

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS SOHIDRA

**Estudo do Aproveitamento Hidroagrícola
da Vertente Fluvial dos Municípios de
Ipaumirim / Baixio / Umari - Ce**

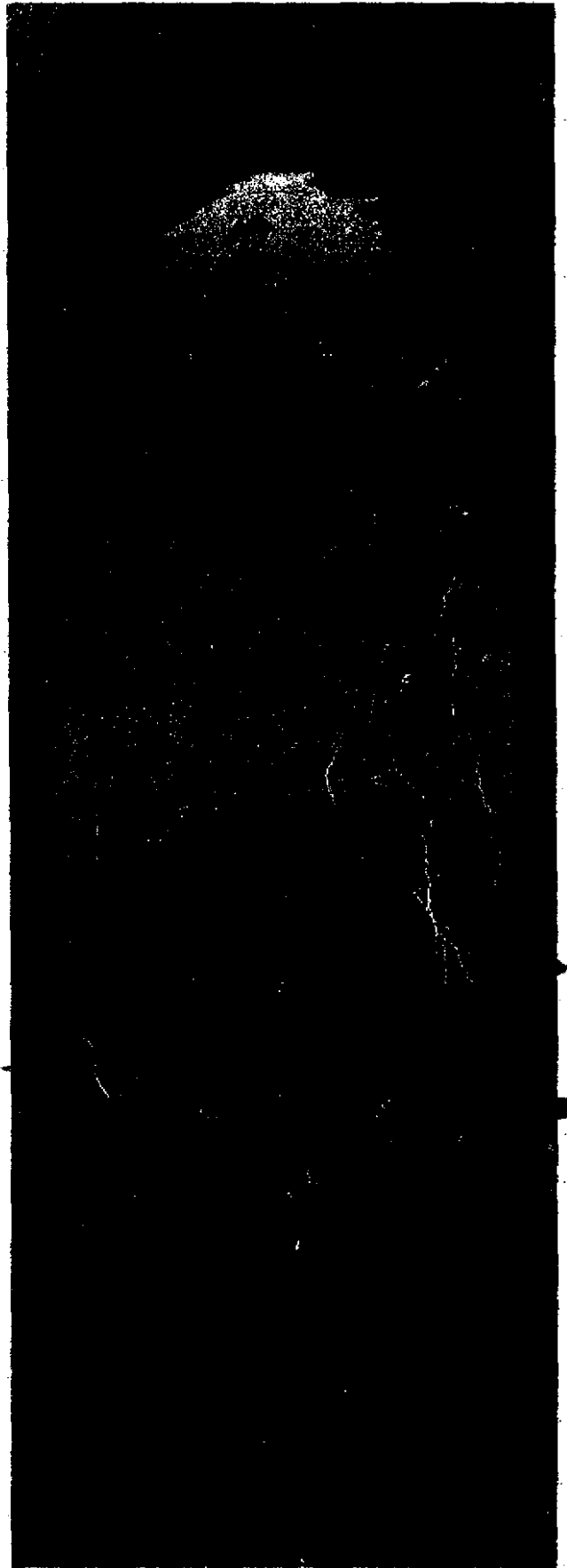
**TOMO III PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM
POMBAS**

VOLUME III 2 HIDROCLIMATOLÓGICOS

KL Serviços e Engenharia

FORTALEZA- CE
Novembro 1995

**Estudo do Aproveitamento Hidroagrícola da Vertente Fluvial dos Municípios de
IPAUMIRIM / BAIXIO / UMARI - CE**



**TOMO III - Projeto Básico da
Barragem Pombas**

**Vol. III.2 - Relatório de Estudos
Hidroclimatológicos**

Lote 01464 - Prep (X) Scan () Index ()

Projeto Nº 158/103/03/02

Volume

Qtd. A1

Qtd. A2

Qtd. A0

Qtd. A3

Qtd. A1

Outros

KL - Serviços e Engenharia Ltda.



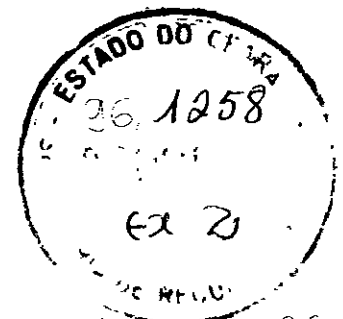
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS - SOHIDRA

**ESTUDO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA VERTENTE FLUVIAL DOS
MUNICÍPIOS DE IPAUMIRIM, BAIXIO E UMARI/NO ESTADO DO CEARÁ**

TOMO III - PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM POMBAS

VOLUME III.2 - RELATÓRIO DE ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

Novembro/1995



006013



SUMÁRIO

SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO.....	04
1. INTRODUÇÃO	06
2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	10
2 1 Área de Drenagem	11
2 2 Forma da Bacia	11
2 3 Drenagem	13
2 4 Relevo	13
3. CLIMATOLOGIA.....	17
3 1 Pluviometria	18
3 2 Outros Parâmetros Climatológicos	20
3 2 1 Temperatura	20
3 2 2 Umidade Relativa	20
3 2 3 Insolação	20
3 2 4 Evaporação	21
3 2 5 Ventos	21
3 2 6 Evapotranspiração	21
3 2 7 Sinópsse Climática	22
3 2 8 Classificação Climática	22
4. ESTUDOS DAS PRECIPITAÇÕES INTENSAS	24
4 1. <i>Objetivos do Estudo das Precipitações Intensas</i>	25
4 2 <i>Metodologia Adotada</i>	25
4 3 <i>Seleção do Posto Pluviométrico</i>	25
4 4 <i>Estudo Probabilístico do Regime de Chuvas</i>	25
4 5 <i>Desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de menores durações - Posto de Uman</i>	26
4 6 <i>Transformação da Chuva Pontual em Chuva Uniforme S/a Bacia</i>	26
5. ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO	31
5 1 <i>Objetivos</i>	32
5 2 <i>Metodologia</i>	32
5 2 1. <i>Determinação do CN</i>	34
5 2 2 <i>Seleção do Período de Retorno</i>	34
5 2 3 <i>Cálculo da Chuva de Projeto</i>	34
5 2 4 <i>Cheias de Projeto</i>	36
5 3 <i>O Amortecimento da Cheia pelo Sangradouro</i>	40
6. ESTUDO DAS VAZÕES REGULARIZADAS	63
6 1 <i>Metodologia</i>	64
6 2 <i>A aplicação do Método do DTR</i>	64
6 2 1 <i>Valores Básicos</i>	64
6 2 2 <i>Cálculo do Fator Adimensional de Evaporação (fe)</i>	67
6 3 <i>Resultados</i>	67
7. CURVA DE ESVAZIAMENTO DO AÇUDE	71



1. APRESENTAÇÃO

000006



APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui o Estudo do Aproveitamento Hidroagrícola da Vertente Fluvial dos Municípios de Ipaumirim, Baixo e Uman no Estado do Ceará

O Estudo visará dotar a bacia de infraestrutura hídrica, de modo a possibilitar seu aproveitamento com ênfase para o abastecimento humano das sedes municipais, possibilitando ainda a exploração de uma agricultura mais tecnicizada e com melhores índices de produtividade

A apresentação dos trabalhos segue a seguinte organização

TOMO I - Estudos Básicos

Volume I 1 - Relatório de Estudos Sócio-Econômicos

Volume I 2 - Relatório de Estudos Pedológicos

TOMO II - Projeto Básico da Barragem Trapiá

Volume II 1 - Relatório Geral - A - Textos
B - Desenhos

Volume II 2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos

Volume II 3 - Relatório de Estudos Geológico - Geotécnicos

Volume II 4 - Relatório de Estudos Topográficos

TOMO III - Projeto Básico da Barragem Pombas

Volume III 1 - Relatório Geral - A - Textos
B - Desenhos

Volume III 2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos

Volume III 3 - Relatório de Estudos Geológico - Geotécnicos

Volume III 4 - Relatório de Estudos Topográficos - Parte 1
Parte 2

TOMO IV - Relatório Geral

Volume IV 1 - Textos

Volume IV 2 - Desenhos

TOMO V - Relatório Síntese

Este Volume trata-se do TOMO III - Projeto Básico da Barragem Pombas, Volume III.2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos



1. INTRODUÇÃO



1 INTRODUÇÃO

O boqueirão do açude Pombas/Jenipapeiro situar-se-á na localidade de Xique-Xique nos limites dos municípios de Uman e Baixo - Ceará, distando 420 km de Fortaleza

Para o Projeto Básico considerou-se três boqueirões barráveis, sendo o estudo hidrológico baseado no boqueirão da localidade de Ubaieiras, o mais a jusante deles, o que leva a resultados para dimensionamento a favor da segurança

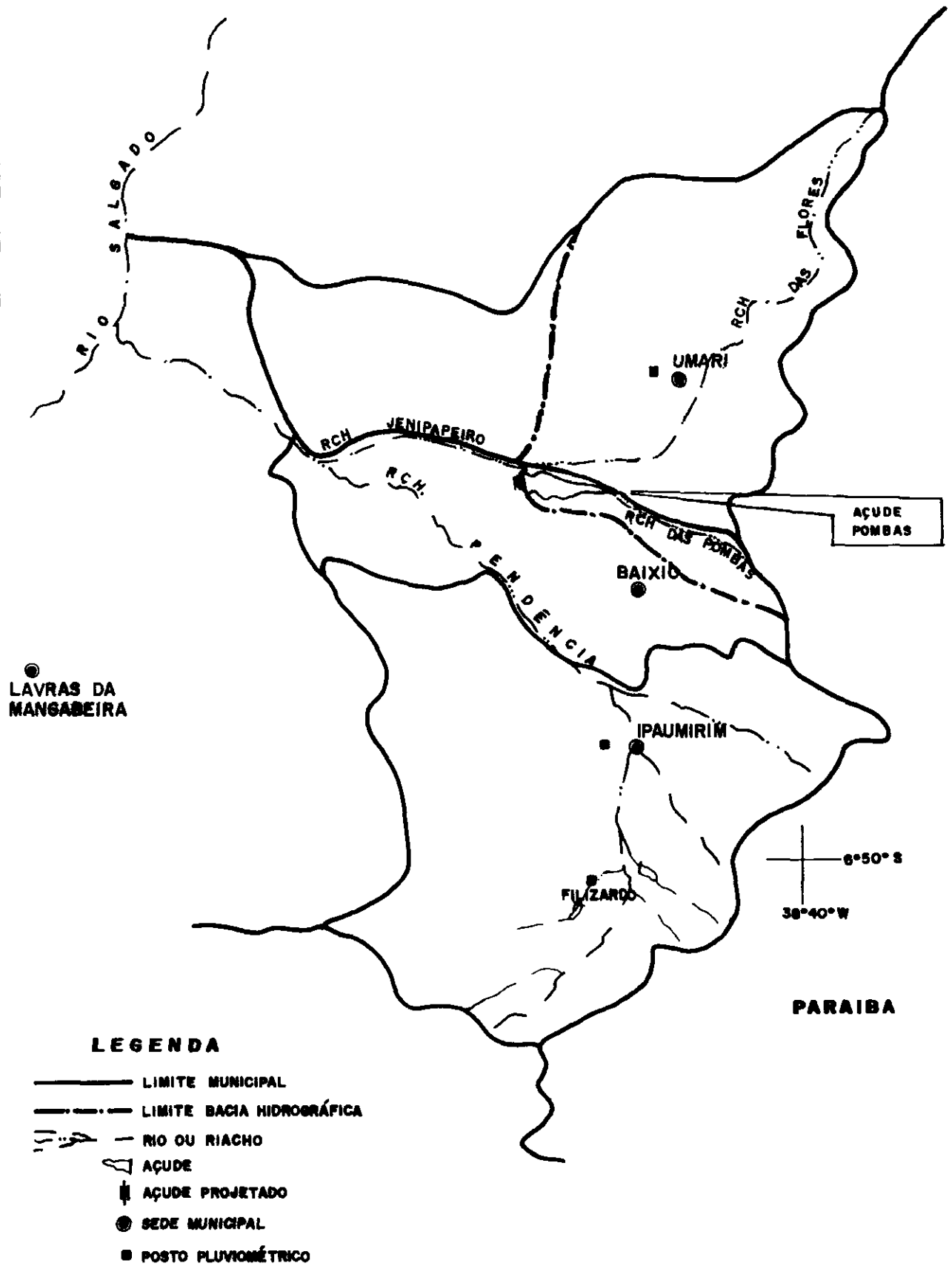
O reservatório no boqueirão escolhido, barrará o Riacho Jenipapeiro pouco à jusante da confluência com o Riacho das Pombas formadores do Riacho Pendência, 29 Km à partir de suas nascentes nas Serras do Êrmo e do Constantino. O Riacho Jenipapeiro, nasce na Serra do Êrmo com a denominação Riacho das Flores. Se desenvolve no sentido norte-sul, até pouco abaixo da sede do município de Uman onde passa a percorrer a direção leste-oeste. A montante do local do barramento tem como principais afluentes os riachos da Cajazeirinha, Currais-novos, Rosa Só e das Pombas, todos pela margem esquerda

A bacia hidrográfica do açude drena uma área de 208,5 km², situando-se à Nordeste do Rio Salgado-Jaguaribe, tendo o seu centro geométrico as coordenadas geográficas aproximadas 6° 38' 00" latitude Leste e 38° 41' 16" longitude Oeste (Figuras 1.1 e 1.2)

O objetivo principal do reservatório é garantir o abastecimento d'água às comunidades ao longo de um trecho a ser perenizado dos municípios Baixo e Uman. Visa também propiciar o aproveitamento hidroagrícola dos aluviões à jusante do barramento

FIGURA 12

POSIÇÃO DA BACIA EM RELAÇÃO AOS MUNICÍPIOS E POSTOS PLUVIOMÉTRICOS



000011



2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA



2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Para este estudo considerou-se os dados da bacia no boqueirão da localidade de Ubareiras

2.1. Área de Drenagem

A area de drenagem da Bacia do Açude Pombas obtido por planimetria na escala 1 100 000 é de 208,5 km² (Figura 2.1)

2.2. Forma da Bacia

A forma da bacia pode ser caracterizada pelos índices calculados a seguir

Fator de Compacidade:

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Kc = Coeficiente de Compacidade

P = Perímetro em km

A = Área de bacia em km²

$$Kc = 1,52$$

Fator de Forma

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Kf = Fator de Forma

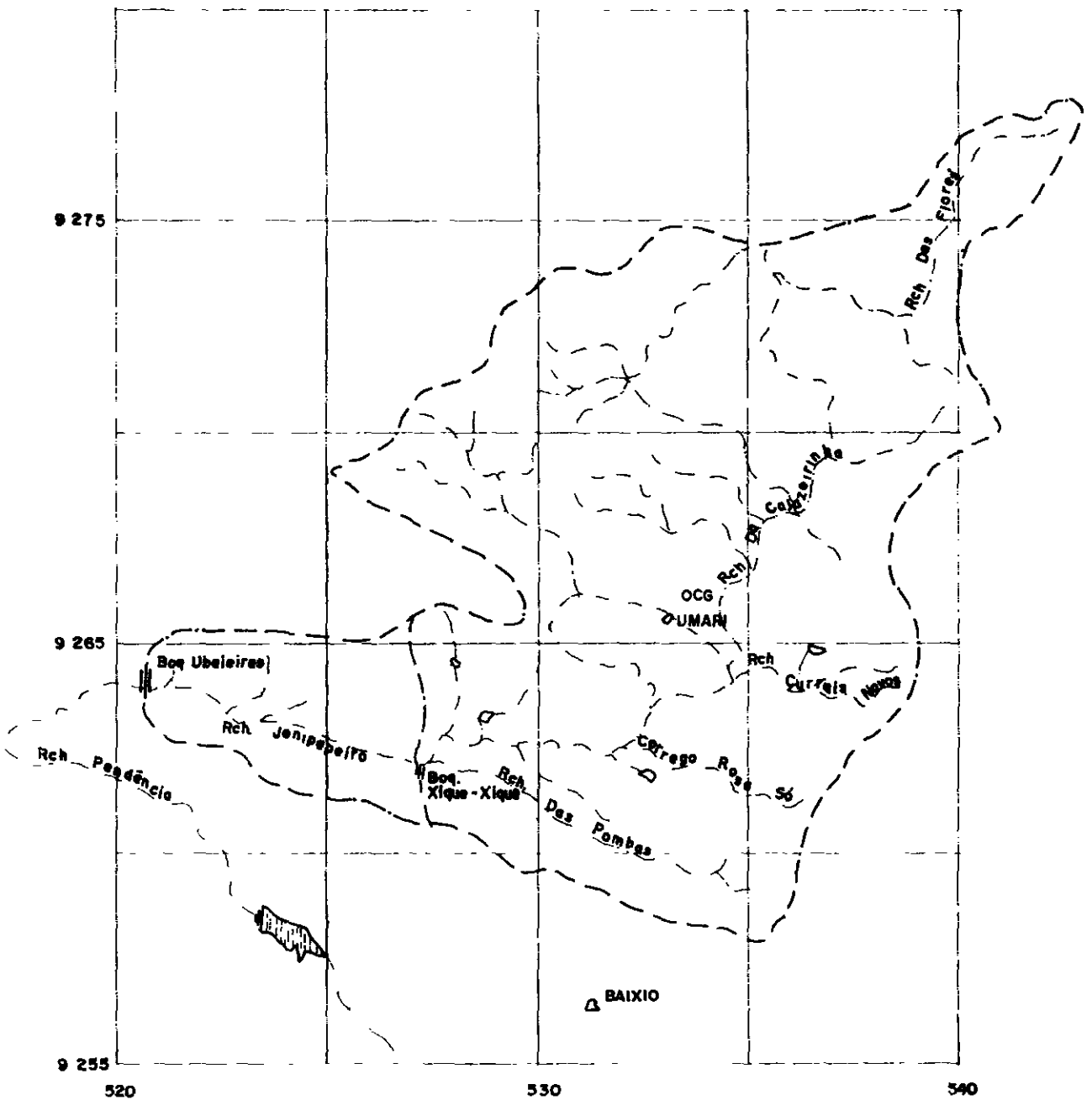
A = Área da bacia em km²

L^2 = Comprimento da bacia em km

$$Kf = 0,148$$

FIGURA 2.1

ÍNDICES FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA



CONVENÇÕES

- LIMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- RIO
- RIACHO
- AÇUDE EXISTENTE
- AÇUDE EM PROJETO

ÍNDICES FÍSICOS

- - Talvegue Principal
- O - Centro de Gravidade (C.G.)
- A - Área da Bacia = 208 Km²
- L - Comprimento do Talvegue = 37,5 Km
- Lc - Distância do Centro de Gravidade do Exutório = 17,0 Km
- H - Máximo desnível medido ao longo do riacho = 600 - 245 = 355 m
- P - Perímetro da Bacia = 78,5 km
- S - Declividade média do Talvegue = 0,00253 m/m

000014



2.3. Drenagem

Os principais indicadores da drenagem da bacia são

Extensão Média do Escoamento Superficial

$$l = \frac{A}{4L}$$

$$l = 1,39$$

Extensão do Curso D'água Principal

$$L = 37,5 \text{ km}$$

2.4. Relevo

O relevo da bacia hidrográfica em estudo, pode ser representado pela curva hipsométrica apresentada na Fig. 2.2.

Curva Hipsométrica

Bacia	Jenipapeiro/Pombas	Área de Drenagem	208,5 Km ²
Mapa	SUDENE	Escala	1 100 000

QUADRO 2.1 - Cálculo da Curva Hidrométrica da Bacia

1	2	3	4	5	6	7
Cotas (mm)	Ponto Médio (m)	Área (Km ²)	Área Acumulada (Km ²)	%	% Acumulada	Coluna 2 x Coluna 3
600 - 500	550	12,7	12,70	6,09	6,09	6 985,00
500 - 400	450	14,3	27,00	6,86	12,95	6 435,00
400 - 350	375	11,7	38,70	5,61	18,56	4 387,50
350 - 300	325	47,5	86,20	22,78	41,34	15 437,50
300 - 250	275	112,8	199,00	54,10	95,44	31 020,00
250 - 245	247,5	9,5	208,50	4,56	100,00	2 351,25
TOTAL	-	208,50	-	-	-	66.616,25

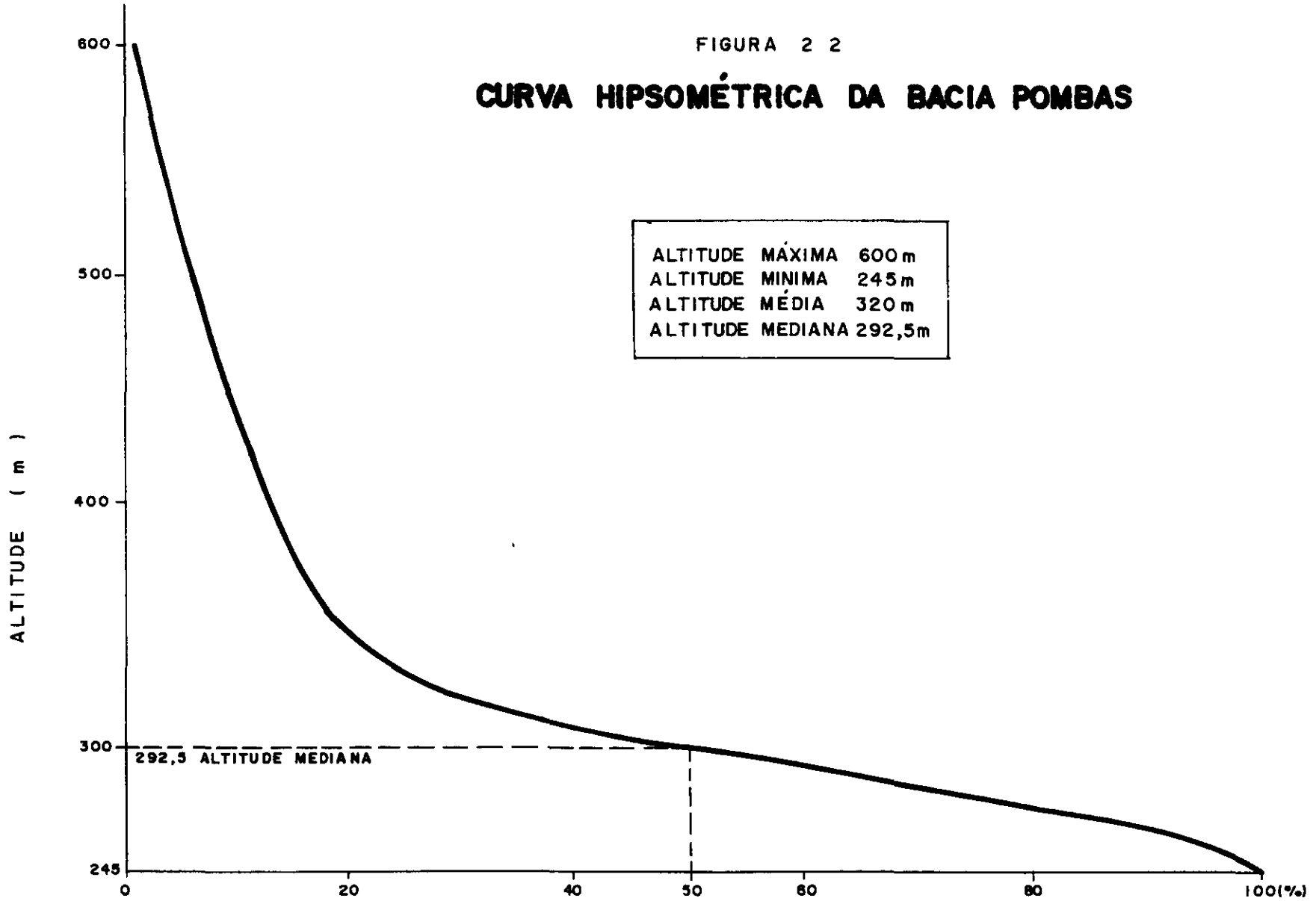
Altitude Média = 320,0 m

No Quadro 2.2, resume-se o perfil longitudinal do nacho Jenipapeiro e a Figura 2.3 mostra o referido perfil

FIGURA 2 2

CURVA HIPSOMÉTRICA DA BACIA POMBAS

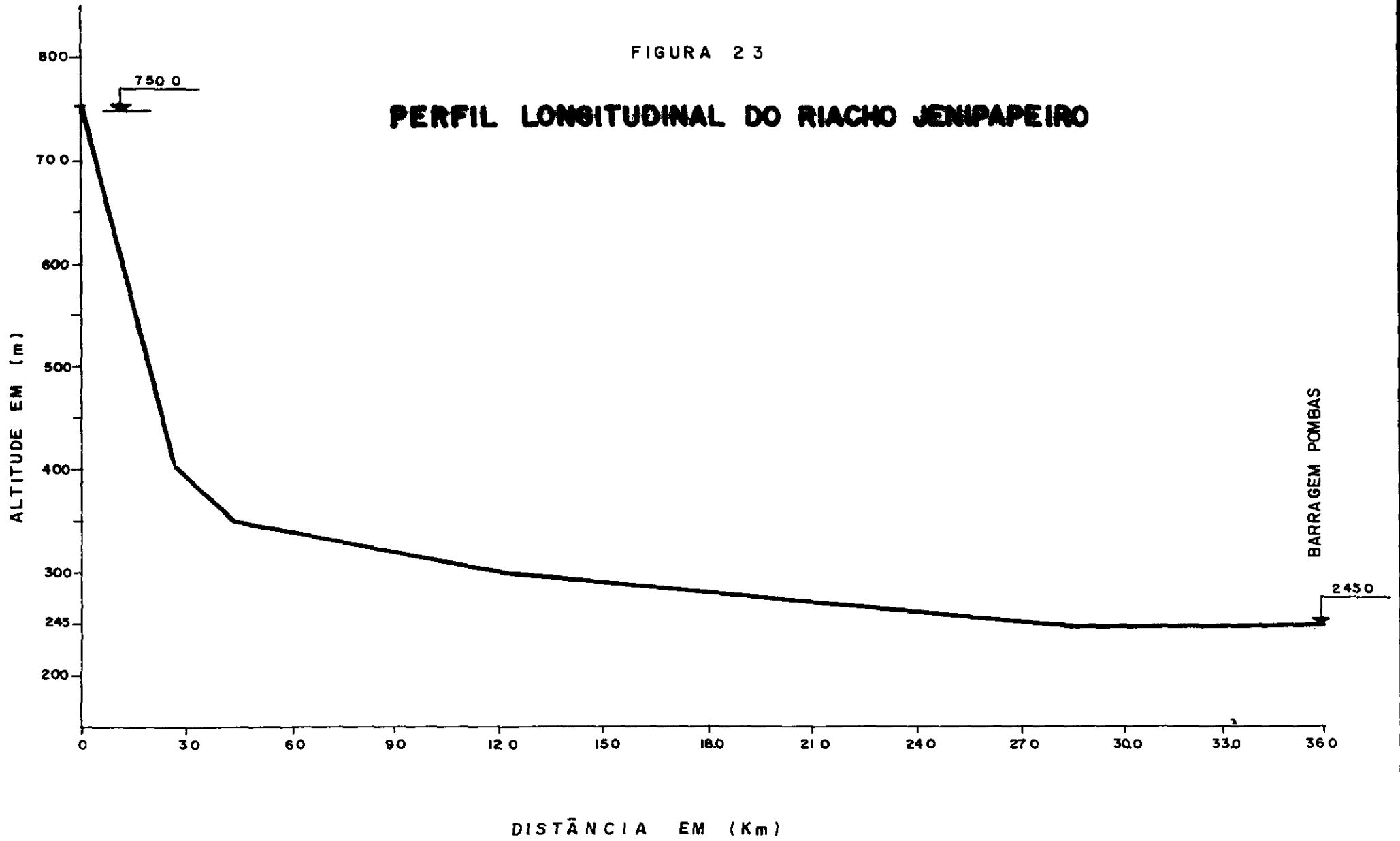
ALTITUDE MÁXIMA	600 m
ALTITUDE MINIMA	245 m
ALTITUDE MÉDIA	320 m
ALTITUDE MEDIANA	292,5m



90000

FIGURA 23

PERFIL LONGITUDINAL DO RIACHO JENIPEIRO



000017



Quadro 2.2 - Perfil Longitudinal do Riacho Jenipapeiro

Bacia : Pombas

Área de Drenagem : 208,5 Km²

Mapa : SUDENE

Escala : 1:100.000

1	2	3	4	5	6	7	8
Cotas (m)	Distância (m)	Distância (L) (Km)	Distância Acumulada (Km)	Declividade p/segmento	$\sqrt{(5)} (S_i)$	L Real (L _i) (Km)	L _i / S _i
245	-	-	-	-	-	-	-
250	8.000	8,00	8,00	0,00063	0,0251	8,00	318,725
300	16.000	16,00	24,00	0,00313	0,0560	16,00	285,714
350	8.000	8,00	32,00	0,00625	0,0791	8,00	101,138
400	1.700	1,70	33,70	0,02941	0,1715	1,70	9,913
500	700	0,70	34,40	0,14286	0,3780	0,70	1,852
700	2.000	2,00	36,40	0,12500	0,3536	2,00	5,656
TOTAL	36.400	36,40	-	-	-	36,40	722,998

S₁ = Declividade entre a foz e a nascente

S₂ = Declividade mediana

S₃ = Declividade equivalente constante

S₁ = 0,01387 m/m

S₂ = 0,00385 m/m

S₃ = 0,00253 m/m



3. CLIMATOLOGIA

000019



3. CLIMATOLOGIA

3.1 Pluviometria

O regime pluviométrico da região se caracteriza pela acentuada irregularidade, tanto a nível anual como mensal

A comprovação desta irregularidade se faz a partir dos índices dos posto Umari, considerado, que cobre a área de interesse e suas circunvizinhanças

O regime pluviométrico da área do estudo pode ser representado pelos dados do posto identificado no **Quadro 3.1** e **Figura 3.1**

A precipitação média da Bacia do Açude Pombas foi calculada considerando o posto pluviométrico de Umari, situado quase no centro geométrico da Bacia

QUADRO 3.1 - Característica do Posto Pluviométrico

CODIGO DA ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS		ALT (m)	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO				PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
			LAT	LONG		INÍCIO MÊS	ANO	FIM MÊS	ANO	
3832361	UMARI	UMARI	06° 39'	38° 42'	350	01	1913	12	1984	787,4

A representatividade das médias deve ser vista com cautela, face à grande variabilidade na dimensão interanual

A **Figura 3.1** mostra para o posto de Umari, a análise da frequência da pluviosidade anual, a frequência de pelo menos *n* dias com ocorrência de chuva e a análise de frequência para maiores precipitações diárias

A **Figura 3.1** também mostra o hietograma da pluviosidade do posto estudado, que permite visualizar a distribuição temporal da pluviometria

A nível mensal, o mês mais chuvoso é março (aproximadamente 200 mm) seguido por abril (cerca de 170 mm), que somados representam praticamente 50% do total de chuvas 90% da pluviosidade ocorre no período de fevereiro/maio, o que caracteriza a má repartição mensal das precipitações ao longo do ano

000020

FIGURA 31

CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

I - POSTOS REPRESENTATIVOS

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
UMARI	3832361	787,4

II - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOMETRIA ANUAL

POSTO	PROBABILIDADE P(H < Hp) (%)										← Hp(mm) ←
	1	2	5	10	20	50	80	90	98	99	
UMARI	263,3	328,1	361,7	455,0	496,2	738,3	993,1	1146,5	1451,6	1570,6	

Hp - Pluviometria anual esperada para probabilidade indicada

III - FREQUÊNCIA DE PELO MENOS n DIAS COM OCORRÊNCIA DE CHUVA

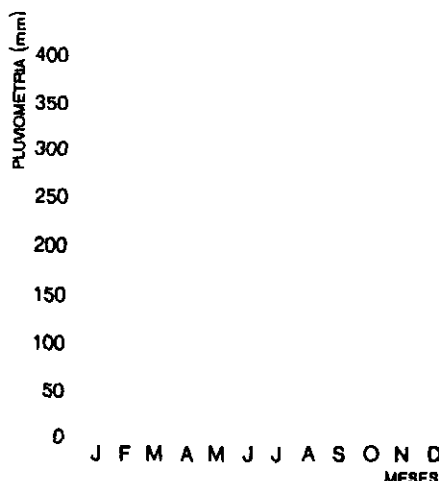
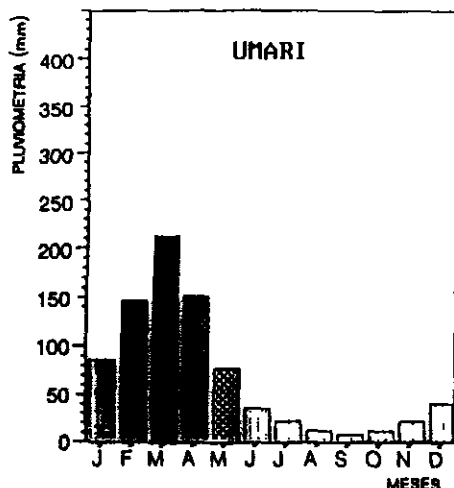
POSTO	MÊS	NÚMERO DE DIAS									
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25
3832361	JAN	96,1	92,2	74,0	28,6	10,4	6,5	2,6	2,6	0,0	0,0
	FEV	97,4	96,1	90,9	58,4	29,9	15,6	5,2	2,6	0,0	0,0
	MAR	97,4	97,4	94,8	85,7	66,2	37,7	16,9	9,1	3,9	1,3
	ABR	96,1	94,8	90,9	72,7	48,0	22,1	13,0	1,3	0,0	0,0
	MAI	96,1	90,9	76,6	41,6	15,6	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUN	92,2	79,2	50,7	14,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUL	81,8	61,0	28,6	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	48,0	32,5	5,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	36,4	23,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	42,9	20,8	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	49,3	32,5	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	67,5	46,8	26,0	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

IV - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA PARA MAIORES PRECIPITAÇÕES DIÁRIAS

POSTO	PERÍODO DE RETORNO (ANOS)										← H(mm) ←
	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	
UMARI	85,1	96,3	102,5	106,7	109,9	112,5	116,6	119,7	125,2	129,2	

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

V - HIETOGRAMAS



FORNTE = ATLAS PERH

000021



3.2. Outros Parâmetros Climatológicos

Os demais parâmetros climatológicos foram estimados a partir dos dados da estação de Iguatu. Tal consideração não apresenta inconveniências, face à uniformidade e constância do clima da região semi-árida do Nordeste Brasileiro. Esta estação é a mais próxima à área do estudo.

Os principais parâmetros climatológicos da estação de Iguatu estão resumidos no Quadro 3.3, e são comentados a seguir.

3.2.1. Temperatura

Relativamente ao regime térmico, as altas temperaturas associadas às reduzidas amplitudes se constituem na característica básica. A temperatura média anual é da ordem de 27°C, a amplitude entre as médias extremas atingindo a 14°C, devido, principalmente, aos acentuados valores das máximas.

A temperatura média compensada abrange valores que variam de 25,8°C em junho a 29,2°C no mês de novembro. A média das máximas oscila de 31,2°C a 35,7°C, sendo as maiores temperaturas observadas nos meses de outubro a janeiro.

A temperatura média das mínimas apresenta ao longo do ano, uma variação de valores que vão desde 21,0°C a 26,3°C, com o pico mínimo ocorrendo no mês de janeiro.

3.2.2. Umidade Relativa

A umidade relativa do ar varia em função da época chuvosa. Nos meses de maior precipitação ela pode mesmo atingir próximo a 80%, decaindo para menos de 60% no período de estiagem, a média anual é da ordem de 62%.

Em termos médios, varia do valor máximo no mês de abril (77%) e mínimo em outubro e novembro (50%).

3.2.3. Insolação

Uma insolação intensa e fraca nebulosidade predominam na região.

Anualmente, o tempo total de exposição aos raios solares gira em torno de 2000 horas, podendo, nos meses de estiagem, a média diária atingir 10 horas/dia.



De forma idêntica à umidade relativa, os índices de nebulosidade são diretamente relacionados com o período de precipitações, quando a nebulosidade média é maior do que 5 décimos, nos meses secos, tal valor se reduz para 2,5 a 3,0 décimos

A distribuição da insolação ao longo do ano observa uma configuração inversa à umidade relativa. O maior valor observado ocorre no mês de agosto (2 240 horas) e o mínimo em março (820 horas)

3.2.4. Evaporação

As condições climáticas da região induzem à ocorrência de elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração potencial, provocando perdas d'água significativas e um quase permanente "déficit hídrico"

A evaporação média anual em Tanque Classe A é de 1938 mm, os índices mais acentuados registrando-se no segundo semestre, quando as taxas diárias atingem 10 mm/dia

O mês com menor evaporação é março, com uma média de 82 mm. O oposto acontece em agosto com evaporação média no Tanque Classe A de 224 mm

3.2.5. Ventos

A estação de Iguatu não dispõe de dados tratados relativo a ventos, daí adotou-se os dados de Morada Nova

A ocorrência dos ventos na estação Morada Nova não deve, provavelmente, ser idêntica ao da área do Projeto, em virtude do seu regime particular e da diferença de cotas observadas

Em Morada Nova predominam os ventos nordeste e leste, de baixas velocidades no período chuvoso, e que, frequentemente, podem superar a fronteira de 4,0 m/s na época de estiagem, na área objeto do plano supõe-se que a magnitude dos ventos seja reduzida principalmente devido a menor influência dos ventos denominados "Aracati"

3.2.6. Evapotranspiração

De acordo com a metodologia de HARGREAVES, a ETP anual supera 2000 mm, com a seguinte distribuição temporal, para Uman (Lat 6° 39', Long 38° 42'e Alt 350 m)

QUADRO 3.2 - Evapotranspiração Potencial para Uman

MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
ETP (mm)	204	160	146	127	128	130	152	170	180	206	203	209	2020

Fonte: HARGREAVES



3.2.7. Sinótese Climática

Em síntese, a caracterização do clima da área, a partir dos dados pluviométricos e climatológicos disponíveis, se define pelos seguintes indicadores

Pluviometria média anual	787,4 mm
Semestre chuvoso	Dez/Mai
Trimestre úmido	Fev/Abr
Trimestre seco	Ago/Out
Mês de maior pluviosidade	Mar
Temperatura média anual	27,4°C
Media das temperaturas mínimas	22,8°C
Média das temperaturas máximas	33,3°C
Amplitude das médias extremas	10,5°C
Umidade relativa média anual	62%
Período de maior umidade relativa	Mar/Mai
Período de menor umidade relativa	Ago/Out
Insolação anual	2000 horas
Período de maior insolação	Ago/Out
Período de menor insolação	Mar/Mai
Ventos de 1ª predominância	ENE
Ventos de 2ª predominância	S e E
Velocidade média dos ventos	3,2 m/s
Evaporação média anual em tanque classe A	1938 mm
Período de menor evaporação	Mar/Mai
Período de maior evaporação	Ago/Out
ETP média anual	2020 mm

3.2.8. Classificação climática

Para a classificação climática foram utilizadas as classificações de Köppen e Gaussen

De acordo com a classificação de Köppen foi constatado na área em estudo o tipo climático BWX' zona de clima seco muito quente ou megatérmico com chuvas de verão e outono e seca abrangendo o inverno

De acordo com a classificação de Gaussen encontra-se na região o tipo bioclimático 4aTh - (Termoxeroquimérico acentuado) do tipo tropical quente de seca acentuada 7 a 8 meses, índice xerotérmico entre 150 e 200

**QUADRO 3.3 - Estação de Iguatu: Dados Climatológicos (Lat. 6° 22'; Long. 39° 18'; Alt. 79 m)**

PARÂMETRO CLIMATOLÓGICO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
• Temperatura (°C)												
▣ média compensada	28,4	27,4	26,6	26,3	26,0	25,8	26,0	27,0	28,2	29,0	29,2	29,1
▣ média das máximas	34,3	33,0	31,8	31,4	31,2	31,4	32,0	33,4	34,9	35,7	35,5	35,1
▣ média das mínimas	26,3	23,3	22,8	22,7	22,0	21,2	21,0	21,4	22,4	23,1	23,5	23,7
• Umidade Relativa (%)	61,0	69,0	76,0	77,0	73,0	66,0	59,0	54,0	50,0	50,0	52,0	55,0
• Insolação (horas)	172	111	82	84	109	138	186	224	213	222	204	193
• Velocidade do vento (m/s) ☆	3,5	2,8	2,4	2,2	2,4	2,7	3,0	3,5	3,9	4,0	4,1	4,0
• Direção do Vento ☆	ENE	ENE	ENE	SNE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE
• Evaporação classe A (mm)	172	111	82	84	109	138	186	224	213	222	204	193

Fonte PERH/SRH, 1992
 Período dos dados 1931 a 1960

(☆) Os dados da velocidade do vento foram os de Morada Nova



4. ESTUDOS DAS PRECIPITAÇÕES INTENSAS

000026



4. ESTUDOS DAS PRECIPITAÇÕES INTENSAS

4.1 Objetivos do Estudo das Precipitações Intensas

O objetivo do Estudo das Precipitações Intensas é gerar os dados necessários para o cálculo das cheias de projeto, o que proporciona o dimensionamento do sangradouro do Açude e das obras de Drenagem à jusante do barramento

4.2. Metodologia Adotada

Em virtude da não disponibilidade de dados pluviográficos representativos da bacia do riacho Pendência, adotou-se o Método de Taborga Tomco

O método tem o conveniente de incorporar dados de chuvas intensas específicas do local em estudo através dos dados pluviométricos

A metodologia consta das seguintes etapas

- 1ª Etapa - Seleção de um posto pluviométrico representativo do regime de chuvas na bacia hidrográfica,
- 2ª Etapa - Estudo probabilístico das chuvas intensas de um dia de duração no posto selecionado,
- 3ª Etapa - Desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de menores durações,
- 4ª Etapa - Conversão da chuva pontual para a chuva espacial uniformemente distribuída ao longo da bacia hidrográfica

4.3. Seleção do Posto Pluviométrico

O Posto Pluviométrico selecionado foi o da estação 3832361 - Uman Este posto localiza-se no interior da bacia estudada

4.4. Estudo Probabilístico do Regime de Chuvas

O estudo probabilístico do regime de chuvas foi o integrante do Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH-1992)

Neste estudo obteve-se a análise de frequência para maiores precipitações diárias através do ajuste de série de maiores valores de chuva diária de cada ano à Lei de Distribuição de Probabilidades Pearson III A tabela fornecida (Figura 3.1 - IV) permite estimar de imediato, o período de retorno/frequência para um dado índice pluviométrico diário



4.5 Desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de menores durações - Posto de Umari.

De acordo com a metodologia de Tomco a desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de menores durações, segue o seguinte roteiro

- 1º Plotar os valores da Figura 3.1 - IV, no papel aritmético de probabilidade e extrapolar as precipitações máximas diárias para T_r de 500, 1 000 e 10 000 anos com o gráfico de probabilidade de Gauss (Figura 4.1),
- 2º Multiplicar a chuva de um dia de duração por 1,095 para obter-se a chuva pontual de 24 horas,
- 3º Determinar a isozona onde está localizada o centro de gravidade da bacia hidrográfica a partir da Figura 4.2),
- 4º Estimar para os diversos períodos de retorno, a chuva de 1 hora de duração a partir da chuva de 24 horas, através da multiplicação pelo fator R_{1h} ,
- 5º Plotar os valores P_{24h} e P_{1h} em papel probabilístico para obtenção de chuvas de durações intermediárias

No Quadro 4.1 encontram-se o roteiro dos cálculos para o Posto de Umari

Quadro 4.1 - Precipitações Máximas, Pontuais na Bacia Hidrográfica

T_r (anos)	F (%)	P_{pd} (mm)	P_{p24h} (mm)	R_{1h} (%)	P_{p1h} (mm)
5	20,00	85,1	93,19	47,9	44,64
10	10,00	96,3	105,45	47,4	49,98
20	5,00	106,7	116,84	47,0	54,92
25	4,00	109,9	120,34	46,0	55,36
50	2,00	119,7	131,07	46,1	60,42
75	1,33	125,2	137,09	45,9	62,92
100	1,00	129,2	141,47	44,9	63,52
500	0,20	145,0	158,78	44,9	71,29
1000	0,10	150,0	164,25	44,5	73,09
10000	0,01	170,0	186,15	43,1	80,23

T_r = Tempo de retorno

F = Frequência = $1/T_r$

P_{pd} = Chuva total em um dia (Figura 3.1 - IV),

P_{p24h} = Chuva pontual de 24 horas de duração,

R_{1h} = Fator de transformação da chuva de 24 horas em chuva de 1 hora para Isozona G

P_{p1h} = Chuva pontual de uma hora de duração

4.6. Transformação da Chuva Pontual em chuva uniforme sobre a bacia.

A conversão da chuva pontual em chuva uniformemente sobre a área da bacia foi feita através da relação

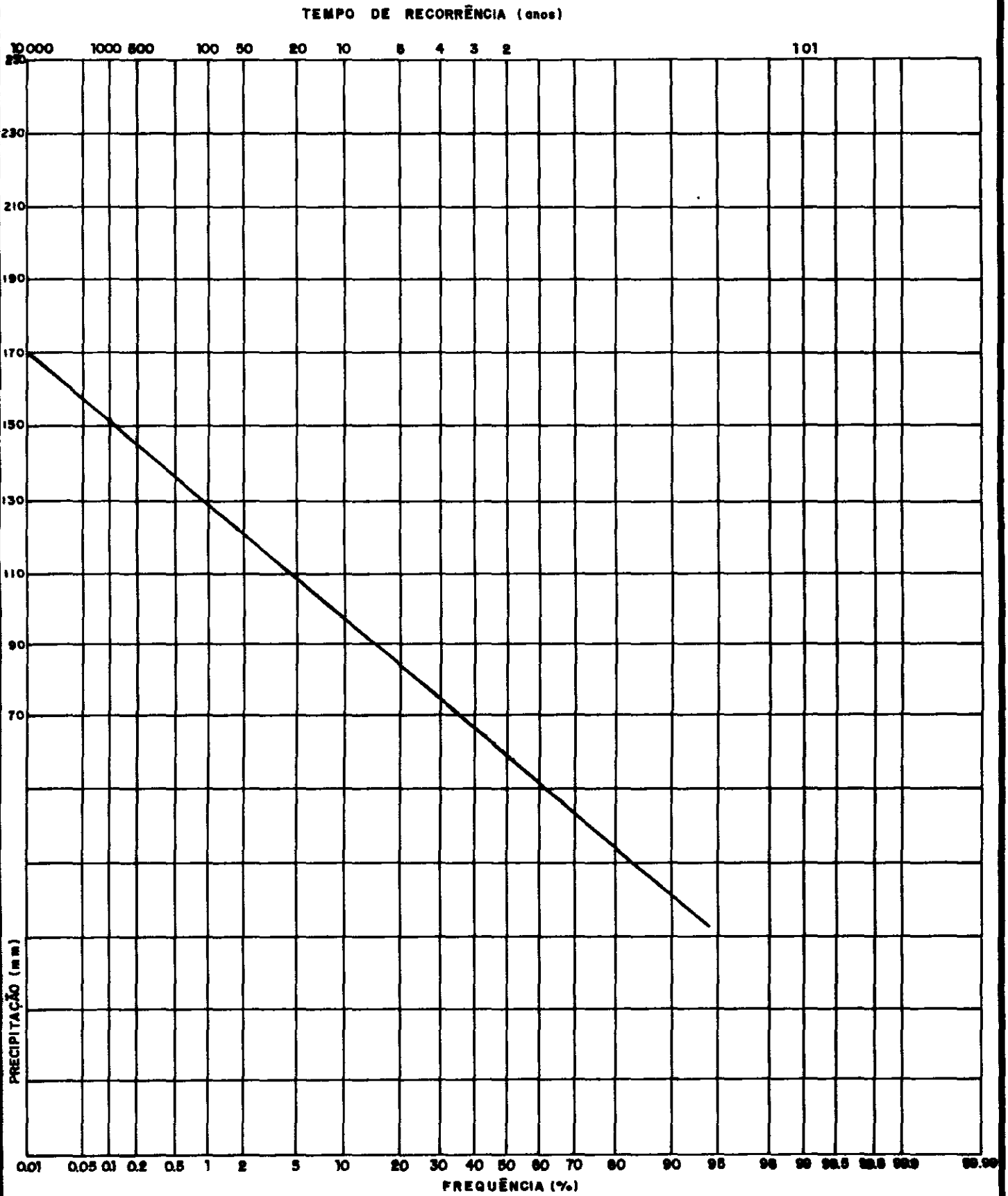
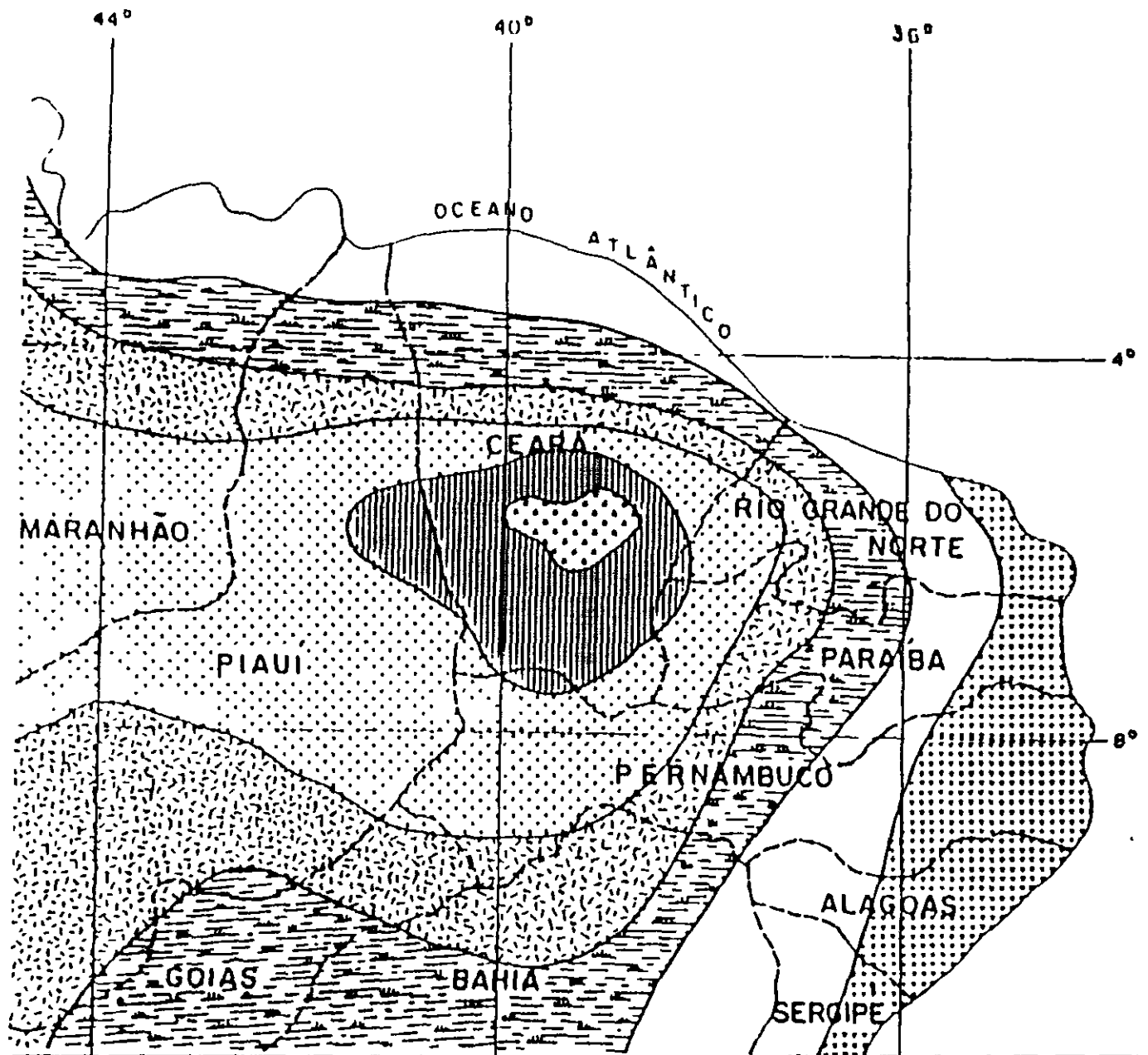


FIGURA 4.1 - PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

006029

FIGURA 4 2



ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS

ISOZONA	1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 min / 24h CHUVA	
	5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
B	38,1	37,8	37,4	37,4	37,3	37,2	36,9	36,6	35,4	34,3	8,4	7,5
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	38,0	39,4	37,2	36,2	9,6	9,0
D	42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E	44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,2	42,6	42,2	40,9	39,6	12,8	11,2
F	46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,8	12,4
G	47,9	47,4	47,2	47,0	46,0	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,0	46,3	44,8	16,7	14,9

006030

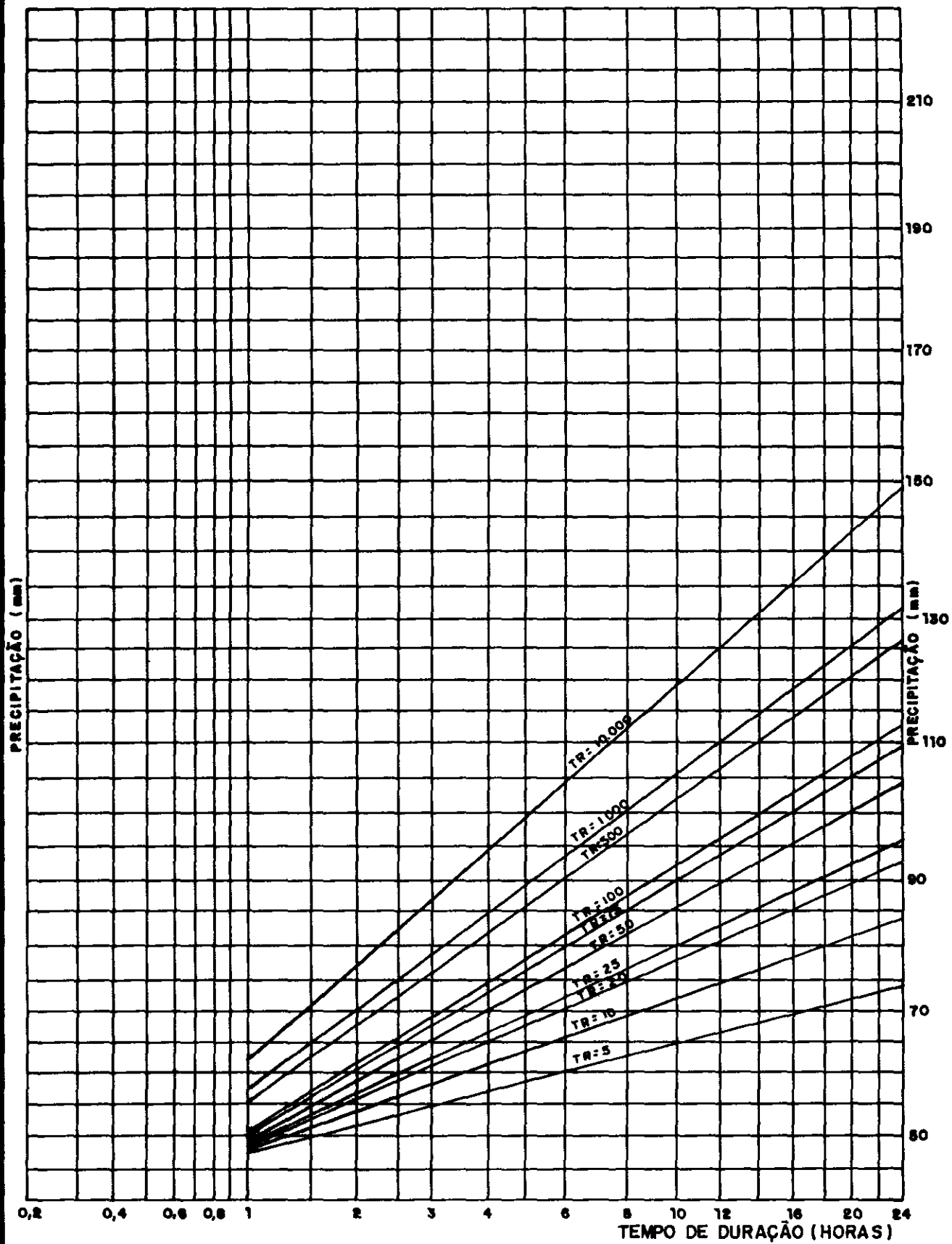


FIGURA 4.3 - PRECIPITAÇÃO MÁXIMAS PONTUAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE POMBAS

000031



$$\frac{P_a}{P_p} = 1 - W \log \frac{A}{A_p}$$

Onde

P_a = Precipitação média distribuída sobre toda a bacia,

P_p = Precipitação máxima pontual no centro de gravidade da bacia,

W = Constante regional igual a 0,22 no Nordeste do Brasil,

A = Área da bacia hidrográfica,

A_p = Área base na qual $P_p = P_a$

Assim tem-se

$$\frac{P_a}{P_p} = 1 - 0,22 \log \frac{208,5}{25} = 0,797$$

No **Quadro 4.2** resume os cálculos das precipitações máximas, pontuais na bacia hidrográfica

A **Figura 4.3** mostra o gráfico da Altura de chuva distribuída na Bacia Hidrográfica do Açude Pombas (208,5 Km²) versus tempo de duração para diversos tempos de retorno

QUADRO 4.2 - Precipitações Máximas, Pontuais na Bacia Hidrográfica do Açude Pombas

TR (anos)	$P_{p,24h}$ (mm)	$P_{p,1h}$	P_a/P_p	$P_{r,24h}$ (mm)	$P_{r,1h}$ (mm)
5	93,19	44,64	0,797	74,27	35,58
10	105,45	49,98	0,797	84,04	39,83
20	116,84	54,92	0,797	93,12	43,77
25	120,34	55,36	0,797	95,91	44,12
50	131,07	60,42	0,797	104,46	48,16
75	137,09	62,92	0,797	109,26	50,15
100	141,47	63,52	0,797	112,75	50,63
500	158,78	71,29	0,797	126,55	56,82
1000	164,25	73,09	0,797	130,91	58,25
10000	186,15	80,23	0,797	148,36	63,94



5. ESTUDOS DAS CHEIAS DE PROJETO

000033



5. ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO

5.1. Objetivo

O estudo das cheias de Projeto tem por objetivo permitir o dimensionamento do vertedouro da barragem com segurança e economia

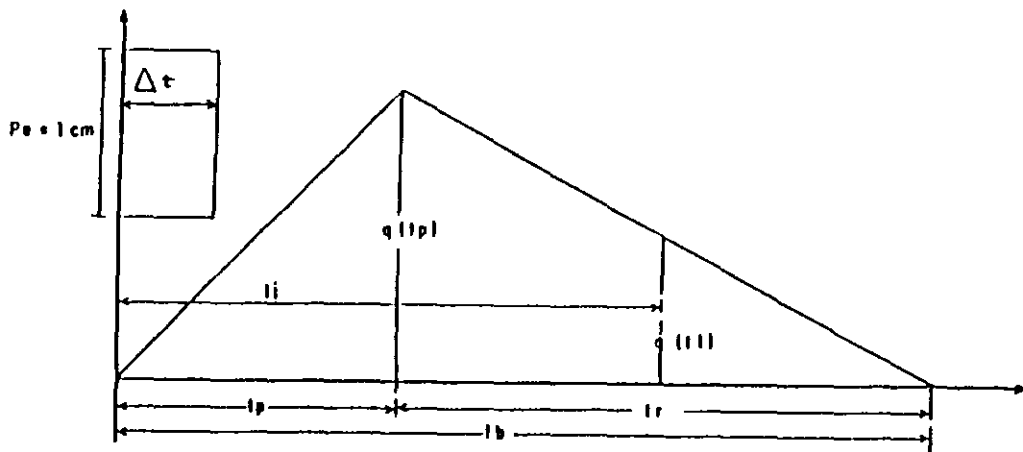
5.2. Metodologia

Para a bacia do Açude Pombas não existem registros de vazões observadas, o que força a utilização de um método indireto para o estudo das cheias

O método adotado foi o do hidrograma unitário sintético do Soil Conservation Service (SCS), em virtude de ser o mais utilizado nos projetos de açudes no Estado do Ceará em situações de ausência e observações de vazões de cheias

O hidrograma unitário triangular (HUT) para uma chuva efetiva (P_e) de um centímetro de altura e duração unitária Δt pode ser esquematizado na Figura 5.1

Figura 5.1 - Esquema do Hidrograma Unitário Triangular (HUT) para uma chuva efetiva (P_e) de 1 cm no tempo unitário Δt .



Onde

$q(t_p)$ = descarga de pico (m^3/s)

A = área da bacia (km^2)

T_p = tempo de pico (hora) = $\Delta t/2 + 0,6 T_c$

T_c = tempo de concentração (horas)

T_r = tempo de descida (horas) = $1,67 T_p$

T_b = tempo base (hora) = $2,67 T_p$

Δt = tempo unitário (horas) = $T_c/5$



a) Tempo de concentração (T_c) foi estimado através da fórmula do Califórnia Highways Public Roads

$$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

onde

T_c = tempo de concentração em minutos,

L = comprimento do talvegue em km,

H = máximo desnível medido ao longo do nacho Jenipapeiro em metros

Para L = 37,5 km e H = 505,00 m

tem-se

$$T_c = 57 \left(\frac{37,5^3}{505,00} \right)^{0,385} = 341,28 \text{ min} = 5,7 \text{ horas} \checkmark$$

b) Tempo unitário (Δt)

$$\Delta t = \frac{t_c}{5} = \frac{5,7}{5} = 1,14 \text{ horas}$$

c) Tempo de pico (T_p)

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 T_c = 3,99 \text{ horas} \checkmark$$

$\frac{1,14}{2} + 0,6 \times 5,7 = 3,99 \text{ h}$

d) Tempo-base (T_b)

$$T_b = 2,67 \times T_p = 10,65 \text{ horas}$$



e) Descarga de ponta no HUT ($q(t_p)$)

$$q(t_p) = \frac{2,08 \times A}{t_p} = \frac{2,08 \times 208,5}{3,99} = 108,69 \text{ m}^3/\text{s/cm}$$

O HUT obtido tem o aspecto mostrado na **Figura 5.2**

A metodologia aplicada para obtenção das cheias de projetos é descrita a seguir

5.2.1. Determinação do CN

O valor do CN (Curva Number), foi adotado a partir da carta de zoneamento do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Da análise desse mapa, classificou-se como "D", cem por cento dos solos da bacia do Açude Pombas

De acordo com SCS os solos de classe D possuem alto potencial de escoamento, e muita baixa capacidade de infiltração, tendo alto potencial de formação de cheias. A vegetação predominante é a caatinga arbustiva densa

O CN correspondente ao complexo solo vegetação da bacia em estudo é 80

5.2.2. Seleção do Período de Retorno

O açude Pombas por sua localização e capacidade, não justifica a adoção de cheias de projeto do porte de cheia máxima provável ou mesmo a decamilenar. Para dimensionar o sangradouro desse açude, adotou-se um procedimento que vem do consenso dos engenheiros de recursos hídricos do estado, válido para açudes médios dimensionar o sangradouro para deixar passar, em condição de revanche e folga normais, uma cheia milenar, verificar se a cheia decamilenar passa com folga zero

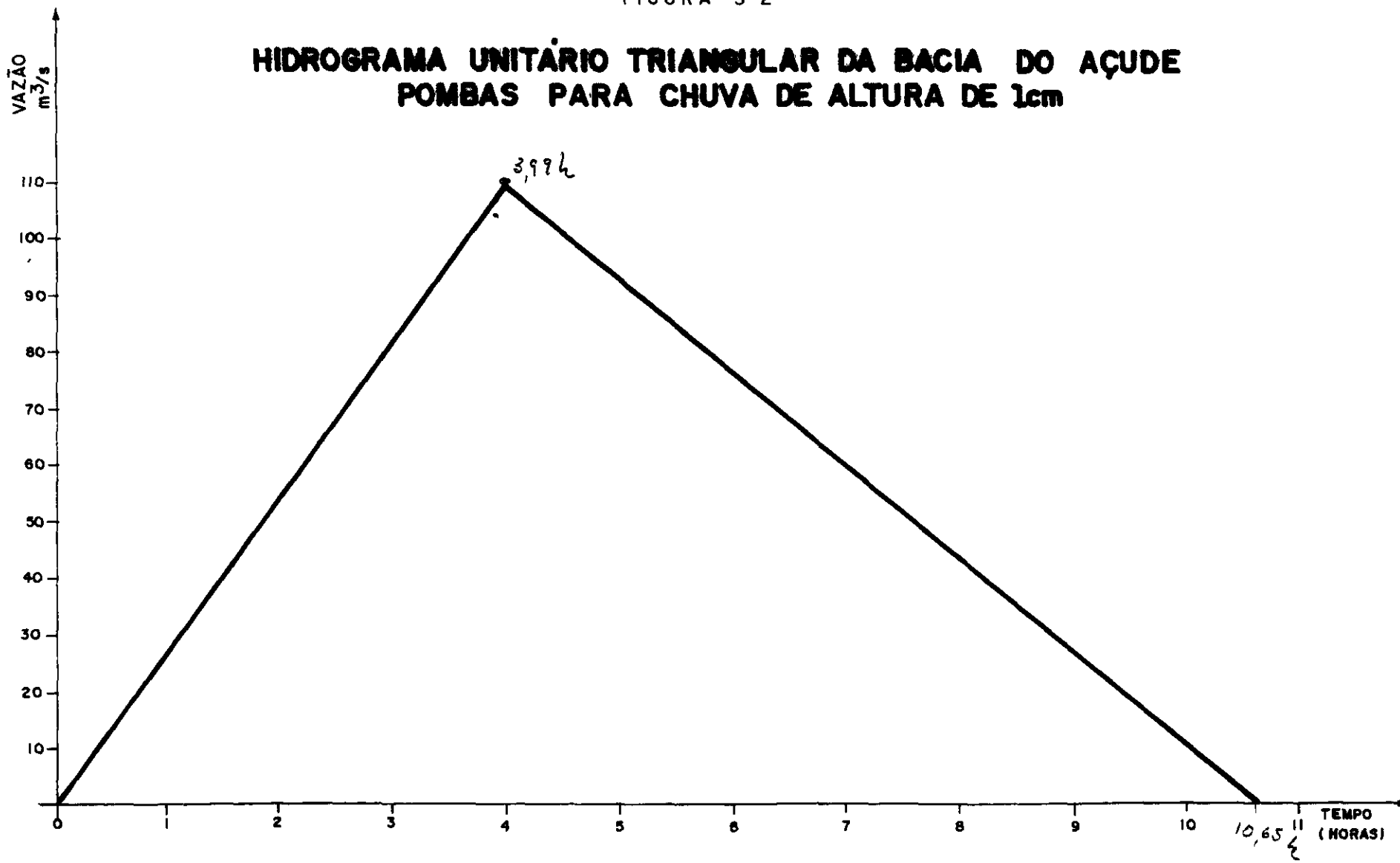
5.2.3. Cálculo da Chuva de Projeto

Para determinar a precipitação efetiva utilizou-se a Fórmula do Soil Conservation Service.

$$P_e = \frac{(P_a - 5080 / CN + 50,8)^2}{P_a + 20320 / CN - 203,2}, \text{ se } P - 5080 + 50,80 > 0$$

FIGURA 5 2

**HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR DA BACIA DO AÇUDE
POMBAS PARA CHUVA DE ALTURA DE 1cm**



11037



$$e Pe = 0, \text{ se } P - \frac{5080}{CN} + 50,8 \leq 0$$

Onde

Pe = precipitação efetiva em mm,

Pa = precipitação total em mm,

CN = número de deflúvio.

A duração da chuva de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia

Para o açude Pombas os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 5.1**

Quadro 5.1 - Precipitação efetiva na Bacia Hidrográfica do Açude Pombas para uma curva de 5,7 horas e diversos períodos de retorno (Tr)

TR (anos)	Tc (h)	CN	Pa (mm)	Pe (mm)
100	5,7	80	82	36,16
500	5,7	80	88	40,85
1 000	5,7	80	92,5	44,44
10 000	5,7	80	102,5	52,60

5.2.4. Cheias de Projeto

Para obtenção do Hidrograma total para uma chuva de 5,7 horas de duração, utilizou-se a convolação de Hidrogramas unitários do SCS

Para determinação das cheias de projeto adotou-se a relação, característica dos hidrogramas unitários

$$Q1_j = Pe_1$$

$$Q2_j = Pe_2$$



Onde

$Q1_j$ = vazão no tempo t para uma chuva de 5,7 h de duração (ver Figura 4.3),

$Q2_j$ = vazão no tempo t para o período de retorno Tr ,

Pe_1 = precipitação efetiva medida para uma chuva unitária de 5,7 horas de duração ($Pe_1 = 5 \times 10,0 \text{ mm} = 50,0 \text{ mm}$),

Pe_2 = precipitação efetiva para o período de retorno Tr (ver Quadro 5.1)

No **Quadro 5.2** resume-se as vazões máximas de projeto para o açude Pombas

QUADRO 5.2 - Vazões Máximas de Projeto

Tr	Vazão máxima (m^3/s)
100	294,09
500	332,23
1 000	361,43
10 000	427,80

QUADRO 5.3 - Hidrograma Total para uma Chuva de 5,7 horas de Duração

t (horas inc.0,15	q1 (m ³ /s)	q2 (m ³ /s)	q3 (m ³ /s)	q4 (m ³ /s)	q5 (m ³ /s)	q total (m ³ /s)	q Tr=100	q Tr=500	q Tr=1000	q Tr=10000
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,15	4,09	0,00	0,00	0,00	0,00	4,09	2,96	3,34	3,64	4,30
0,30	8,17	0,00	0,00	0,00	0,00	8,17	5,91	6,67	7,26	8,59
0,45	12,26	0,00	0,00	0,00	0,00	12,26	8,87	10,02	10,90	12,90
0,60	16,34	0,00	0,00	0,00	0,00	16,34	11,82	13,35	14,52	17,19
0,75	20,43	0,00	0,00	0,00	0,00	20,43	14,77	16,69	18,16	21,49
0,90	24,52	0,00	0,00	0,00	0,00	24,52	17,73	20,03	21,79	25,80
1,05	28,60	0,00	0,00	0,00	0,00	28,60	20,68	23,37	25,42	30,09
1,20	32,69	4,09	0,00	0,00	0,00	36,78	26,60	30,05	32,69	38,69
1,35	36,77	8,17	0,00	0,00	0,00	44,94	32,50	36,72	39,94	47,28
1,50	40,86	12,26	0,00	0,00	0,00	53,12	38,42	43,40	47,21	55,88
1,65	44,95	16,34	0,00	0,00	0,00	61,29	44,32	50,07	54,47	64,48
1,80	49,03	20,43	0,00	0,00	0,00	69,46	50,23	56,75	61,74	73,07
1,95	53,12	24,52	0,00	0,00	0,00	77,64	56,15	63,43	69,01	81,68
2,10	57,21	28,60	0,00	0,00	0,00	85,81	62,06	70,11	76,27	90,27
2,25	61,29	32,69	4,09	0,00	0,00	98,07	70,92	80,12	87,16	103,17
2,40	65,38	36,77	8,17	0,00	0,00	110,32	79,78	90,13	98,05	116,06
2,55	69,46	40,86	12,26	0,00	0,00	122,58	88,65	100,15	108,95	128,95
2,70	73,55	44,95	16,34	0,00	0,00	134,84	97,52	110,16	119,85	141,85
2,85	77,64	49,03	20,43	0,00	0,00	147,10	106,38	120,18	130,74	154,75
3,00	81,72	53,12	24,52	0,00	0,00	159,36	115,25	130,20	141,64	167,65
3,15	85,81	57,21	28,60	0,00	0,00	171,62	124,12	140,21	152,54	180,54
3,30	89,89	61,29	32,69	0,00	0,00	183,87	132,97	150,22	163,42	193,43
3,45	93,98	65,38	36,77	4,09	0,00	200,22	144,80	163,58	177,96	210,63
3,60	98,07	69,46	40,86	8,17	0,00	216,56	156,62	176,93	192,48	227,82
3,75	102,15	73,55	44,95	12,26	0,00	232,91	168,44	190,29	207,01	245,02
3,99	108,69	77,64	49,03	16,34	0,00	251,70	182,03	205,64	223,71	264,79
4,05	107,71	81,72	53,12	20,43	0,00	262,98	190,19	214,85	233,74	276,65
4,20	105,26	85,81	57,21	24,52	0,00	272,80	197,29	222,88	242,46	286,99
4,35	102,81	89,89	61,29	28,60	0,00	282,59	204,37	230,88	251,17	297,28
4,50	100,37	93,98	65,38	32,69	4,09	296,51	214,44	242,25	263,54	311,93
4,65	97,92	98,07	69,46	36,77	8,17	310,39	224,47	253,59	275,87	326,53
4,80	95,47	102,15	73,55	40,86	12,26	324,29	234,53	264,94	288,23	341,15
4,95	93,02	108,69	77,64	44,95	16,34	340,64	246,35	278,30	302,76	258,35
5,10	90,58	107,71	81,72	49,03	20,43	349,47	252,74	285,52	310,61	367,64
5,25	88,13	105,26	85,81	53,12	24,52	356,84	258,07	291,54	317,16	375,40
5,40	85,68	102,81	89,89	57,21	28,60	364,19	263,38	297,54	323,69	383,13
5,55	83,23	100,37	93,98	61,29	32,69	371,56	268,71	303,56	330,24	390,88
5,70	80,78	97,92	98,07	65,38	36,77	378,92	274,03	309,58	336,78	398,62
5,85	78,34	95,47	102,15	69,46	40,86	386,28	279,36	315,59	343,33	406,37
6,00	75,89	93,02	108,69	73,55	44,95	396,10	286,46	323,61	352,05	416,70
6,15	73,44	90,58	107,71	77,64	49,03	398,40	288,12	325,49	354,10	419,12
6,30	70,99	88,13	105,26	81,72	53,12	399,22	288,72	326,16	354,83	419,98

006640



Continuação do Quadro 5.3 - Hidrograma Total para uma Chuva de 5,7 horas de Duração

t (horas inc 0,15	q1 (m ³ /s)	q2 (m ³ /s)	q3 (m ³ /s)	q4 (m ³ /s)	q5 (m ³ /s)	q total (m ³ /s)	q Tr=100	q Tr=500	q Tr=1000	q Tr=10000
6,45	68,54	85,68	102,81	85,81	57,21	400,05	289,32	326,84	355,56	420,85
6,60	66,10	83,23	100,37	89,89	61,29	400,88	289,28	327,52	356,30	421,73
6,75	63,65	80,78	97,92	93,98	65,38	401,71	290,52	328,20	357,04	422,60
6,90	61,20	78,34	95,47	98,07	69,46	402,54	291,12	328,88	357,78	423,47
7,05	58,75	75,89	93,02	102,15	73,55	403,36	291,71	329,55	358,51	424,33
7,20	56,30	73,44	90,58	108,69	77,64	406,65	294,09	332,23	361,43	427,80
7,35	53,86	70,99	88,13	107,71	81,72	402,41	291,02	328,77	357,66	423,34
7,50	51,41	68,54	85,68	105,26	85,81	396,70	286,89	324,10	352,59	417,33
7,65	48,96	66,10	83,23	102,81	89,89	390,99	282,76	319,44	347,51	411,32
7,80	46,51	63,65	80,78	100,37	93,98	385,29	278,64	314,78	342,45	405,33
7,95	44,06	61,20	78,34	97,92	98,07	379,59	274,52	310,13	337,38	399,33
8,10	41,62	58,75	75,89	95,47	102,15	373,88	270,32	305,46	332,30	393,32
8,25	39,17	56,30	73,44	93,02	108,69	370,62	268,03	302,80	329,41	389,89
8,40	36,72	53,86	70,99	90,58	107,71	359,86	260,25	294,01	319,84	378,57
8,55	34,27	51,41	68,54	88,13	105,26	347,61	251,39	284,00	308,96	365,69
8,70	31,82	48,96	66,10	85,68	102,81	335,37	242,54	274,00	298,08	352,81
8,85	29,38	46,51	63,65	83,23	100,37	323,14	233,69	264,01	287,21	339,94
9,00	26,93	44,06	61,20	80,78	97,92	310,89	224,84	254,00	276,32	327,06
9,15	24,48	41,62	58,75	78,34	95,47	298,66	215,99	244,01	265,45	314,19
9,30	22,03	39,17	56,30	75,89	93,02	286,41	207,13	234,00	254,56	301,30
9,45	19,58	36,72	53,86	73,44	90,58	274,18	198,29	224,01	243,69	288,44
9,60	17,14	34,27	51,41	70,99	88,13	261,94	189,44	214,00	232,81	275,56
9,75	14,69	31,82	48,96	68,54	85,68	249,69	180,58	204,00	221,92	262,67
9,90	12,24	29,38	46,51	66,10	83,23	237,46	171,73	194,00	211,05	249,81
10,05	9,79	26,93	44,06	63,65	80,78	225,21	162,87	184,00	200,17	236,92
10,20	7,34	24,48	41,62	61,20	78,34	212,98	154,03	174,00	189,30	224,05
10,35	4,90	22,03	39,17	58,75	75,89	200,74	145,18	164,00	178,42	221,18
10,50	2,45	19,58	36,72	56,30	73,44	188,49	136,32	154,00	167,53	198,29
10,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Q máximo	294,09	332,23	361,43	427,80
-----------------	---------------	---------------	---------------	---------------

000041



5.3. O amortecimento da cheia pelo sangradouro

O dimensionamento de lâmina máxima de sangria é determinado através do hidrograma efluente, o qual é uma função do hidrograma afluente, da relação altura x vazão do sangradouro e da forma do reservatório

Considera-se a vazão de saída sobre a seção de controle como a única saída do reservatório. Assim, pela conservação da massa tem-se

$$Q_e - Q_s = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (a)$$

sendo, Q_e = vazão de entrada, Q_s = vazão de saída

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \text{Variação do volume com o tempo}$$

A vazão de saída Q_s obedece a função do vertedouro

$$Q_s = CLh^{3/2}$$

sendo, L = Largura do vertedouro

Para se resolver o problema, integra-se a equação (a) por diferenças finitas

A seguir, detalha-se o procedimento do cálculo do hidrograma efluente ($Q_s \times t$), para as condições de projetos do açude Pombas

$T_r = 1000$ e 10000 anos

largura do sangradouro = 80, 100, 120 e 140 m

Estudo de Propagação de Enchentes no Reservatório

Cota do sangradouro = 262,00 m

$$Y_1 = \frac{V_1}{3600} - \frac{1}{2} CL h_1^{3/2} \Rightarrow C=1,77$$

$L = 80,0 \text{ m}, 100,0 \text{ m}, 120,0 \text{ m e } 140,0 \text{ m}$

$$Y_2 = \frac{V_{j+1}}{3600} + \frac{1}{2} CL h_{j+1}^{3/2} \Rightarrow C=1,77$$

$L = 80,0 \text{ m}, 100,0 \text{ m}; 120,0 \text{ m e } 140,0 \text{ m}$

000042



QUADRO 5.4 - Determinação de y1 e y2

h (m)	V (m³)	Y1 p/L=80m	Y1 p/L=100m	Y1 p/L=120m	Y1 p/L=140m	Y2 p/L=80m	Y2 p/L=100m	Y2 p/L=120m	Y2 p/L=140m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	801427	216,29	214,70	213,12	211,54	228,95	230,53	232,12	233,70
0,40	1602854	427,33	422,85	418,37	413,89	463,15	467,63	498,97	476,58
0,60	2404281	634,95	626,72	618,50	610,27	700,76	708,99	717,21	725,44
0,80	3205708	839,81	827,15	814,48	801,82	941,13	953,80	966,46	979,13
1,00	4007135	1042,29	1024,59	1006,89	989,19	1183,89	1201,59	1219,29	1236,99
1,20	4860945	1284,97	1261,70	1238,44	1215,17	1471,11	1494,38	1517,64	1540,91
1,40	5914755	1525,71	1496,39	1467,07	1437,75	1760,27	1789,59	1818,91	1848,23
1,60	6868566	1764,65	1728,82	1693,00	1657,18	2051,22	2087,05	2122,87	2158,69
1,80	7822377	2001,90	1959,16	1916,41	1873,67	2343,86	2386,61	2429,35	2472,10
2,00	8776187	2237,58	2187,51	2137,45	2087,39	2638,08	2688,15	2738,21	2788,27
2,20	9884654	2514,71	2456,95	2399,19	2341,44	2976,77	3034,52	3092,28	3150,04
2,40	10993121	2790,41	2724,60	2658,79	2592,98	3316,88	3382,69	3448,50	3514,31

000043

Figura 5.3
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 80$ m

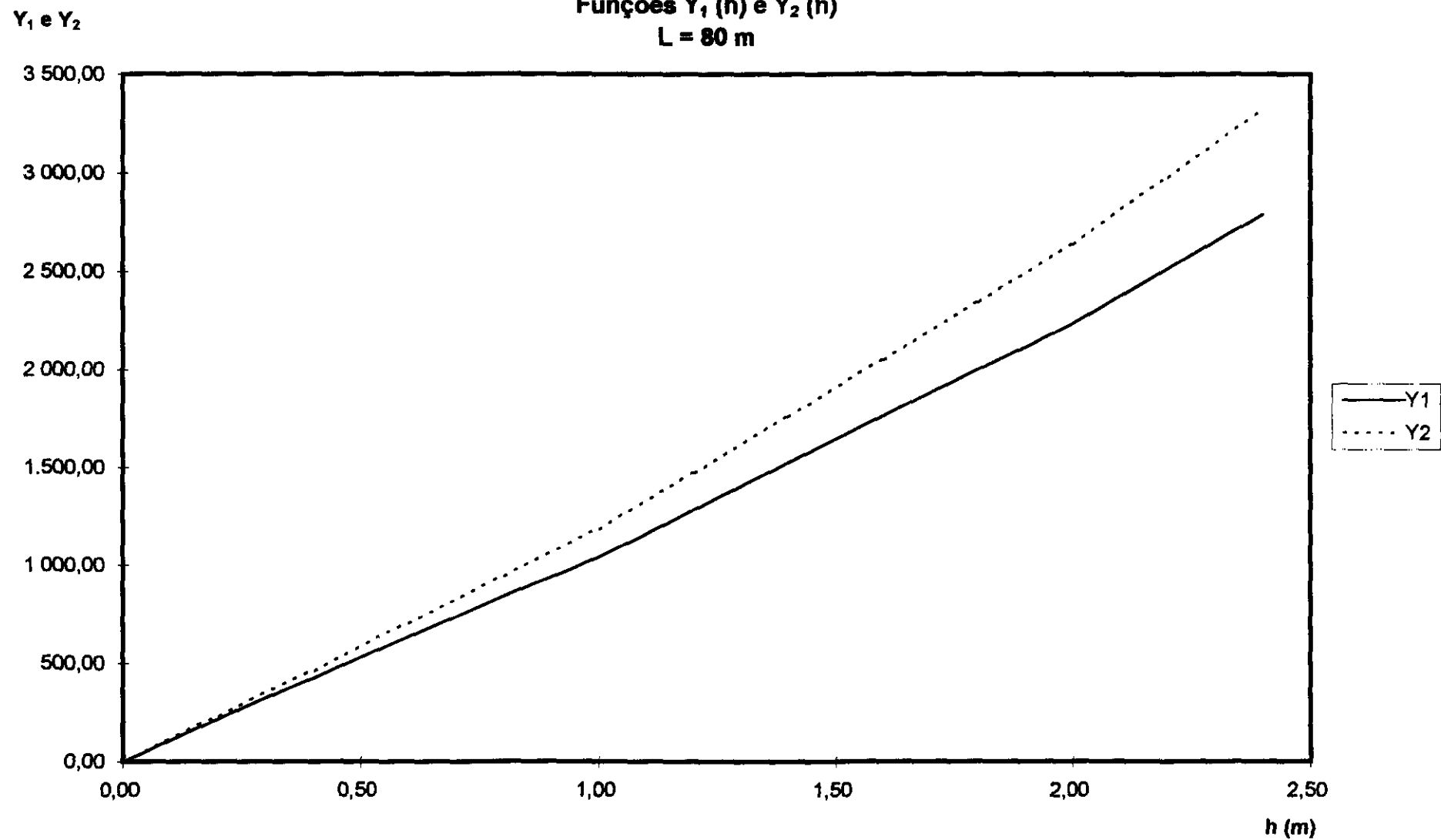
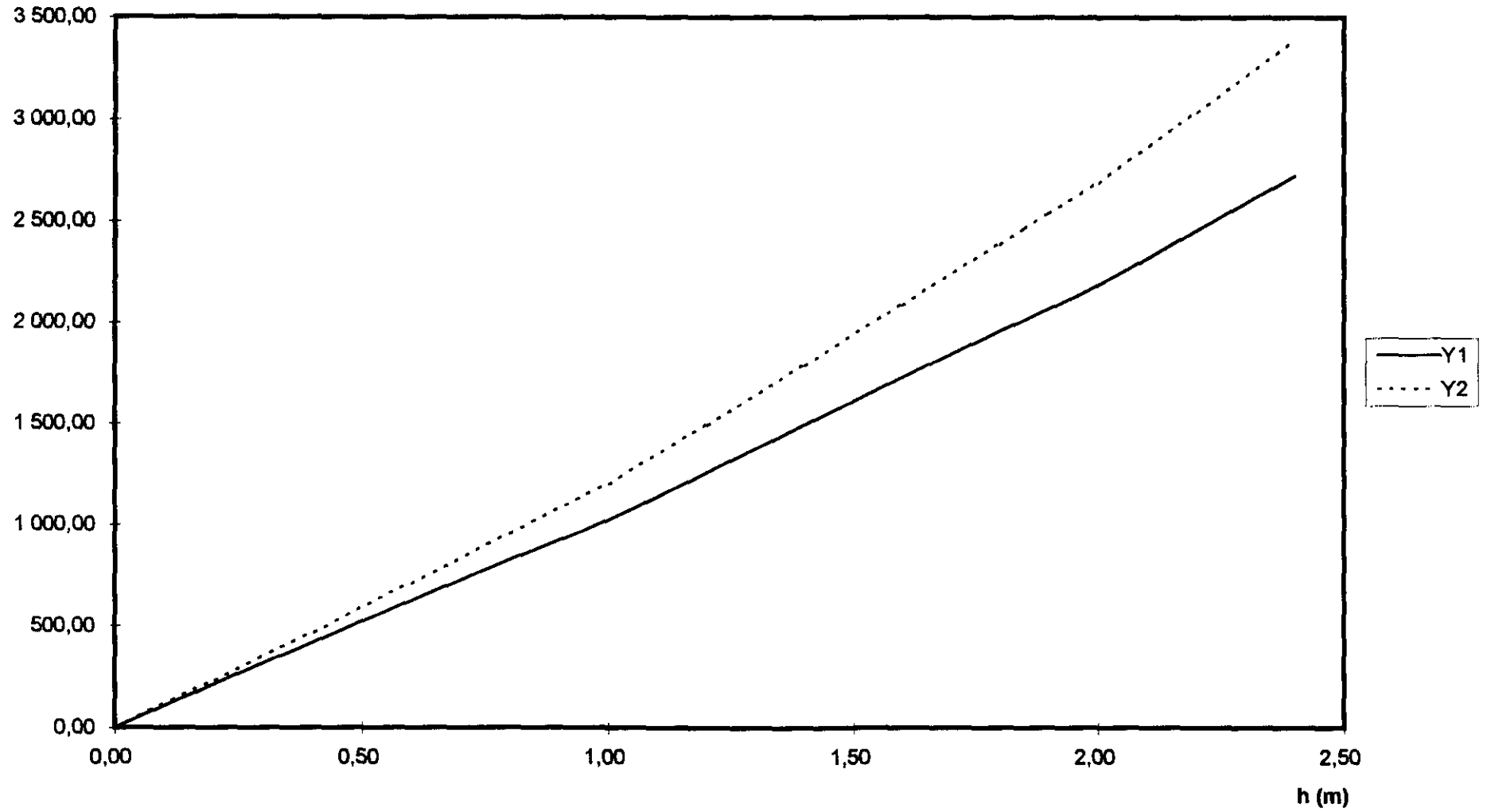


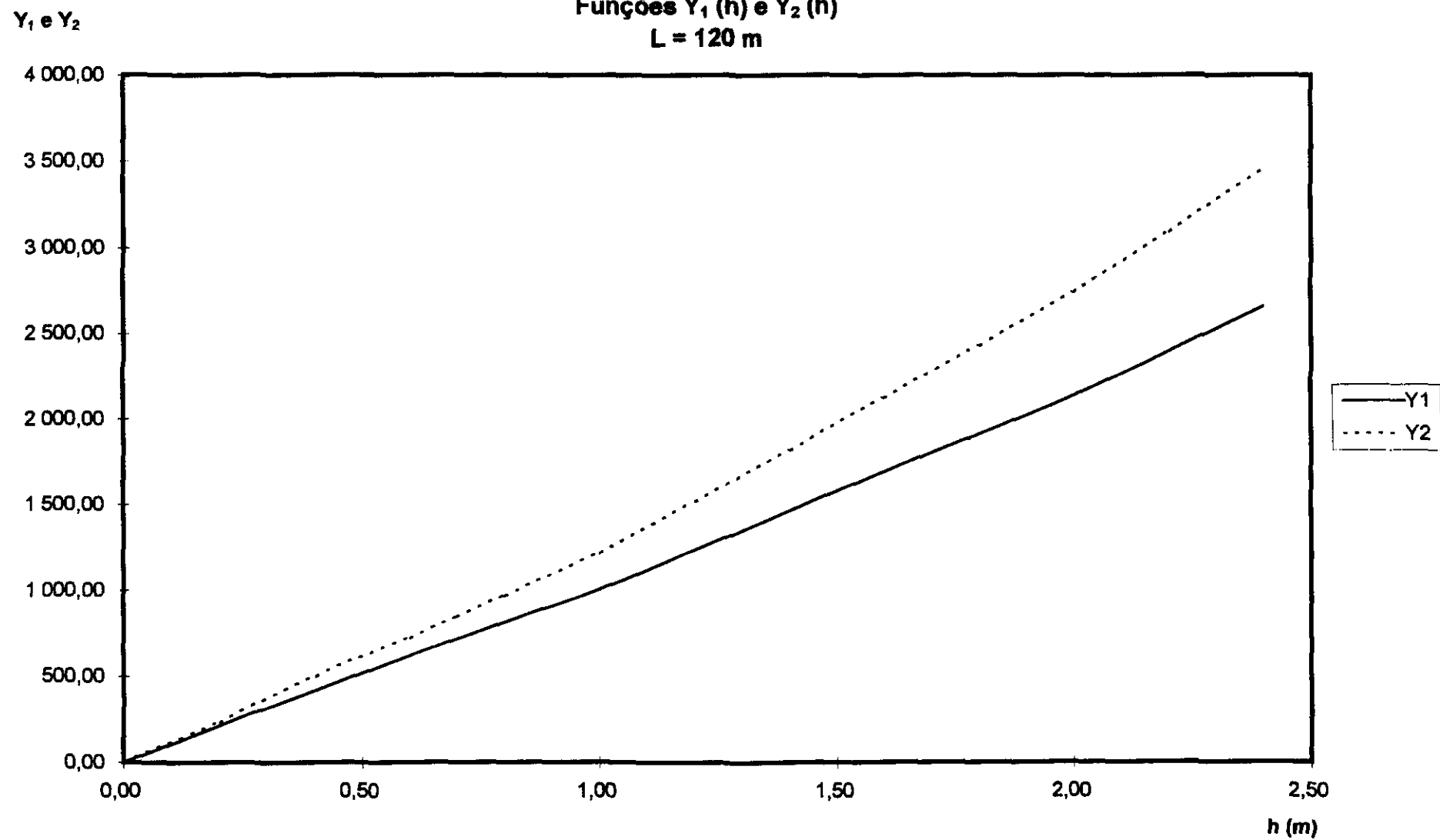
Figura 5.4
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 100$ m

Y_1 e Y_2



000045

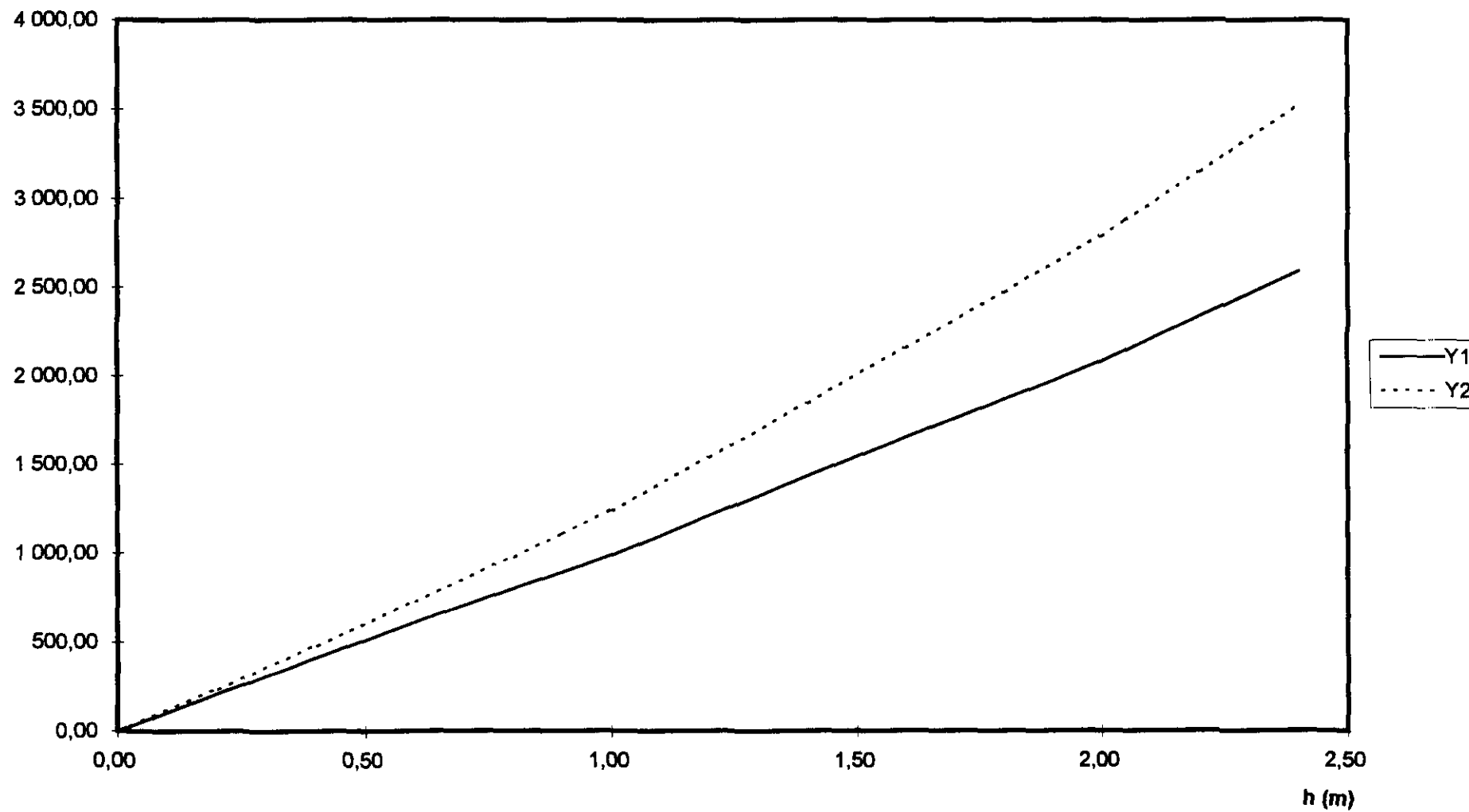
Figura 5.5
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 120$ m



000046

Figura 5.6
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 140$ m

Y_1 e Y_2



006647

**QUADRO 5.5 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 80 m; Tr = 1000 ANOS**

t (h)	h _i (m)	Y _i (h)	Q _a (m ³ /seg)	Y ₂ (h)	h _{i+1} (m)	Q _s (m ³ /seg)	Q _{s_i} (m ³ /seg)	Q _{s_{i+1}} (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,09	112,00	3,63	115,63	0,10	4,15	3,63	4,67
0,25 - 0,50	0,10	120,00	9,08	129,08	0,12	5,18	4,67	5,69
0,50 - 0,75	0,12	125,00	14,53	139,53	0,13	6,26	5,69	6,83
0,75 - 1,00	0,13	150,00	21,79	171,79	0,15	7,43	6,83	8,03
1,00 - 1,25	0,15	160,00	29,06	189,06	0,17	9,08	8,03	10,13
1,25 - 1,50	0,17	175,00	39,95	214,95	0,18	10,37	10,13	10,61
1,50 - 1,75	0,18	212,00	54,48	266,48	0,23	13,22	10,61	15,83
1,75 - 2,00	0,23	238,00	65,38	303,38	0,25	16,66	15,83	17,49
2,00 - 2,25	0,25	275,00	78,09	353,09	0,30	20,48	17,49	23,47
2,25 - 2,50	0,30	325,00	98,06	423,06	0,35	26,29	23,47	29,11
2,50 - 2,75	0,35	375,00	114,40	489,40	0,43	34,62	29,11	40,13
2,75 - 3,00	0,43	450,00	130,75	580,75	0,50	45,00	40,13	49,87
3,00 - 3,25	0,50	525,00	152,53	677,53	0,58	56,30	49,87	62,73
3,25 - 3,50	0,58	613,00	170,69	783,69	0,68	70,97	62,73	79,21
3,50 - 3,75	0,68	700,00	192,49	892,49	0,75	85,69	79,21	92,17
3,75 - 4,00	0,75	775,00	220,38	995,38	0,85	101,47	92,17	110,77
4,00 - 4,25	0,85	888,00	238,10	1126,10	0,96	122,08	110,77	133,39
4,25 - 4,50	0,96	1000,00	253,00	1253,00	1,05	142,77	133,39	152,15
4,50 - 4,75	1,05	1100,00	275,89	1375,89	1,15	163,49	152,15	174,83
4,75 - 5,00	1,15	1225,00	295,50	1520,50	1,25	186,26	174,83	197,69
5,00 - 5,25	1,25	1350,00	309,96	1659,96	1,33	207,54	197,69	217,39
5,25 - 5,50	1,33	1650,00	323,70	1973,70	1,55	245,22	217,39	273,05
5,50 - 5,75	1,55	1700,00	333,51	2035,51	1,58	277,24	273,05	281,43
5,75 - 6,00	1,58	1750,00	344,42	2094,42	1,63	287,95	281,43	294,47
6,00 - 6,25	1,63	1800,00	353,44	2153,44	1,68	301,51	294,47	308,55
6,25 - 6,50	1,68	1850,00	355,20	2205,20	1,70	311,10	308,55	313,65
6,50 - 6,75	1,70	1888,00	356,30	2244,30	1,73	318,03	313,65	322,41
6,75 - 7,00	1,73	1925,00	357,78	2282,78	1,75	325,01	322,41	327,61
7,00 - 7,25	1,75	1950,00	359,97	2309,97	1,76	329,22	327,61	330,83
7,25 - 7,50	1,76	1960,00	357,01	2317,01	1,77	332,03	330,83	333,23
7,50 - 7,75	1,77	1975,00	347,52	2322,52	1,78	334,86	333,23	336,49
7,75 - 8,00	1,78	1988,00	339,92	2327,92	1,78	336,27	336,49	336,05
8,00 - 8,25	1,78	1988,00	333,40	2321,40	1,78	336,27	336,05	336,49
8,25 - 8,50	1,78	1988,00	319,19	2307,19	1,76	333,45	336,49	330,41
8,50 - 8,75	1,76	1960,00	303,52	2263,52	1,74	327,81	330,41	325,21
8,75 - 9,00	1,74	1945,00	287,20	2232,20	1,72	322,21	352,21	319,21
9,00 - 9,25	1,72	1925,00	265,44	2190,44	1,69	315,26	319,21	311,31
9,25 - 9,50	1,69	1875,00	249,13	2124,13	1,65	305,61	311,31	299,91
9,50 - 9,75	1,65	1825,00	232,81	2057,81	1,62	296,04	299,91	292,17
9,75 - 10,00	1,62	1800,00	211,05	2011,05	1,57	285,26	292,17	278,35
10,00 - 10,25	1,57	1738,00	194,74	1932,74	1,53	273,27	278,35	268,19
10,25 - 10,50	1,53	1675,00	178,42	1853,42	1,45	257,61	268,19	247,03
10,50,10,75	1,45	1588,00	83,77	1671,77	1,35	234,67	247,03	222,31

**QUADRO 5.6 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 100 m; Tr = 1000 ANOS**

t (h)	hi (m)	Yi (h)	Qa (m ³ /seg)	Y2 (h)	hi+1 (m)	Qs (m ³ /seg)	Qsi (m ³ /seg)	Qsi+1 (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,07	63,00	3,63	66,63	0,08	3,64	3,63	3,65
0,25 - 0,50	0,08	75,00	9,08	84,08	0,09	4,39	3,65	5,13
0,50 - 0,75	0,09	100,00	14,53	114,53	0,10	5,19	5,13	5,25
0,75 - 1,00	0,10	112,00	21,79	133,79	0,12	6,48	5,25	7,71
1,00 - 1,25	0,12	125,00	29,06	154,06	0,14	8,31	7,71	8,91
1,25 - 1,50	0,14	138,00	39,95	177,95	0,15	9,78	8,91	10,65
1,50 - 1,75	0,15	150,00	54,48	204,48	0,18	11,90	10,65	13,15
1,75 - 2,00	0,18	175,00	65,38	240,38	0,21	15,28	13,15	17,41
2,00 - 2,25	0,21	225,00	78,09	303,09	0,25	19,58	17,41	21,75
2,25 - 2,50	0,25	250,00	98,06	348,06	0,28	24,17	21,75	26,59
2,50 - 2,75	0,28	300,00	114,40	414,40	0,35	31,44	26,59	36,29
2,75 - 3,00	0,35	363,00	130,75	493,75	0,42	42,41	36,29	48,53
3,00 - 3,25	0,42	425,00	152,53	577,53	0,48	53,52	48,53	58,51
3,25 - 3,50	0,48	500,00	170,69	670,69	0,57	67,52	58,51	76,53
3,50 - 3,75	0,57	588,00	192,49	780,49	0,67	86,62	76,53	96,71
3,75 - 4,00	0,67	675,00	220,38	895,38	0,75	106,02	96,71	115,33
4,00 - 4,25	0,75	763,00	238,10	1001,10	0,85	126,84	115,33	138,35
4,25 - 4,50	0,85	875,00	253,00	1128,00	0,95	151,30	138,35	164,25
4,50 - 4,75	0,95	975,00	275,89	1250,89	1,08	181,28	164,25	198,31
4,75 - 5,00	1,08	1075,00	295,50	1370,50	1,13	205,64	198,31	212,97
5,00 - 5,25	1,13	1175,00	309,96	1484,96	1,19	221,19	212,97	229,41
5,25 - 5,50	1,19	1250,00	323,70	1573,70	1,28	243,05	229,41	256,69
5,50 - 5,75	1,28	1338,00	333,51	1671,51	1,33	263,91	256,69	271,13
5,75 - 6,00	1,33	1400,00	344,42	1744,42	1,38	279,21	271,13	287,29
6,00 - 6,25	1,38	1475,00	353,44	1828,44	1,43	294,81	287,29	302,33
6,25 - 6,50	1,43	1525,00	355,20	1880,20	1,48	310,68	302,33	319,03
6,50 - 6,75	1,48	1575,00	356,30	1931,30	1,50	321,93	319,03	324,83
6,75 - 7,00	1,50	1600,00	357,78	1957,78	1,52	328,43	324,83	332,03
7,00 - 7,25	1,52	1625,00	359,97	1984,97	1,53	333,33	332,03	334,63
7,25 - 7,50	1,53	1638,00	357,01	1995,01	1,54	336,62	334,63	338,61
7,50 - 7,75	1,54	1650,00	347,52	1997,52	1,55	339,91	338,61	341,21
7,75 - 8,00	1,55	1660,00	339,92	1999,92	1,55	341,56	341,21	341,91
8,00 - 8,25	1,55	1660,00	333,40	1993,40	1,54	339,91	341,91	337,91
8,25 - 8,50	1,54	1650,00	319,19	1969,19	1,52	334,98	337,91	332,05
8,50 - 8,75	1,52	1625,00	303,52	1928,52	1,49	326,81	332,05	321,57
8,75 - 9,00	1,49	1585,00	287,20	1872,20	1,46	317,09	321,57	312,61
9,00 - 9,25	1,46	1550,00	265,44	1815,44	1,42	305,88	312,61	299,15
9,25 - 9,50	1,42	1500,00	249,13	1749,13	1,38	293,22	299,15	287,29
9,50 - 9,75	1,38	1475,00	232,81	1707,81	1,35	282,29	287,29	277,29
9,75 - 10,00	1,35	1425,00	211,05	1636,05	1,30	269,99	277,29	262,69
10,00 - 10,25	1,30	1375,00	194,74	1569,74	1,25	254,86	262,69	247,03
10,25 - 10,50	1,25	1325,00	178,42	1503,42	1,23	244,41	247,03	241,79
10,50 - 10,75	1,23	1275,00	83,77	1358,77	1,10	222,83	241,79	203,87

**QUADRO 5.7 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 120 m; Tr = 1000 ANOS**

t (h)	h _i (m)	Y _i (h)	Q _a (m ³ /seg)	Y ₂ (h)	h _{i+1} (m)	Q _s (m ³ /seg)	Q _{si} (m ³ /seg)	Q _{si+1} (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,07	63,00	3,63	66,63	0,07	3,93	3,63	4,23
0,25 - 0,50	0,07	63,00	9,08	72,08	0,08	4,37	4,23	4,51
0,50 - 0,75	0,08	88,00	14,53	102,53	0,09	5,27	4,51	6,03
0,75 - 1,00	0,09	105,00	21,79	126,79	0,10	6,23	6,03	6,43
1,00 - 1,25	0,10	113,00	29,06	142,06	0,11	7,23	6,43	8,03
1,25 - 1,50	0,11	120,00	39,95	159,95	0,13	8,85	8,03	9,67
1,50 - 1,75	0,13	125,00	54,48	179,48	0,15	11,15	9,67	12,63
1,75 - 2,00	0,15	150,00	65,38	215,38	0,18	14,28	12,63	15,93
2,00 - 2,25	0,18	175,00	78,09	253,09	0,22	19,07	15,93	22,21
2,25 - 2,50	0,22	225,00	98,06	323,06	0,24	23,45	22,21	24,69
2,50 - 2,75	0,24	250,00	114,40	364,40	0,28	28,22	24,69	31,75
2,75 - 3,00	0,28	288,00	130,75	418,75	0,33	35,87	31,75	39,99
3,00 - 3,25	0,33	338,00	152,53	490,53	0,38	45,01	39,99	50,03
3,25 - 3,50	0,38	388,00	170,69	558,69	0,45	56,94	50,03	63,85
3,50 - 3,75	0,45	463,00	192,49	655,49	0,55	75,38	63,85	86,91
3,75 - 4,00	0,55	563,00	220,38	783,38	0,65	98,97	86,91	111,03
4,00 - 4,25	0,65	650,00	238,10	888,10	0,75	124,63	111,03	138,23
4,25 - 4,50	0,75	763,00	253,00	1016,00	0,85	152,20	138,23	166,17
4,50 - 4,75	0,85	850,00	275,89	1125,89	0,94	180,01	166,17	193,85
4,75 - 5,00	0,94	950,00	295,50	1245,50	1,03	207,80	193,85	221,75
5,00 - 5,25	1,03	1025,00	309,96	1334,96	1,09	231,87	221,75	241,99
5,25 - 5,50	1,09	1100,00	323,70	1423,70	1,15	251,82	241,99	261,65
5,50 - 5,75	1,15	1175,00	333,51	1508,51	1,19	268,83	261,65	276,01
5,75 - 6,00	1,19	1225,00	344,42	1569,42	1,23	282,73	276,01	289,45
6,00 - 6,25	1,23	1263,00	353,44	1616,44	1,28	298,67	289,45	307,89
6,25 - 6,50	1,28	1325,00	355,20	1680,20	1,33	316,69	307,89	325,49
6,50 - 6,75	1,33	1358,00	356,30	1714,30	1,35	329,47	325,49	333,45
6,75 - 7,00	1,35	1413,00	357,78	1770,78	1,38	338,75	333,45	344,05
7,00 - 7,25	1,38	1438,00	359,97	1797,97	1,39	346,20	344,05	348,35
7,25 - 7,50	1,39	1462,00	357,01	1819,01	1,40	349,96	348,35	351,57
7,50 - 7,75	1,40	1465,00	347,52	1812,52	1,40	351,84	351,57	352,11
7,75 - 8,00	1,40	1465,00	339,92	1804,92	1,39	349,96	352,11	347,81
8,00 - 8,25	1,39	1462,00	333,40	1795,40	1,39	348,08	347,81	348,35
8,25 - 8,50	1,39	1462,00	319,19	1781,19	1,38	346,20	348,35	344,05
8,50 - 8,75	1,38	1438,00	303,52	1741,52	1,37	342,46	344,05	340,87
8,75 - 9,00	1,37	1425,00	287,20	1712,20	1,35	336,88	340,87	332,89
9,00 - 9,25	1,35	1413,00	265,44	1678,44	1,30	323,99	332,89	315,09
9,25 - 9,50	1,30	1350,00	249,13	1599,13	1,25	305,83	315,09	296,57
9,50 - 9,75	1,25	1300,00	232,81	1532,81	1,22	291,53	296,57	286,49
9,75 - 10,00	1,22	1250,00	211,05	1461,05	1,18	279,24	286,49	271,99
10,00 - 10,25	1,18	1213,00	194,74	1407,74	1,13	263,70	271,99	255,41
10,25 - 10,50	1,13	1138,00	178,42	1316,42	1,07	245,11	255,41	234,81
10,50 - 10,75	1,07	1088,00	83,77	1171,77	0,96	217,44	234,81	200,07

**QUADRO 5.8 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 140 m; Tr = 1000 ANOS**

t (h)	h _i (m)	Y ₁ (h)	Q _a (m ³ /seg)	Y ₂ (h)	h _{i+1} (m)	Q _s (m ³ /seg)	Q _{si} (m ³ /seg)	Q _{si+1} (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,06	56,00	3,63	59,63	0,06	3,64	3,63	3,65
0,25 - 0,50	0,06	56,00	9,08	65,08	0,07	4,12	3,65	4,59
0,50 - 0,75	0,07	75,00	14,53	89,53	0,08	5,10	4,59	5,61
0,75 - 1,00	0,08	87,00	21,79	108,79	0,09	6,15	5,61	6,69
1,00 - 1,25	0,09	100,00	29,06	129,06	0,10	7,26	6,69	7,83
1,25 - 1,50	0,10	113,00	39,95	152,95	0,12	9,07	7,83	10,31
1,50 - 1,75	0,12	125,00	54,48	179,48	0,15	12,35	10,31	14,39
1,75 - 2,00	0,15	150,00	65,38	215,38	0,18	16,66	14,39	18,93
2,00 - 2,25	0,18	175,00	78,09	253,09	0,21	21,39	18,93	23,85
2,25 - 2,50	0,21	225,00	98,06	323,06	0,25	27,41	23,85	30,97
2,50 - 2,75	0,25	263,00	114,40	377,40	0,30	35,85	30,97	40,73
2,75 - 3,00	0,30	300,00	130,75	430,75	0,35	46,01	40,73	51,29
3,00 - 3,25	0,35	363,00	152,53	515,53	0,43	60,59	51,29	69,89
3,25 - 3,50	0,43	438,00	170,69	608,69	0,50	78,74	69,89	87,59
3,50 - 3,75	0,50	513,00	192,49	705,49	0,58	98,53	87,59	109,47
3,75 - 4,00	0,58	588,00	220,38	808,38	0,65	119,66	109,47	129,85
4,00 - 4,25	0,65	663,00	238,10	901,10	0,78	150,28	129,85	176,66
4,25 - 4,50	0,78	788,00	253,00	1041,00	0,85	182,45	176,66	188,24
4,50 - 4,75	0,85	850,00	275,89	1125,89	0,90	202,88	188,24	217,52
4,75 - 5,00	0,90	900,00	295,50	1195,50	0,95	220,51	217,52	223,50
5,00 - 5,25	0,95	950,00	309,96	1259,96	1,03	244,24	223,50	264,98
5,25 - 5,50	1,03	1025,00	323,70	1348,70	1,08	268,58	264,98	272,18
5,50 - 5,75	1,08	1075,00	333,51	1408,51	1,10	282,00	272,18	291,82
5,75 - 6,00	1,10	1100,00	344,42	1444,42	1,14	293,75	291,82	295,68
6,00 - 6,25	1,14	1125,00	353,44	1478,44	1,17	307,61	295,68	319,54
6,25 - 6,50	1,17	1188,00	355,20	1543,20	1,21	321,71	319,54	323,88
6,50 - 6,75	1,21	1245,00	356,30	1601,30	1,23	333,93	323,88	344,08
6,75 - 7,00	1,23	1260,00	357,78	1617,78	1,26	344,25	344,08	344,42
7,00 - 7,25	1,26	1275,00	359,97	1634,97	1,27	352,57	344,42	360,72
7,25 - 7,50	1,27	1285,00	357,01	1642,01	1,28	356,75	360,72	352,78
7,50 - 7,75	1,28	1290,00	347,52	1637,52	1,27	356,75	352,78	360,72
7,75 - 8,00	1,27	1285,00	339,92	1624,92	1,26	352,57	360,72	344,42
8,00 - 8,25	1,26	1275,00	333,40	1608,40	1,25	348,39	344,42	352,36
8,25 - 8,50	1,25	1263,00	319,19	1582,00	1,22	340,11	352,36	327,86
8,50 - 8,75	1,22	1250,00	303,52	1553,52	1,21	331,87	327,86	335,88
8,75 - 9,00	1,21	1245,00	287,20	1,532,20	1,19	325,75	335,88	315,62
9,00 - 9,25	1,19	1200,00	265,44	1465,44	1,16	315,63	315,62	315,64
9,25 - 9,50	1,16	1150,00	249,13	1399,13	1,09	295,79	315,64	275,94
9,50 - 9,75	1,09	1088,00	232,81	1320,81	1,05	274,31	275,94	272,68
9,75 - 10,00	1,05	1050,00	211,05	1261,05	1,04	264,72	272,68	256,76
10,00 - 10,25	1,04	1038,00	194,74	1232,74	0,98	251,61	256,76	246,46
10,25 - 10,50	0,98	975,00	178,42	1153,42	0,93	231,32	246,46	216,18
10,50 - 10,75	0,93	925,00	83,77	1008,77	0,82	203,12	216,18	190,06

Figura 5.7
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 80 m - Tr = 1.000 anos

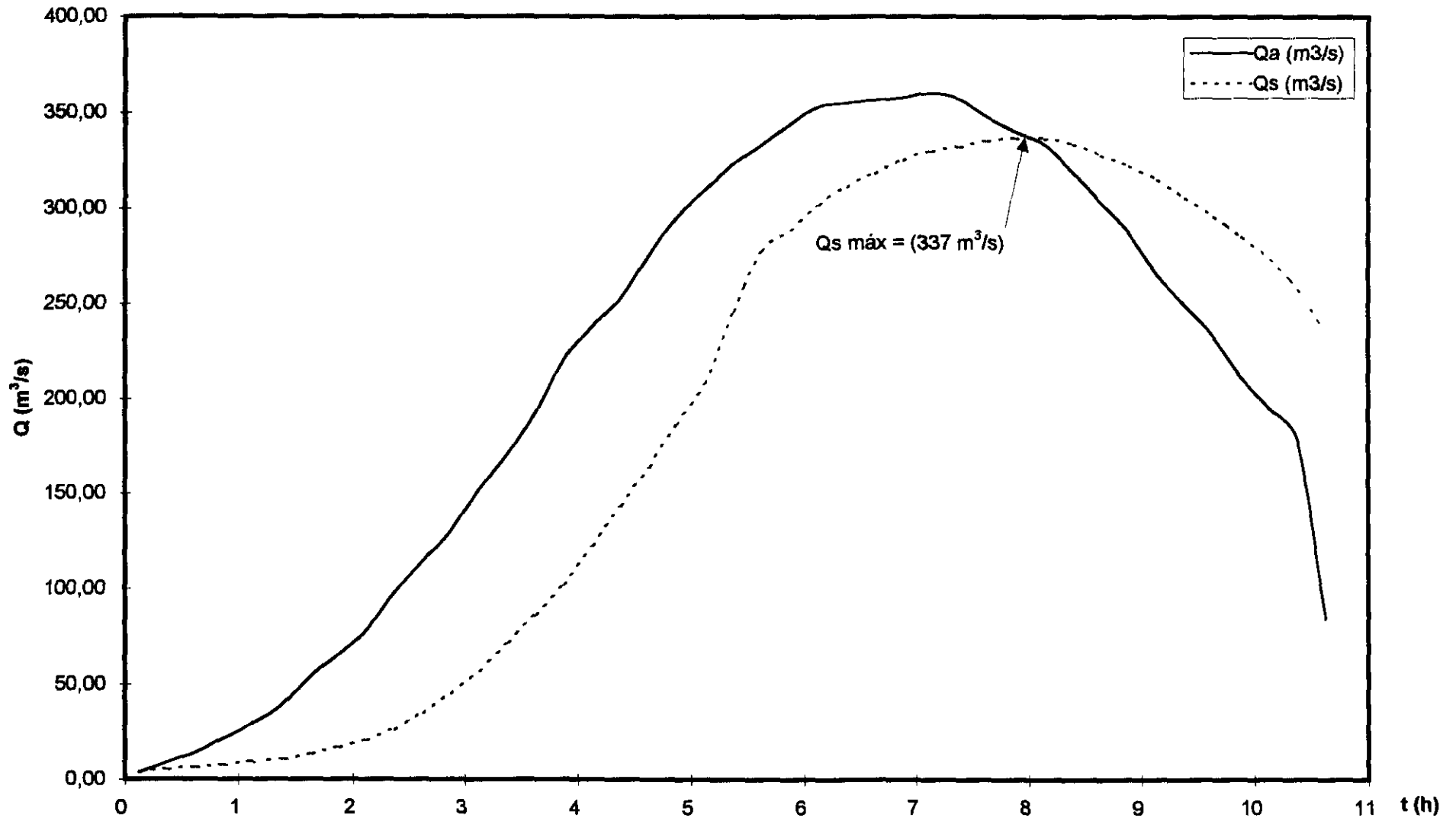
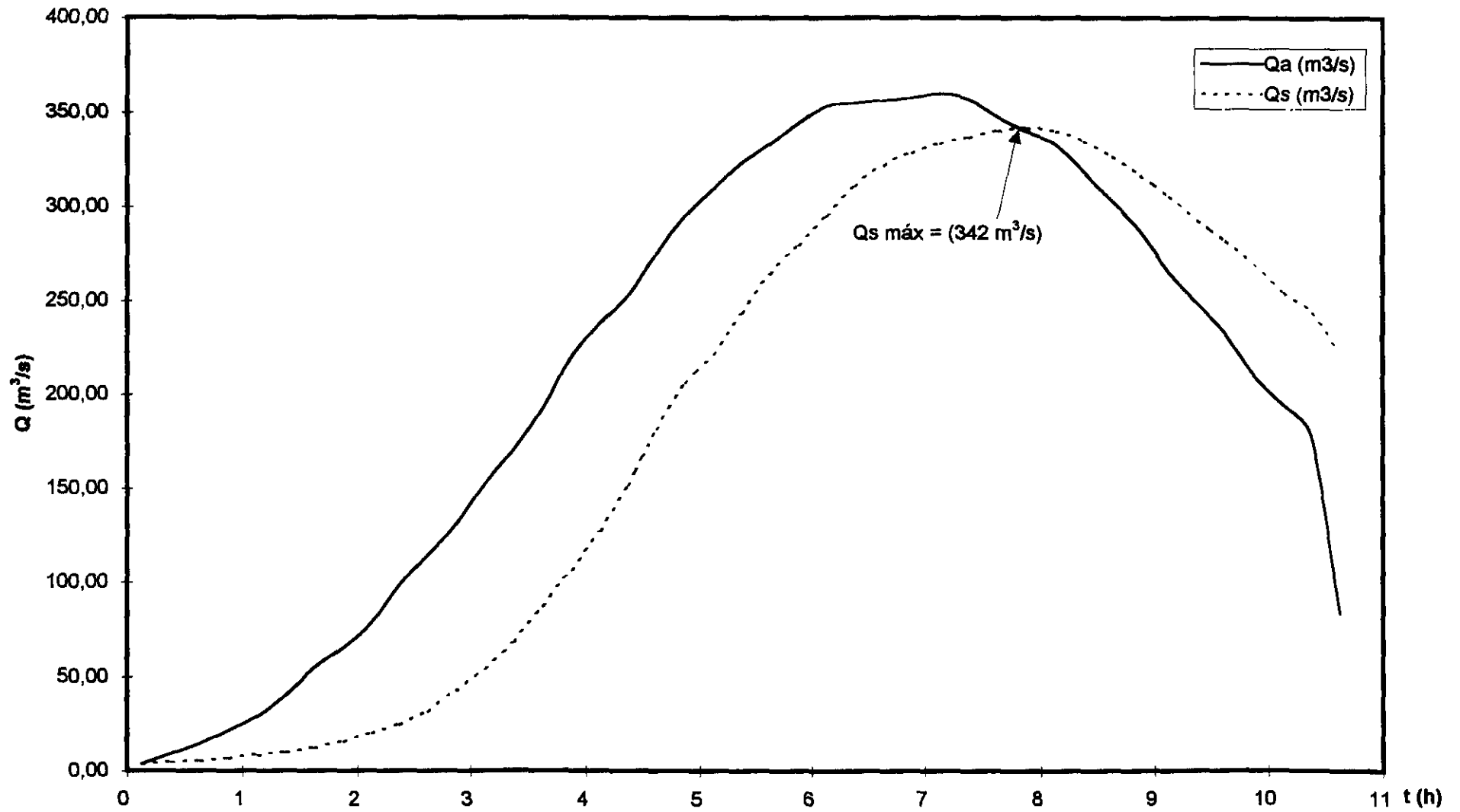


Figura 5.8
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 100 m - Tr = 1.000 anos



000053

Figura 5.9
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 120 m - Tr = 1.000 anos

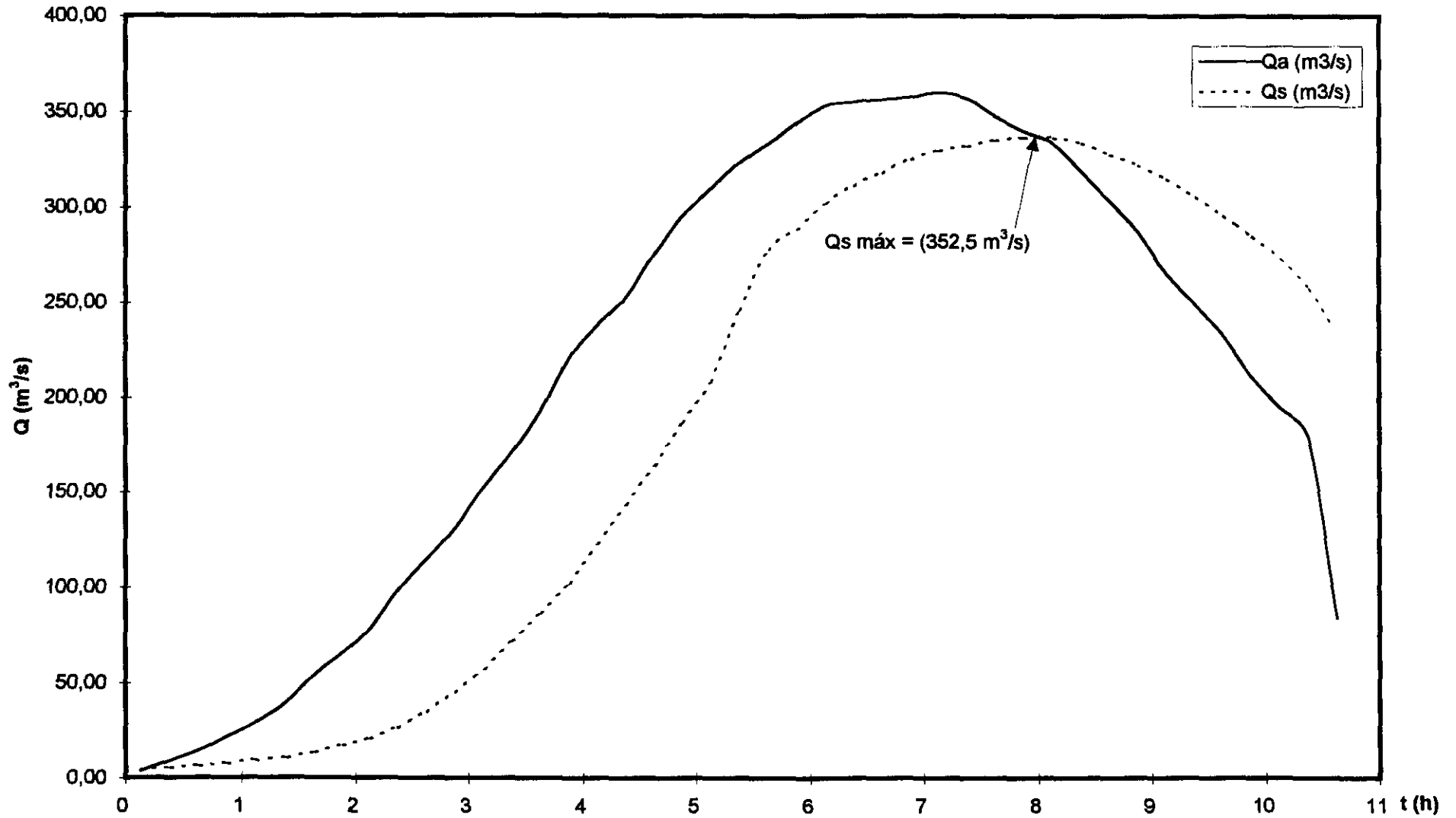
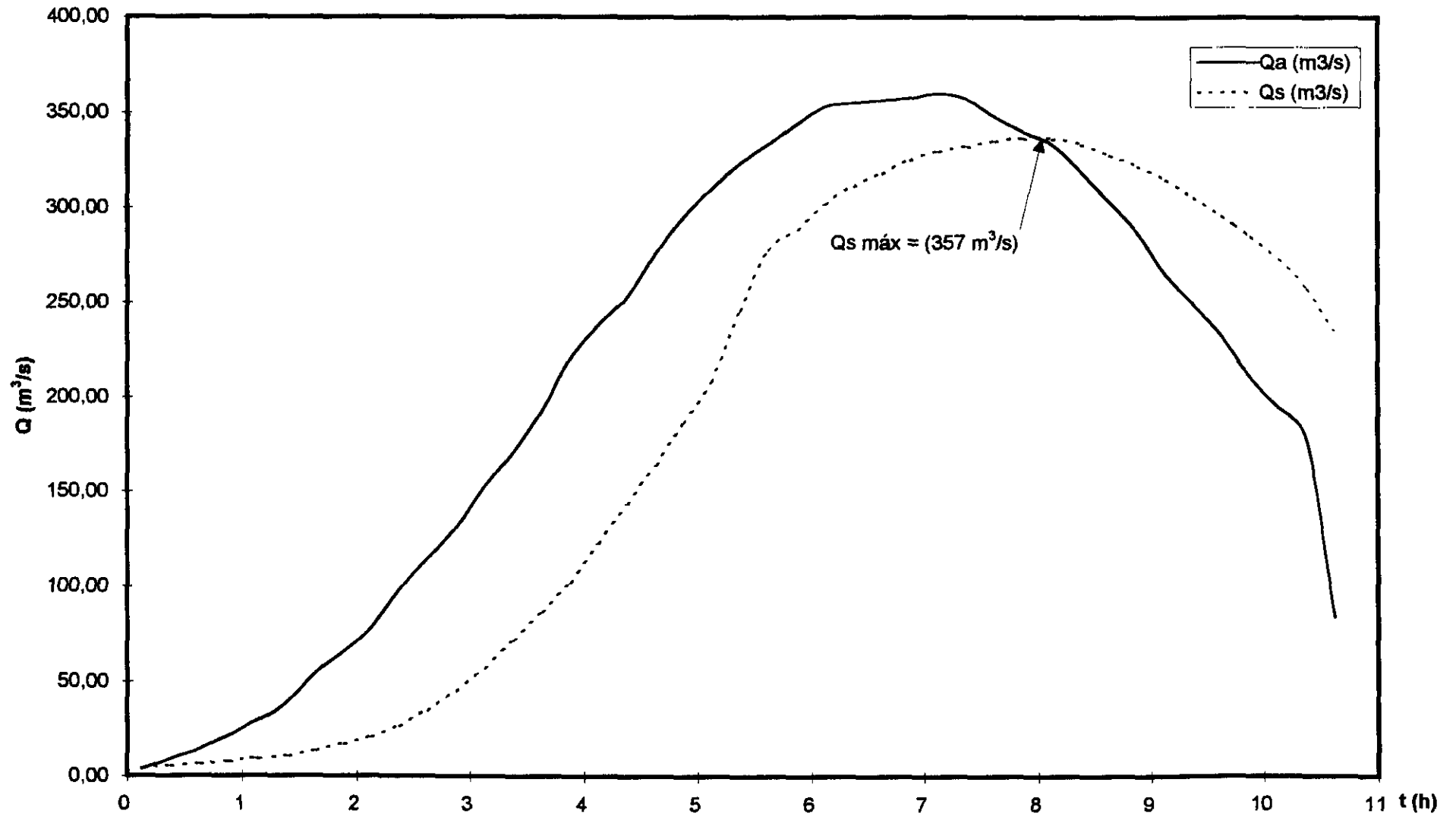


Figura 5.10
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 140 m - Tr = 1.000 anos



**QUADRO 5.9 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 80 m; Tr = 10.000 ANOS**

t (h)	hi (m)	Yi (h)	Qa (m ³ /seg)	Y2 (h)	hi+1 (m)	Qs (m ³ /seg)	Qsi (m ³ /seg)	Qsi+1 (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,10	115,00	4,30	119,30	0,11	4,82	4,30	5,34
0,25 - 0,50	0,11	120,00	10,75	130,75	0,12	5,53	5,34	5,72
0,50 - 0,75	0,12	125,00	17,20	142,20	0,13	6,26	5,72	6,80
0,75 - 1,00	0,13	145,00	25,79	170,79	0,15	7,43	6,80	8,06
1,00 - 1,25	0,15	150,00	34,39	184,39	0,18	9,52	8,06	10,98
1,25 - 1,50	0,18	175,00	47,29	222,29	0,19	11,27	10,98	11,56
1,50 - 1,75	0,19	200,00	64,48	264,48	0,22	13,17	11,56	14,78
1,75 - 2,00	0,22	238,00	77,38	315,38	0,27	17,24	14,78	19,70
2,00 - 2,25	0,27	280,00	92,43	372,43	0,33	23,35	19,70	27,00
2,25 - 2,50	0,33	300,00	116,06	416,06	0,35	28,08	27,00	29,16
2,50 - 2,75	0,35	370,00	135,40	505,40	0,43	34,62	29,16	40,08
2,75 - 3,00	0,43	450,00	154,75	604,75	0,50	45,00	40,08	49,92
3,00 - 3,25	0,50	525,00	180,54	705,54	0,59	57,12	49,92	64,32
3,25 - 3,50	0,59	625,00	202,03	827,03	0,70	73,55	64,32	82,78
3,50 - 3,75	0,70	725,00	227,83	952,83	0,79	91,18	82,78	99,58
3,75 - 4,00	0,79	825,00	254,91	1079,91	0,93	113,21	99,58	126,84
4,00 - 4,25	0,93	950,00	275,89	1225,89	1,04	138,59	126,84	150,34
4,25 - 4,50	1,04	1088,00	299,46	1387,46	1,15	162,40	150,34	174,46
4,50 - 4,75	1,15	1188,00	326,54	1514,54	1,23	183,89	174,46	193,32
4,75 - 5,00	1,23	1312,00	349,75	1661,75	1,33	205,18	193,32	217,04
5,00 - 5,25	1,33	1425,00	366,88	1791,88	1,43	229,67	217,04	242,30
5,25 - 5,50	1,43	1550,00	383,14	1933,14	1,58	261,68	242,30	281,06
5,50 - 5,75	1,58	1700,00	394,75	2094,75	1,63	287,95	281,06	294,84
5,75 - 6,00	1,63	1788,00	407,66	2195,66	1,70	304,27	294,84	313,70
6,00 - 6,25	1,70	1875,00	418,34	2293,34	1,76	322,24	313,70	330,78
6,25 - 6,50	1,76	1975,00	420,42	2395,42	1,84	342,02	330,78	353,26
6,50 - 6,75	1,84	2050,00	421,73	2471,73	1,88	359,21	353,26	365,16
6,75 - 7,00	1,88	2088,00	423,47	2511,47	1,93	372,33	365,16	379,50
7,00 - 7,25	1,93	2150,00	426,07	2576,07	1,95	382,62	379,50	385,74
7,25 - 7,50	1,95	2175,00	422,57	2597,57	1,98	390,05	385,74	394,36
7,50 - 7,75	1,98	2200,00	411,33	2611,33	1,99	396,01	394,36	397,66
7,75 - 8,00	2,00	2238,00	402,33	2640,33	2,01	402,01	397,66	406,36
8,00 - 8,25	2,01	2250,00	394,61	2644,61	2,01	403,51	406,36	400,66
8,25 - 8,50	2,01	2250,00	377,79	2627,79	1,99	400,51	400,66	400,36
8,50 - 8,75	1,99	2225,00	359,25	2584,25	1,96	393,03	400,36	385,70
8,75 - 9,00	1,96	2185,00	339,94	2524,94	1,94	385,58	385,70	385,46
9,00 - 9,25	1,94	2160,00	314,18	2474,18	1,89	375,27	385,46	365,08
9,25 - 9,50	1,89	2110,00	294,87	2404,87	1,85	362,11	365,08	359,14
9,50 - 9,75	1,85	2060,00	275,56	2335,56	1,78	346,29	359,14	333,44
9,75 - 10,00	1,78	1975,00	249,80	2224,80	1,73	329,24	333,44	325,04
10,00 - 10,25	1,73	1925,00	230,49	2155,49	1,68	315,27	325,04	305,50
10,25 - 10,50	1,68	1850,00	211,17	2061,17	1,61	298,80	305,50	292,10
10,50 - 10,75	1,61	1775,00	99,15	1874,15	1,48	272,11	292,10	252,12

**QUADRO 5.10 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 100 m; Tr = 10.000 ANOS**

t (h)	h _i (m)	Y _i (h)	Q _a (m ³ /seg)	Y ₂ (h)	h _{i+1} (m)	Q _s (m ³ /seg)	Q _{s_i} (m ³ /seg)	Q _{s_{i+1}} (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,08	75,00	4,30	79,30	0,09	4,39	4,30	4,48
0,25 - 0,50	0,09	88,00	10,75	98,75	0,10	5,19	4,48	5,90
0,50 - 0,75	0,10	100,00	17,20	117,20	0,11	6,03	5,90	6,16
0,75 - 1,00	0,11	112,00	25,79	137,79	0,13	7,38	6,16	8,60
1,00 - 1,25	0,13	125,00	34,39	159,39	0,14	8,78	8,60	8,96
1,25 - 1,50	0,14	138,00	47,29	185,29	0,16	10,30	8,96	11,64
1,50 - 1,75	0,16	150,00	64,48	214,48	0,18	12,42	11,64	13,20
1,75 - 2,00	0,18	200,00	77,38	277,38	0,23	16,52	13,20	19,84
2,00 - 2,25	0,23	225,00	92,43	317,43	0,25	20,82	19,84	21,80
2,25 - 2,50	0,25	250,00	116,06	366,06	0,30	25,60	21,80	29,40
2,50 - 2,75	0,30	300,00	135,40	435,40	0,38	35,27	29,40	41,14
2,75 - 3,00	0,38	388,00	154,75	542,75	0,45	47,45	41,14	53,76
3,00 - 3,25	0,45	463,00	180,54	643,54	0,55	62,81	53,76	71,86
3,25 - 3,50	0,55	563,00	202,03	765,03	0,65	82,48	71,86	93,10
3,50 - 3,75	0,65	663,00	227,83	890,83	0,75	103,86	93,10	114,62
3,75 - 4,00	0,75	775,00	254,91	1029,91	0,86	128,06	114,62	141,50
4,00 - 4,25	0,86	888,00	275,89	1163,89	0,98	156,44	141,50	171,38
4,25 - 4,50	0,98	1012,00	299,46	1311,46	1,08	185,19	171,38	199,00
4,50 - 4,75	1,08	1113,00	326,54	1439,54	1,16	209,90	199,00	220,80
4,75 - 5,00	1,16	1225,00	349,75	1574,75	1,28	238,73	220,80	256,66
5,00 - 5,25	1,28	1350,00	366,88	1716,88	1,35	266,98	256,66	277,30
5,25 - 5,50	1,35	1437,00	383,14	1820,14	1,43	290,16	277,30	303,02
5,50 - 5,75	1,43	1525,00	394,75	1919,75	1,50	313,92	303,02	324,82
5,75 - 6,00	1,50	1600,00	407,66	2007,66	1,55	333,37	324,82	341,92
6,00 - 6,25	1,55	1650,00	418,34	2068,34	1,58	346,55	341,92	351,18
6,25 - 6,50	1,58	1675,00	420,42	2095,42	1,61	356,56	351,18	361,94
6,50 - 6,75	1,61	1738,00	421,73	2159,73	1,65	368,37	361,94	374,80
6,75 - 7,00	1,65	1775,00	423,47	2198,47	1,67	378,57	374,80	382,34
7,00 - 7,25	1,67	1800,00	426,07	2226,07	1,68	383,70	382,34	385,06
7,25 - 7,50	1,68	1825,00	422,57	2247,57	1,72	392,35	385,06	399,64
7,50 - 7,75	1,72	1850,00	411,33	2261,33	1,73	401,01	399,64	402,38
7,75 - 8,00	1,73	1860,00	402,33	2262,33	1,73	402,76	402,38	403,14
8,00 - 8,25	1,73	1860,00	394,61	2254,61	1,72	401,01	403,14	398,88
8,25 - 8,50	1,72	1850,00	377,79	2227,79	1,68	392,35	398,88	385,82
8,50 - 8,75	1,68	1825,00	359,25	2184,25	1,66	381,99	385,82	378,16
8,75 - 9,00	1,66	1785,00	339,94	2124,94	1,63	373,45	378,16	368,74
9,00 - 9,25	1,63	1750,00	314,18	2064,18	1,58	359,94	368,74	351,14
9,25 - 9,50	1,58	1675,00	294,87	1969,87	1,53	343,25	351,14	335,36
9,50 - 9,75	1,53	1625,00	275,56	1900,56	1,49	328,45	335,36	321,54
9,75 - 10,00	1,49	1580,00	249,80	1829,80	1,44	313,89	321,54	306,24
10,00 - 10,25	1,44	1535,00	230,49	1765,49	1,38	296,40	306,24	286,56
10,25 - 10,50	1,38	1475,00	211,17	1686,17	1,33	279,21	286,56	272,56
10,50 - 10,75	1,33	1400,00	99,15	1499,15	1,25	250,43	272,56	246,30

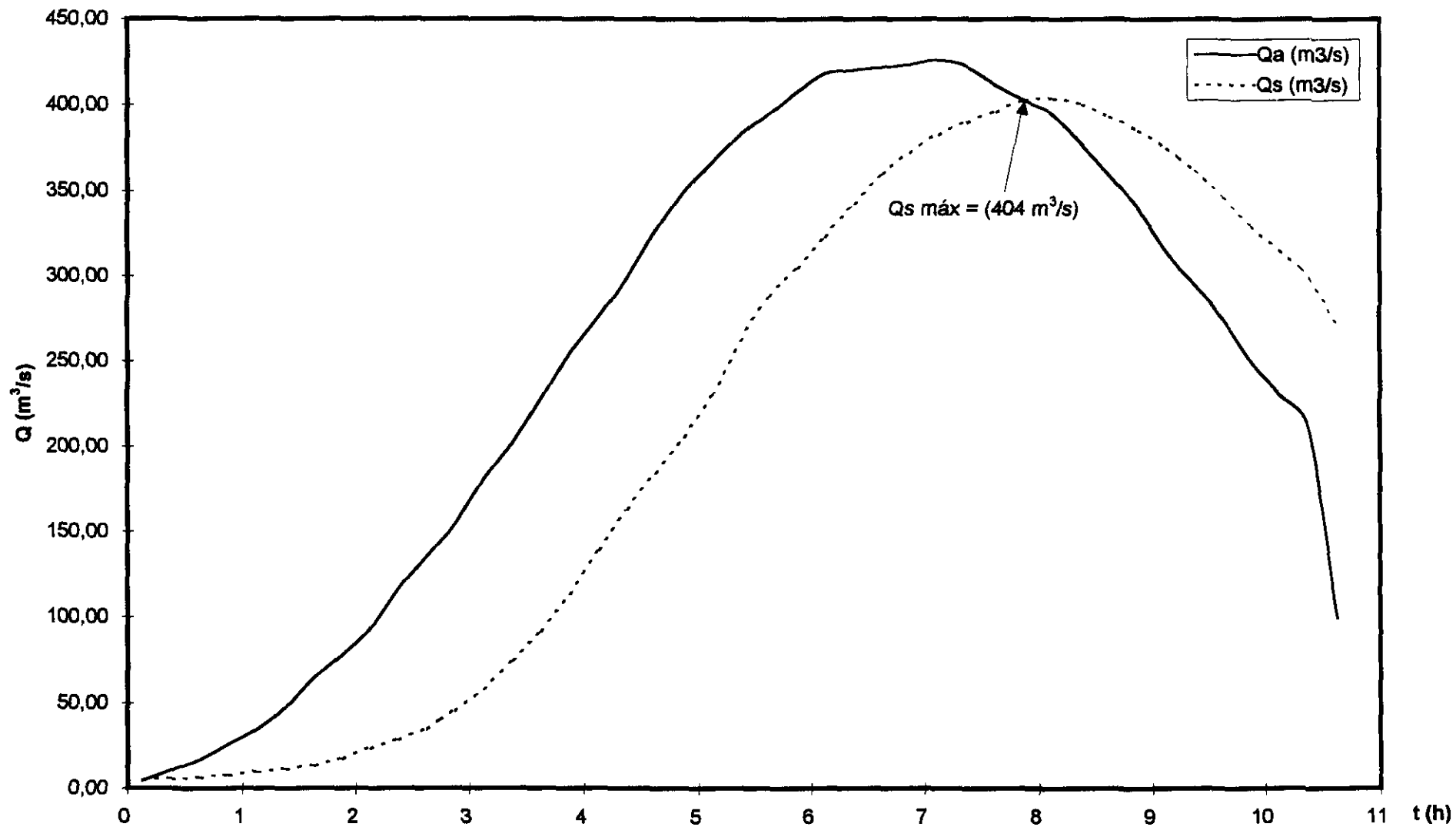
QUADRO 5.11 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 120 m; Tr = 10.000 ANOS

t (h)	hi (m)	Y1 (h)	Qa (m ³ /seg)	Y2 (h)	hi+1 (m)	Qs (m ³ /seg)	Qsi (m ³ /seg)	Qsi+1 (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,07	63,00	4,30	67,30	0,07	3,93	4,30	3,56
0,25 - 0,50	0,07	63,00	10,75	73,75	0,08	4,37	3,56	5,18
0,50 - 0,75	0,08	88,00	17,20	105,20	0,09	5,27	5,18	5,36
0,75 - 1,00	0,09	100,00	25,79	125,79	0,10	6,23	5,36	7,10
1,00 - 1,25	0,10	112,00	34,39	146,39	0,11	7,23	7,10	7,36
1,25 - 1,50	0,11	120,00	47,29	167,29	0,13	8,85	7,36	10,34
1,50 - 1,75	0,13	137,00	64,48	201,48	0,15	11,15	10,34	11,96
1,75 - 2,00	0,15	150,00	77,38	227,38	0,18	14,28	11,96	16,60
2,00 - 2,25	0,18	200,00	92,43	292,43	0,23	19,82	16,60	23,04
2,25 - 2,50	0,23	225,00	116,06	341,06	0,26	25,79	23,04	28,54
2,50 - 2,75	0,26	275,00	135,40	410,40	0,37	37,98	28,54	47,42
2,75 - 3,00	0,37	338,00	154,75	492,75	0,39	49,77	47,42	52,12
3,00 - 3,25	0,39	400,00	180,54	580,54	0,48	61,18	52,12	70,24
3,25 - 3,50	0,48	500,00	202,03	702,03	0,59	83,45	70,24	96,66
3,50 - 3,75	0,59	600,00	227,83	827,83	0,70	110,33	96,66	124,00
3,75 - 4,00	0,70	700,00	254,91	954,91	0,80	138,19	124,00	152,38
4,00 - 4,25	0,80	812,00	275,89	1087,89	0,90	166,67	152,38	180,96
4,25 - 4,50	0,90	900,00	299,46	1199,46	0,98	193,71	180,96	206,46
4,50 - 4,75	0,98	988,00	326,54	1314,54	1,06	218,93	206,46	231,40
4,75 - 5,00	1,06	1075,00	349,75	1424,75	1,15	246,87	231,40	262,34
5,00 - 5,25	1,15	1175,00	366,88	1541,88	1,23	275,84	262,34	289,34
5,25 - 5,50	1,23	1263,00	383,14	1646,14	1,28	298,66	289,34	307,98
5,50 - 5,75	1,28	1325,00	394,75	1719,75	1,33	316,69	307,98	325,40
5,75 - 6,00	1,33	1375,00	407,66	1782,66	1,38	335,06	325,40	344,72
6,00 - 6,25	1,38	1430,00	418,34	1848,34	1,40	348,08	344,72	351,44
6,25 - 6,50	1,40	1463,00	420,42	1883,42	1,42	355,62	351,44	359,80
6,50 - 6,75	1,42	1487,00	421,73	1908,73	1,48	370,92	359,80	382,04
6,75 - 7,00	1,48	1550,00	423,47	1973,47	1,50	386,31	382,04	390,58
7,00 - 7,25	1,50	1575,00	426,07	2001,07	1,51	392,16	390,58	393,74
7,25 - 7,50	1,51	1600,00	422,57	2022,57	1,53	398,04	393,74	402,34
7,50 - 7,75	1,53	1612,00	411,33	2023,33	1,53	401,97	402,34	401,60
7,75 - 8,00	1,53	1612,00	402,33	2014,33	1,52	400,00	401,60	398,40
8,00 - 8,25	1,52	1606,00	394,61	2000,61	1,51	396,07	398,40	393,74
8,25 - 8,50	1,51	1600,00	377,79	1977,79	1,50	392,16	393,74	390,58
8,50 - 8,75	1,50	1575,00	359,25	1934,25	1,49	388,26	390,58	385,94
8,75 - 9,00	1,49	1565,00	339,94	1904,94	1,47	382,43	385,94	378,92
9,00 - 9,25	1,47	1537,00	314,18	1851,18	1,41	367,09	378,92	355,26
9,25 - 9,50	1,41	1475,00	294,87	1769,87	1,36	346,24	355,26	337,22
9,50 - 9,75	1,36	1425,00	275,56	1700,56	1,32	329,49	337,22	321,76
9,75 - 10,00	1,32	1362,00	249,80	1611,80	1,26	311,26	321,76	300,76
10,00 - 10,25	1,26	1300,00	230,49	1530,49	1,22	293,31	300,76	285,86
10,25 - 10,50	1,22	1250,00	211,17	1461,17	1,17	277,51	285,86	269,16
10,50 - 10,75	1,17	1200,00	99,15	1299,15	1,04	247,04	269,16	224,92

**QUADRO 5.12 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Pombas para
L = 140 m; Tr = 10.000 ANOS**

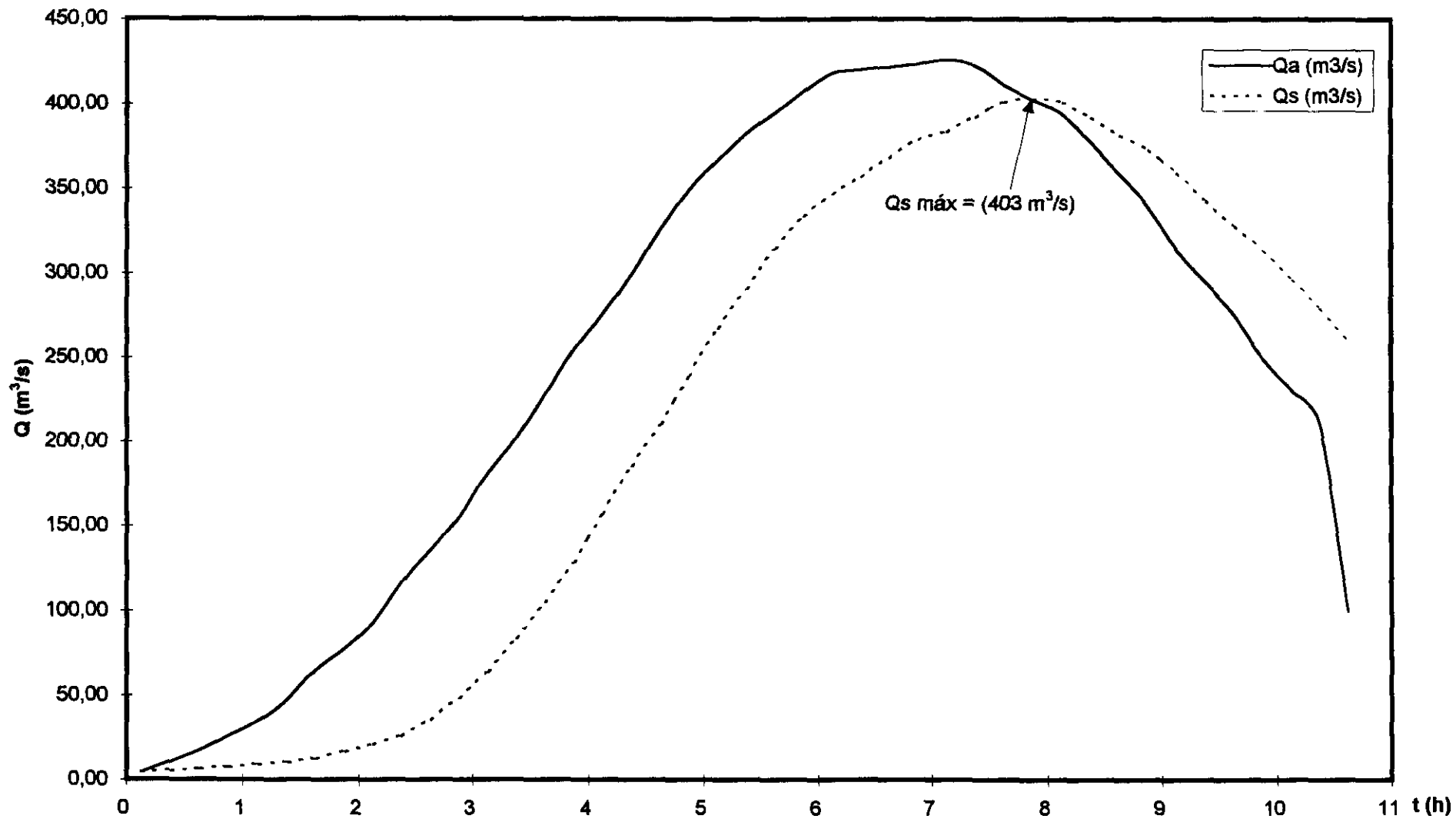
t (h)	h _i (m)	Y _i (h)	Q _a (m ³ /seg)	Y ₂ (h)	h _{i+1} (m)	Q _s (m ³ /seg)	Q _{si} (m ³ /seg)	Q _{si+1} (m ³ /seg)
0 - 0,25	0,07	75,00	4,30	79,30	0,08	5,10	4,30	5,90
0,25 - 0,50	0,08	85,00	10,75	95,75	0,09	6,15	5,90	6,40
0,50 - 0,75	0,09	100,00	17,20	117,20	0,10	7,26	6,40	8,12
0,75 - 1,00	0,10	112,00	25,79	137,79	0,11	8,44	8,12	8,76
1,00 - 1,25	0,11	120,00	34,39	154,39	0,13	10,33	8,76	11,90
1,25 - 1,50	0,13	125,00	47,29	172,29	0,14	12,30	11,90	12,70
1,50 - 1,75	0,14	138,00	64,48	202,48	0,18	15,95	12,70	19,20
1,75 - 2,00	0,18	175,00	77,38	252,38	0,22	22,25	19,20	25,30
2,00 - 2,25	0,22	225,00	92,43	317,43	0,25	28,27	25,30	31,24
2,25 - 2,50	0,25	250,00	116,06	366,06	0,30	35,85	31,24	40,46
2,50 - 2,75	0,30	300,00	135,40	435,40	0,37	48,24	40,46	56,02
2,75 - 3,00	0,37	370,00	154,75	524,75	0,44	64,05	56,02	72,08
3,00 - 3,25	0,44	450,00	180,54	630,54	0,53	83,97	72,08	95,86
3,25 - 3,50	0,53	560,00	202,03	762,03	0,63	109,76	95,86	123,66
3,50 - 3,75	0,63	630,00	227,83	857,83	0,70	134,52	123,66	145,38
3,75 - 4,00	0,70	712,00	254,91	966,91	0,78	157,92	145,38	170,46
4,00 - 4,25	0,78	785,00	275,89	1060,89	0,87	185,89	170,46	201,32
4,25 - 4,50	0,87	875,00	299,46	1174,46	0,95	215,27	201,32	229,22
4,50 - 4,75	0,95	950,00	326,54	1276,54	1,03	244,24	229,22	259,26
4,75 - 5,00	1,03	1012,00	349,75	1361,75	1,08	268,58	259,26	277,90
5,00 - 5,25	1,08	1075,00	366,88	1441,88	1,13	287,89	277,90	297,88
5,25 - 5,50	1,13	1125,00	383,14	1508,14	1,18	307,65	297,88	317,42
5,50 - 5,75	1,18	1188,00	394,75	1582,75	1,23	327,83	317,42	338,24
5,75 - 6,00	1,23	1250,00	407,66	1657,66	1,28	348,44	338,24	358,64
6,00 - 6,25	1,28	1300,00	418,34	1718,34	1,31	365,20	358,64	371,76
6,25 - 6,50	1,31	1325,00	420,42	1745,42	1,33	375,81	371,76	379,86
6,50 - 6,75	1,33	1350,00	421,73	1771,73	1,35	384,39	379,86	388,92
6,75 - 7,00	1,35	1375,00	423,47	1798,47	1,36	390,85	388,92	392,78
7,00 - 7,25	1,36	1388,00	426,07	1814,07	1,37	395,19	392,78	397,60
7,25 - 7,50	1,37	1400,00	422,57	1822,57	1,38	399,54	397,60	401,48
7,50 - 7,75	1,38	1412,00	411,33	1823,33	1,38	401,74	401,48	401,96
7,75 - 8,00	1,38	1412,00	402,33	1814,33	1,37	399,54	401,96	397,12
8,00 - 8,25	1,37	1400,00	394,61	1794,61	1,36	395,19	397,12	393,26
8,25 - 8,50	1,36	1388,00	377,79	1765,79	1,34	388,70	393,26	384,14
8,50 - 8,75	1,34	1365,00	359,25	1724,25	1,32	380,09	384,14	376,04
8,75 - 9,00	1,32	1335,00	339,94	1674,94	1,29	369,44	376,04	362,84
9,00 - 9,25	1,29	1315,00	314,18	1629,18	1,25	354,69	362,84	346,54
9,25 - 9,50	1,25	1262,00	294,87	1556,87	1,21	338,07	346,54	329,60
9,50 - 9,75	1,21	1225,00	275,56	1500,56	1,17	321,71	329,60	313,82
9,75 - 10,00	1,17	1175,00	249,80	1424,80	1,12	303,66	313,82	293,50
10,00 - 10,25	1,12	1112,00	230,49	1342,49	1,06	282,07	293,50	270,64
10,25 - 10,50	1,06	1050,00	211,17	1261,17	1,02	262,85	270,64	255,06
10,50 - 10,75	1,02	1000,00	99,15	1099,15	0,89	231,66	255,06	208,26

Figura 5.11
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 80 m - Tr = 10.000 anos



000000

Figura 5.12
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 100 m - Tr = 10.000 anos



000001

Figura 5.13
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 120 m - Tr = 10.000 anos

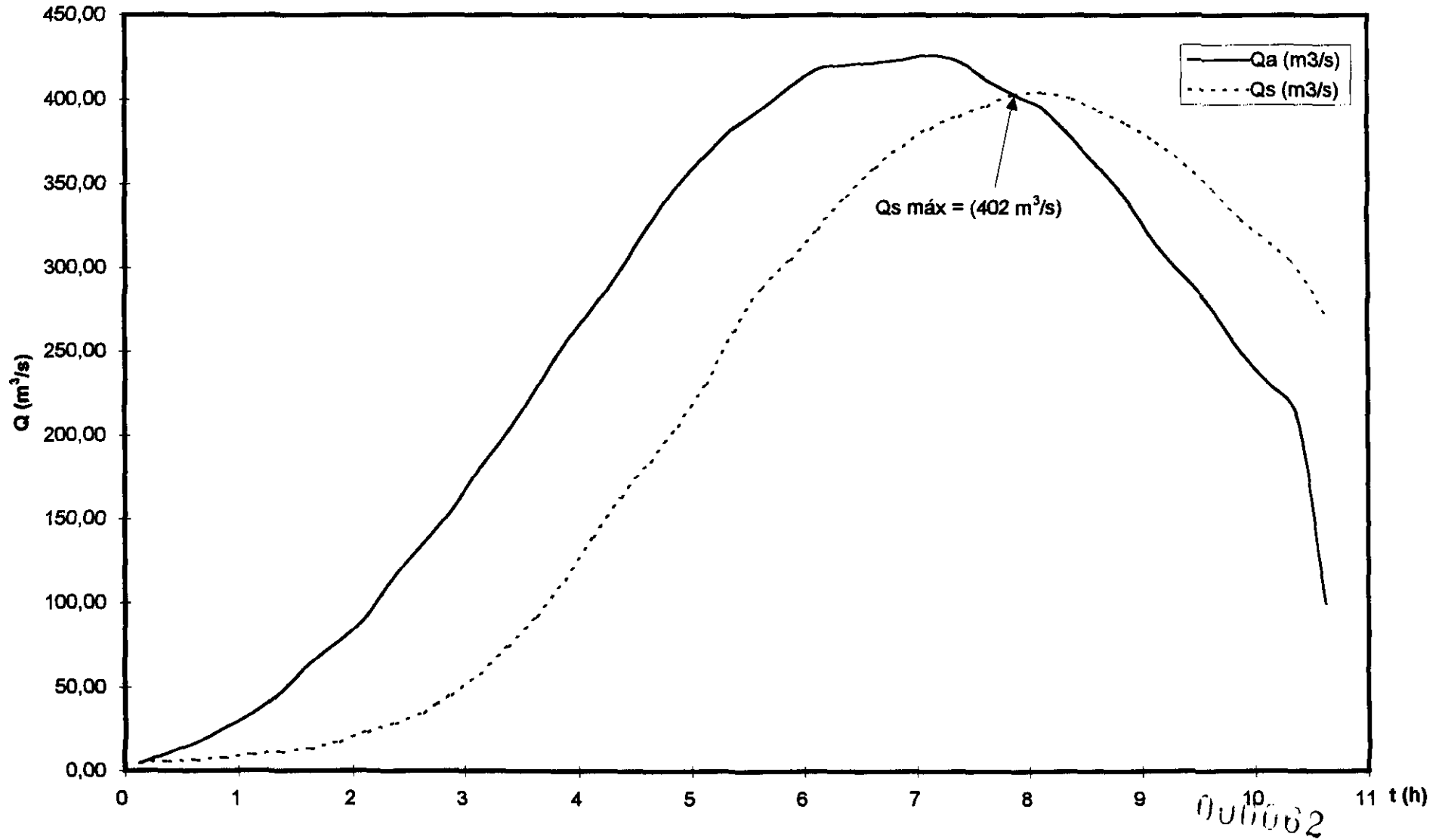
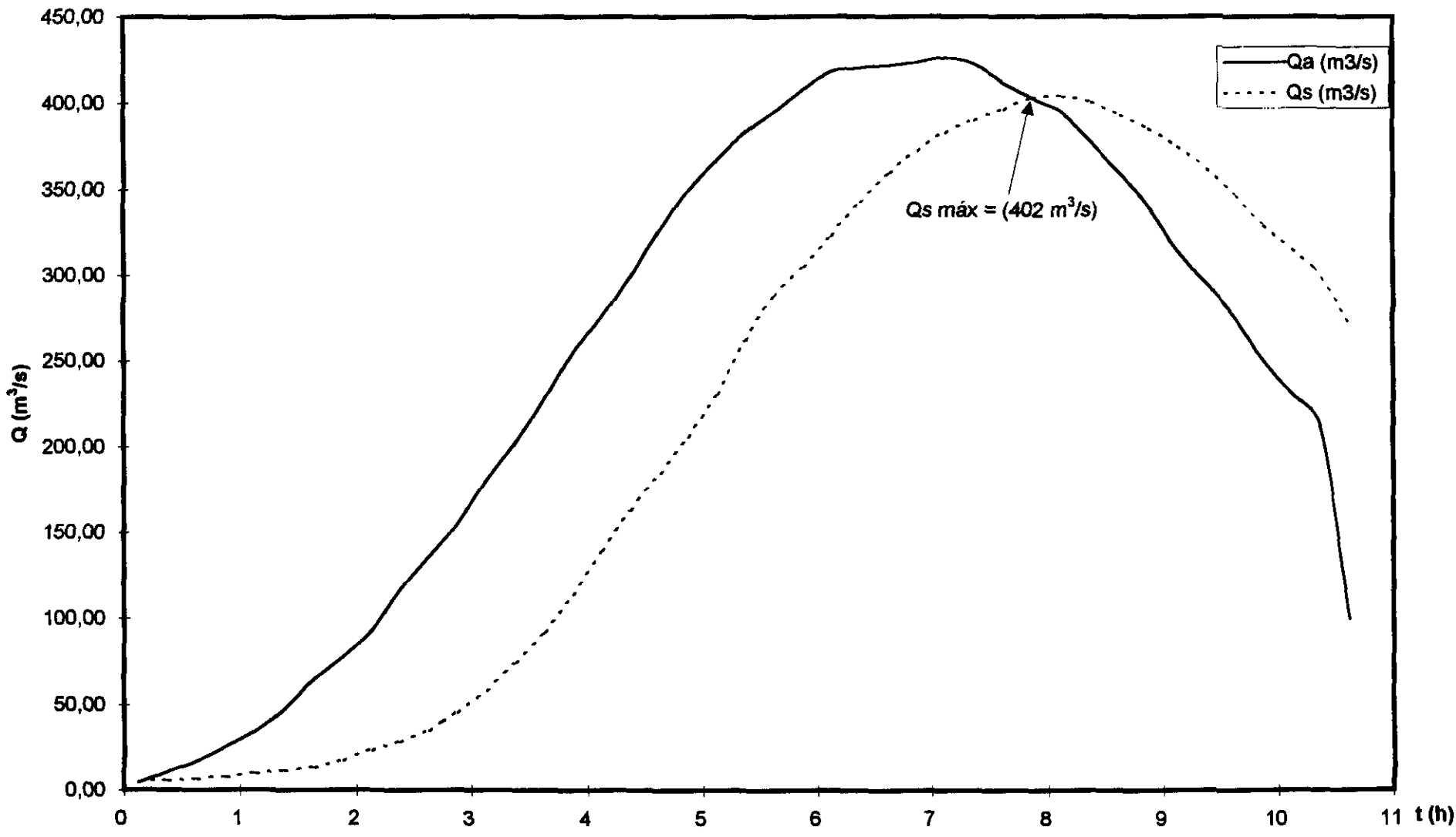


Figura 5.14
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 140 m - Tr = 10.000 anos



000003



QUADRO 5.13 - Dados para Pré-Dimensionamento do Açude Pombas

Período de Retorno	Larg.do Sangradouro L=80m		Larg.do Sangradouro L=100m		Larg.do Sangradouro L=120m		Larg.do Sangradouro L=140m	
	Vazão (m ³ /seg)	Lam.Sang (m)	Vazão (m ³ /seg)	Lam.Sang (m)	Vazão (m ³ /seg)	Lam.Sang (m)	Vazão (m ³ /seg)	Lam.Sang (m)
1 000	337,00	1,78	342,00	1,55	352,00	1,40	357,00	1,28
10 000	404,00	2,01	403,00	1,73	402,00	1,53	402,00	1,38



6. ESTUDO DAS VAZÕES REGULARIZADAS

000005



6. ESTUDO DAS VAZÕES REGULARIZADAS

Do ponto de vista da hidrologia, o objetivo do estudo da regularização do açude é informar as relações entre a capacidade do açude e o volume por ele regularizado

As curvas de regulação do reservatório permitem avaliar as vazões regularizáveis, o que possibilita a estimativa do consumo possíveis d'água e dos benefícios decorrentes de sua utilização

6.1 Metodologia

Para determinar as curvas de regulação do reservatório utilizou-se o método do Diagrama Triangular de Regularização (Campos, 1990)¹ Esse método, ao lado da simplicidade de aplicação, apresenta diversas vantagens, como 1) é paramétrico e permite o uso de valores regionais; 2) permite uma rápida análise de erros nos parâmetros estatísticos que caracterizam o regime médio de escoamento, 3) fornece concomitantemente uma avaliação dos volumes regularizados e das perdas médias por evaporação e sangria. A restrição é a rigidez da regra de operação do açude que impede avaliar regras complexas de operação. Entretanto, para um estudo de açudes médios, como o presente caso, o método é aplicável

6.2. A Aplicação do Método do DTR

6.2.1. Valores básicos:

Os dados básicos para a aplicação do método são os seguintes

- deflúvios afluentes médio anual (obtidos do PERH para Uman) 76mm
- coeficientes de variação dos deflúvios anuais 1,10
- relação cota x volume (Quadro 6.1)
- evaporação do lago na estação seca - soma dos valores de junho a dezembro do tanque "A" multiplicados por 0,80 (Quadro 6.2)
E = 1 104 mm
- Cálculo do fator de forma da bacia é computado supondo-se que ela pode ser representada pela equação
 $V = \alpha h^3$
Onde V = representa o volume acumulado até a altura h (V = 0 => h = 0),
 α = é o fator de forma do reservatório

¹ Campos, J.N.B. - "Regularização de vazões em rios intermitentes" Tese para o Concurso de Professor Titular - Universidade Federal do Ceará, 1990

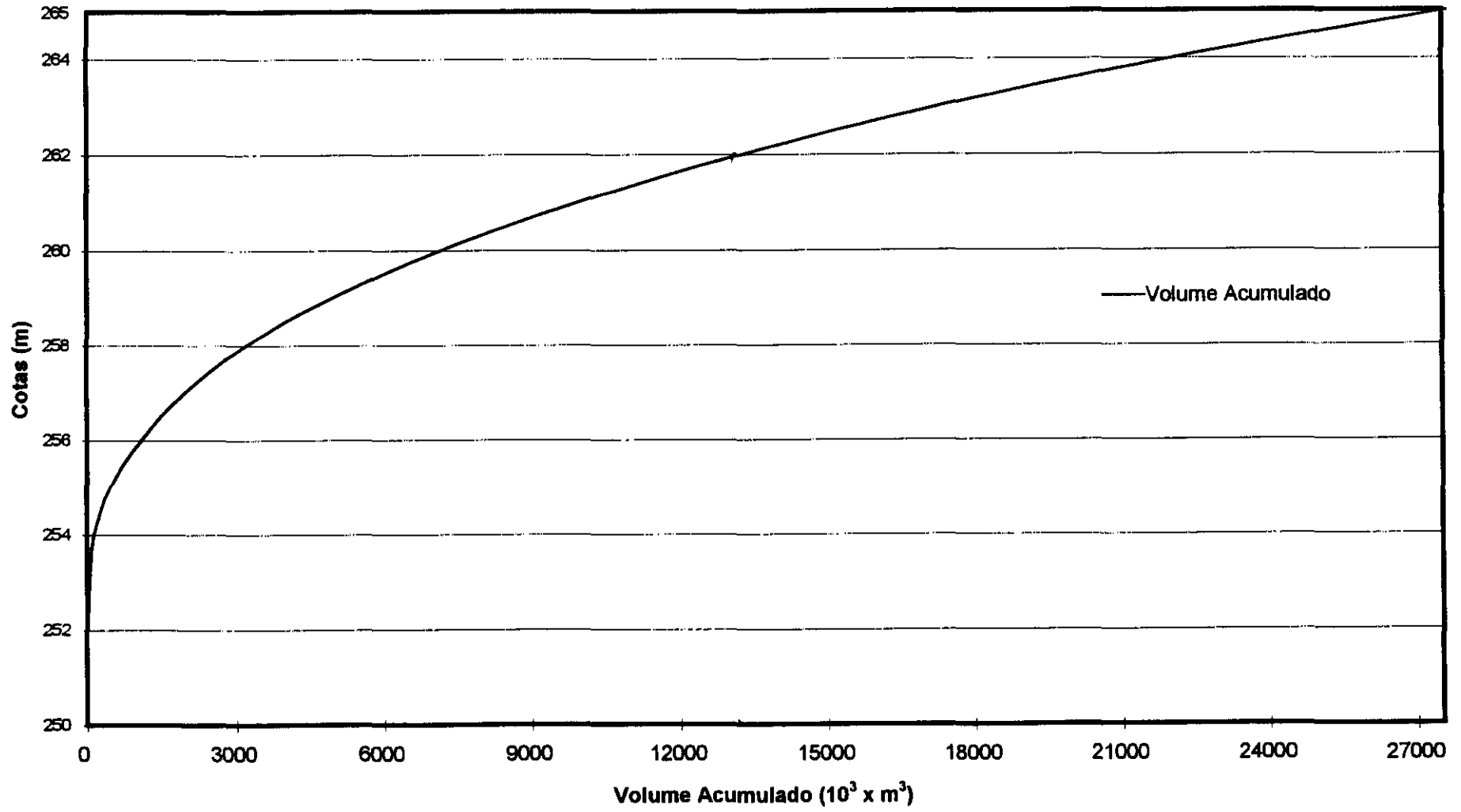
QUADRO 6.1 - Cota x Área x Volume (Açude Pombas)

COTAS (Ref. IBGE)	ÁREA (m ²)	VOL PARCIAL (M ³)	VOL. ACUMULADO (m ³)
250	-	-	-
251	2 328,00	1 164,00	1 164,00
252	20 719,20	11 523,60	12 687,60
253	59 364,00	40 041,60	52 729,20
254	131 379,47	95 371,74	148 100,94
255	526 935,47	329 157,47	477 258,41
256	717 103,11	622 019,29	1 099 277,70
257	1 020 254,05	868 678,58	1 967 956,28
258	1 421 529,30	1 250 891,68	3 218 847,96
259	1 971 193,09	1 726 361,20	4 945 209,16
260	2 476,734,14	2 223 963,62	7 169 172,78
261	3.025 523,12	2 751,128,63	9 920 301,41
262	3 661 699,28	3 343 611,20	13 263 912,61
263	4 352 569,55	4 007 134,42	17 271 047,03
264	5 185 535,01	4 769 052,28	22 040 099,31
265	5 899 135,91	5 542 335,46	27 582 434,77

QUADRO 6.2 - Evaporação do Tanque "A "

MÊS	EVAPORAÇÃO (mm)	MÊS	EVAPORAÇÃO (mm)
Janeiro	172	Julho	186
Fevereiro	111	Agosto	224
Março	82	Setembro	213
Abril	84	Outubro	222
Maior	109	Novembro	204
Junho	138	Dezembro	193
Total			1 938

Figura 6 1
CURVA COTA x VOLUME



000008



O valor de α vem da regressão linear de V em h^3 que, para o caso de reta passando na origem dos eixos, tem a seguinte apresentação

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

Onde V_i , h_i representam os pares de valores da tabela cota x volume

Para o Açude Pombas obteve-se o valor de $\alpha = 7\,581,26$

6.2.2. Cálculo do fator adimensional de evaporação (fe):

Esse fator engloba os três principais elementos que influenciam as perdas por evaporação a partir de um reservatório a forma de reservatório, a elevação a partir do lago e o deflúvio médio anual. Tem-se

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

μ = deflúvio médio anual em m^3

Com os resultados já obtidos obtém-se

$$fe = \frac{3 \times (7\,581,26)^{1/3} \times 1,10}{(15,81 \times 10^6)^{1/3}}$$

$$fe = 0,26$$

6.3. Resultados

Com os parâmetros do método determinados nas etapas anteriores obteve-se as curvas de regulação do sistema a partir do DTR de $C_v = 1,10$ (Figura 6.2) Os resultados estão mostrados nos Quadro 6.3 e Figura 6.3

FIGURA 6 2

DIAGRAMA TRIANGULAR DE REGULARIZAÇÃO PARA CV=1.10

000070

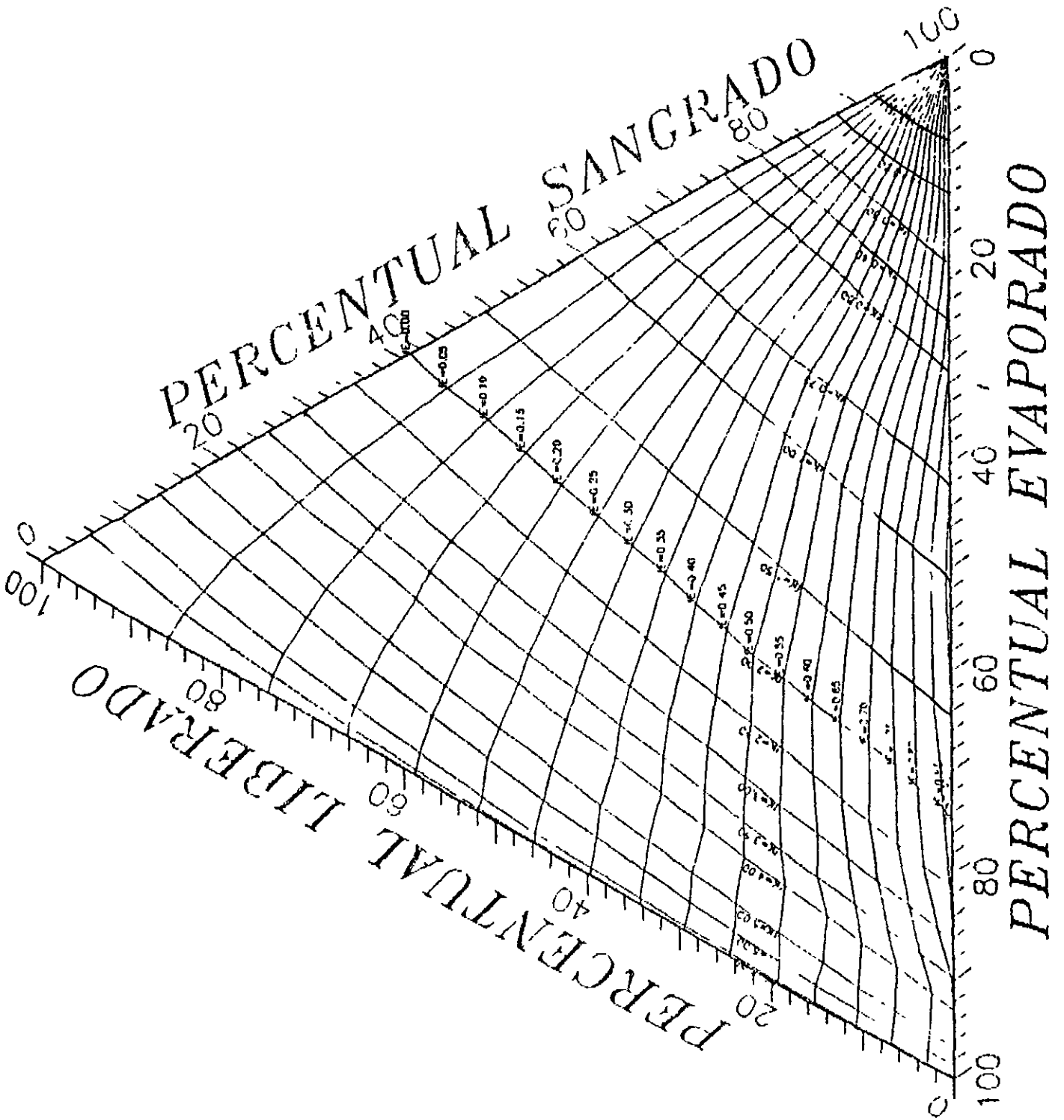
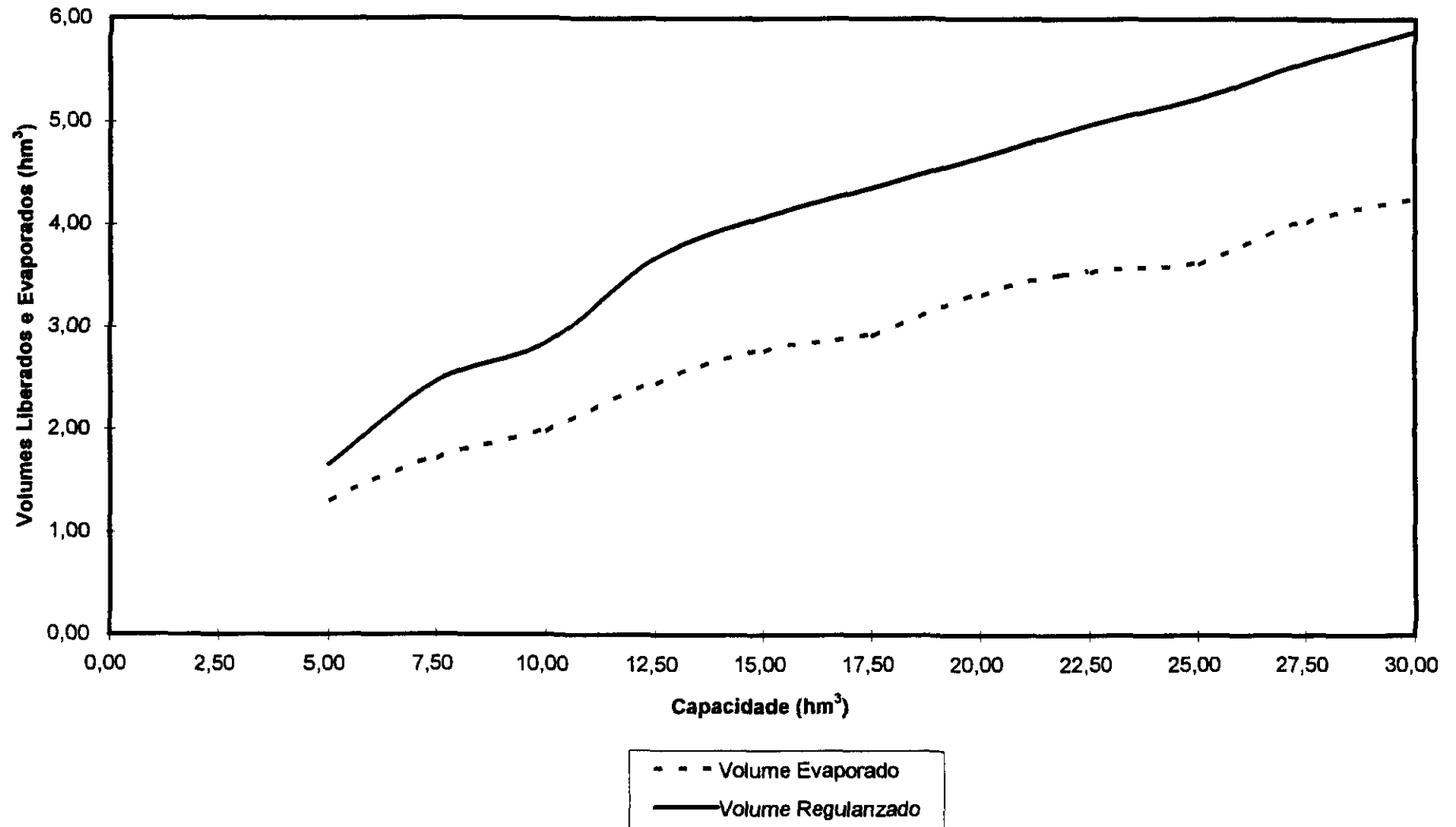


Figura 6.3
CURVA DE REGULAÇÃO DO AÇUDE POMBAS



000071

QUADRO 6.3 - Resultados da Regulação do Açude Pombas

Capacidade = k (m ³)	fk	fe	% Evap	Evap.hm ³	% Sang.	Sang hm ³	% Regul.	REG.	
								hm ³	m ³ /s
5 000 000	0,32	0,26	8,20	1,30	81,30	12,85	10,50	1,66	0,053
7 500 000	0,47	0,26	10,80	1,71	73,60	11,64	15,60	2,47	0,078
10 000 000	0,63	0,26	12,50	1,98	69,50	10,99	18,00	2,85	0,090
12 500,000	0,79	0,26	15,50	2,45	61,20	9,68	23,30	3,68	0,117
15 000 000	0,95	0,26	17,50	2,77	56,70	8,96	25,80	4,08	0,124
17 500 000	1,11	0,26	18,50	2,92	53,90	8,52	27,60	4,36	0,138
20 000 000	1,27	0,26	21,00	3,32	49,50	7,83	29,60	4,66	0,148
22 500 000	1,42	0,26	22,40	3,54	46,50	7,29	31,50	4,98	0,158
25 000 000	1,58	0,26	22,90	3,62	44,00	6,96	33,10	5,23	0,166
27 500 000	1,74	0,26	25,50	4,03	39,20	6,20	35,30	5,58	0,177
30 000 000	1,90	0,26	26,80	4,24	36,00	5,69	37,20	5,88	0,186

$$fk = \frac{k}{\mu}$$

Onde k = capacidade do reservatório m³,
 $\mu = 15,81 \times 10^6 \text{ m}^3$ (volume afluente anual)

QUADRO 6.4 - Valores do Estudo Incremental de Capacidade do Açude Pombas

k (h m ³)	Reg.		$\frac{\Delta m}{\Delta k}$
	(hm ³ /ano)	l/s	
5,00	1,66	0,053	-
7,50	2,47	0,078	0,32
10,00	2,85	0,090	0,15
12,50	3,68	0,117	0,33
15,00	4,08	0,129	0,16
17,50	4,36	0,138	0,11
20,00	4,66	0,148	0,12
22,50	4,98	0,158	0,13
25,00	5,23	0,166	0,10
27,50	5,58	0,177	0,14
30,00	5,88	0,186	0,12



7. CURVA DE Esvaziamento do Açude

000073



7 CURVA DE Esvaziamento DO Açude

O regime dos nos no Estado do Ceará é caracterizado pela existência de duas estações úmida, quando ocorrem todos os escoamentos, e seca, quando a vazão no rio é totalmente nula

Se é verdade que a estação seca ocorre todos os anos, o mesmo não se pode esperar da estação úmida. Quando da ocorrência de secas severas, como a de 1958, os nos podem permanecer o ano todo sem escoar. Dessa forma, a possibilidade de ocorrência de 18 meses com rios secos é um evento que não se pode ignorar. Nessas circunstâncias, uma excelente ferramenta para a operação de um açude é a prospecção da evolução da sua reserva para uma determinada retirada e nenhuma afluência.

A curva de esvaziamento de um reservatório é a representação gráfica dos pares de valores, volume retirado, tempo até o esvaziamento, conhecido o volume inicial. No Ceará, o final de junho, início de julho é a época apropriada para que se tome a decisão sobre a quantidade de água a liberar. Pode-se estabelecer um horizonte desejável do tempo de permanência e a partir daí, através da curva de esvaziamento.

Os cálculos foram efetuados através de metodologia convencional do balanço de massa e conduziram aos resultados mostrados no Quadro 7.1 e Figura 7.1

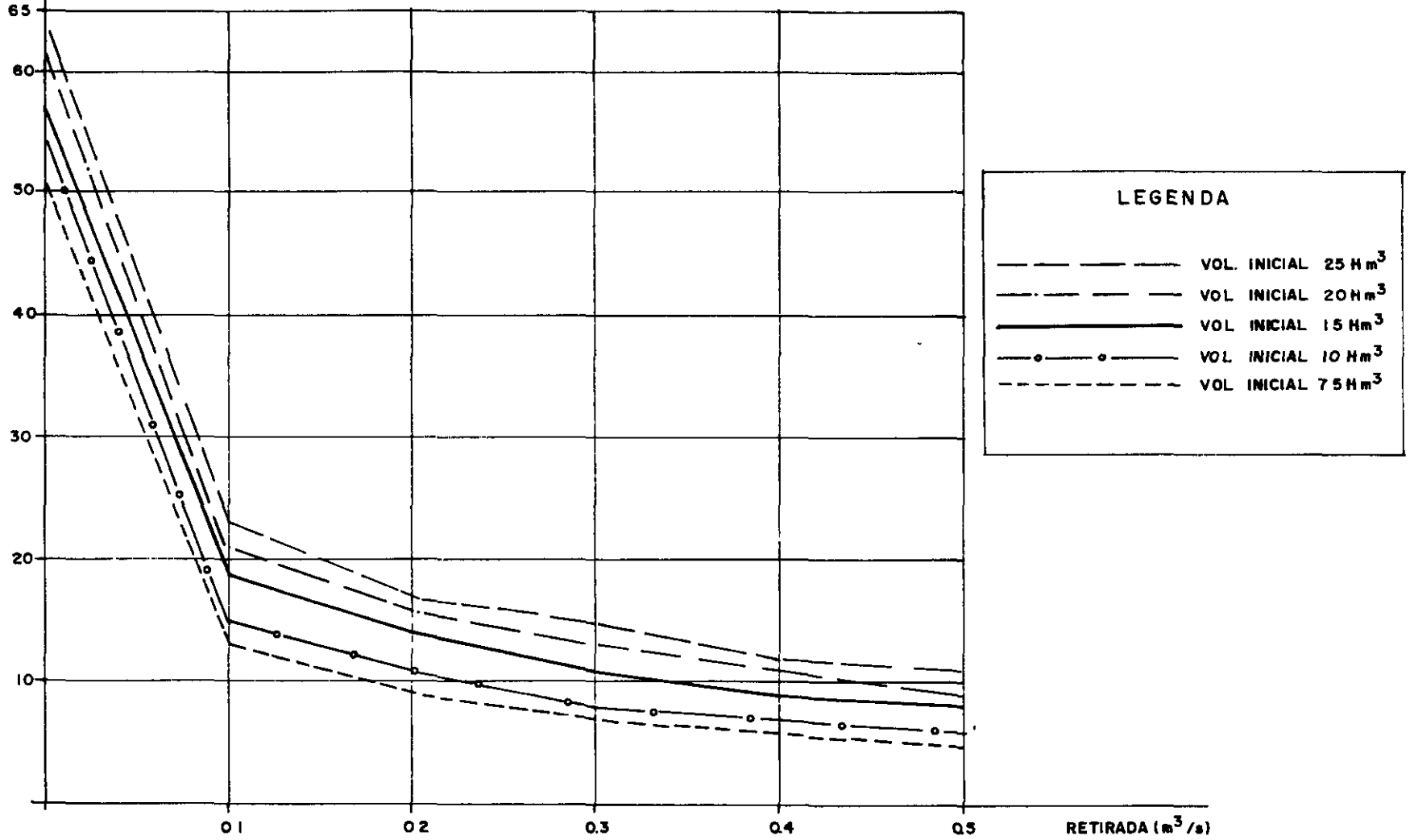
QUADRO 7.1 - VALORES DO TEMPO ATÉ O Esvaziamento, EM MESES, NO Açude POMBAS PARA DIVERSAS CONDIÇÕES INICIAIS E RETIRADAS

Vol. Inicial (hm ³)	Tempo até o Esvaziamento (Meses)					
	Retiradas (m ³ /s)					
	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
25,0	11	12	15	17	23	63
20,0	9	11	13	16	21	61
15,0	8	9	11	14	19	57
10,0	6	7	8	11	15	54
7,5	5	6	7	9	13	51

TEMPO DE
ESVAZIAMENTO (MESES)

FIGURA 71

CURVA DE Esvaziamento do Açude Pombas/Jenipapeiro



000075