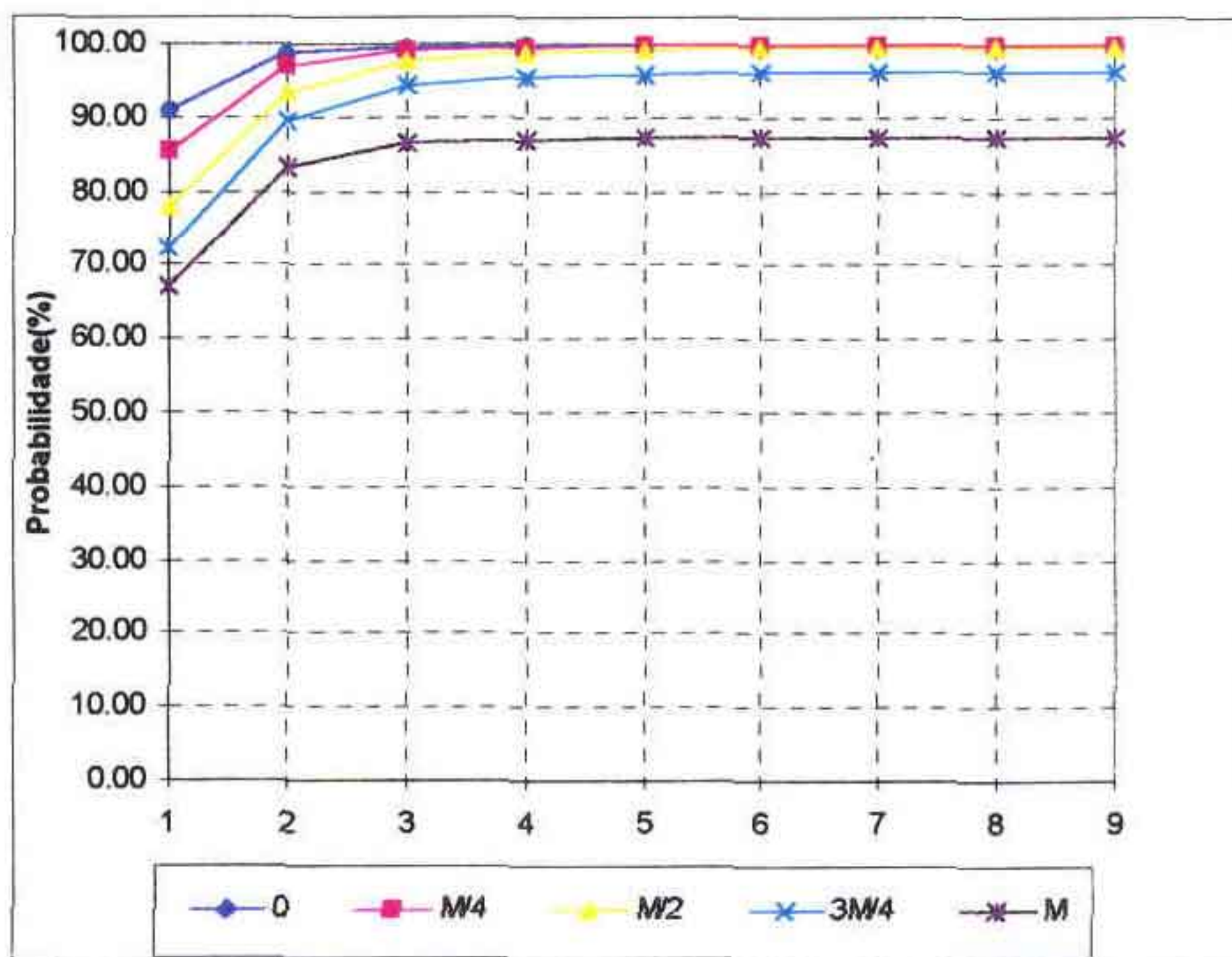


Figura 8.2 - Análise Probabilística da Garantia do Reservatório - fase transiente M=Qr90

Quadro 8.2 - Análise Probabilística do Enchimento do Reservatório na Fase Transiente. Reservatório inicialmente seco.

ANO	0	M/4	M/2	3M/4	M
1	90.96	85.52	77.82	72.27	67.26
2	98.87	96.98	93.20	89.46	83.05
3	99.81	99.25	97.58	94.28	86.41
4	99.96	99.79	98.96	95.61	87.12
5	99.99	99.94	99.40	95.99	87.28
6	100.00	99.98	99.54	96.09	87.31
7	100.00	99.99	99.58	96.12	87.32
8	100.00	100.00	99.60	96.12	87.32
9	100.00	100.00	99.60	96.13	87.32
10	100.00	100.00	99.60	96.13	87.32
11	100.00	100.00	99.60	96.13	87.32

M = Retirada anual (hm³)

* início do estado de equilíbrio (independência das condições iniciais)

Também foi realizada a análise probabilística de esvaziamento e de enchimento na fase de equilíbrio. A última análise mostra que, no equilíbrio, em cerca de 65,3% dos anos ocorre sangria para uma retirada anual de 15,259hm³. A figura 8.3 apresenta as duas curvas probabilísticas (esvaziamento e enchimento), enquanto que o Quadro 8.3 os seus valores correspondentes. No Quadro 8.3 pode-se observar que para uma

retirada igual a 15,0 hm³/ano tem-se uma probabilidade de esvaziamento na fase de equilíbrio próximo de 10%, o que implica em uma garantia de 90%.

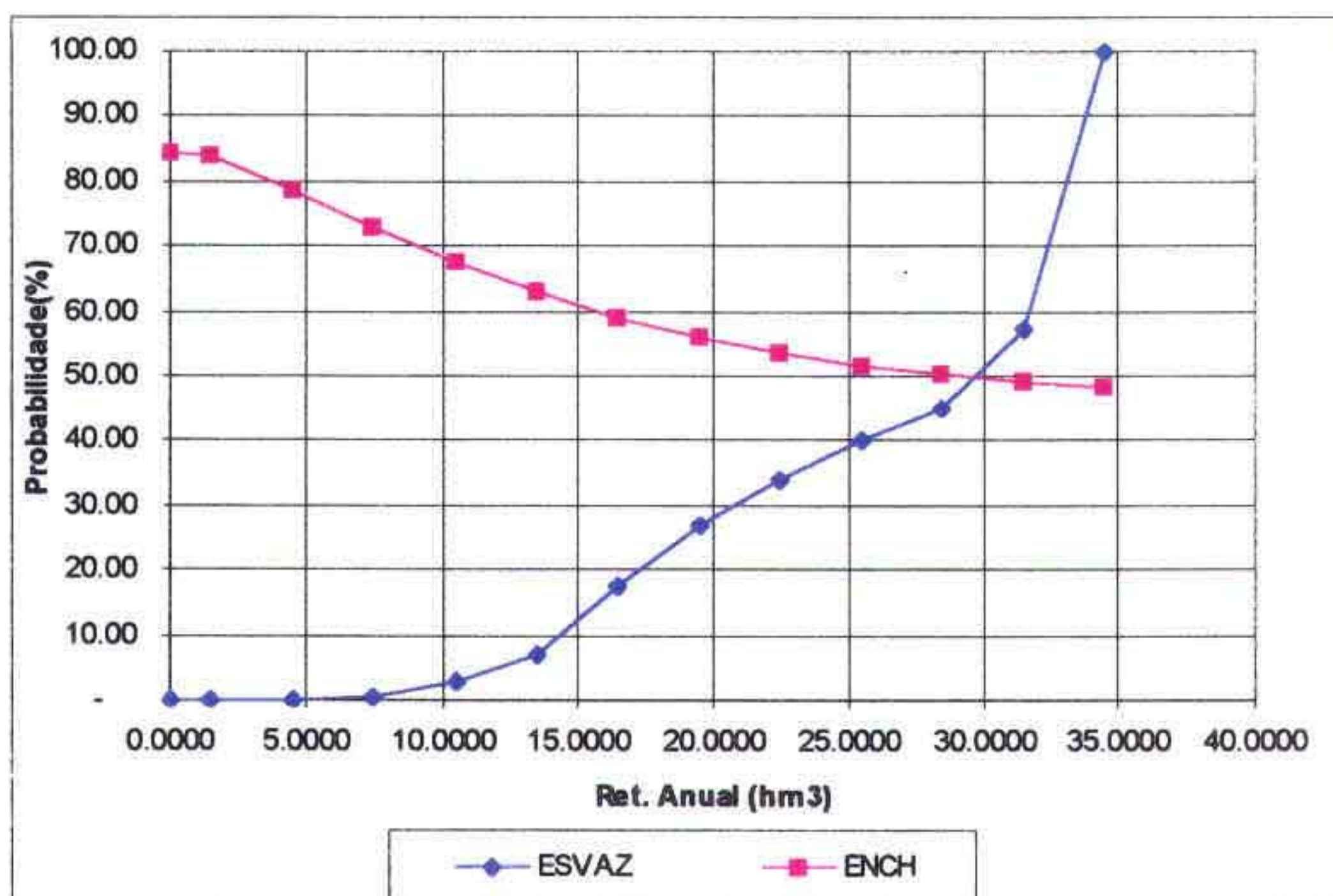


Figura 8.3 - Análise Probabilística de esvaziamento e enchimento - fase de equilíbrio

Quadro 8.3 - Análise Probabilística de esvaziamento e enchimento - fase de equilíbrio

Retirada (hm ³)	Probabilidade de esvaziamento (%)	Probabilidade de Enchimento(%)
0.000	-	84.30
1.500	-	83.90
4.500	-	78.60
7.500	0.40	73.00
10.500	2.70	67.70
13.500	7.10	63.10
16.500	17.60	59.20
19.500	27.00	56.20
22.500	34.20	53.80
25.500	40.10	51.80
28.500	45.10	50.60
31.500	57.50	49.30
34.500	100.00	48.40
37.500	100.00	48.40

8.3 - ANÁLISE DA POSSIBILIDADE DE ASSOREAMENTO

O assoreamento de um reservatório ao longo da sua vida útil é inevitável porquanto a erosão e o transporte de sedimentos na bacia hidrográfica são processos naturais que, com a formação do lago, sofrem interferência no seu equilíbrio

O menor ou maior grau de assoreamento a que estará sujeito o reservatório depende de vários fatores, onde pode-se destacar aqueles inerentes à hidrologia da bacia hidrográfica, capacidade de armazenamento do açude frente ao volume afluente, conformação geométrica da bacia hidráulica e a composição dos sedimentos.

Sendo assim, ao estimar-se o volume de assoreamento esperado para o reservatório Mal Cozinhado, várias etapas metodológicas têm que ser cumpridas, quais sejam:

- Estimativa da carga anual de sedimentos
- Cálculo do peso específico aparente do depósito
- Cálculo da eficiência de retenção
- Estimativa do volume de assoreamento ao longo do tempo

8.2.1 - Estimativa da carga anual de sedimentos

Há diversos métodos para a estimativa da afluência de sedimentos a um reservatório. No caso da bacia do Mal Cozinhado, foi utilizada uma taxa relativamente pequena (2 t/ha ano) de perda de solo devido à conformação plana da bacia hidrográfica e também das baixa velocidade de escoamento

A razão de transporte ("delivery ratio") de uma bacia hidrográfica é a relação entre a produção de sedimentos numa dada seção de controle e a quantidade de material erodido a montante. Experimentos têm mostrado que a razão de transporte cresce à medida que a área da bacia diminui. A equação abaixo, citada por Veiga(1993)¹⁵, explicita a razão de transporte T em função da área A, em km², da bacia hidrográfica

$$T = 0,3345 \cdot A^{-0,1774}$$

8.3.2 - Cálculo do peso específico aparente do depósito

15 Veiga Lopes Ayde Aplicação de Métodos de Previsão de Assoreamento de Reservatórios Dissertação de Mestrado Campinas SP (1993)

Os sedimentos que serão depositados na bacia hidráulica do reservatório provêm da bacia hidrográfica do mesmo. Assim, pode-se estimar a composição média dos sedimentos depositados com base na pedologia da bacia hidrográfica.

O Quadro 8.4 mostra os tipos de solo encontrados na bacia e as frações médias de argila, silte e areia em cada um. Partindo destes dados fez-se um ponderação com relação à área de abrangência espacial de cada tipo de solo, resultando na composição total de sedimentos.

Quadro 8.4 - Composição dos solos da bacia do Mal Cozinhado

Tipos de solo	Cobertura da Bacia	Frações		
		Areia	Silte	Argila
Litólicos Distróficos com Areais Quartzosas	100 %	79	10	11

A fim de se considerar a compactação dos sedimentos depositados ao longo do tempo, utilizou-se a equação de Miller (1962)

$$\gamma_t = \gamma_i + 0,4343 \cdot K \cdot \left(\frac{T}{T-1} \ln T - 1 \right)$$

γ_t : peso específico médio do depósito após t anos de operação do reservatório (t/m^3)

K: coeficiente de consolidação médio

De acordo com US Bureau of Reclamation, o reservatório Mal Cozinhado se enquadra no tipo 2 de operação - reservatório com pequena ou moderada depleção. Os valores de K (K_c, K_m, K_s) correspondentes a cada fração do solo (K_c : argila, K_m : silte e K_s : areia) são dados no quadro abaixo.

O peso específico inicial γ_i é dado por

$$\gamma_i = W_c \cdot P_c + W_m \cdot P_m + W_s \cdot P_s$$

O valor de K médio consolidado é dado por:

000082

$$K = K_c \cdot P_c + K_m \cdot P_m + K_s \cdot P_s$$

onde os índices c, m, s significam , respectivamente, argila, silte e areia.

Quadro 8.5 - Coeficientes para cálculo de pesos específicos aparentes

Tipo	Wc(t/m3)	Kc	Wm(t/m3)	Km	Ws(t/m3)	Ks
1	0,416	0,2563	1,121	0,0913	1,554	0,0
2	0,561	0,1346	1,137	0,0288	1,554	0,0
3	0,641	0,0000	1,153	0,0000	1,554	0,0
4	0,961	0,0000	1,169	0,0000	1,554	0,0

8.3.3 - Cálculo da eficiência de retenção

A eficiência de retenção de um reservatório é definida como a razão entre o volume de sedimentos depositados e o de sedimentos afluentes. Sabe-se que esta relação (E_r) é função do volume efetivo (não assoreado) do açude (V_e) e do deflúvio médio afluente à seção da barragem. As curvas de Brune explicitam esta dependência funcional. Utilizou-se, neste caso em particular, um das equação ajustada por Gill(1979) apud Trindade(1995)¹⁶, a qual representa a curva de sedimentos médios

$$E_r = ((V_e/D)/(0,012+1,02(V_e/D)))$$

onde

E_r : eficiência de retenção em %

V_e/D : relação Capacidade do reservatório para volume afluente médio anual

8.3.4 - Estimativa do volume assoreamento ao longo do tempo

A estimativa do volume assoreado e, conseqüentemente, do volume efetivo ou útil do reservatório ao longo do tempo é feita através da simulação simplificada da operação do reservatório em intervalos Δt igualmente espaçados durante um tempo suficientemente longo. O açude Mal Cozinhado foi simulado durante 100 anos com Δt igual a 10 anos

O Quadro 8.6 apresenta os valores obtidos de acordo com a metodologia descrita nos itens anteriores. A tabela mostra o acompanhamento, a cada intervalo de simulação, das variáveis utilizadas bem como do volume sedimentado (col. 8) e do volume efetivo (col. 9).

Composição média dos sedimentos: Argila: 11%

Silte 10%

Areia: 79%

Peso específico aparente inicial - γ_i 1,403 t/m³

Coefficiente de consolidação médio - K: 0,01769

Descarga sólida média.48000,0 t/ano

Descarga sólida média específica (t/km²/ano) 200 t/km²/ano

Razão de transporte ("delivery ratio") - T: 0 126

Quadro 8.6 - Simulação do assoreamento do reservatório ao longo do tempo

Período Parcial (anos)		Ve inicial (hm ³)	Ve/D	Er	Gama T (t/m ³)	Sedim período (10 ³ t)	Sedim acum (hm ³)	Ve Final (hm ³)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0	10	37 838	0 688	0 9639	1 415	462.676	0 327	37 511
10	20	37 511	0 682	0 9638	1 420	462 608	0 653	37 185
20	30	37 185	0 676	0 9636	1 422	462 540	0.978	36 860
30	40	36 860	0.670	0 9635	1 424	462 470	1 303	36 535
40	50	36 535	0 664	0 9633	1 426	462 399	1 627	36 211
50	60	36 211	0 658	0 9632	1 427	462 327	1 951	35 887
60	70	35 887	0 652	0 9630	1 428	462 254	2 274	35 564
70	80	35 564	0 647	0 9629	1 429	462 179	2.598	35 240
80	90	35 240	0 641	0 9627	1 430	462 103	2 921	34 917
90	100	34 917	0 635	0.9626	1 431	462 026	3 244	34 594

Observando-se o quadro acima, conclui-se que ao fim de 50 anos de operação o açude Mal Cozinhado terá seu volume diminuído em aproximadamente 4.3% e ao fim de 100 anos seu volume estará 8.5% menor que a capacidade original. Resalvando-se as incertezas relativas à estimativa da perda de solos na bacia, estes dados revelam uma taxa de assoreamento não muito preocupante face à capacidade total do açude Mal Cozinhado

É importante notar que um dado básico para a estimativa destes volumes assoreados é a descarga de sedimentos em suspensão medida no curso d'água. Como sequer existem dados comparativos de bacias vizinhas, deve-se utilizar os valores aqui estimados com cautela até que seja possível uma verificação através de um maior conhecimento da realidade física da bacia hidrográfica.

8.3 - ANÁLISE DA SISMICIDADE

Devido à falta de estudos de sismicidade na região onde se localizará a barragem de Mal Cozinhado, apresenta-se abaixo um resumo de um estudo global na região Nordeste efetuado pelo DNOCS(1990)

Comparado com outras zonas sísmicamente ativas da América do Sul, o perigo de abalos sísmicos no Nordeste do Brasil é relativamente baixo.

A composição tectônica do Nordeste é a de uma região intraplacas distante dos contornos de placa ativos. A ocorrência de abalos sísmicos nesta região não é bem compreendida e somente associações muito gerais com estruturas geológicas regionais são possíveis no presente momento. Evidências geológicas de falhamentos quaternários são geralmente ausentes na região, o que também pode ser devido a uma falta de estudos mais detalhados

Os maiores abalos ocorridos no Nordeste são de cerca de 5,25 mb. Para o Rio Grande do Norte e Ceará, uma área de aproximadamente 200.000km², um abalo máximo esperado é de 5,5mb pode ser aceito como razoavelmente conservador até o presente estado do conhecimento da tectônica da região. As limitações dos registros históricos de sismicidade restringem a confiabilidade na estimativa de recorrência de abalos, mas os dados disponíveis sugerem uma recorrência de muitas centenas de anos para a região

000085

Considerações gerais da estimativa de recorrência de abalos na região sugerem que a probabilidade anual de ocorrência é da ordem de 1×10^{-4} ou menos

Informações específicas sobre a profundidades locais dos abalos são limitados. Monitoramentos dos abalos ocorridos em João Câmara-RN (1986-1988) pela UFRN sugerem profundidades inferiores a 10km Intensidades relativamente altas reportadas em pequenas áreas para muitos eventos históricos também sugerem a ocorrência de eventos muito rasos, da ordem de 5 a 20km de profundidade

000086

Os principais resultados destes estudos hidrológicos encontram-se sumarizados abaixo.

Climatologia:	
Pluviometria Média Anual	1222 mm
Evaporação Média Anual	1468 mm
Evapotranspiração Potencial (Hargreaves)	1563 mm
Insolação Média Anual	2694,3 h
Umidade Relativa Média Anual	78,3 %
Temperatura Média Anual Média das Máximas	29,9 °C
Temperatura Média Anual Média das Médias	26,6 °C
Temperatura Média Anual Média das Mínimas	23,5 °C
Classificação Climática	C1SA'a'
Regime hidrológico médio da bacia e capacidade de regularização do reservatório:	
Área da Bacia Hidrográfica	240,0 km ²
Coeficiente de escoamento	19%
Volume afluente médio anual	55,200 hm ³
Lâmina Escoda Média	230 mm
Coeficiente de Vanação dos deflúvios	1,1
Capacidade total do reservatório	37,838 hm ³
Volume regularizável anual com 90% de garantia	0,491 m ³ /s
Dimensionamento do sangradouro:	
Tipo de sangradouro	Perfil Creager
Largura do sangradouro	60,00 m
Cota do sangradouro	24,00 m
Vazão de pico afluente (Tr=1000anos)	669 m ³ /s
Vazão de pico amortecida (Tr=1000 anos)	412 m ³ /s
Altura da lâmina vertente (Tr=1000 anos)	2,15 m
Vazão de pico afluente de verificação (Tr=10000 anos)	731 m ³ /s
Vazão de pico amortecida de verificação (Tr=10000 anos)	467 m ³ /s
Altura da lâmina vertente de verificação (Tr=10000anos)	2,33 m

600087



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

ANEXOS

003088

- A.1 - Análise de Frequência de Totais Anuais
- A.2 - Análise de Frequência de Totais Mensais no mês mais chuvoso
- A.3 - Análise de Frequência de Máximos Diários (Séries Anuais)
- A.4 - Resultados da Simulação do Modelo MODHACX

A.1 - Análise de Frequência de Totais Anuais

ARG 2883256 13

SAMPLE SIZE = 68

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 1389.95 STD DEV = 576.11 COEF OF SKEW = 3698

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 7.14182 STD DEV = 45969 COEF OF SKEW = -5596

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 3.10165 STD DEV = 19965 COEF OF SKEW = -5599

FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
2.00	1389.95	1263.73	1355.02	1298.54	1174.83	1354.58	1318.60
2.33	1493.15	1372.20	1458.19	1401.78	1275.71	1458.14	1427.80
5.00	1877.92	1865.32	1863.41	1850.31	1824.66	1864.67	1876.68
10.00	2135.62	2291.14	2153.88	2215.63	2442.19	2155.43	2209.87
20.00	2350.85	2720.42	2408.97	2566.06	3230.08	2409.98	2504.19
50.00	2596.62	3309.80	2714.83	3019.65	4638.69	2713.97	2853.41
100.00	2763.00	3779.70	2931.13	3359.55	6083.90	2927.99	3095.06
200.00	2917.35	4275.08	3138.74	3698.21	7971.47	3132.60	3321.12
500.00	3107.42	4975.19	3403.90	4145.02	11385.96	3392.69	3599.64
1000.00	3242.95	5543.38	3599.61	4482.70	14906.88	3583.70	3796.87

FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS INTERVAL	PROBABILITY	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
0	00000	00	00	00	00	00	00	00
1	12500	727.22	744.73	743.64	763.71	766.73	765.84	778.76
2	25000	1001.57	926.82	926.17	961.10	897.52	1009.23	933.78
3	37500	1206.38	1091.54	1176.97	1129.53	1026.62	1201.25	1082.46
4	50000	1389.95	1263.73	1355.01	1298.54	1174.83	1380.64	1246.68
5	62500	1573.52	1463.07	1540.12	1487.67	1366.20	1567.20	1448.41
6	75000	1778.53	1723.09	1755.54	1726.64	1653.21	1784.22	1730.61
7	87500	2052.68	2144.42	2058.65	2100.28	2227.44	2089.04	2234.81
8	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		2.118	4.235	941	4.235	17.176	2.824	8.000

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC =14.070

000090

SAMPLE SIZE = 27

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 230.25 STD DEV = 136.91 COEF OF SKEW = 8412

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 5.25924 STD DEV = 63609 COEF OF SKEW = -3118

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 2.28406 STD DEV = 27625 COEF OF SKEW = -3121

FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
2.00	230.25	192.34	212.63	209.65	174.67	211.56	198.75
2.33	254.77	215.70	236.42	235.86	197.45	235.73	222.55
5.00	346.63	331.46	336.57	349.73	336.30	337.65	333.54
10.00	409.10	443.94	415.82	442.47	518.91	417.80	432.00
20.00	462.24	569.16	491.37	531.43	786.65	493.31	532.84
50.00	524.31	760.89	590.28	646.59	1347.92	590.56	672.98
100.00	567.38	935.64	666.38	732.87	2018.01	663.97	785.66
200.00	608.19	1126.37	744.74	818.85	3016.79	738.24	904.99
500.00	659.74	1433.45	853.17	932.28	5127.75	838.78	1074.14
1000.00	697.45	1709.95	939.79	1018.00	7656.73	917.25	1211.50

FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS INTERVAL	PROBABILITY	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
0	00000	00	90	00	00	00	00	00
1	.20000	115.78	112.60	115.59	105.54	107.34	106.74	110.36
2	40000	195.79	163.71	181.08	175.16	148.65	171.04	156.71
3	60000	264.71	225.97	246.41	247.37	208.37	236.64	215.81
4	80000	344.72	328.52	334.29	349.73	336.30	325.39	319.74
5	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		3.926	963	1.704	2.074	963	2.815	2.444

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC = 9.492

000093

A 3 - Análise de Frequência de Máximos Diários (Séries Anuais)

Posto 2883256 - Cascavel

SAMPLE SIZE = 71

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 92.52 STD DEV = 31.84 COEF OF SKEW = 2.674

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 4.46349 STD DEV = 3.7346 COEF OF SKEW = -1.5990

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 1.93847 STD DEV = 1.6219 COEF OF SKEW = -0.5999

FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
2.00	92.52	86.79	91.12	87.47	81.79	91.11	90.05
2.33	98.23	92.79	96.83	93.16	87.44	96.83	96.04
5.00	119.48	119.07	118.95	117.88	116.86	118.99	119.66
10.00	133.71	140.70	134.51	138.02	148.00	134.55	136.30
20.00	145.59	161.74	147.97	157.34	185.64	148.00	150.47
50.00	159.15	189.62	163.90	182.35	248.92	163.86	166.69
100.00	168.32	211.16	175.02	231.08	313.12	174.91	177.58
200.00	176.82	233.31	185.58	219.75	386.04	185.39	187.52
500.00	187.29	263.78	198.93	244.38	515.37	198.60	199.47
1000.00	194.74	287.89	208.69	263.00	641.14	208.22	207.73

FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS INTERVAL	PROBABILITY	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
0	0.0000	00	00	00	00	00	00	00
1	12500	55.90	56.48	56.51	57.98	57.88	56.64	56.74
2	25000	71.05	67.46	70.40	68.86	65.76	70.53	68.42
3	37500	82.38	77.05	81.17	78.15	73.32	81.33	70.53
4	50000	92.52	86.79	91.12	87.47	81.79	91.29	82.27
5	62500	102.67	97.76	101.35	97.89	92.43	101.54	92.76
6	75000	114.00	111.65	113.12	111.07	107.88	113.34	107.03
7	87500	129.15	133.37	129.45	131.66	137.36	129.69	131.63
8	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		5.056	3.704	5.056	4.155	8.887	5.056	5.958

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC = 14.070

Posto 2563435 - Anglice

SAMPLE SIZE = 27

STATISTICS OF THE OBSERVED VALUES

MEAN = 79.54 STD DEV = 37.41 COEF OF SKEW = .9859

STATISTICS OF THE NATURAL LOGARITHMS

MEAN = 4.27664 STD DEV = .45136 COEF OF SKEW = .2296

STATISTICS OF THE BASE 10 LOGARITHMS

MEAN = 1.85732 STD DEV = .19602 COEF OF SKEW = .2297

FREQUENCY DISTRIBUTION

RETURN PERIOD (YRS)	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
2.00	79.54	72.00	74.01	73.88	67.24	73.56	70.77
2.33	86.29	78.10	80.46	81.99	73.35	80.14	76.79
5.00	111.56	105.94	108.12	112.41	107.03	108.46	105.35
10.00	128.74	130.34	130.52	137.92	145.61	131.24	131.83
20.00	143.35	155.48	152.25	162.39	195.61	153.04	160.49
50.00	160.43	191.94	181.22	194.06	286.65	181.50	203.41
100.00	172.27	220.39	203.86	217.80	381.70	203.23	240.85
200.00	183.50	252.36	227.48	241.44	507.72	225.39	283.67
500.00	197.65	299.44	260.63	272.64	739.78	255.65	350.51
1000.00	208.05	339.37	287.47	296.22	983.23	279.45	410.64

FREQUENCY DISTRIBUTION

CLASS INTERVAL	PROBABILITY	TRUNCATED NORMAL (mm)	2-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	3-PARAMETER LOGNORMAL (mm)	TYPE I EXTREMAL (mm)	TYPE I LOG-EXTREMAL (mm)	PEARSON TYPE III (mm)	LOG PEARSON TYPE III (mm)
0	00000	00	00	00	00	00	00	00
1	20000	48.06	49.24	48.24	45.24	47.60	46.01	49.30
2	40000	78.07	64.22	65.53	64.39	59.97	62.88	63.56
3	60000	89.02	80.72	83.19	84.25	76.21	80.66	79.85
4	80000	111.03	105.27	107.48	112.41	107.03	105.38	105.25
5	1.00000	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY	INFINITY
CHI-SQUARE VALUE		1.704	1.704	963	2.074	963	2.815	1.704

95% CHI-SQUARE TEST STATISTIC = 9.492

000095

A.4 - Resultados da Simulação do Modelo MODHACX

***** MODHAC *****

MODELO HIDROLOGICO MODHAC

desenvolvido por
 ANTONIO EDUARDO LANNA e MIRIAM SCHARZBACH
 INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRAULICAS DA UFRGS

IDENTIFICACAO DO PROBLEMA

Curso de agua : Rio Mal Cozinhado
 Secao fluvial : Secao
 Area de drenagem : Km2
 Intervalo de simulacao : MENSAL
 Intervalo de computacao : DIARIO

MODHAC : PARAMETROS DESTA SIMULACAO

	VALOR	MIN.	MAX.	PASSO	PREC.
RSPX	178.8000	178.8000	178.8000	1.0000	.0010
RSSX	266.5000	266.5000	266.5000	10.0000	.0010
RSBX	.0000	.0000	.0000	.0000	.0010
RSBF	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
IMAX	40.6600	40.6600	40.6600	5.0000	.0100
IMIN	3.8100	3.8100	3.8100	1.0000	.0100
IDEC	.550000	.550000	.550000	.010000	.000100
ASP	.001000	.001000	.001000	.000100	.000000
ASS	.001000	.001000	.001000	.000100	.000000
ASB	.000000	.000000	.000000	.000000	.000100
PRED	999.0000	999.0000	999.0000	.0000	.0000
CEVA	.0801	.0801	.0801	.0010	.0000

CONDICOES SUPLEMENTARES E INICIAIS

RETARDO DOS ESCOAMENTOS

SUPERFICIAL ... 1
 SUBTERRANEO ... 2

RESERVAS INICIAIS DE UMIDADE NA BACIA

RESERVA SUPERFICIAL 5.0
 RESERVA SUBSUPERFICIAL ... 50.0
 RESERVA SUBTERRANEA0

Periodo 1: 1932-1 a 1955-4

Numero de intervalos de simulacao : 280

Tamanho arquivo de chuvas : 8801

Nome arquivo de chuvas : mal_coz2.plu

Nome arquivo ET Potencial : mal_coz2.dat

	CHUVA	VAZAO OBS	VAZAO CAL	EVAPOTRANSPIRACOES			UMIDADES		INFILTRACAO		
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA
1	85 800	*****	1 109	154 380	44 278	16 694	96 252	11 032	32 343	000	000
2	171 100	*****	760	134 540	33 238	10 959	81 898	110 687	21 153	000	000
3	190 000	*****	22 938	134 540	107 000	000	134 540	111 160	53 138	000	000
4	32 300	*****	1 604	132 900	110 140	000	132 900	8 881	53 212	000	000
5	44 000	*****	1 385	131 750	25 719	18 156	70 976	000	33 771	000	000
6	63 400	*****	806	120 900	27 154	11 873	65 077	10 063	21 251	000	000
7	7 600	*****	483	120 900	11 551	13 313	30 964	000	7 494	000	000
8	14 400	*****	080	129 270	4 425	7 434	21 829	000	000	000	000
9	32 000	*****	000	134 700	15 910	020	32 000	000	000	000	000
10	5 000	*****	000	149 730	000	000	5 000	000	000	000	000
11	0 000	*****	000	150 900	000	000	000	000	000	000	000
12	10 400	*****	300	157 480	000	000	10 400	000	000	000	000
13	100 000	*****	003	154 380	37 800	000	89 640	9 953	403	000	000
14	198 000	*****	023	129 920	65 547	408	118 475	87 586	2 268	000	000
15	260 700	*****	107	134 540	84 840	000	134 540	178 621	21 984	000	000
16	507 400	*****	190 587	132 900	46 860	000	132 900	174 017	225 357	000	000
17	41 300	*****	6 954	131 750	105 050	000	131 750	79 678	222 298	000	000
18	000	*****	6 471	120 900	78 939	32 694	111 633	000	183 946	000	000
19	000	*****	4 574	120 900	000	70 212	70 212	000	109 311	000	000
20	000	*****	2 629	129 270	000	47 451	47 451	000	59 331	000	000
21	2 000	*****	1 323	134 700	000	30 242	32 242	000	27 830	000	000
22	1 900	*****	538	149 730	000	20 402	22 302	000	6 932	000	000
23	12 000	*****	060	150 900	000	6 886	18 886	000	000	000	000
24	11 000	*****	000	157 480	3 017	003	11 000	000	000	000	000
25	50 800	*****	000	154 380	14 457	023	50 800	000	000	000	000
26	418 000	*****	49 337	129 920	41 280	000	124 340	175 206	68 979	000	000
27	577 100	*****	233 402	134 540	22 180	000	134 540	178 621	266 234	000	000
28	167 800	*****	68 815	132 900	71 030	000	132 900	154 676	264 362	000	000
29	334 300	*****	191 011	131 750	52 800	000	131 750	164 819	265 756	000	000
30	103 600	*****	41 444	120 900	90 420	000	120 900	107 713	264 121	000	000
31	000	*****	8 097	120 900	106 305	13 906	120 211	000	243 564	000	000
32	2 000	*****	6 038	129 270	000	94 203	96 203	000	143 524	000	000
33	14 300	*****	3 499	134 700	6 002	56 132	71 025	000	84 020	000	000
34	3 600	*****	1 925	149 730	000	42 318	45 918	000	39 866	000	000
35	39 000	*****	929	150 900	15 475	20 178	59 143	000	18 837	000	000
36	81 300	*****	379	157 480	47 163	9 799	90 782	000	8 997	000	000
37	238 300	*****	132	154 380	39 265	7 563	84 908	160 019	2 252	000	000
38	310 600	*****	71 045	129 920	44 120	000	129 920	173 807	97 908	000	000
39	194 000	*****	20 192	134 540	67 660	000	134 540	177 104	133 807	000	000
40	452 200	*****	171 688	132 900	54 120	000	132 900	178 621	266 234	000	000
41	257 700	*****	135 820	131 750	54 000	000	131 750	178 621	266 234	000	000
42	111 200	*****	40 238	120 900	81 990	000	120 900	134 502	263 953	000	000
43	29 600	*****	8 122	120 900	104 200	000	120 900	40 296	258 748	000	000
44	000	*****	7 198	129 270	40 122	73 880	114 002	000	178 002	000	000
45	000	*****	4 187	134 700	000	74 416	74 416	000	99 557	000	000
46	7 900	*****	2 340	149 730	000	47 309	55 239	000	50 008	000	000
47	7 300	*****	1 050	150 900	000	28 577	35 877	000	20 442	000	000
48	8 900	*****	372	157 480	000	17 535	26 435	000	2 571	000	000
49	24 600	*****	014	154 380	220	2 563	27 163	000	000	000	000
50	157 100	*****	022	134 540	36 540	238	77 858	79 081	159	000	000
51	52 400	*****	034	134 540	104 886	435	130 213	163	1 230	000	000
52	63 900	*****	007	132 900	15 556	1 239	52 776	12 479	031	000	000
53	153 100	*****	013	131 750	91 684	038	131 322	33 292	981	000	000
54	55 600	*****	015	120 900	66 702	1 339	89 861	000	000	000	000
55	8 900	*****	000	120 900	1 099	001	8 500	000	000	000	000
56	000	*****	000	129 270	000	000	000	000	000	000	000
57	3 200	*****	000	134 700	000	000	3 200	000	000	000	000
58	8 000	*****	000	149 730	1 169	001	8 000	000	000	000	000
59	10 600	*****	000	150 900	1 368	002	10 600	000	000	000	000
60	000	*****	000	157 480	000	000	000	000	000	000	000
61	5 000	*****	000	154 380	000	000	5 000	000	000	000	000
62	322 600	*****	7 962	129 920	46 740	000	108 040	178 621	23 334	000	000
63	222 500	*****	25 587	134 540	78 060	000	134 540	178 621	79 844	000	000
64	411 800	*****	153 844	132 900	65 310	000	132 900	178 621	209 246	000	000
65	286 500	*****	117 755	131 750	63 700	000	131 750	164 641	265 850	000	000
66	152 300	*****	62 066	120 900	78 560	000	120 900	135 341	264 486	000	000
67	4 800	*****	8 130	120 900	117 000	000	120 900	16 948	258 660	000	000
68	14 200	*****	6 957	129 270	26 935	80 255	111 360	000	171 663	000	000
69	22 800	*****	4 177	134 700	5 014	62 110	84 904	000	105 515	000	000
70	000	*****	2 440	149 730	000	51 730	51 730	000	51 454	000	000
71	8 700	*****	1 092	150 900	000	28 915	37 615	000	21 509	000	000
72	68 700	*****	473	157 480	51 724	11 877	80 341	035	9 386	000	000

000097

	CHUVA	VAZAO	OBS	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES				UMIDADES			INFILTRACAO	
					CAL	POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLC	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLD	AQUIFERO	PROFUNDA
73	101 100	*****		195	154 380	54 876	6 317	98 973	8 140	3 225	000	000	
74	93 400	*****		092	129 920	71 986	2 557	103 645	000	1 031	000	000	
75	379 900	*****		34 688	134 540	25 599	1 032	110 550	174 107	61 465	000	000	
76	545 400	*****		224 496	132 900	43 230	000	132 900	172 315	250 881	000	000	
77	69 400	*****		7 736	131 750	96 250	000	131 750	105 775	247 343	000	000	
78	90 500	*****		7 367	120 900	92 650	000	120 900	72 541	242 819	000	000	
79	000	*****		7 236	120 900	71 910	40 836	112 746	000	195 469	000	000	
80	000	*****		4 801	129 270	000	78 215	78 215	000	112 621	000	000	
81	000	*****		2 603	134 700	000	50 279	50 279	000	59 846	000	000	
82	2 100	*****		1 327	149 730	000	33 069	35 169	000	25 519	000	000	
83	14 400	*****		515	150 900	4 366	18 310	32 705	000	6 736	000	000	
84	13 600	*****		058	157 480	3 417	6 696	20 292	000	000	000	000	
85	47 000	*****		001	154 380	26 939	120	46 999	000	000	000	000	
86	650 200	*****		161 868	129 920	27 050	010	128 120	178 621	176 640	000	000	
87	276 700	*****		75 215	134 540	68 780	000	134 540	165 092	261 541	000	000	
88	104 400	*****		7 883	132 900	95 760	000	132 900	129 339	260 912	000	000	
89	70 200	*****		8 032	131 750	105 100	000	131 750	64 456	256 223	000	000	
90	000	*****		7 311	120 900	63 978	49 237	113 214	000	200 263	000	000	
91	84 700	*****		5 233	120 900	46 800	40 866	103 266	21 647	154 911	000	000	
92	000	*****		4 071	129 270	21 602	54 839	76 441	000	96 163	000	000	
93	27 400	*****		2 358	134 700	9 607	36 765	64 152	000	57 132	000	000	
94	54 800	*****		1 388	149 730	33 529	22 436	77 155	000	33 436	000	000	
95	54 200	*****		794	150 900	32 339	16 074	70 203	000	16 673	000	000	
96	17 400	*****		266	157 480	5 135	15 299	33 094	000	1 144	000	000	
97	118 900	*****		004	154 380	30 643	1 239	64 862	55 025	154	000	000	
98	118 100	*****		036	134 560	105 720	000	134 560	36 451	2 229	000	000	
99	148 000	*****		068	134 540	81 894	729	126 983	57 118	2 510	000	000	
100	342 400	*****		33 071	132 900	66 450	000	132 900	178 621	54 601	000	000	
101	318 300	*****		71 609	131 750	59 650	000	131 750	178 621	159 525	000	000	
102	87 100	*****		29 642	120 900	93 650	000	120 900	114 576	172 640	000	000	
103	4 300	*****		5 313	120 900	113 300	2 457	119 657	000	166 556	000	000	
104	000	*****		4 072	129 270	000	67 891	67 891	000	94 738	000	000	
105	10 800	*****		2 219	134 700	1 908	40 865	51 663	000	51 742	000	000	
106	000	*****		1 123	149 730	000	30 183	30 183	000	20 498	000	000	
107	3 400	*****		350	150 900	000	17 469	20 869	000	2 715	000	000	
108	36 400	*****		016	157 480	15 717	2 747	39 104	000	000	000	000	
109	000	*****		000	154 380	000	000	000	000	000	000	000	
110	93 500	*****		005	129 920	59 418	363	93 361	000	133	000	000	
111	222 200	*****		041	134 540	84 560	133	125 993	93 189	3 105	000	000	
112	129 400	*****		123	132 900	93 350	000	132 900	87 333	5 333	000	000	
113	17 700	*****		181	131 750	90 025	2 718	106 644	000	3 545	000	000	
114	000	*****		023	120 900	000	3 529	3 529	000	000	000	000	
115	5 500	*****		000	120 900	000	000	5 500	000	000	000	000	
116	000	*****		090	129 270	000	000	000	000	000	000	000	
117	59 400	*****		001	134 700	34 243	096	59 399	000	000	000	000	
118	7 400	*****		000	149 730	000	000	7 400	000	000	000	000	
119	7 700	*****		000	150 900	000	000	7 700	000	000	000	000	
120	36 900	*****		001	157 480	30 411	108	36 899	000	000	000	000	
121	26 700	*****		000	154 380	9 960	000	24 900	1 773	027	000	000	
122	79 300	*****		002	129 920	52 992	306	81 098	000	000	000	000	
123	106 900	*****		006	134 540	54 880	000	91 140	14 144	609	000	000	
124	94 000	*****		008	132 900	70 363	1 024	108 746	000	000	000	000	
125	64 700	*****		002	131 750	47 468	185	64 648	000	000	000	000	
126	000	*****		000	120 900	000	000	000	000	000	000	000	
127	000	*****		000	120 900	000	000	000	000	000	000	000	
128	000	*****		000	129 270	000	000	000	000	000	000	000	
129	000	*****		000	134 700	000	000	000	000	000	000	000	
130	31 000	*****		000	149 730	13 481	029	31 000	000	000	000	000	
131	17 300	*****		000	150 900	10 250	020	17 300	000	000	000	000	
132	24 300	*****		000	157 480	19 174	046	24 300	000	000	000	000	
133	79 800	*****		000	154 380	16 957	003	42 380	37 257	163	000	000	
134	43 500	*****		003	129 920	45 167	330	79 357	1 558	002	000	000	
135	215 200	*****		005	134 540	46 678	002	101 380	114 627	747	000	000	
136	305 000	*****		62 722	132 900	95 460	000	132 900	152 042	72 566	000	000	
137	16 000	*****		2 266	131 750	125 500	000	131 750	33 595	72 996	000	000	
138	10 000	*****		1 966	120 900	37 438	22 436	65 874	000	48 798	000	000	
139	19 900	*****		1 201	120 900	11 180	21 272	40 252	000	26 390	000	000	
140	000	*****		539	129 270	000	17 843	17 843	000	8 045	000	000	
141	000	*****		085	134 700	000	7 977	7 977	000	000	000	000	
142	000	*****		000	149 730	000	000	000	000	000	000	000	
143	17 000	*****		000	150 900	4 965	005	17 000	000	000	000	000	
144	52 300	*****		001	157 480	27 855	124	52 299	000	000	000	000	
145	131 100	*****		003	154 380	69 574	006	120 900	9 857	340	000	000	
146	25 000	*****		002	134 560	25 528	388	35 196	000	000	000	000	
147	402 900	*****		54 397	134 540	36 060	000	108 500	178 621	61 260	000	000	
148	286 200	*****		65 178	132 900	49 580	000	132 900	177 622	150 203	000	000	
149	181 100	*****		41 423	131 750	70 100	000	131 750	139 024	196 636	000	000	
150	32 300	*****		5 865	120 900	108 810	000	120 900	47 769	193 432	000	000	
151	10 400	*****		5 620	120 900	48 759	41 855	99 714	000	146 359	000	000	
152	000	*****		3 563	129 270	000	60 679	60 679	000	82 246	000	000	
153	000	*****		1 867	134 700	000	39 065	39 065	000	41 396	000	000	
154	000	*****		870	149 730	000	26 038	26 038	000	14 542	000	000	
155	000	*****		205	150 900	000	14 367	14 367	000	000	000	000	
156	55 000	*****		001	157 480	26 618	141	54 999	000	000	000	000	

CHUVA	VAZAC	VAZAC	EVAPOTRANSPIRACOES				UNIDADES			INFILTRACAO	
			POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA	
157	83 300	001	154 380	46 944	155	83 299	000	000	000	000	
158	444 600	74 250	129 920	45 420	000	128 380	159 091	82 714	000	000	
159	280 000	45 096	134 540	65 480	000	134 540	178 621	151 647	000	000	
160	238 400	53 513	132 900	53 880	000	132 900	171 414	216 468	000	000	
161	321 100	145 827	131 750	72 750	000	131 750	265 362	265 945	000	000	
162	240 200	107 932	120 900	46 150	000	120 900	276 903	265 771	000	000	
163	66 700	45 645	120 900	107 100	000	120 900	80 016	262 815	000	000	
164	000	7 843	129 270	79 297	44 724	124 022	000	221 072	000	000	
165	16 100	5 036	134 700	4 998	78 927	93 906	1 114	127 286	000	000	
166	11 200	3 059	149 730	2 283	56 544	68 857	000	67 802	000	000	
167	9 200	1 478	150 900	2 168	35 128	44 325	000	31 272	000	000	
168	13 100	623	157 480	4 915	21 387	34 482	000	9 311	000	000	
169	114 800	140	154 380	31 109	7 809	83 078	39 384	1 525	000	000	
170	188 300	352	129 920	83 520	000	129 920	96 502	2 733	000	000	
171	283 400	29 824	134 540	64 380	000	134 540	178 621	39 578	000	000	
172	229 900	36 415	132 900	66 340	000	132 900	178 621	95 886	000	000	
173	53 700	7 155	131 750	113 700	000	131 750	96 571	96 892	000	000	
174	94 300	2 915	120 900	83 390	000	120 900	66 750	97 196	000	000	
175	000	2 867	120 900	66 218	20 543	86 761	000	74 363	000	000	
176	000	1 748	129 270	000	34 972	34 972	000	37 716	000	000	
177	3 200	798	134 700	000	22 156	25 396	000	14 769	000	000	
178	4 200	228	149 730	000	14 571	18 771	000	000	000	000	
179	000	000	150 900	000	000	000	000	000	000	000	
180	67 400	002	157 480	49 889	269	67 398	000	000	000	000	
181	30 100	000	154 380	13 993	027	24 980	5 115	005	000	000	
182	179 500	012	129 920	84 800	000	129 920	53 513	1 173	000	000	
183	345 700	30 554	134 540	30 520	000	134 540	170 082	65 082	000	000	
184	381 700	76 381	132 900	56 480	000	132 900	178 621	196 841	000	000	
185	325 300	208 281	131 750	78 200	000	131 750	127 689	264 763	000	000	
186	22 000	7 880	120 900	112 840	000	120 900	26 397	259 286	000	000	
187	41 300	7 674	120 900	51 681	47 074	144 354	000	205 060	000	000	
188	000	5 043	129 270	000	81 639	81 639	000	118 553	000	000	
189	000	2 746	134 700	000	52 469	62 469	000	63 449	000	000	
190	000	1 410	149 730	000	34 874	34 874	000	27 238	000	000	
191	232 000	9 907	150 900	20 150	15 455	60 725	162 822	25 788	000	000	
192	32 100	837	157 480	140 240	000	157 480	34 605	27 783	000	000	
193	94 300	666	154 380	58 102	13 119	81 502	59 988	14 559	000	000	
194	83 900	430	134 540	89 240	000	134 540	8 449	15 007	000	000	
195	350 200	24 780	134 540	56 205	1 079	127 364	174 107	47 341	000	000	
196	160 400	13 061	132 900	80 930	000	132 900	159 653	76 176	000	000	
197	211 500	42 726	131 750	83 250	000	131 750	149 932	122 828	000	000	
198	71 500	3 690	120 900	86 660	000	120 900	97 318	122 651	000	000	
199	9 000	3 770	120 900	98 847	7 841	112 588	000	112 330	000	000	
200	000	2 705	129 270	000	48 529	48 529	000	61 199	000	000	
201	000	1 357	134 700	000	31 295	31 295	000	28 613	000	000	
202	7 000	562	149 730	000	20 162	27 162	000	7 931	000	000	
203	000	075	150 900	000	7 872	7 872	000	000	000	000	
204	12 000	000	157 480	4 915	005	12 000	000	000	000	000	
205	7 500	000	154 380	1 319	001	7 500	000	000	000	000	
206	184 500	808	129 920	50 715	095	92 903	90 297	1 293	000	000	
207	404 300	89 355	134 540	58 100	000	134 540	174 107	97 695	000	000	
208	340 100	100 107	132 900	75 970	000	132 900	174 628	204 055	000	000	
209	390 000	196 435	131 750	45 050	000	131 750	174 606	265 760	000	000	
210	90 300	7 932	120 900	89 690	000	120 900	139 687	262 163	000	000	
211	33 000	8 667	120 900	114 000	000	120 900	48 743	257 150	000	000	
212	33 000	7 435	129 270	77 200	42 318	123 688	000	207 866	000	000	
213	000	4 911	134 700	000	85 441	85 441	000	117 696	000	000	
214	000	2 738	149 730	000	56 611	56 611	000	58 467	000	000	
215	4 000	1 247	150 900	000	32 423	36 423	000	24 864	000	000	
216	000	453	157 480	000	20 178	20 178	000	4 276	000	000	
217	91 000	032	154 380	59 780	4 257	88 937	5 870	445	000	000	
218	77 000	509	129 920	47 819	648	83 307	000	000	000	000	
219	462 200	64 677	134 540	49 093	216	127 749	178 621	76 787	000	000	
220	449 200	132 632	132 900	38 300	000	132 900	178 621	247 524	000	000	
221	196 500	98 934	131 750	68 550	000	131 750	143 351	265 377	000	000	
222	50 000	7 913	120 900	108 810	000	120 900	68 829	261 094	000	000	
223	16 100	7 890	120 900	74 074	33 453	117 527	000	220 683	000	000	
224	000	5 436	129 270	000	87 217	87 217	000	128 216	000	000	
225	22 000	3 039	134 700	13 001	48 624	70 606	000	76 674	000	000	
226	19 000	1 789	149 730	1 339	36 156	55 155	000	38 807	000	000	
227	7 000	783	150 900	000	24 267	31 267	000	13 808	000	000	
228	7 100	191	157 480	000	13 645	20 745	000	000	000	000	
229	18 200	000	154 380	1 019	001	18 200	000	000	000	000	
230	41 200	000	129 920	17 222	057	41 200	000	000	000	000	
231	67 300	000	134 540	9 020	000	24 700	42 436	164	000	000	
232	259 300	1 624	132 900	82 170	000	132 900	153 054	14 293	000	000	
233	112 100	7 762	131 750	104 250	000	131 750	112 243	27 666	000	000	
234	102 800	866	120 900	62 230	000	120 900	90 828	30 110	000	000	
235	000	928	120 900	89 831	5 476	95 308	000	24 712	000	000	
236	000	497	129 270	000	17 244	17 244	000	7 007	000	000	
237	000	967	134 700	000	6 955	6 955	000	000	000	000	
238	20 600	000	149 730	7 997	003	19 960	634	306	000	000	
239	5 000	000	150 900	634	006	5 640	000	000	000	000	
240	62 000	002	157 480	39 601	237	61 998	000	000	000	000	

000099

	CHUVA	VAZAC	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES			UMIDADES			INFILTRACAO	
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA
		OBS	CAL								
241	52 000	*****	000	154 380	28 964	096	52 000	000	000	000	000
242	33 000	*****	000	134 560	15 674	046	33 000	000	000	000	000
243	150 300	*****	008	134 540	74 676	004	125 180	24 402	709	000	000
244	200 800	*****	031	132 900	64 507	097	131 834	91 968	2 075	000	000
245	57 000	*****	093	131 750	112 750	000	131 750	15 446	3 751	000	000
246	21.000	*****	059	120 900	25 357	3 759	40 146	000	000	000	000
247	.000	*****	000	120 900	000	000	000	000	000	000	000
248	.000	*****	000	129 270	000	000	000	000	000	000	000
249	.000	*****	000	134 700	000	000	000	000	000	000	000
250	.000	*****	000	149 730	000	000	000	000	000	000	000
251	.000	*****	000	150 900	000	000	000	000	000	000	000
252	25 000	*****	000	157 480	12 822	018	25 000	000	000	000	000
253	60 000	*****	000	154 380	31 006	054	53 980	6 014	006	000	000
254	84 500	*****	001	129 920	53 241	158	90 519	000	000	000	000
255	429.900	*****	17 293	134 540	53 600	000	133 200	178 621	65 120	000	000
256	210 200	*****	72 589	132 900	75 830	000	132 900	169 418	114 472	000	000
257	79 100	*****	15 405	131 750	103 650	000	131 750	81 205	134 589	000	000
258	12.100	*****	3 972	120 900	81 363	14 646	107 038	000	116 917	000	000
259	.000	*****	2 864	120 900	000	47 534	47 534	000	66 620	000	000
260	4.000	*****	1 579	129 270	000	31 399	35 399	000	39 708	000	000
261	.000	*****	691	134.700	000	21.146	21 146	000	11 916	000	000
262	3 100	*****	154	149 730	000	11 786	14 886	000	000	000	000
263	3.200	*****	000	150 900	000	000	3 200	000	000	000	000
264	27.200	*****	000	157 480	14 888	031	27 200	000	000	000	000
265	25.000	*****	000	154 380	3 017	003	25 000	000	000	000	000
266	167.700	*****	010	129 920	40 400	000	100 440	65 954	1 294	000	000
267	291.500	*****	15 187	134 540	68 960	000	134 540	172 573	36 378	000	000
268	153.000	*****	35 226	132 900	104 180	000	132 900	116 202	77 541	000	000
269	223 400	*****	11 765	131 750	87 300	000	131 750	171 514	102 065	000	000
270	55 200	*****	3 077	120 900	109 640	000	120 900	102 223	102 577	000	000
271	5 000	*****	3 160	120 900	100 859	6 326	112 184	000	94 470	000	000
272	.000	*****	2 255	129 270	000	42 152	42 152	000	50 152	000	000
273	.000	*****	1 089	134 700	000	27 217	27.217	000	21 903	000	000
274	.000	*****	393	149.730	000	18 227	18 227	000	3 320	000	000
275	.000	*****	018	150 900	000	3 310	3 310	000	000	000	000
276	3.200	*****	000	157.480	000	000	3 200	000	000	000	000
277	80.100	*****	001	154 380	17 920	000	38 980	40 814	305	000	000
278	194.200	*****	1 641	129 920	101 260	000	129 920	95 154	8 586	000	000
279	136 300	*****	307	134 540	89 720	000	134 540	93 663	11 527	000	000
280	472.100	*****	111.464	132.900	51 160	000	132 900	178 621	152 390	000	000
TOT	26220 900	000	4736 577	36469 090	10845 530	3352 982	21204 390				

Periodo 2: 1961-1 a 1988-12

Numero de intervalos de simulacao : 336

Tamanho arquivo de chuvas : 10557

Nome arquivo de chuvas : mal_cox5.plu

Nome arquivo ET Potencial : mal_cox5.det

	CHUVA	VAZAO	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES			UMIDADES			INFILTRACAO	
				OBS	CPL	POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO
1	158.000	*****	1 080	154 380	38 896	17 235	94 011	85 416	32 428	000	000
2	338.000	*****	57 495	129 920	67 600	000	129 920	169 184	99 112	000	000
3	319.000	*****	88 900	134 540	78 120	000	134 540	156 095	207 543	000	000
4	573.000	*****	337 463	132 900	70 880	000	132 900	178 621	266 234	000	000
5	98.000	*****	43 486	131 750	106 250	000	131 750	126 215	262 715	000	000
6	57.000	*****	7 833	120 900	108 840	000	120 900	58 944	258 262	000	000
7	31.000	*****	7 717	120 900	81 683	28 557	118 040	000	222 517	000	000
8	000	*****	5 483	129 270	000	87 872	87 872	000	129 350	000	000
9	000	*****	3 008	134 700	000	56 455	56 455	000	70 007	000	000
10	000	*****	1 570	149 730	000	37 502	37 502	000	31 013	000	000
11	000	*****	595	150 900	000	22 019	22 019	000	8 445	000	000
12	29.900	*****	095	157 480	13 893	8 395	38 267	000	000	000	000
13	48.000	*****	000	154 380	11 955	005	43 600	4 356	044	000	000
14	67.000	*****	000	129 920	15 015	065	67 680	3 715	005	000	000
15	321.200	*****	6 951	134 540	30 192	028	114 600	178 621	23 785	000	000
16	216.900	*****	45 588	132 900	60 380	000	132 900	142 101	99 481	000	000
17	74.500	*****	3 103	131 750	95 200	000	131 750	80 897	100 330	000	000
18	79.100	*****	3 005	120 900	103 910	000	120 900	36 766	99 657	000	000
19	11.000	*****	2 808	120 900	40 168	27 240	74 807	000	69 856	000	000
20	1.600	*****	1 640	129 270	000	33 036	34 636	000	35 259	000	000
21	11.000	*****	753	134 700	000	20 295	31 295	000	14 254	000	000
22	3.900	*****	207	149 730	000	14 076	17 776	000	000	000	000
23	20.200	*****	000	150 900	1 768	002	20 200	000	000	000	000
24	22.800	*****	000	157 480	000	000	22 800	000	000	000	000
25	256.200	*****	012	154 380	17 720	000	94 620	159 450	2 214	000	-000
26	243.900	*****	32 721	129 920	65 780	000	129 920	178 621	58 543	000	-000
27	655.200	*****	278 112	134 540	38 740	000	134 540	178 621	266 234	000	000
28	451.400	*****	256 184	132 900	54 990	000	132 900	178 621	266 234	000	000
29	136.600	*****	176 230	131 750	87 800	000	131 750	112 439	262 946	000	-000
30	000	*****	7 814	120 900	110 954	9 519	120 472	000	247 128	000	000
31	20.900	*****	6 555	120 900	16 357	78 250	99 107	000	162 536	000	000
32	8.100	*****	4 048	129 270	2 927	63 083	71 180	000	95 543	000	000
33	000	*****	2 189	134 700	000	43 974	43 974	000	49 473	000	000
34	000	*****	1 068	149 730	000	29 274	29 274	000	19 132	000	000
35	57.800	*****	333	150 900	20 658	13 559	53 276	18 001	5 410	000	000
36	308.000	*****	9 456	157 480	66 309	3 455	123 984	178 621	19 324	000	000
37	252.900	*****	48 510	154 380	77 420	000	154 380	161 130	86 688	000	000
38	368.100	*****	80 048	134 560	40 180	000	134 560	178 621	207 090	000	000
39	288.800	*****	124 687	134 540	84 220	000	134 540	164 777	265 748	000	000
40	434.900	*****	288 662	132 900	33 230	000	132 900	177 808	266 054	000	000
41	250.600	*****	124 306	131 750	61 650	000	131 750	172 448	265 959	000	000
42	72.700	*****	7 934	120 900	88 580	000	120 900	120 091	262 189	000	000
43	49.500	*****	8 063	120 900	98 100	000	120 900	45 339	256 889	000	000
44	2.200	*****	7 245	129 270	45 711	67 817	115 727	000	182 202	000	000
45	30.600	*****	4 414	134 700	10 592	61 750	92 332	000	116 191	000	000
46	2.000	*****	2 708	149 730	000	55 431	57 431	000	58 167	000	000
47	4.300	*****	1 253	150 900	000	32 244	36 544	000	24 735	000	000
48	10.300	*****	469	157 480	000	19 109	29 409	000	5 139	000	000
49	59.600	*****	343	154 380	17 776	5 211	56 947	7 812	008	000	000
50	28.400	*****	000	129 920	17 144	036	36 220	000	000	000	000
51	216.200	*****	004	134 540	25 627	013	99 120	116 149	925	000	000
52	378.300	*****	61 633	132 900	25 640	000	132 900	178 621	119 743	000	000
53	301.000	*****	75 542	131 750	56 500	000	131 750	174 197	215 921	000	000
54	238.200	*****	79 027	120 900	47 150	000	120 900	162 931	265 361	000	000
55	22.400	*****	8 175	120 900	105 600	000	120 900	60 775	260 850	000	000
56	4.000	*****	7 609	129 270	60 355	56 310	120 665	000	197 475	000	000
57	3.900	*****	4 667	134 700	000	79 746	83 646	000	113 231	000	000
58	7.600	*****	2 683	149 730	000	52 640	60 240	000	58 019	000	000
59	2.300	*****	1 240	150 900	000	32 526	34 826	000	24 321	000	000
60	10.900	*****	452	157 480	000	18 893	29 790	000	5 016	000	000
61	4.400	*****	035	154 380	000	4 993	9 393	000	000	000	000
62	83.600	*****	000	129 920	30 588	112	83 600	000	000	000	000
63	77.600	*****	003	134 540	42 100	257	77 597	000	000	000	000
64	130.900	*****	003	132 900	52 997	033	104 410	26 064	422	000	000
65	150.900	*****	032	131 750	83 050	000	131 750	43 931	1 671	000	000
66	95.300	*****	069	120 900	74 930	000	120 900	16 987	2 943	000	000
67	44.800	*****	058	120 900	30 402	2 976	63 278	1 399	001	000	000
68	11.900	*****	000	129 270	1 828	002	13 300	000	000	000	000
69	14.700	*****	000	134 700	5 113	007	14 700	000	000	000	000
70	4.700	*****	000	149 730	000	000	4 700	000	000	000	000
71	13.000	*****	000	150 900	000	000	13 000	000	000	000	000
72	19.000	*****	000	157 480	4 016	004	19 000	000	000	000	000

CRUVA	VAZAO	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES				UMIDADES			INFILTRACAO
			POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	
73	33 100	000	154 380	1 716	024	33 100	000	000	000	000
74	291 800	010	129 920	22 194	006	110 500	178 621	2 664	000	000
75	399 600	106 456	134 540	34 900	000	134 540	178 621	157 625	000	000
76	282 400	74 885	132 900	52 680	000	132 900	171 609	242 415	000	000
77	219 300	78 332	131 750	61 250	000	131 750	157 947	265 249	000	000
78	59 000	7 908	120 900	85 220	000	120 900	92 338	261 059	000	000
79	25 500	8 013	120 900	100 399	4 311	120 710	000	250 191	000	000
80	15 900	6 461	129 270	7 150	88 089	103 579	000	155 840	000	000
81	1 900	3 665	134 700	000	65 493	67 393	000	86 822	000	000
82	3 800	2 010	149 730	000	43 363	47 163	000	41 540	000	000
83	4 100	858	150 900	000	25 711	29 811	000	15 025	000	000
84	39 200	220	157 460	4 080	14 637	32 877	20 891	268	000	000
85	70 700	002	154 380	51 454	303	89 078	2 636	143	000	000
86	46 600	000	129 920	15 555	144	43 019	6 295	064	000	000
87	256 400	027	134 540	38 033	066	132 220	128 040	2 469	000	000
88	209 700	8 620	132 900	58 740	000	132 900	175 711	22 936	000	000
89	206 600	22 218	131 750	49 160	000	131 750	174 197	76 974	000	000
90	21 400	2 335	120 900	107 540	000	120 900	71 071	78 263	000	000
91	25 900	2 398	120 900	84 352	6 461	104 013	000	68 441	000	000
92	000	1 599	129 270	000	32 858	32 858	000	34 053	000	000
93	1 200	704	134 700	000	21 122	22 322	000	12 272	000	000
94	9 500	163	149 730	000	12 134	21 634	000	000	000	000
95	5 900	000	150 900	000	000	5 900	000	000	000	000
96	35 600	000	157 460	8 207	013	35 600	000	000	000	000
97	60 400	000	154 380	26 097	003	59 720	569	111	000	000
98	60 900	000	129 920	16 161	138	44 519	16 643	017	000	000
99	192 100	012	134 540	59 440	000	134 540	73 051	1 156	000	000
100	293 300	21 629	132 900	61 780	000	132 900	173 607	39 294	000	000
101	144 900	14 904	131 750	71 850	000	131 750	140 061	71 023	000	000
102	104 300	2 153	120 900	76 190	000	120 900	119 891	72 437	000	000
103	100 800	2 267	120 900	84 600	000	120 900	95 839	73 819	000	000
104	25 000	2 283	129 270	97 895	3 197	122 732	000	69 650	000	000
105	1 900	1 565	134 700	000	34 111	35 611	000	34 045	000	000
106	20 800	722	149 730	1 967	20 554	41 351	000	12 815	000	000
107	11 600	174	150 900	000	12 667	24 267	000	000	000	000
108	24 700	000	157 460	9 706	014	24 700	000	000	000	000
109	66 800	001	154 380	28 990	126	66 496	000	004	000	000
110	33 900	000	129 920	3 656	007	25 444	8 452	008	000	000
111	164 200	018	134 540	54 180	000	134 540	36 772	1 328	000	000
112	145 800	038	132 900	62 529	577	126 676	55 845	1 340	000	000
113	29 600	027	131 750	64 065	1 696	86 761	000	000	000	000
114	42 000	000	120 900	4 960	000	23 890	18 047	063	000	000
115	14 500	000	120 900	21 707	103	32 610	000	000	000	000
116	9 900	000	129 270	1 329	001	9 900	000	000	000	000
117	1 600	000	134 700	000	000	1 600	000	000	000	000
118	4 000	000	149 730	000	000	4 000	000	000	000	000
119	9 900	000	150 900	000	000	9 900	000	000	000	000
120	23 900	000	157 460	420	000	23 900	000	000	000	000
121	184 700	002	154 380	21 519	001	71 080	112 978	638	000	000
122	144 800	055	129 920	57 080	000	129 920	124 703	3 732	000	000
123	254 400	20 898	134 540	51 920	000	134 540	178 621	47 609	000	000
124	240 000	47 682	132 900	64 380	000	132 900	163 910	122 668	000	000
125	381 000	105 009	131 750	38 050	000	131 750	178 293	253 064	000	000
126	179 100	64 969	120 900	57 050	000	120 900	160 378	264 188	000	000
127	87 300	8 146	120 900	83 800	000	120 900	122 294	260 533	000	000
128	6 200	8 003	129 270	120 493	2 471	129 164	000	251 874	000	000
129	6 400	6 000	134 700	000	97 869	104 269	000	148 213	000	000
130	27 000	3 715	145 730	2 537	58 817	85 814	000	85 809	000	000
131	24 600	2 004	150 900	16 534	38 399	62 963	000	45 523	000	000
132	22 600	992	157 460	919	25 546	48 145	000	19 039	000	000
133	23 100	343	154 380	3 217	15 422	38 519	000	3 309	000	000
134	102 000	024	129 920	42 980	3 296	92 816	11 929	545	000	000
135	137 200	007	134 540	48 737	575	112 931	36 234	503	000	000
136	249 400	012	132 900	46 922	657	113 880	170 892	1 351	000	000
137	164 600	26 692	131 750	77 250	000	131 750	136 886	41 435	000	000
138	119 900	1 285	120 900	72 300	000	120 900	131 422	44 607	000	000
139	33 400	1 409	120 900	90 300	000	120 900	41 222	45 896	000	000
140	38 200	1 313	129 270	58 133	10 922	90 134	000	33 894	000	000
141	2 100	697	134 700	000	20 964	23 054	000	12 287	000	000
142	4 600	166	149 730	000	12 145	16 745	000	000	000	000
143	3 500	000	150 900	000	000	3 500	000	000	000	000
144	17 700	000	157 460	2 318	002	17 700	000	000	000	000
145	146 400	001	154 380	39 276	024	103 840	42 299	260	000	000
146	296 800	14 951	129 920	77 480	000	129 920	174 989	18 462	000	000
147	318 300	75 556	134 540	46 120	000	134 540	171 364	130 468	000	000
148	436 800	159 998	132 900	25 970	000	132 900	178 621	266 234	000	000
149	202 700	78 023	131 750	59 650	000	131 750	172 521	265 870	000	000
150	220 300	109 016	120 900	50 510	000	120 900	163 234	265 741	000	000
151	79 800	8 192	120 900	75 800	000	120 900	117 762	261 928	000	000
152	24 200	8 050	129 270	116 200	000	129 270	10 527	256 054	000	000
153	9 000	6 376	134 700	10 630	90 963	110 482	000	158 915	000	000
154	19 100	3 935	149 730	4 535	65 693	84 788	000	89 432	000	000

	CHUVA	VAZAO	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES				UMIDADES			INFILTRACAO	
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA	
155	7 800	*****	2 011	150.900	000	43 752	51 552	000	43 761	000	000	000
156	21 700	*****	968	157 480	1 319	25 015	46 714	000	17 831	000	000	000
157	368 000	*****	39 585	154 300	19 600	5 987	114 967	178 348	52 862	000	000	000
158	223 400	*****	38 221	129 920	47 080	000	129 920	172 896	113 492	000	000	000
159	376 000	*****	120 316	134 540	44 760	000	134 540	157 673	249 546	000	000	000
160	478 600	*****	311 127	132 900	17 810	000	132 900	175 626	266 143	000	000	000
161	298 700	*****	127 570	131 750	39 700	000	131 750	178 621	266 234	000	000	000
162	30 100	*****	50 745	120 900	86 850	000	120 900	126 445	263 154	000	000	000
163	8 000	*****	8 087	120 900	112.900	000	120 900	11 432	257 192	000	000	000
164	29 000	*****	7 092	129 270	30.060	73 361	113 691	000	177 000	000	000	000
165	32 500	*****	4 378	134 700	11 718	59 200	91 689	000	113 561	000	000	000
166	35 100	*****	2 870	149 730	15 781	44 452	79 523	000	66 362	000	000	000
167	11 200	*****	1 444	150 900	000	34 195	45 395	000	30 795	000	000	000
168	81 200	*****	692	157 480	30 982	14 507	81 469	14 114	15 751	000	000	000
169	146 500	*****	344	154 380	31 678	7 615	99 253	68 211	8 571	000	000	000
170	149 900	*****	259	129 920	59 320	000	129 920	86 269	10 232	000	000	000
171	312 300	*****	35 210	134 540	30 240	000	134 540	162 578	76 340	000	000	000
172	326 800	*****	75 033	132 900	34 000	000	132 900	174 017	183 553	000	000	000
173	228 000	*****	36 303	131 750	52 950	000	131 750	176 994	240 409	000	000	000
174	121 100	*****	7 584	120 900	68 900	000	120 900	170 216	240 204	000	000	000
175	104 500	*****	8 231	120 900	83 800	000	120 900	136 918	248 854	000	000	000
176	4 400	*****	7 652	129 270	124 870	000	129 270	9 824	243 436	000	000	000
177	27 800	*****	6 393	134 700	24 987	75 290	112 856	000	161 972	000	000	000
178	10 000	*****	3 925	149 730	000	70 454	80 454	000	87 742	000	000	000
179	12 700	*****	1 972	150 900	000	41 957	54 657	000	43 901	000	000	000
180	67 700	*****	1 164	157 480	42 364	17 881	85 385	000	25 090	000	000	000
181	57 700	*****	537	154 380	4 771	14 313	66 984	5 015	10 284	000	000	000
182	245 500	*****	267	129 920	45 055	1 021	122 036	128 126	10 370	000	000	000
183	344 400	*****	79 562	134 540	52 520	000	134 540	166 793	101 818	000	000	000
184	216 600	*****	42 986	132 900	58 210	000	132 900	151 883	157 531	000	000	000
185	48 100	*****	4 869	131 750	107 250	000	131 750	65 094	155 805	000	000	000
186	17 600	*****	4 530	120 900	66 921	22 254	104 306	000	129 713	000	000	000
187	7 500	*****	3 213	120 900	000	49 248	56 748	000	77 358	000	000	000
188	21 200	*****	1 897	129 270	9 149	31 179	52 368	000	44 359	000	000	000
189	3 600	*****	960	134 700	000	24 544	28 144	000	18 907	000	000	000
190	46 100	*****	394	149 730	12 765	12 686	58 771	000	5 868	000	000	000
191	20 100	*****	046	150 900	1 668	5 836	25 935	000	000	000	000	000
192	8 900	*****	000	157 480	1 618	002	8 900	000	000	000	000	000
193	173 400	*****	001	154 380	34 623	037	85 400	87 582	417	000	000	000
194	191 000	*****	047	129 920	70 100	000	129 920	145 503	3 522	000	000	000
195	335 000	*****	77 999	134 540	54 380	000	134 540	177 234	94 101	000	000	000
196	234 500	*****	43 914	132 900	65 030	000	132 900	178 113	150 765	000	000	000
197	174 900	*****	36 356	131 750	66 750	000	131 750	144 545	191 047	000	000	000
198	215 100	*****	27 885	120 900	46 580	000	120 900	174 417	230 411	000	000	000
199	107 700	*****	15 233	120 900	76 600	000	120 900	131 335	245 031	000	000	000
200	8 800	*****	7 533	129 270	120 470	000	129 270	8 736	239 637	000	000	000
201	14 200	*****	5 874	134 700	8 952	63 653	106 585	000	150 291	000	000	000
202	10 100	*****	3 615	149 730	000	65 985	76 085	000	80 831	000	000	000
203	5 700	*****	1 799	150 900	000	40 879	46 579	000	38 238	000	000	000
204	23 000	*****	809	157 480	4 436	22 809	45 804	000	14 673	000	000	000
205	38 600	*****	284	154 380	16 309	12 515	51 084	000	1 930	000	000	000
206	136 200	*****	017	129 920	66 700	1 927	92 887	14 342	888	000	000	000
207	175 300	*****	048	134 540	63 760	000	134 540	53 484	2 454	000	000	000
208	197 500	*****	095	132 900	69 270	000	132 900	115 850	4 589	000	000	000
209	165 000	*****	197	131 750	63 150	000	131 750	144 694	3 789	000	000	000
210	59 300	*****	309	120 900	98 550	000	120 900	79 821	11 748	000	000	000
211	121 000	*****	393	120 900	64 500	000	120 900	77 459	13 812	000	000	000
212	9 200	*****	412	129 270	77 269	5 230	91 169	000	8 900	000	000	000
213	9 200	*****	113	134 700	000	8 805	18 005	000	000	000	000	000
214	11 600	*****	000	149 730	000	000	11 600	000	000	000	000	000
215	23 400	*****	000	150 900	5 030	000	17 860	5 524	016	000	000	000
216	34 400	*****	000	157 480	15 871	029	39 940	000	000	000	000	000
217	20 400	*****	000	154 380	3 017	003	20 400	000	000	000	000	000
218	63 100	*****	000	129 920	11 820	000	32 480	30 427	192	000	000	000
219	165 100	*****	031	134 540	74 640	000	134 540	59 313	1 832	000	000	000
220	98 400	*****	048	132 900	79 921	1 402	117 973	40 300	1 225	000	000	000
221	129 800	*****	053	131 750	71 200	000	131 750	37 147	2 372	000	000	000
222	48 900	*****	070	120 900	70 426	2 768	88 354	000	000	000	000	000
223	2 300	*****	000	120 900	000	000	2 300	000	000	000	000	000
224	17 500	*****	000	129 270	3 756	004	17 500	000	000	000	000	000
225	53 200	*****	001	134 700	37 233	186	53 199	000	000	000	000	000
226	3 600	*****	000	149 730	000	000	3 600	000	000	000	000	000
227	11 700	*****	000	150 900	1 369	001	11 700	000	000	000	000	000
228	8 700	*****	000	157 480	000	000	8 700	000	000	000	000	000
229	72 480	*****	001	154 380	32 072	147	72 399	000	000	000	000	000
230	388 600	*****	44 006	129 920	6 137	003	85 100	178 621	65 045	000	000	000
231	205 100	*****	81 958	134 540	85 140	000	134 540	113 262	134 565	000	000	000
232	30 400	*****	4 017	132 900	113 940	000	132 900	8 867	132 446	000	000	000
233	44 700	*****	3 401	131 750	27 211	36 820	90 081	222	92 389	000	000	000
234	17 400	*****	2 283	120 900	292	34 459	52 080	000	55 720	000	000	000
235	12 000	*****	1 376	120 900	4 295	24 612	36 607	000	29 789	000	000	000
236	0 000	*****	625	129 270	000	19 057	19 057	000	10 147	000	000	000
237	7 200	*****	134	134 700	000	10 034	17 234	000	000	000	000	000
238	12 300	*****	000	149 730	3 566	004	12 300	000	000	000	000	000

	CHUVA	VAZAO	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES				UMIDADES		INFILTRACAO	
				OBS	CAL	POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO
239	12 600	*****	000	150 900	2 767	003	12.600	000	000	000	.000
240	10 000	*****	000	157 480	000	000	10.000	000	000	000	.000
241	42 300	*****	000	154 380	12.847	013	42 300	000	000	000	.000
242	33 100	*****	000	129 920	10.705	015	33 100	000	000	000	.000
243	397 300	*****	57 614	134 540	9 520	000	85 560	172 392	81 571	000	.000
244	98 900	*****	2 591	132 900	106.750	000	132 900	129.483	87 876	000	.000
245	35 400	*****	2 728	131 750	111.550	000	131 750	31 143	87 539	000	.000
246	18 300	*****	2 409	120 900	44.367	24 049	73 345	000	61 279	000	.000
247	0 000	*****	1 445	120 900	000	26 710	28 710	000	31.185	000	.000
248	3 100	*****	665	129 270	000	19.181	22.281	000	11 379	000	.000
249	700	*****	153	134 700	000	11 249	11.949	000	000	000	.000
250	000	*****	000	149 730	000	000	000	000	000	000	.000
251	2 000	*****	000	150 900	000	000	2 000	000	000	000	.000
252	75 500	*****	002	157 480	33 440	000	58 380	16 741	377	000	.000
253	86 500	*****	002	154 380	33.479	377	76 936	26 514	166	000	.000
254	126 400	*****	003	129 920	56 344	294	107 238	45.579	263	000	.000
255	177 400	*****	040	134 540	60.560	000	134 540	86 337	2.716	000	.000
256	133 400	*****	108	132 900	79.470	000	132 900	85 045	4 796	000	.000
257	81 900	*****	178	131 750	90.600	000	131 750	33.168	6 642	000	.000
258	20 600	*****	137	120 900	40.881	6 233	59 844	000	441	000	.000
259	28 200	*****	.001	120 900	5 393	448	28.641	000	.000	000	.000
260	3 800	*****	000	129 270	000	000	3.800	000	000	000	.000
261	4 100	*****	.000	134 700	000	000	4.100	000	000	000	.000
262	9 100	*****	000	149 730	000	000	9 100	.000	000	000	.000
263	3 400	*****	000	150 900	000	000	3 400	000	000	000	.000
264	20 000	*****	000	157 480	1 618	002	20.000	000	000	000	.000
265	15 000	*****	000	154 380	.000	000	15 000	000	000	000	.000
266	217 100	*****	018	129 920	70 120	.000	116 000	98 866	2 212	.000	.000
267	215 100	*****	117	134 540	72 900	000	134 540	174 107	7 404	000	.000
268	51 100	*****	281	132 900	109.310	.000	132 900	88 144	11 278	.000	.000
269	69 300	*****	369	131 750	94.900	000	131 750	24 402	12 199	.000	.000
270	20 000	*****	289	120 900	29.545	8 247	52 552	000	3 777	000	.000
271	7 500	*****	027	120 900	2 298	3 760	11.258	000	.000	000	.000
272	1 600	*****	000	129 270	.000	000	1.600	000	000	000	.000
273	.000	*****	000	134 700	000	000	000	000	000	000	.000
274	16 000	*****	000	149 730	5 759	011	16 000	000	000	000	.000
275	.000	*****	000	150 900	.000	000	000	000	000	000	.000
276	6 100	*****	000	157 480	.000	000	6 100	.000	000	000	.000
277	37 400	*****	000	154 380	9 867	.013	37 400	000	000	000	.000
278	142 000	*****	014	129 920	69.340	.000	116 000	24 922	1 062	.000	.000
279	338 100	*****	22 357	134 540	45 960	.000	134 540	173 083	34 038	.000	.000
280	352 500	*****	84 780	132 900	26 570	.000	132 900	174 017	167 656	.000	.000
281	326 400	*****	118 816	131 750	53 850	000	131 750	152 020	265 292	000	.000
282	159 300	*****	40 387	120 900	64.370	000	120 900	150 688	264 638	000	.000
283	84 900	*****	8.151	120 900	92 800	000	120 900	110 607	260.576	.000	.000
284	56 900	*****	8.001	129 270	108 690	000	129 270	36 563	254.261	.000	.000
285	12 000	*****	6 925	134 700	41.056	70 788	119.135	000	176.917	000	.000
286	22 300	*****	4 284	149 730	9 660	71 108	92.898	494	101 695	000	.000
287	6 000	*****	2 296	150 900	564	48 850	55 344	000	50 650	000	.000
288	10 000	*****	1 118	157 480	000	29 396	39 396	000	20 197	000	.000
289	291 800	*****	459	154 380	5.795	7 809	105 004	178 621	22 028	000	.000
290	484 200	*****	173 745	129 920	26.020	000	129 920	168.998	217 676	000	.000
291	387 800	*****	199 588	134 540	30.320	000	134 540	174.107	266 142	000	.000
292	383 200	*****	239 690	132 900	33.830	000	132 900	178.621	266 234	000	.000
293	366 800	*****	256 951	131 750	39.250	000	131 750	162.992	265 666	000	.000
294	180 400	*****	33 980	120 900	65.740	000	120 900	178.621	266 234	000	.000
295	124 700	*****	69 939	120 900	73 800	.000	120 900	123 765	264 278	.000	.000
296	21 600	*****	8.118	129 270	110 630	.000	129 270	14 217	258 051	.000	.000
297	4 800	*****	6 501	134 700	14 201	91.888	110 888	.000	159.871	.000	.000
298	2 200	*****	3.771	149 730	000	72.688	74.888	000	83.566	000	.000
299	7 900	*****	1.878	150 900	000	41 456	49.356	000	40.319	.000	.000
300	156 600	*****	962	157 480	48 980	11 878	109 698	57 871	28 413	000	.000
301	122 100	*****	876	154 380	99 297	2 759	141 416	40 311	25 786	000	.000
302	286 300	*****	1 002	129 920	46.320	000	129 920	178.621	39 165	000	.000
303	613 900	*****	204.412	134 540	23 680	000	134 540	178 621	266 234	000	.000
304	433 300	*****	337 984	132 900	26 870	000	132 900	178 621	266 234	000	.000
305	183 100	*****	66 170	131 750	74 750	000	131 750	177 394	266 145	000	.000
306	111 400	*****	26 066	120 900	60 040	000	120 900	144 321	263 657	000	.000
307	19 000	*****	8 114	120 900	108.300	000	120 900	39.431	258 543	.000	.000
308	3 400	*****	7 213	129 270	39.265	72 004	114 669	.000	179 646	.000	.000
309	8 100	*****	4 233	134 700	3.606	71 475	79 571	.000	104 095	000	.000
310	6 500	*****	2 448	149 730	270	49.432	55 932	000	52 320	000	.000
311	35 700	*****	1 218	150 900	4 733	24 715	60 408	000	26 446	.000	.000
312	68 000	*****	649	157 480	29 860	13.200	81 120	000	12 705	.000	.000
313	11 000	*****	173	154 380	2 617	12 560	23.558	000	.000	000	.000
314	84 500	*****	002	129 920	31 123	195	84.498	000	000	000	.000
315	419 400	*****	50 621	134 540	23 534	006	120.220	178 089	70.330	.000	.000
316	111 600	*****	16 170	132 900	86.830	000	132 900	119 042	91 863	000	.000
317	14 100	*****	2 843	131 750	117 343	1 793	128 986	4 246	88 936	.000	.000
318	191 600	*****	2 357	120 900	65.430	12 899	98 479	108 645	75 328	.000	.000
319	.000	*****	2 330	120 900	107.211	4 542	111 753	000	69 899	000	.000
320	.000	*****	1 636	129 270	.000	33 378	33 378	000	34 955	000	.000
321	.000	*****	721	134 700	000	21 606	21 606	000	12 673	000	.000
322	.000	*****	170	149 730	.000	12 529	12 529	000	000	000	.000

CHUVA	VAZAO	OBS	VAZAO	EVAPOTRANSPIRACOES			UNIDADES		INFILTRACAO		
				POTENCIAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	TOTAL	SUPERFICIE	SUBSOLO	AQUIFERO	PROFUNDA
323	20 700	*****	000	150 900	12 049	021	20 700	.000	000	000	.000
324	000	*****	000	157.480	000	000	.000	000	.000	000	000
325	183.200	*****	001	154 380	31.533	007	70 200	112 266	732	.000	000
326	136.400	*****	057	129 920	85.400	000	129 920	115 569	3 845	000	000
327	123.900	*****	156	134 540	86.780	000	134 540	102 282	6 331	000	000
328	372.600	*****	75 631	132 900	59.850	000	132 900	174.017	98 481	000	.000
329	206.600	*****	50 610	131 750	85 850	000	131 750	142.994	153 634	000	000
330	54.400	*****	4 594	120 900	108 810	.000	120 900	73.439	152.098	000	000
331	57 100	*****	4.672	120.900	102.200	000	120 900	8 408	148.664	.000	000
332	.000	*****	3 734	129 270	8.404	58 230	66 633	.000	86 826	000	.000
333	25.200	*****	2 170	134 700	20.652	34 455	59 597	000	50 333	000	000
334	.000	*****	1 089	149 730	000	29.619	29 619	.000	19 687	000	000
335	9 400	*****	342	150 900	4 366	16 609	26 005	.000	2 774	000	000
336	31 300	*****	013	157 480	17 281	2 806	34 067	000	000	000	000
TOT	34774.090	000	7114 615	46130 960	12346 810	3987 012	27714 490				

000105