

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**

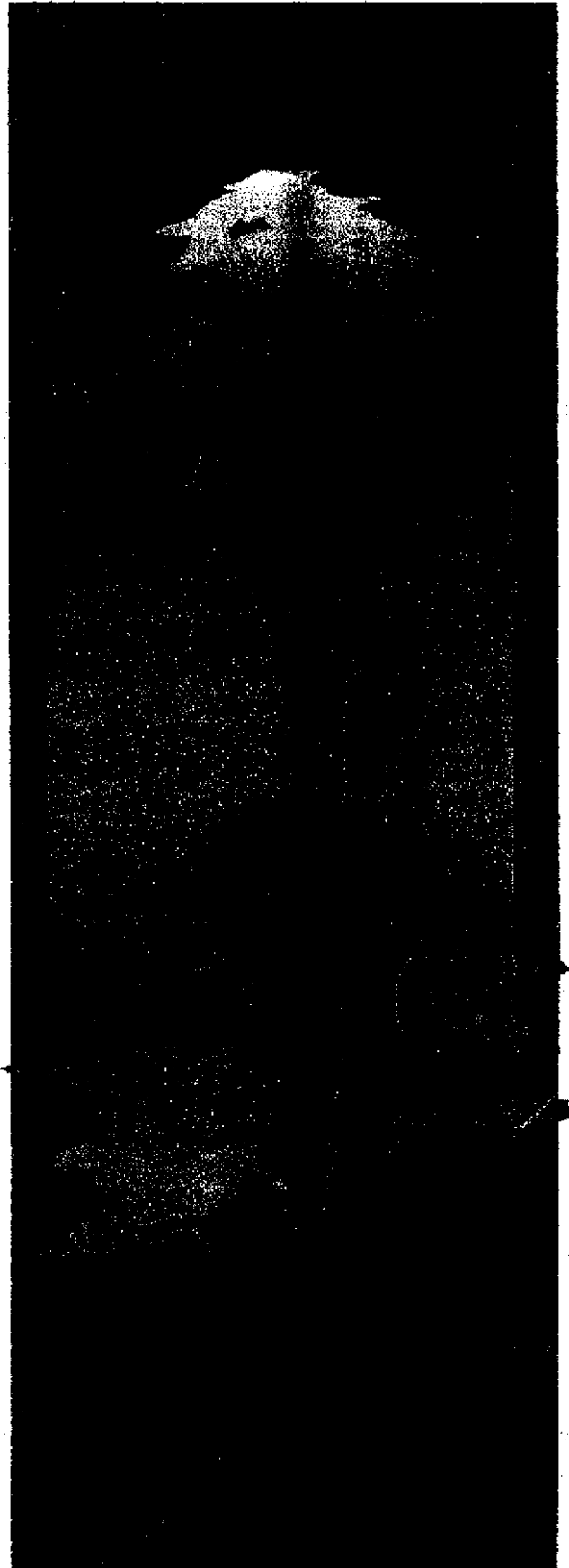
TOMO II PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM TRAPIÁ

VOLUME II 2 HIDROCLIMATOLÓGICOS

KL Serviços e Engenharia

FORTALEZA- CE
Novembro 1995

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



Lote: 01468 - Prep (X) Scan () Index ()
 Projeto Nº 158/02/02/02
 Volume _____
 Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
 Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
 Qtd. A0 _____ Outros _____

**TOMO II - Projeto Básico da
 Barragem Trapiá**

**1.2 - Relatório de Estudos
 Hidroclimatológicos**



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

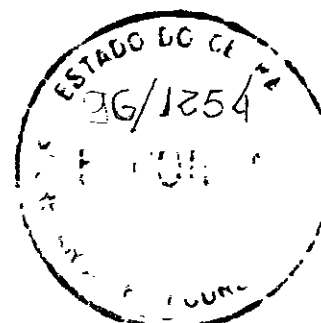
**ESTUDO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA VERTENTE FLUVIAL DOS
MUNICÍPIOS DE IPAUMIRIM, BAIXIO E UMARI NO ESTADO DO CEARÁ**

TOMO II - PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM TRAPIÁ

VOLUME II.2 - RELATÓRIO DE ESTUDOS HIDROCLIMATOLÓGICOS

Novembro/1995

000003



0155 21 01 01



SUMÁRIO

000004

SUMÁRIO

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	19
3 2 1 Temperatura	19
3 2 2 Umidade Relativa	19
3 2 3 Insolação	21
3 2 4 Evaporação	21
3 2 5 Ventos	21
3 2 6 Evapotranspiração	22
3 2 7 Sinópse Climática	22
3 2 8 Classificação Climática	23
4. ESTUDOS DAS PRECIPITAÇÕES INTENSAS	24
4 1 Objetivos do Estudo das Precipitações Intensas	25
4 2 Metodologia Adotada	25
4 3 Seleção do Posto Pluviométrico	25
4 4 Estudo Probabilístico do Regime de Chuvas	25
4 5 Desagregação da chuva de 24 horas em chuvas de menores durações - Postos de Felizardo	26
4 6 Transformação da Chuva Pontual em Chuva Uniforme s/ a Bacia	27
5. ESTUDO DAS CHEIAS DE PROJETO	31
5 1 Objetivo	32
5 2 Metodologia	32
5 2 1 Determinação do CN	34
5 2 2 Seleção do Período de Retorno	34
5 2 3 Cálculo da Chuva de Projeto	34
5 2 4 Cheias de Projeto	35
5 3 O Amortecimento da Cheia pelo Sangradouro	38
6. ESTUDO DAS VAZÕES REGULARIZADAS	58
6 1. Metodologia	59
6 2 A aplicação do Método do DTR	59
6 2 1 Valores Básicos	59
6 2 2 Cálculo do fator de forma	59
6 2 3 Cálculo do fator adimensional de evaporação (fe)	62
6 3 Resultados	62
7. CURVA DE Esvaziamento do Açude	66



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 tecnificada 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 II - Projeto Básico da Barragem Trapiá, Volume II 2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos



1. INTRODUÇÃO

000008



1. INTRODUÇÃO

O açude Trapiá situar-se-á na localidade de mesmo nome no município de Ipaumirim-Ceará, distando 423 km de Fortaleza.

O reservatório barrará o riacho do Cachimbo, um dos formadores do riacho Pendência, 12,5 km à jusante de suas nascentes na Serra da Areia. O curso d'água se desenvolve no sentido sul-norte e à montante do local do barramento tem como afluentes principais os riachos Ribeiro, córrego Caititu, córrego Lagoa Nova e córrego Mamoeiro.

A bacia hidrográfica do açude drena uma área de 69,5 km², situando-se à sudoeste do rio Salgado-Jaguaribe, tendo o seu centro geométrico as coordenadas geográficas aproximadas 6°50'00" latitude Leste e 38°43'16" longitude Oeste (Figuras 1.1 e 1.2).

O objetivo principal do reservatório é garantir o abastecimento d'água às sedes dos municípios de Ipaumirim, Baixio e Umari. Visa também propiciar o aproveitamento hidroagrícola dos aluviões à jusante do barramento.

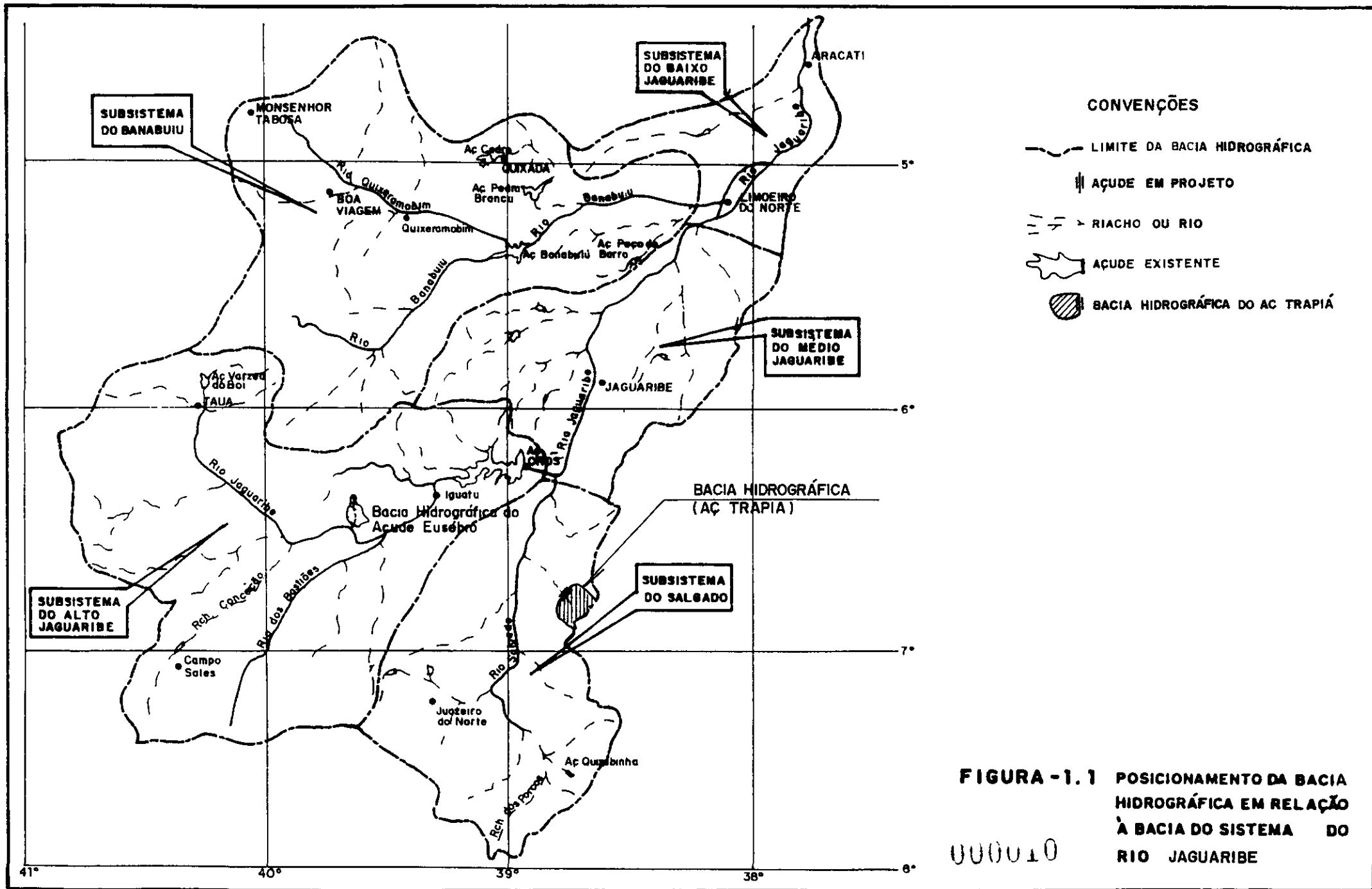
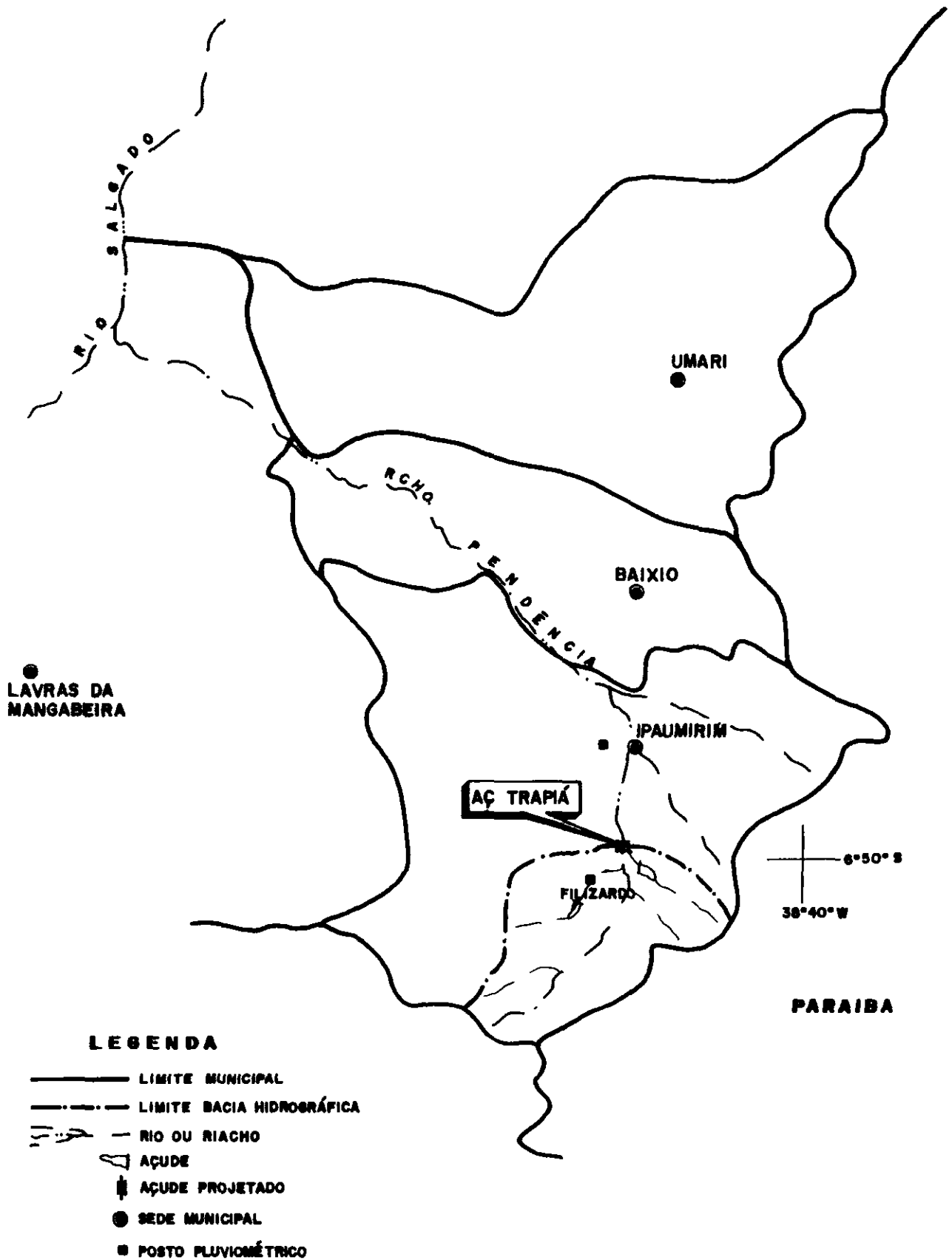


FIGURA 12

POSIÇÃO DA BACIA EM RELAÇÃO AOS MUNICÍPIOS E POSTOS PLUVIOMÉTRICOS





2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA



2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA

2.1 Área de Drenagem

A área de drenagem da Bacia do Trapiá é de 69,5 km² (Figura 2.1)

2.2. Forma da Bacia

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

Fator de Compacidade:

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

K_c = Coeficiente de Compacidade

P = Perímetro em km

A = Área de bacia em km²

$$K_c = 1,23$$

Fator de Forma

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

K_f = Fator de Forma

A = Área da bacia em km²

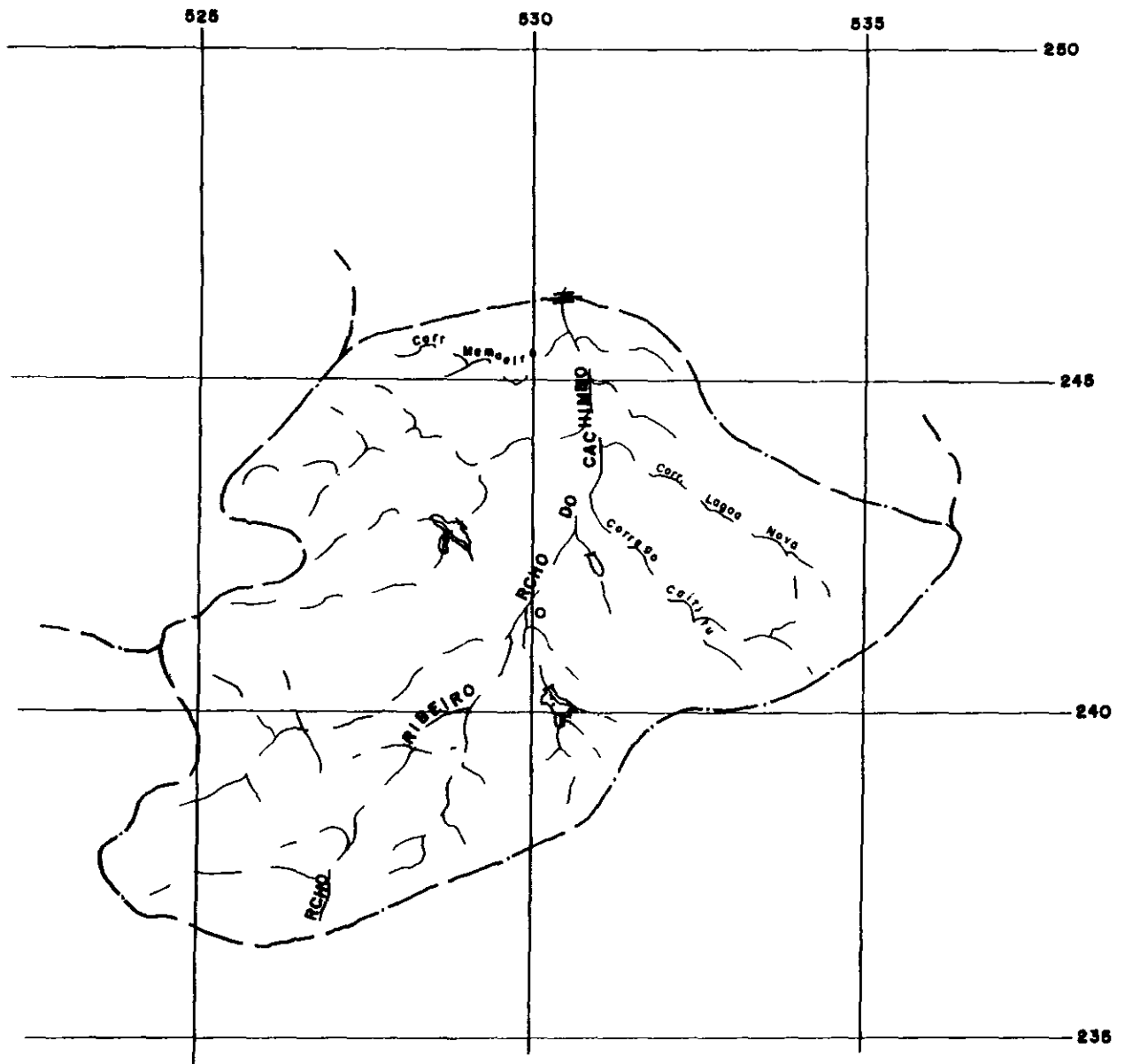
L = Comprimento da bacia em km

$$K_f = 0,445$$

FIGURA 21

ÍNDICES FÍSICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIACHO DO CACHIMBO NO LOCAL DO BARRAMENTO

ESCALA = 1 100 000



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 = 69,5 Km²
- L - Comprimento do Talvegue = 12,5 Km
- Lc - Distância do Centro de Gravidade ao Exutório = 5,0 Km
- H - Máxima desnível medido ao longo do riacho = 500 - 280 = 220
- P - Perímetro da Bacia = 37,0 Km
- S - Declividade média do Talvegue = 0,00533 m/m

000014

2.3. Drenagem

Os principais indicadores da drenagem da bacia são

Extensão Média do Escoamento Superficial

$$I = \frac{A}{4L} \quad I = 1,39$$

Extensão do Curso D'água Principal

$$L = 12,5 \text{ km}$$

2.4 Relevo

O relevo da bacia hidrográfica em estudo, pode ser representado pela curva hipsométrica mostrada a seguir, no **Quadro 2.1** e **Figura 2.2**.

Curva Hipsométrica

Bacia	Trapiá	Área de Drenagem	69,5 Km ²
Mapa	SUDENE	Escala	1 100 000

QUADRO 2.1 - Cálculo da Curva Hipsométrica da Bacia

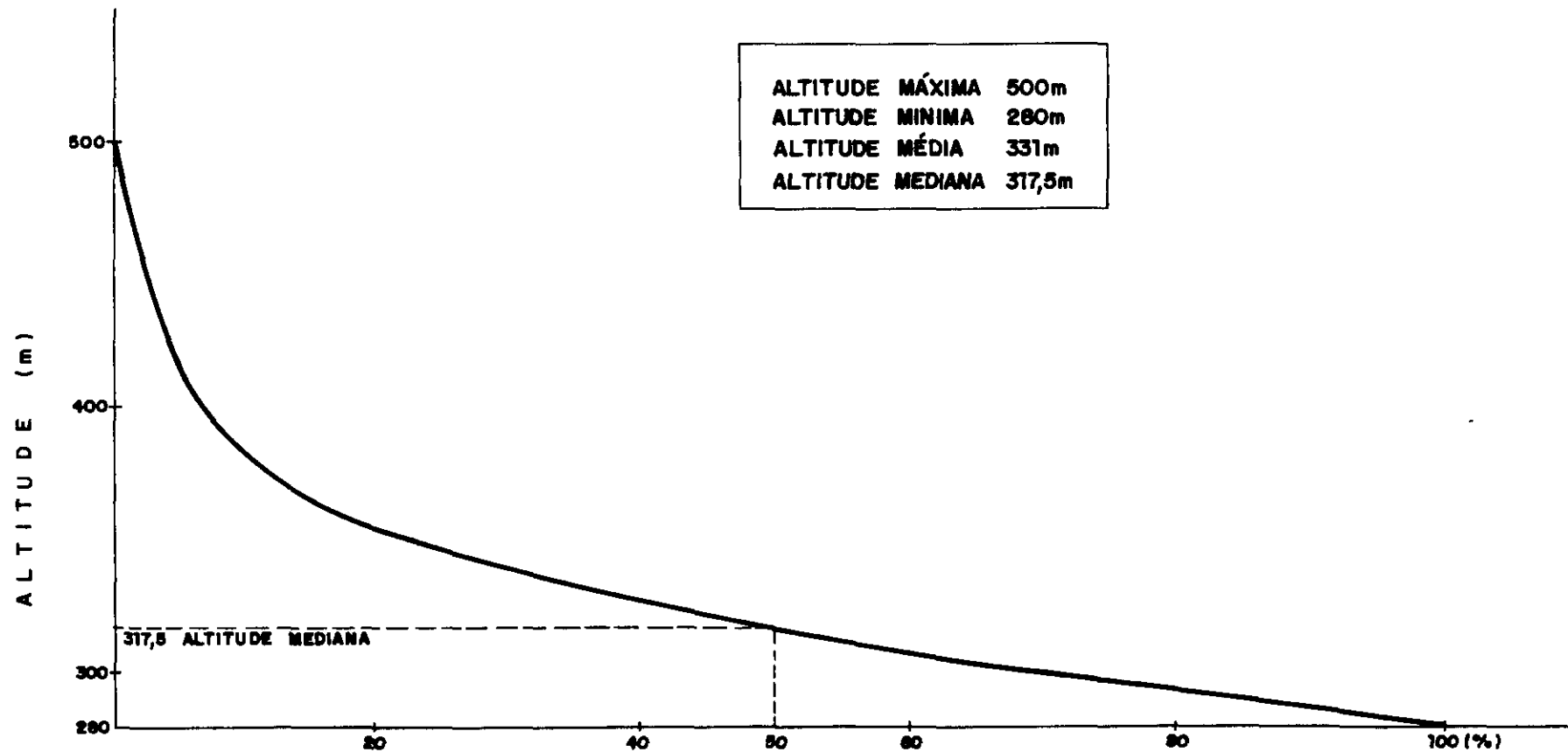
1	2	3	4	5	6	7
Cotas (mm)	Ponto Médio (m)	Área (Km ²)	Área Acumulada (Km ²)	%	% Acumulada	Coluna 2 x Coluna 3
500 - 400	450	4,3	4,30	6,19	6,19	1 935,00
400 - 350	375	12,2	16,50	17,55	23,74	4 575,00
350 - 300	325	32,4	48,90	46,62	70,36	10 530,00
300 - 280	290	20,60	69,50	29,64	100,00	5 974,00
TOTAL	-	69,5	-	-	-	23.014,00

Altitude Média = 331,0m

No **Quadro 2.2** resume-se o perfil longitudinal do rio Pendência, de suas nascentes até o local do barramento na localidade de Trapiá. A **Figura 2.3** - mostra o referido perfil

000015

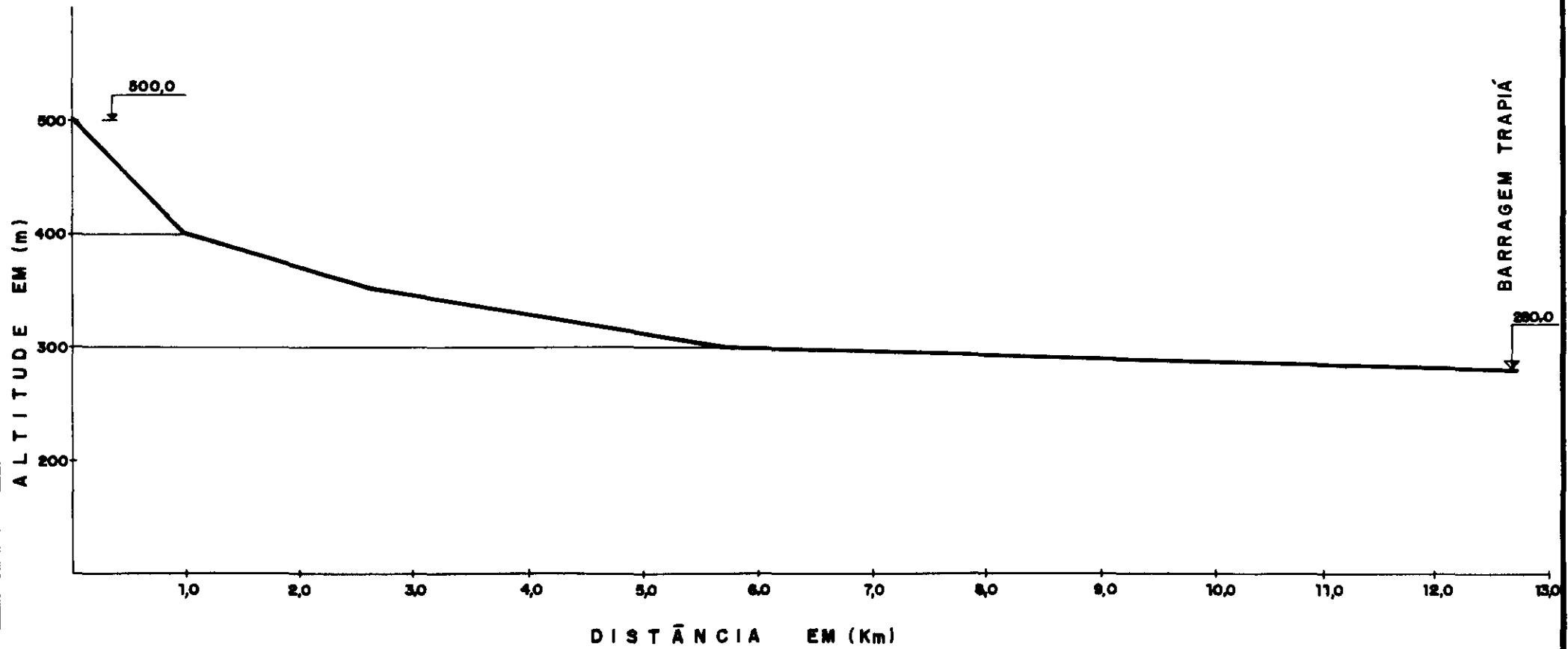
FIGURA 2.2
CURVA HIPSOMÉTRICA DA BACIA TRAPIÁ



ALTITUDE MÁXIMA	500m
ALTITUDE MINIMA	280m
ALTITUDE MÉDIA	331m
ALTITUDE MEDIANA	317,5m

000016

FIGURA 2.3
PERFIL LONGITUDINAL DO RCHO. PENDÊNCIA



000617



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 2 (dois) postos considerados, que cobrem a área de interesse e suas circunvizinhanças

O regime pluviométrico da área do estudo pode ser representado pelos dados dos dois postos identificados no **Quadro 3.1** e **Figura 3.1**

A precipitação média da Bacia do Trapiá, é 1 118,6 mm

QUADRO 3.1 - Características dos Postos Pluviométricos

CODIGO DA ESTAÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS		ALT (m)	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO				PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)	COEFICIENTE DE THIESSEN
			LAT	LONG		MÊS	ANO	MÊS	ANO		
3832559	Ipaumirim	Ipaumirim	6°47'	38°43'	270	12	1965	12	1984	773,3	0,015
3832751	Felizardo	Ipaumirim	6°51'	38°45'	400	01	1961	12	1965	1 123,9	0,985

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

A **Figura 3.1** mostra para os postos de Ipaumirim e Felizardo, respectivamente, 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 os hietogramas da pluviosidade dos dois postos estudados, que permitem visualizar a distribuição temporal da pluviometria

O comportamento de pluviosidade mensal é praticamente igual para os dois postos, o mês mais chuvoso é março (aproximadamente 300 mm para Felizardo e 250 mm para Ipaumirim), seguido por fevereiro (cerca de 200 mm nos dois postos), 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

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 externas atingindo a 14°C, devido, principalmente, aos acentuados valores das máximas.

As temperaturas médias compensadas abrangem 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°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 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%).

FIGURA 3.1

CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

I - POSTOS REPRESENTATIVOS

POSTO	CÓDIGO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
IPAUMIRIM	3832559	773,3
FELIZARDO	3832751	1123,9

II - ANÁLISE DE FREQUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE ANUAL

POSTO	PROBABILIDADE P(H < Hp) (%)										← Hp(mm) ←
	1	2	5	10	20	50	80	90	98	99	
IPAUMIRIM	235,7	335,3	383,9	510,7	563,7	847,6	1112,6	1260,9	1538,1	1641,0	
FELIZARDO	315,7	380,9	414,9	510,1	552,5	803,9	1072,0	1234,5	1559,0	1687,4	

Hp - Pluviosidade anual esperada para probabilidade indicada

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

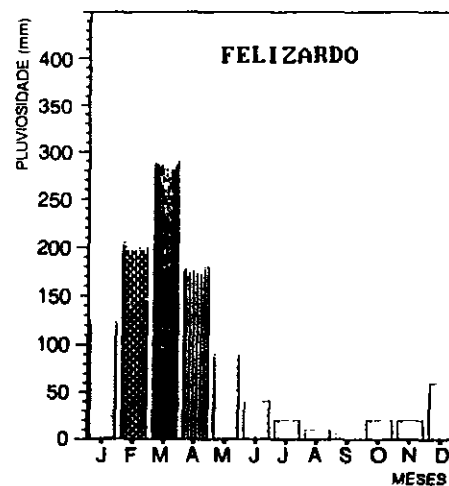
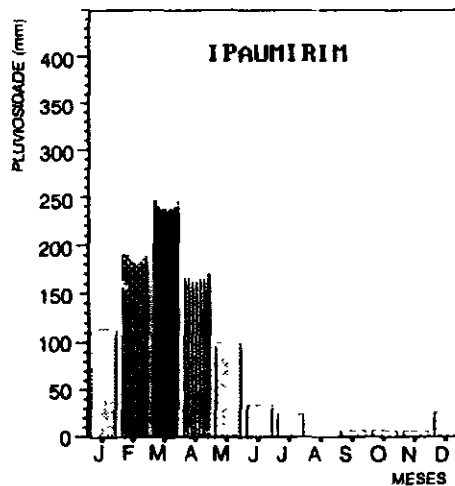
POSTO	MÊS	NÚMERO DE DIAS									
		1	2	4	8	12	15	18	20	22	25
3832559	JAN	37,5	37,5	29,2	16,7	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	FEV	33,3	33,3	33,3	20,8	16,7	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	MAR	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	8,3	4,2	4,2	4,2	4,2
	ABR	25,0	25,0	25,0	20,8	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	MAI	29,2	25,0	25,0	20,8	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUN	37,5	33,3	25,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	JUL	29,2	25,0	16,7	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	AGO	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SET	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	OUT	20,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NOV	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	DEZ	37,5	29,2	16,7	0,0	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	
IPAUMIRIM	99,9	116,2	124,3	129,6	133,6	136,6	141,3	144,8	150,7	154,9	
FELIZARDO	72,0	85,3	91,4	97,6	102,8	107,1	114,3	120,2	131,2	139,6	

H - Precipitação diária para período de retorno indicado

V - HIETOGRAMAS





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 (2240 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 seria 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. Sinópsse 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	1 118,6 mm
Semestre chuvoso	Jan/Jun
Trimestre úmido	Fev/Abr
Trimestre seco	Ago/Out
Mês de maior pluviosidade	Mar
Temperatura média anual	27 4°C
Média das temperaturas mínimas	22 8°C
Media 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	E-NE
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/Maio
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 Köpen 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 - (Termoxeroquimênico acentuado) do tipo tropical quente de seca acentuada 7 a 8 meses, índice xerotérmico entre 150 e 200

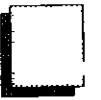
QUADRO 3.3 - Estação de Iguatu Dados Climatológicos (Lat 6°22', Long 39°18', Alt 79m)

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 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	SeE	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 justante do barramento

4.2. Metodologia Adotada

Em virtude da não disponibilidade de dados pluviográficos representativos da bacia do nacho Pendência, adotou-se o Método de Tborga Torrico

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 3832751 - Felizardo Este posto foi selecionado por localizar-se no interior da bacia estudada e ser representativo de 98,5% da bacia, se considerarmos o método de Thiessen

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 Felizardo.

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, 1000 e 10000 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 Felizardo.

Quadro 4.1 - Precipitações Máximas, Pontuais na Bacia Hidrográfica

TR (anos)	F (%)	$P_p d$ (mm)	P_{p24h} (mm)	R_{1h} (%)	R_{p1h} (mm)
5	20,00	72,0	78,84	47,9	37,76
10	10,00	83,3	91,21	47,4	43,23
20	5,00	97,6	106,87	47,0	50,23
25	4,00	102,2	112,57	46,0	51,78
50	2,00	120,2	131,62	46,4	61,07
75	1,33	131,2	143,66	46,1	66,23
100	1,00	139,6	152,86	45,9	70,16
500	0,20	168,2	184,18	44,9	82,70
1000	0,10	178,1	195,02	44,5	86,78
10000	0,01	210,0	229,95	43,1	99,11

T_r = Tempo de retorno

F = Frequência = $1/T_r$

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



Pp24h = Chuva pontual de 24 horas de duração,

R1h = Fator de transformação da chuva de 24 horas em chuva de 1 hora para Isozona G

Pp1h = 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 uniforme sobre a área da bacia foi feita através da relação

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

Onde

Pa = Precipitação média distribuída sobre toda a bacia,

Pp = 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,

Ap = Área base na qual Pp = Pa

Assim tem-se

$$\frac{P_a}{P_p} = 1 - 0,22 \log \frac{69,5}{25} = 0,902$$

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 Trapiá (69,5 Km²) versus tempo de duração para diversos tempos de retorno

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

TR (anos)	P _p 24h (mm)	P _p 1h	Pa/Pp	P _p 24h (mm)	P _a 1h (mm)
5	78,84	37,76	0,902	71,11	34,06
10	91,21	43,23	0,902	82,27	38,99
20	106,87	50,23	0,902	96,40	45,31
25	112,57	51,78	0,902	101,54	46,71
50	131,62	61,07	0,902	118,72	55,09
75	143,66	66,23	0,902	129,58	59,74
100	152,86	70,16	0,902	137,88	63,28
500	184,18	82,70	0,902	166,13	74,60
1000	195,02	86,78	0,902	175,91	78,28
10000	229,95	99,11	0,902	207,42	89,40

000029

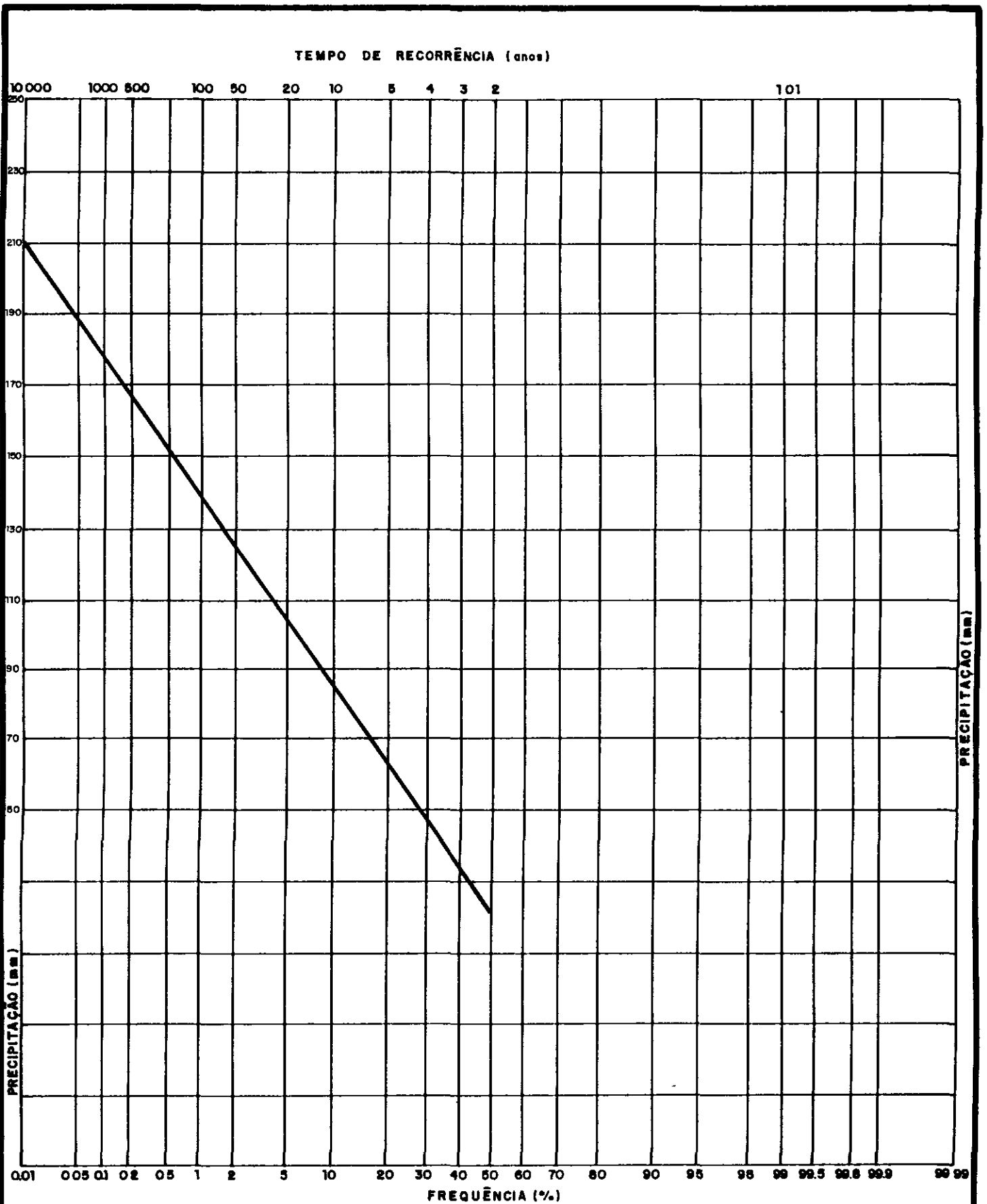
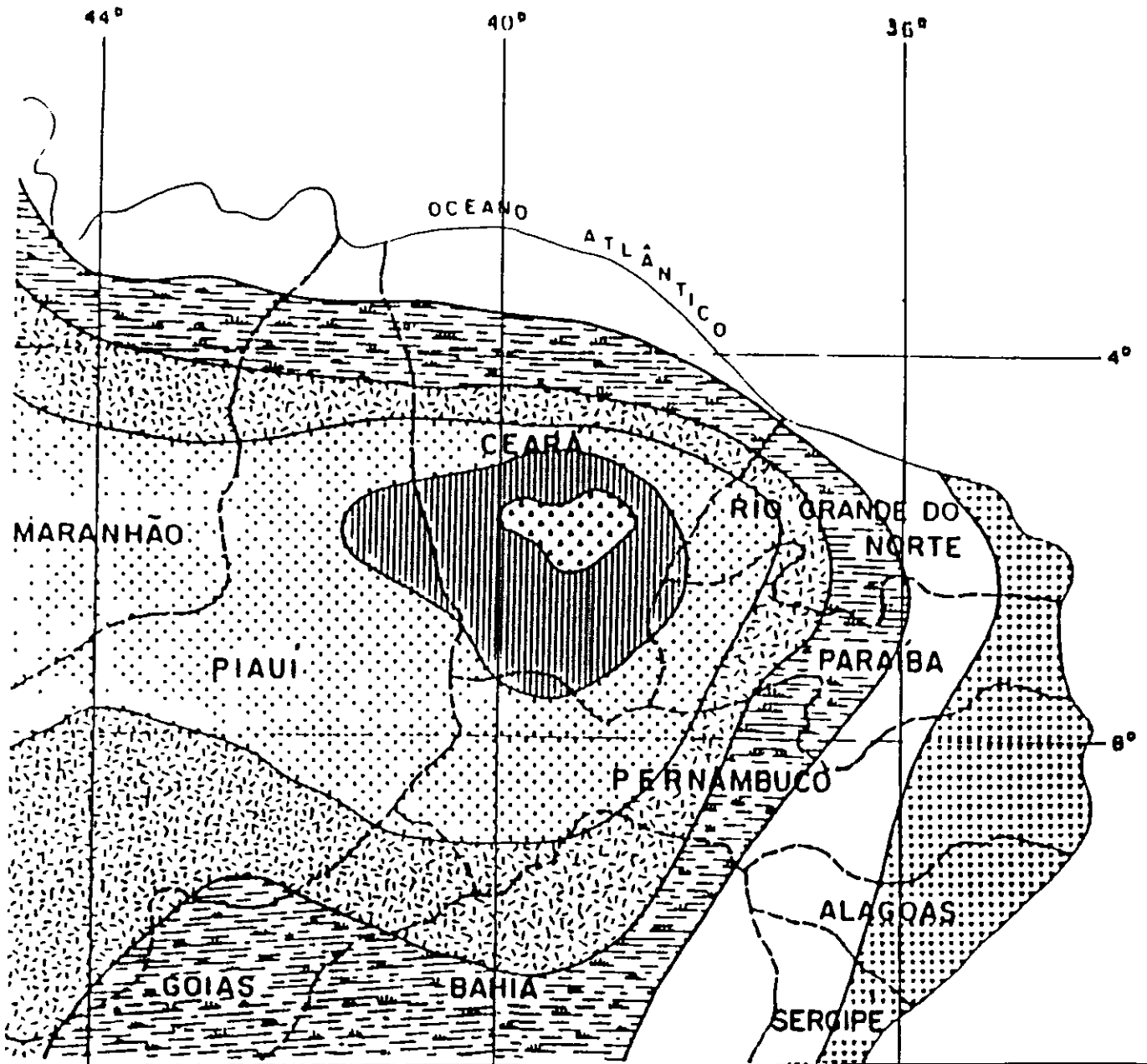


FIGURA 41
 PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

000030

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

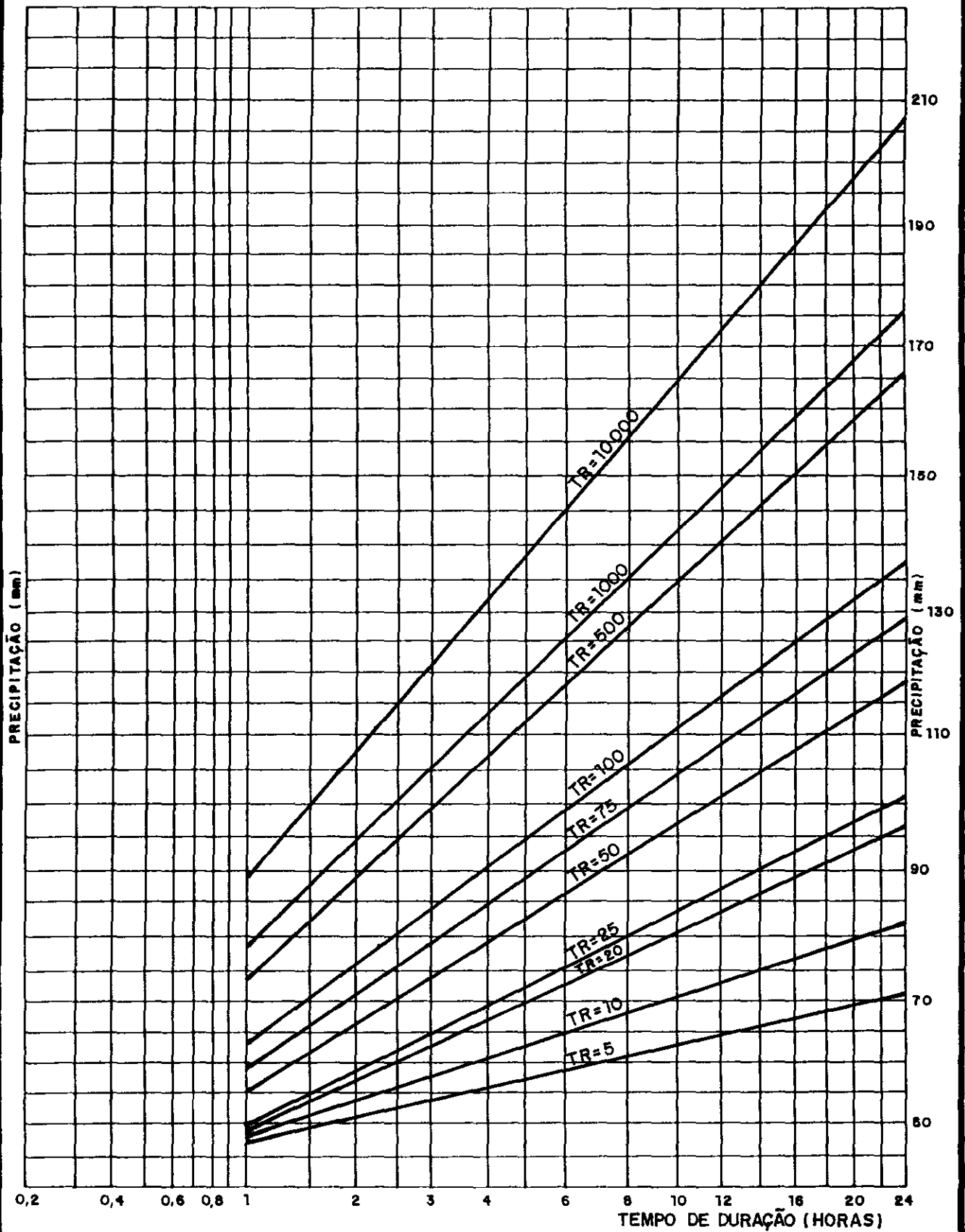


FIGURA 43

PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS, PONTUAIS NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO AÇUDE TRAPIÁ

000032



5. ESTUDOS DAS CHEIAS DE PROJETO



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

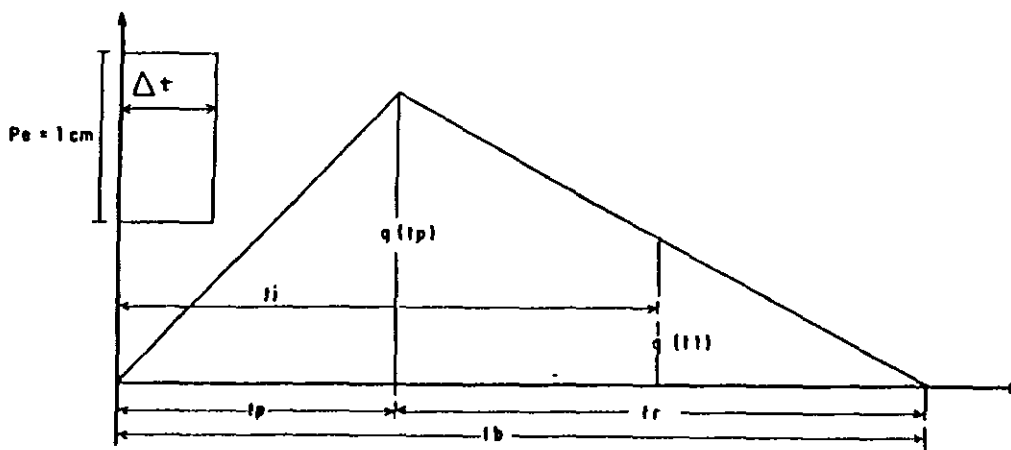
5.2. Metodologia

Para a bacia do Açude Trapiá 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) = $\Delta t/2 + 0,6 t$

T_c = tempo de concentração (horas)



$$T_r = \text{tempo de descida (horas)} = 1,67 T_p$$

$$T_b = \text{tempo base (hora)} = 2,67 T_p$$

$$\Delta t = \text{tempo unitário (horas)} = T_p/5$$

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 Pendência em metros

Para L = 12,5 km e H = 220,00 m

tem-se

$$T_c = 57 \left(\frac{12,5^3}{220,00} \right)^{0,385} = 132,12 \text{ min} = 2,2 \text{ horas}$$

b) Tempo unitário (Δt)

$$\Delta t = \frac{t_c}{5} = \frac{2,2}{5} = 0,44 \text{ horas}$$

c) Tempo de pico (T_p)

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 T_c = 1,54 \text{ horas}$$

d) Tempo-base (T_b)

$$T_b = 2,67 \times T_p = 4,11 \text{ horas}$$

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

$$q(t_p) = \frac{2,08 \times A}{f_p} = \frac{2,08 \times 69,5}{1,54} = 93,87 \text{ m}^3/\text{s/cm}$$



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", com por cento dos solos da bacia do Açude Trapiá

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 Trapiá por sua localização e capacidade, não justifica a adoção de cheias de projeto do porte de cheia máxima provável ou mesmo a decamilinar. 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

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

$$\text{e } Pe = 0, \text{ se } P - \frac{5080}{CN} + 50,80 \leq 0$$

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 Trapiá os resultados obtidos encontram-se no **Quadro 5.1**

Quadro 5.1 - Precipitação efetiva na Bacia Hidrográfica do Açude Trapiá para uma chuva de 2,2 horas e diversos períodos de retomo (Tr)

TR (anos)	Tc (h)	CN	Patc (mm)	Pe (mm)
100	2,2	80	77,0	32,35
500	2,2	80	91,5	43,64
1 000	2,2	80	97,5	48,49
10 000	2,2	80	111,0	59,72

5.2.4. Cheias de Projeto

Para obtenção do Hidrograma total para uma chuva de 2,2 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*

$$\frac{Q1_i}{Q2_j} = \frac{Pe_1}{Pe_2}$$

Onde

Q1_i = vazão no tempo *i* para uma chuva de 2,2 h de duração (ver **Figura 4.3**),

Q2_j = vazão no tempo *i* para o período de retomo Tr,

Pe 1 = precipitação efetiva medida para uma chuva unitária de 2,2 horas de duração (Pe1 = 5x 10,0mm = 50,0 mm),

Pe 2 = precipitação efetiva para o período de retomo Tr (ver **Quadro 5.1**)

FIGURA 52

HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR DA BACIA DO AÇUDE
TRAPIÁ POUCA CHUVA DE ALTURA DE 1cm



1110038

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

QUADRO 5.2 - Vazões Máximas de Projeto

Tr	Vazão máxima (m ³ /s)
100	223,61
500	301,65
1 000	335,17
10 000	412,80

QUADRO 5.3 - Hidrograma Total para uma Chuva de 2,2 horas de Duração

t (horas inc.0,077)	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
0,08	4,88	0,00	0,00	0,00	0,00	4,88	3,16	4,26	4,73	5,83
0,16	9,75	0,00	0,00	0,00	0,00	9,75	6,31	8,51	9,46	11,65
0,24	14,63	0,00	0,00	0,00	0,00	14,63	9,47	12,77	14,19	17,47
0,31	18,90	0,00	0,00	0,00	0,00	18,90	12,23	16,50	18,33	22,57
0,39	23,77	0,00	0,00	0,00	0,00	23,77	15,38	20,75	23,05	28,39
0,46	28,04	0,00	0,00	0,00	0,00	28,04	18,14	24,47	27,19	33,49
0,54	32,92	4,88	0,00	0,00	0,00	37,80	24,46	32,99	36,66	45,15
0,62	37,79	9,75	0,00	0,00	0,00	47,54	30,76	41,42	46,10	56,78
0,69	42,06	14,63	0,00	0,00	0,00	56,69	36,68	49,48	54,98	67,71
0,77	46,94	18,90	0,00	0,00	0,00	65,84	42,60	57,47	63,85	78,64
0,85	51,81	23,77	0,00	0,00	0,00	75,58	48,90	65,97	73,30	90,27
0,92	56,08	28,04	4,88	0,00	0,00	89,00	57,58	77,68	86,31	106,30
1,00	60,95	32,92	9,75	0,00	0,00	103,62	67,04	90,44	100,49	123,76
1,08	65,83	37,79	14,63	0,00	0,00	118,25	76,51	103,21	114,68	141,24
1,16	70,71	42,06	18,90	0,00	0,00	131,67	85,19	114,92	127,69	157,27
1,23	74,97	46,94	23,77	0,00	0,00	145,68	94,25	127,15	141,28	174,00
1,31	79,85	51,81	28,04	0,00	0,00	159,70	103,33	139,39	154,88	190,75
1,39	84,73	56,08	32,92	4,88	0,00	178,61	115,56	155,89	173,22	213,33
1,46	88,99	60,95	37,79	9,75	0,00	197,48	127,77	172,36	191,52	235,87
1,54	93,87	65,83	42,06	14,63	0,00	216,39	140,00	188,87	209,86	258,46
1,62	90,95	70,71	46,94	18,90	0,00	227,50	147,19	198,56	220,63	271,73
1,69	88,39	74,97	51,81	23,77	0,00	238,94	154,59	208,55	231,72	285,39
1,77	85,47	79,85	56,08	28,04	0,00	249,44	161,39	217,71	241,91	297,93
1,85	82,55	84,73	60,95	32,92	4,88	266,03	172,12	232,19	258,00	317,75
1,93	79,63	88,99	65,83	37,79	9,75	281,99	182,45	246,12	273,47	336,81
2,00	77,07	93,87	70,71	42,06	14,63	298,34	193,03	260,39	289,33	356,34
2,08	74,15	90,95	74,97	46,94	18,90	305,91	197,92	267,00	296,67	365,38
2,16	71,22	88,39	79,85	51,81	23,77	315,04	203,83	274,97	305,53	376,28

QUADRO 5.3 - Hidrograma Total para uma Chuva de 2,2 horas de Duração

(Continuação)

t (horas inc.0,077	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
2,23	68,67	85,47	84,73	56,08	28,04	322,99	208,97	281,91	313,24	385,78
2,31	65,75	82,55	88,99	60,95	32,92	331,16	214,26	289,04	321,16	395,54
2,39	62,82	79,63	93,87	65,83	37,79	339,94	219,94	296,70	329,67	406,02
2,46	60,27	77,07	90,95	70,71	42,06	341,06	220,67	297,68	330,76	407,36
2,54	57,34	74,15	88,39	74,97	46,94	341,79	221,14	298,31	331,47	408,23
2,62	54,42	71,22	85,47	79,85	51,81	342,77	221,77	299,17	332,42	409,40
2,70	51,50	68,67	82,55	84,73	56,08	343,53	222,26	299,83	333,16	410,31
2,77	48,94	65,75	79,63	88,99	60,95	344,26	222,74	300,47	333,86	411,18
2,85	46,02	62,82	77,07	93,87	65,83	345,61	223,61	301,65	335,17	412,80
2,93	43,10	60,27	74,15	90,95	70,71	339,18	219,45	296,04	328,94	405,12
3,00	40,54	57,34	71,22	88,39	74,97	332,46	215,10	290,17	322,42	397,09
3,08	37,62	54,42	68,67	85,47	79,85	326,03	210,94	284,56	316,18	389,41
3,16	34,70	51,50	65,75	82,55	84,73	319,23	206,54	278,62	309,59	381,29
3,23	32,14	48,94	62,82	79,63	88,99	312,52	202,20	272,77	303,08	373,27
3,31	29,22	46,02	60,27	77,07	93,87	306,45	198,27	267,47	297,20	366,02
3,39	26,30	43,10	57,34	74,15	90,95	291,84	188,82	254,72	283,03	348,57
3,47	23,38	40,54	54,42	71,22	88,39	277,95	179,83	242,59	269,56	331,98
3,54	20,82	37,62	51,50	68,67	85,47	264,08	170,86	230,49	256,10	315,42
3,62	17,90	34,70	48,94	65,75	82,55	249,84	161,65	218,06	242,29	298,41
3,70	14,98	32,14	46,02	62,82	79,63	235,59	152,43	205,62	228,48	281,39
3,77	12,42	29,22	43,10	60,27	77,07	222,08	143,69	193,83	215,37	265,25
3,85	9,50	26,30	40,54	57,34	74,15	207,83	134,47	181,39	201,55	248,23
3,93	6,57	23,38	37,62	54,42	71,22	193,21	125,01	168,63	187,38	230,77
4,00	4,02	20,82	34,70	51,50	68,67	179,71	116,27	156,85	174,28	214,65
4,08	1,10	17,90	32,14	48,94	65,75	165,83	107,29	144,74	160,82	198,07
4,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Q máximo							223,61	301,65	335,17	412,80

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 Trapiá

$T_r = 1000$ e 10000 anos

largura do sangradouro = 50, 75, 100 e 150 m

Estudo de Propagação de Enchentes no Reservatório

Cota do sangradouro = 284,66 m

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

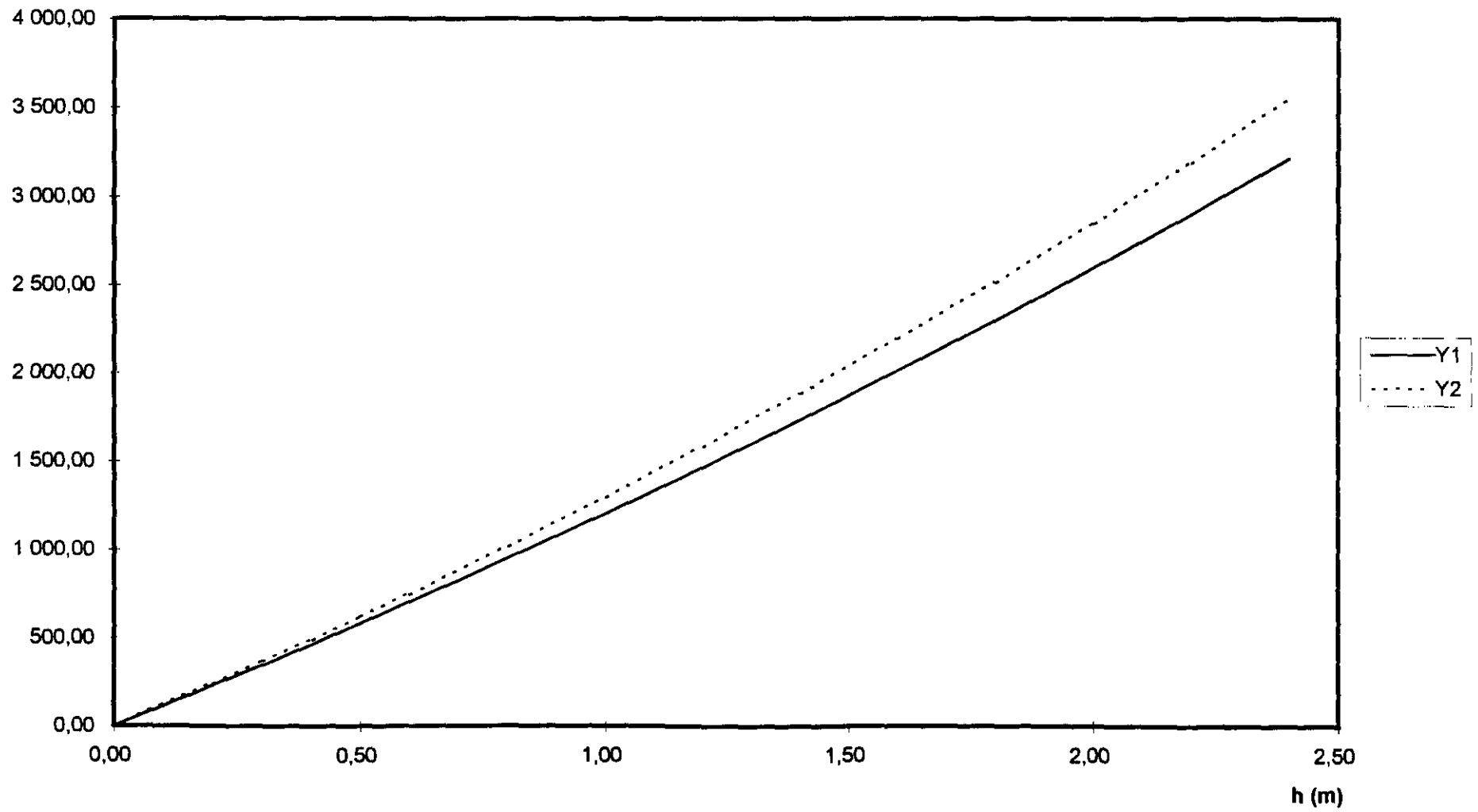
L=50,0 m, 75,0m, 100,0 m, 150,0 m

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

L=50,0 m, 75,0m, 100,0 m, 150,0 m

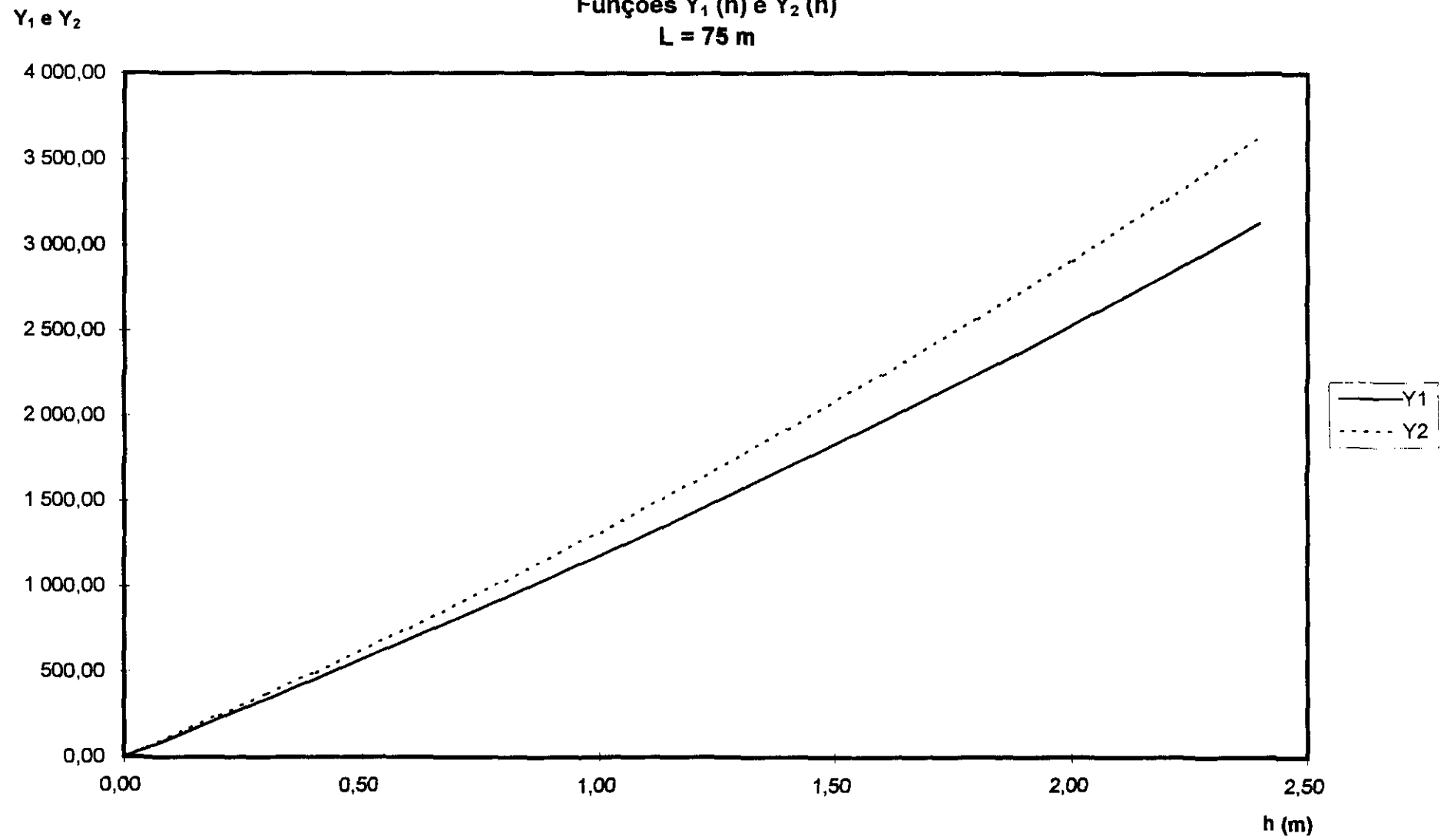
Figura 5.3
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 50$ m

Y_1 e Y_2



000042

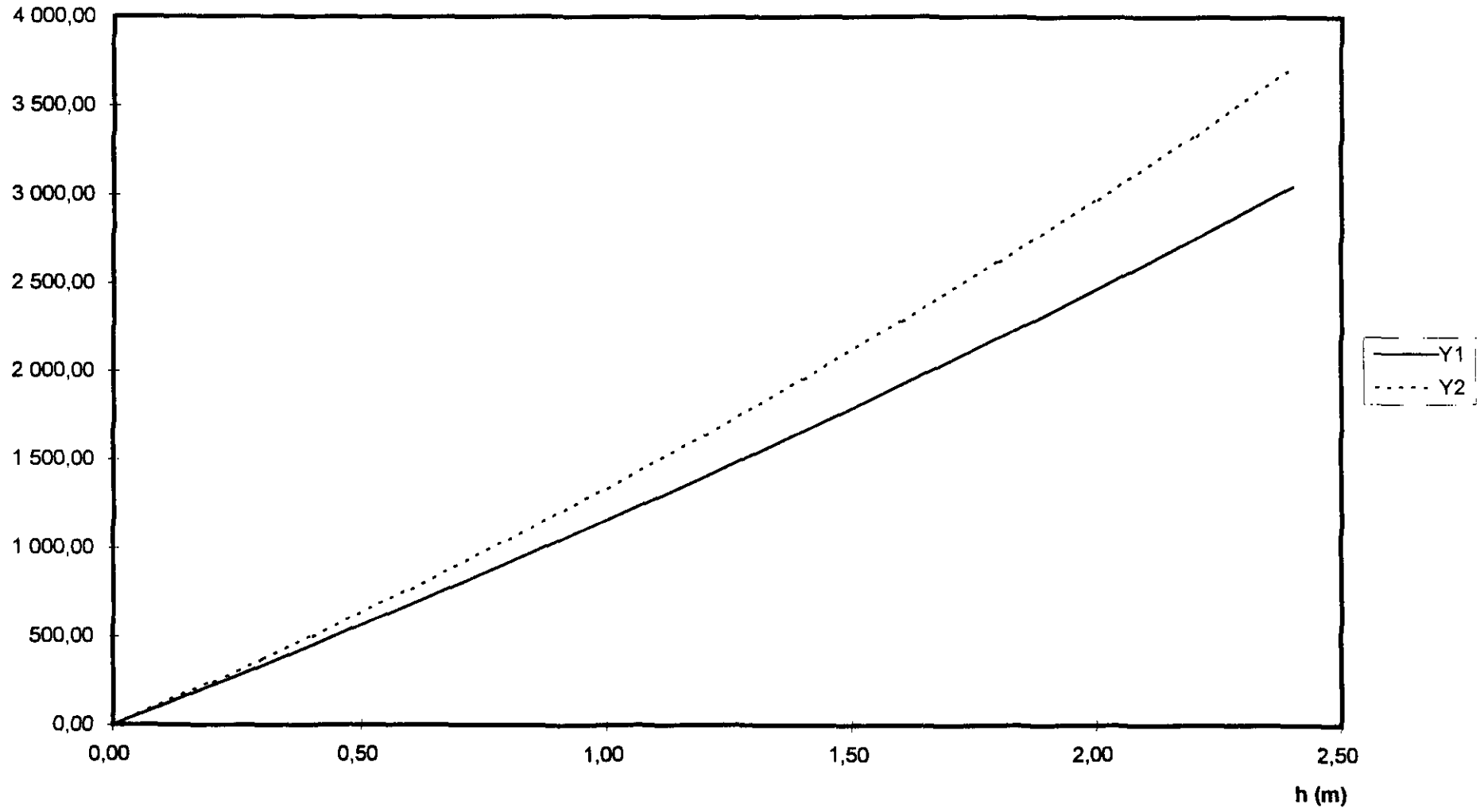
Figura 5.4
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 75\text{ m}$



000043

Figura 5.5
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 100 \text{ m}$

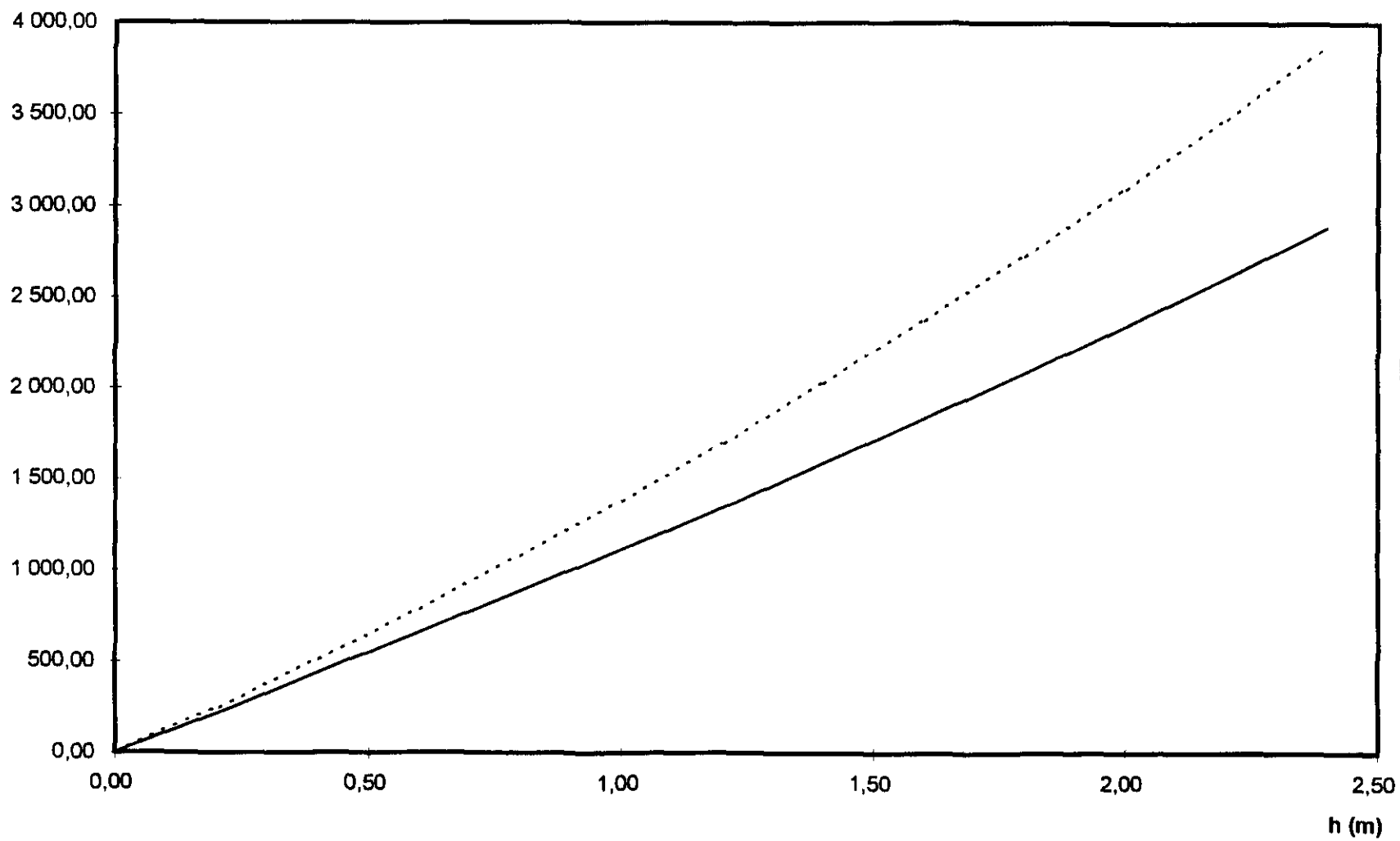
Y_1 e Y_2



000044

Figura 5.6
Funções $Y_1(h)$ e $Y_2(h)$
 $L = 150$ m

Y_1 e Y_2



000045



QUADRO 5.4 - Determinação de y1 e y2

h (m)	V (10 ³ xm ³)	Y1 p/L=50m	Y1 p/L=75m	Y1 p/L=100m	Y1 p/L=150m	Y2 p/L=50m	Y2 p/L=75m	Y2 p/L=100m	Y2 p/L=150m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,20	836,5	228,40	226,42	224,45	220,49	236,32	238,30	240,28	244,23
0,40	1703,2	461,92	456,32	450,72	439,53	484,31	489,90	495,50	506,69
0,60	2600,9	701,91	691,62	681,34	660,78	743,04	753,32	763,60	784,17
0,80	3530,1	948,92	933,09	917,26	885,60	1012,25	1028,08	1043,91	1075,57
1,00	4491,3	1203,33	1181,21	1159,08	1114,83	1291,83	1313,96	1336,08	1380,33
1,20	5485,1	1465,47	1438,39	1407,30	1349,13	1581,81	1610,89	1639,98	1698,14
1,40	6512,0	1735,59	1698,94	1662,29	1588,99	1882,19	1918,84	1955,49	2028,79
1,60	7272,6	2013,94	1969,17	1924,39	1835,67	2193,06	2237,83	2282,61	2372,17
1,80	8667,4	2300,75	2247,32	2193,89	2087,03	2514,47	2567,90	2621,33	2728,20
2,00	9797,0	2596,23	2533,65	2471,07	2345,92	2846,55	2909,13	2971,70	3096,86
2,20	10961,8	2900,55	2828,35	2756,14	2611,76	3189,34	3261,53	3333,73	3478,12
2,40	12162,5	3213,95	3131,69	3049,42	2884,90	3543,00	3625,26	3707,52	3872,05

**QUADRO 5.5 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 50 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	0,19	206,30	7,10	213,40	0,20	7,62	7,10	8,14
0,25-0,50	0,20	218,75	25,43	244,18	0,21	8,22	8,14	8,30
0,50-0,75	0,21	220,00	50,26	270,26	0,26	10,12	8,30	11,94
0,75-1,00	0,26	312,50	82,17	394,67	0,33	14,25	11,94	16,56
1,00-1,25	0,33	375,00	120,89	495,89	0,38	18,75	16,56	20,94
1,25-1,50	0,38	450,00	175,57	625,57	0,50	26,01	20,94	31,08
1,50-1,75	0,50	575,00	225,89	800,89	0,63	37,77	31,08	44,46
1,75-2,00	0,63	750,00	265,62	1015,62	0,80	53,79	44,46	63,12
2,00-2,25	0,80	948,00	301,29	1249,29	0,95	72,64	63,12	82,16
2,25-2,50	0,95	1150,00	322,36	1472,36	1,13	94,13	82,16	106,10
2,50-2,75	1,13	1375,00	332,67	1707,67	1,28	117,23	106,10	128,36
2,75-3,00	1,28	1575,00	328,14	1903,14	1,43	139,75	128,36	151,14
3,00-3,25	1,43	1800,00	312,75	2112,75	1,56	161,89	151,14	172,64
3,25-3,50	1,56	1975,00	279,59	2254,59	1,65	180,00	172,64	187,36
3,50-3,75	1,65	2100,00	235,74	2335,74	1,73	194,48	187,36	201,60
3,75-4,00	1,73	2150,00	194,83	2344,83	1,69	197,91	201,60	194,22
4,00-4,25	1,69	2145,00	87,14	2232,14	1,64	190,15	194,22	186,08
4,25-4,50	1,64	2063,00	87,14	2150,14	1,58	180,82	186,08	175,56

**QUADRO 5.6 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 75 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	0,14	150,00	7,10	157,10	0,13	6,59	7,10	6,08
0,25-0,50	0,13	138,00	25,43	163,43	0,14	6,59	6,08	7,10
0,50-0,75	0,14	162,50	50,26	212,76	0,18	8,55	7,10	10,00
0,75-1,00	0,18	200,00	82,17	282,17	0,23	12,39	10,00	14,78
1,00-1,25	0,23	250,00	120,89	370,89	0,28	17,16	14,78	19,54
1,25-1,50	0,28	300,00	175,57	475,57	0,38	25,38	19,54	31,22
1,50-1,75	0,38	425,00	225,89	650,89	0,53	41,16	31,22	51,10
1,75-2,00	0,53	600,00	265,62	865,62	0,68	62,83	51,10	74,76
2,00-2,25	0,68	800,00	301,29	1101,29	0,86	90,16	74,76	105,56
2,25-2,50	0,86	1025,00	322,36	1347,36	1,03	122,32	105,56	139,08
2,50-2,75	1,03	1225,00	332,67	1557,67	1,18	154,46	139,08	169,84
2,75-3,00	1,18	1412,50	328,14	1740,64	1,30	183,46	169,84	197,08
3,00-3,25	1,30	1575,00	312,75	1887,75	1,38	205,99	197,08	214,90
3,25-3,50	1,38	1675,00	279,59	1954,59	1,45	223,50	214,90	232,10
3,50-3,75	1,45	1763,00	235,74	1998,74	1,48	235,40	232,10	238,70
3,75-4,00	1,48	1787,50	194,83	1982,33	1,46	236,60	238,70	234,50
4,00-4,25	1,46	1775,00	87,14	1862,14	1,38	224,70	234,50	214,90
4,25-4,50	1,38	1650,00	87,14	1737,14	1,30	205,99	214,90	197,08

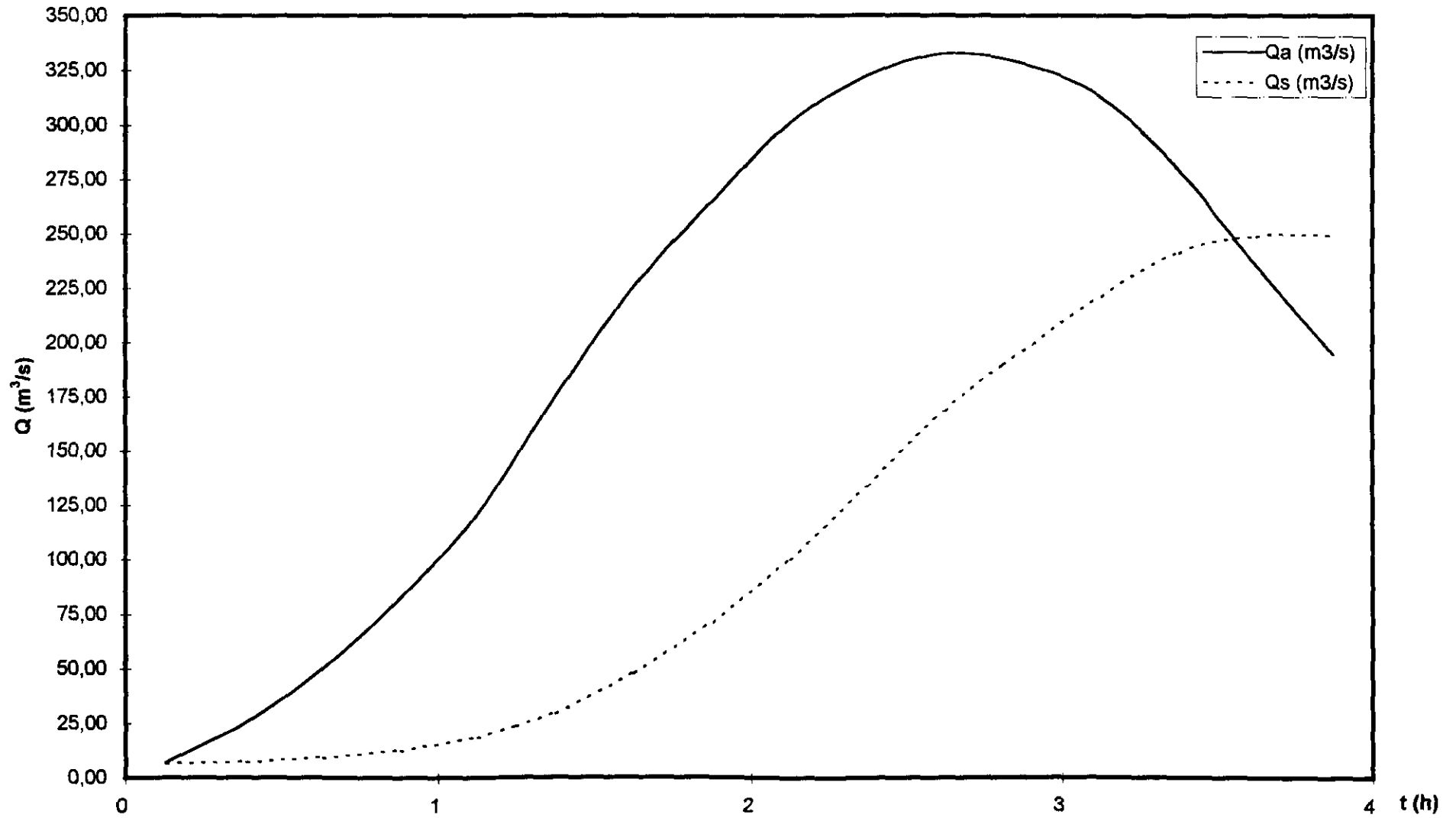
**QUADRO 5.7 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 100 m; Tr = 1000 ANOS**

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	0,12	112,50	7,10	119,60	0,10	6,47	7,10	5,84
0,25-0,50	0,10	125,00	25,43	150,43	0,13	6,95	5,84	8,06
0,50-0,75	0,13	138,00	50,26	188,26	0,15	9,29	8,06	10,52
0,75-1,00	0,15	175,00	82,17	257,17	0,19	12,47	10,52	14,42
1,00-1,25	0,19	225,00	120,89	345,89	0,25	18,39	14,42	22,36
1,25-1,50	0,25	275,00	175,57	450,57	0,35	29,39	22,36	36,42
1,50-1,75	0,35	400,00	225,89	625,89	0,48	47,76	36,42	59,10
1,75-2,00	0,48	538,00	265,62	803,62	0,61	71,59	59,10	84,08
2,00-2,25	0,61	688,00	301,29	989,29	0,75	99,65	84,08	115,22
2,25-2,50	0,75	850,00	322,36	1172,36	0,90	133,05	115,22	150,88
2,50-2,75	0,90	1025,00	332,67	1357,67	1,03	168,07	150,88	185,26
2,75-3,00	1,03	1175,00	328,14	1503,14	1,11	196,01	185,26	206,76
3,00-3,25	1,11	1325,00	312,75	1637,75	1,21	221,29	206,76	235,82
3,25-3,50	1,21	1413,00	279,59	1693,00	1,25	241,48	235,82	247,14
3,50-3,75	1,25	1463,00	235,74	1698,74	1,26	248,85	247,14	250,56
3,75-4,00	1,26	1488,00	194,83	1682,83	1,25	248,85	250,56	247,14
4,00-4,25	1,25	1463,00	87,14	1550,14	1,15	232,82	247,14	218,50
4,25-4,50	1,15	1338,00	87,14	1425,14	1,08	208,47	218,50	198,44

**QUADRO 5.8 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 150 m; Tr = 1000 ANOS**

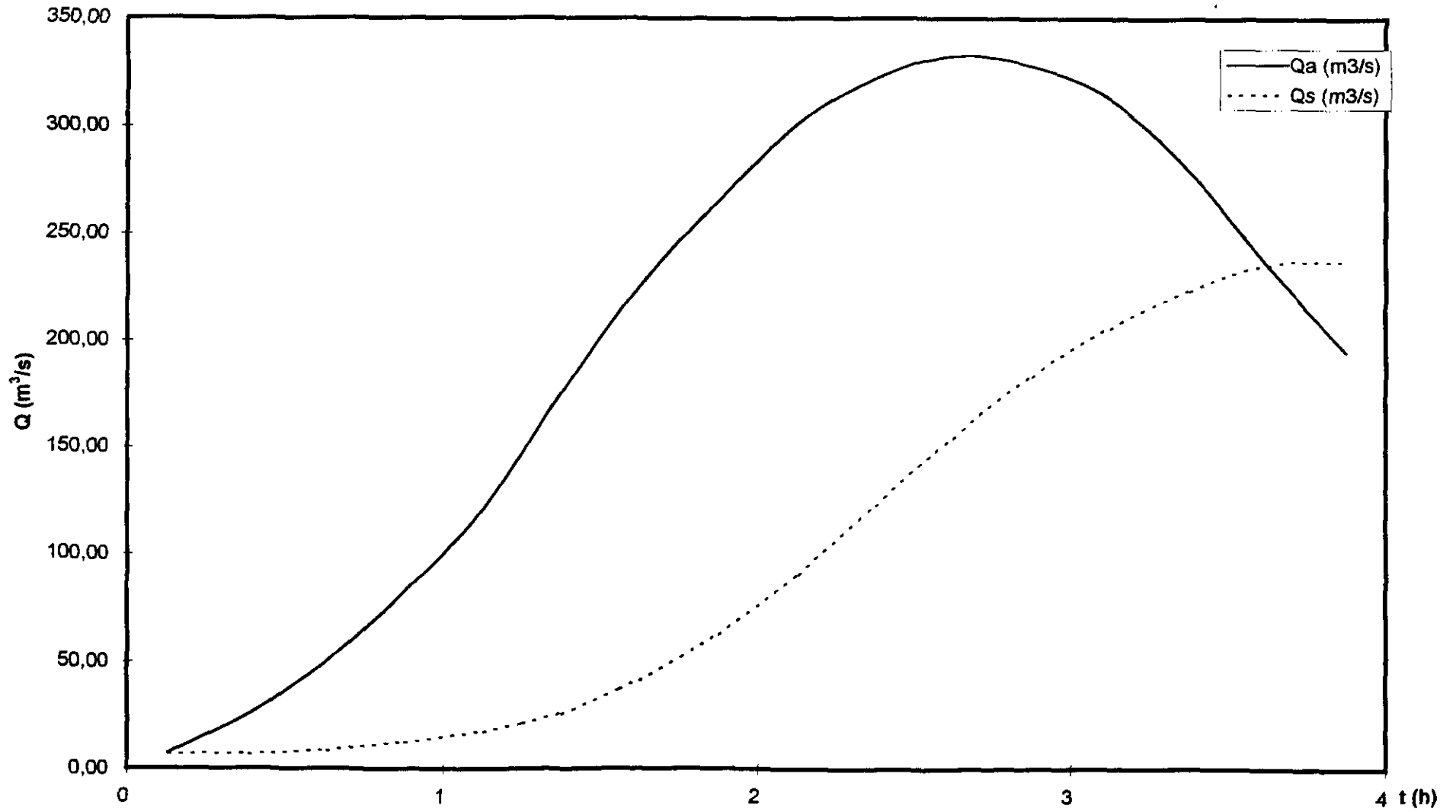
t (h)	hi (m)	Yi (h)	Qa (m ³ /seg)	Y2 (h)	hi+1 (m)	Qs (m ³ /seg)	Qsi (m ³ /seg)	Qsi+1 (m ³ /seg)
0-0,25	0,09	100,00	7,10	107,10	0,10	7,78	7,10	8,46
0,25-0,50	0,10	107,00	25,43	132,43	0,11	9,04	8,46	9,62
0,50-0,75	0,11	138,00	50,26	188,26	0,15	12,56	9,62	15,50
0,75-1,00	0,15	175,00	82,17	257,17	0,23	22,35	15,50	29,20
1,00-1,25	0,23	263,00	120,89	383,89	0,33	39,81	29,20	50,42
1,25-1,50	0,33	356,00	175,57	531,57	0,41	60,02	50,42	69,62
1,50-1,75	0,41	456,00	225,89	681,89	0,53	86,07	69,62	102,52
1,75-2,00	0,53	581,00	265,62	846,62	0,64	119,19	102,52	135,86
2,00-2,25	0,64	700,00	301,29	1001,29	0,75	154,19	135,86	172,52
2,25-2,50	0,75	825,00	322,36	1147,36	0,84	188,42	172,52	204,32
2,50-2,75	0,84	925,00	332,67	1257,67	0,93	221,26	204,32	238,20
2,75-3,00	0,93	1006,00	328,14	1334,14	0,98	247,85	238,20	257,50
3,00-3,25	0,98	1081,00	312,75	1393,75	1,01	263,53	257,50	269,56
3,25-3,50	1,01	1125,00	279,59	1404,59	1,02	271,50	269,56	273,44
3,50-3,75	1,02	1138,00	235,74	1373,74	0,99	267,52	273,44	261,60
3,75-4,00	0,99	1106,00	194,83	1300,83	0,95	253,68	261,60	245,76
4,00-4,25	0,95	1050,00	87,14	1137,14	0,83	223,30	245,76	200,84
4,25-4,50	0,83	875,00	87,14	962,14	0,70	178,13	200,84	155,42

Figura 5.7
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 50 m - Tr = 1.000 anos



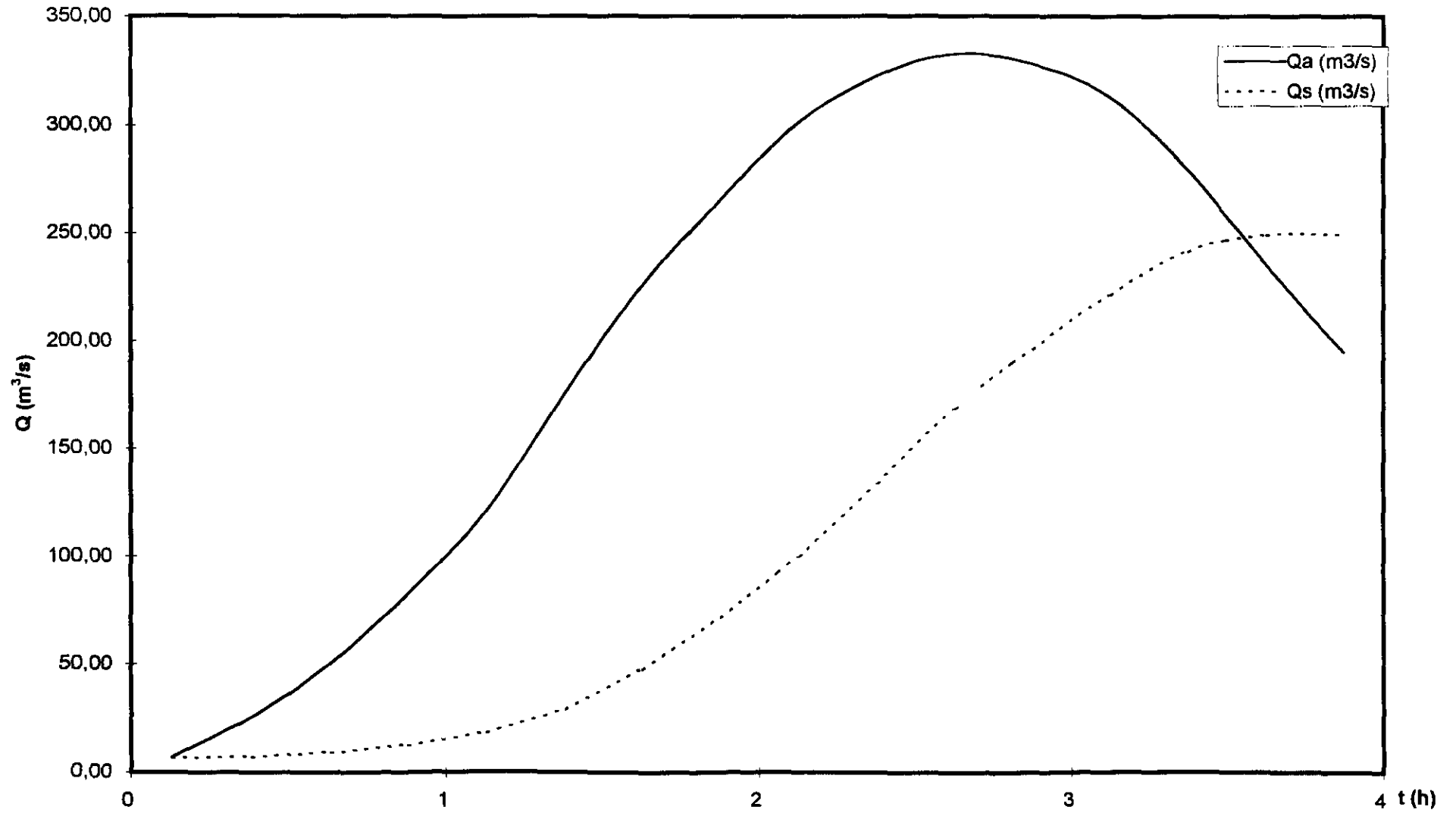
000049

Figura 5.8
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 75 m - Tr = 1.000 anos



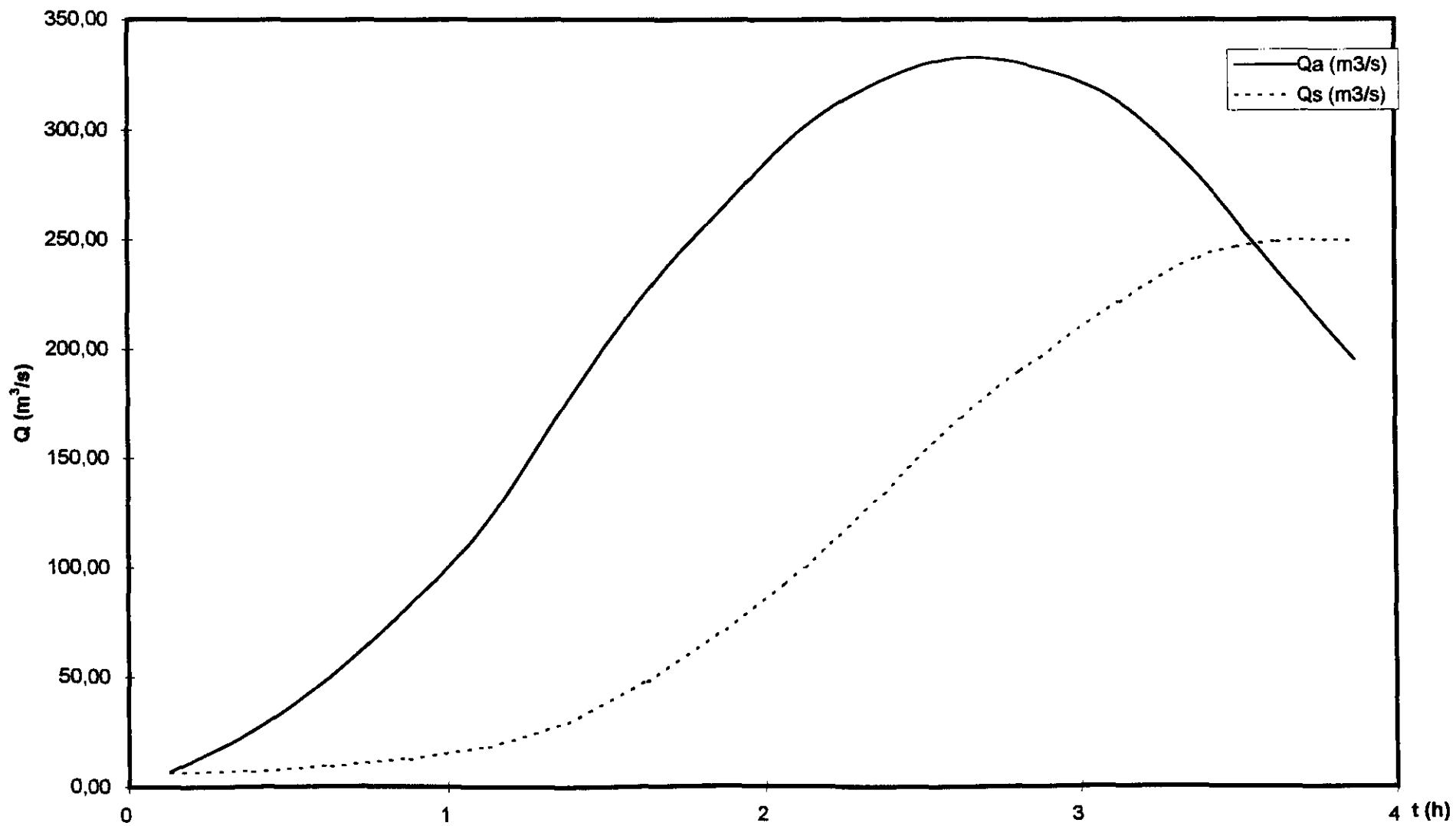
000050

Figura 5.9
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 100 m - Tr = 1.000 anos



000051

Figura 5.10
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 150 m - Tr = 1.000 anos



**QUADRO 5.9 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 50 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	0,21	230,00	8,74	238,74	0,18	7,64	8,74	6,54
0,25-0,50	0,18	200,00	31,31	231,31	0,19	7,04	6,54	7,54
0,50-0,75	0,19	212,50	61,90	274,40	0,22	8,23	7,54	8,92
0,75-1,00	0,22	237,50	101,20	388,70	0,26	10,43	8,92	11,94
1,00-1,25	0,26	287,50	148,88	436,38	0,34	14,64	11,94	17,34
1,25-1,50	0,34	387,50	216,23	603,73	0,48	23,49	17,34	29,64
1,50-1,75	0,48	550,00	278,20	828,20	0,65	37,90	29,64	46,16
1,75-2,00	0,65	750,00	327,14	1077,14	0,84	57,26	46,16	68,36
2,00-2,25	0,84	1000,00	371,06	1371,06	1,05	81,68	68,36	95,00
2,25-2,50	1,05	1275,00	397,01	1672,01	1,28	111,69	95,00	128,38
2,50-2,75	1,28	1575,00	409,71	1984,71	1,48	143,75	128,38	159,12
2,75-3,00	1,48	1750,00	404,14	2154,14	1,58	167,55	159,12	175,98
3,00-3,25	1,58	2000,00	385,18	2385,18	1,73	188,57	175,98	201,16
3,25-3,50	1,73	2200,00	344,35	2544,35	1,81	208,44	201,16	215,72
3,50-3,75	1,81	2312,50	290,34	2602,84	1,85	219,10	215,72	222,48
3,75-4,00	1,85	2375,00	239,95	2614,95	1,86	223,59	222,48	224,70
4,00-4,25	1,86	2387,50	107,33	2494,83	1,79	218,22	224,70	211,74
4,25-4,50	1,79	2275,00	107,33	2382,33	1,71	204,92	211,74	198,10

**QUADRO 5.10 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 75 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	0,16	175,00	8,74	183,74	0,15	8,10	8,74	7,46
0,25-0,50	0,15	162,50	31,31	193,81	0,16	8,10	7,46	8,74
0,50-0,75	0,16	175,00	61,90	236,90	0,20	10,18	8,74	11,63
0,75-1,00	0,20	225,00	101,20	326,20	0,28	15,77	11,63	19,91
1,00-1,25	0,28	300,00	148,88	448,88	0,35	23,59	19,91	27,25
1,25-1,50	0,35	400,00	216,23	616,23	0,50	37,21	27,25	47,17
1,50-1,75	0,50	612,50	278,20	890,70	0,70	62,34	47,17	77,51
1,75-2,00	0,70	812,50	327,14	1139,64	0,90	95,55	77,51	113,58
2,00-2,25	0,90	1062,50	371,06	1433,56	1,10	133,25	113,58	152,92
2,25-2,50	1,10	1325,00	397,01	1722,01	1,29	173,83	152,92	194,73
2,50-2,75	1,29	1550,00	409,71	1959,71	1,45	213,14	194,73	231,55
2,75-3,00	1,45	1762,50	404,14	2166,64	1,57	246,47	231,55	261,38
3,00-3,25	1,57	1900,00	385,18	2285,18	1,68	275,11	261,38	288,83
3,25-3,50	1,68	2062,50	344,35	2406,85	1,75	298,19	288,83	307,56
3,50-3,75	1,75	2162,50	290,34	2452,84	1,77	309,96	307,56	312,36
3,75-4,00	1,77	2200,50	239,95	2439,95	1,76	311,28	312,36	310,20
4,00-4,25	1,76	2187,50	107,33	2294,83	1,69	300,81	310,20	291,41
4,25-4,50	1,69	2087,50	107,33	2194,83	1,61	281,42	291,41	271,43

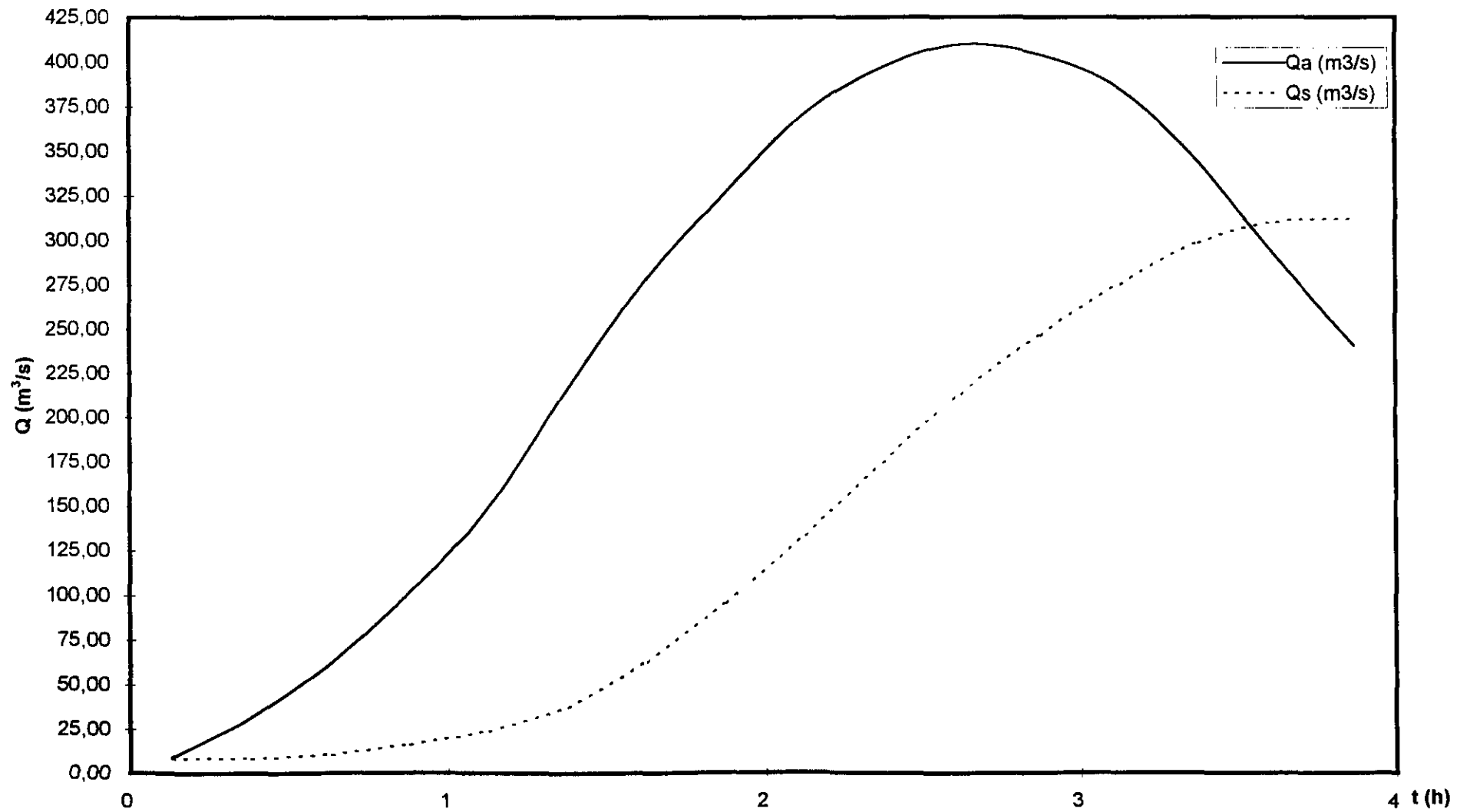
**QUADRO 5.11 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 100 m; Tr = 10.000 ANOS**

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	0,13	137,50	8,74	146,24	0,12	7,83	8,74	6,91
0,25-0,50	0,12	120,00	31,31	151,31	0,13	7,83	6,91	8,74
0,50-0,75	0,13	137,50	61,90	199,40	0,15	9,29	8,74	9,84
0,75-1,00	0,15	162,50	101,20	263,70	0,21	13,66	9,84	17,48
1,00-1,25	0,21	225,00	148,88	378,88	0,36	27,63	17,48	37,79
1,25-1,50	0,36	400,00	216,23	616,23	0,48	48,55	37,79	59,30
1,50-1,75	0,48	537,50	278,20	815,70	0,63	73,69	59,30	88,07
1,75-2,00	0,63	700,00	327,14	1027,14	0,79	106,40	88,07	124,72
2,00-2,25	0,79	900,00	371,06	1271,06	0,95	144,09	124,72	163,46
2,25-2,50	0,95	1112,50	397,01	1509,51	1,13	188,25	163,46	213,05
2,50-2,75	1,13	1312,50	409,71	1722,21	1,26	231,48	213,05	249,90
2,75-3,00	1,26	1475,00	404,14	1879,14	1,35	263,99	249,90	278,07
3,00-3,25	1,35	1587,50	385,18	1972,68	1,43	290,16	278,07	302,24
3,25-3,50	1,43	1700,00	344,35	2044,35	1,45	305,86	302,24	309,48
3,50-3,75	1,45	1725,00	290,34	2015,34	1,44	307,45	309,48	305,42
3,75-4,00	1,44	1705,00	239,95	1944,95	1,42	302,68	305,42	299,94
4,00-4,25	1,42	1687,50	107,33	1794,83	1,31	282,45	299,94	264,95
4,25-4,50	1,31	1550,00	107,33	1657,33	1,23	253,42	264,95	241,89

**QUADRO 5.12 - Determinação do Hidrograma de Saída do Açude Trapiá para
L = 150 m; Tr = 10.000 ANOS**

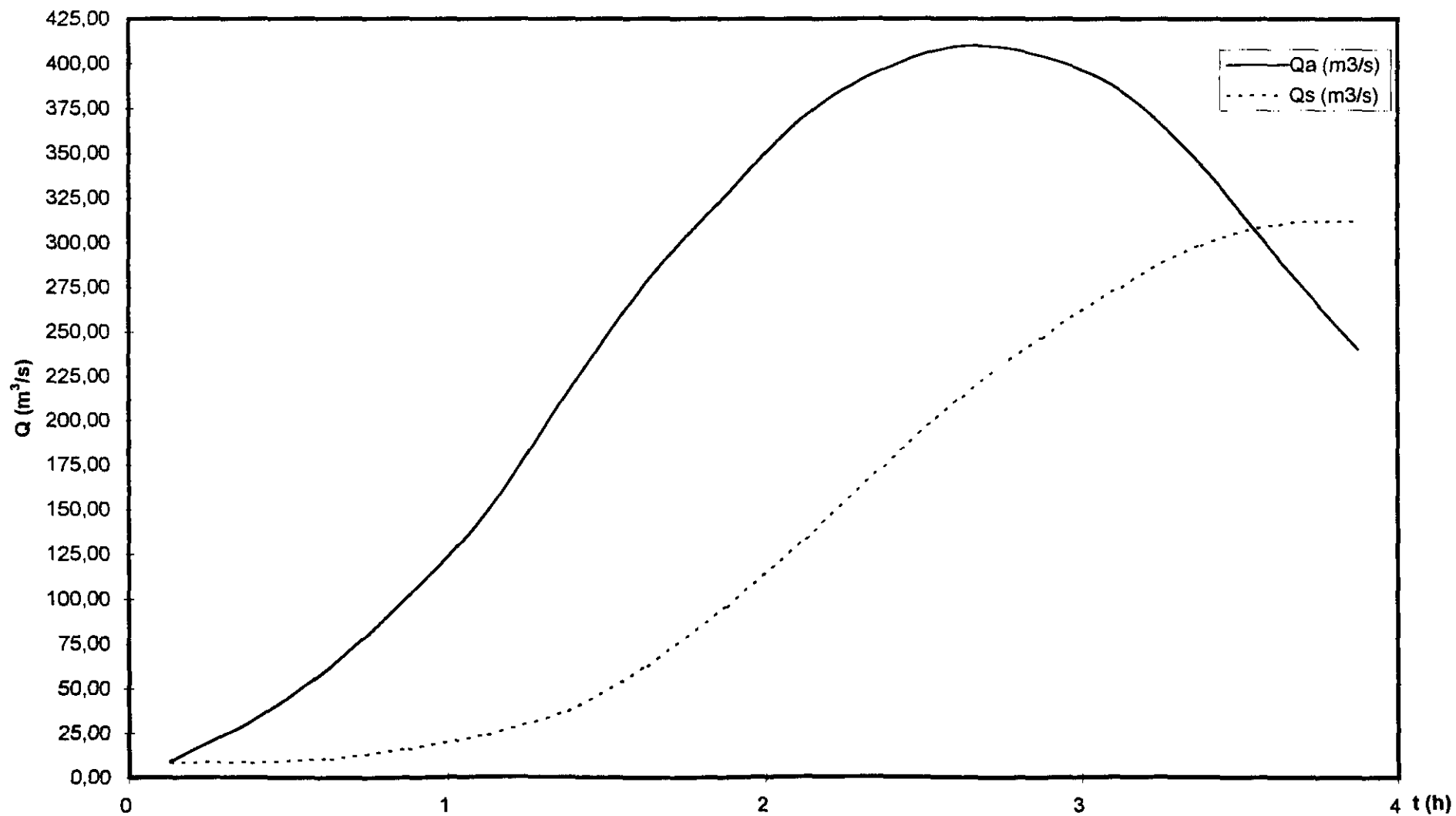
t (h)	hi (m)	Yi (h)	Qa (m ³ /seg)	Y2 (h)	hi+1 (m)	Qs (m ³ /seg)	Qsi (m ³ /seg)	Qsi+1 (m ³ /seg)
0-0,25	0,10	112,50	8,74	121,24	0,08	7,20	8,74	5,66
0,25-0,50	0,08	100,00	31,31	131,31	0,11	7,85	5,56	10,03
0,50-0,75	0,11	115,00	61,90	176,90	0,15	12,56	10,03	15,08
0,75-1,00	0,15	175,00	101,20	276,20	0,23	22,35	15,08	29,63
1,00-1,25	0,23	262,50	148,88	411,38	0,33	39,81	29,63	49,99
1,25-1,50	0,33	362,50	216,23	578,73	0,45	65,24	49,99	80,49
1,50-1,75	0,45	512,50	278,20	790,70	0,62	104,88	80,49	129,27
1,75-2,00	0,62	675,00	327,14	1002,14	0,75	151,03	129,27	172,79
2,00-2,25	0,75	812,50	371,06	1183,56	0,88	195,81	172,79	218,83
2,25-2,50	0,88	962,50	397,01	1359,51	0,98	238,37	218,83	257,92
2,50-2,75	0,98	1087,50	409,71	1497,21	1,06	273,66	257,92	289,40
2,75-3,00	1,06	1187,50	404,14	1591,64	1,13	304,34	289,40	319,27
3,00-3,25	1,13	1262,50	385,18	1647,68	1,16	325,31	319,27	331,35
3,25-3,50	1,16	1300,00	344,35	1644,35	1,15	329,56	331,35	327,78
3,50-3,75	1,15	1287,50	290,34	1577,84	1,12	321,06	327,78	314,34
3,75-4,00	1,12	1237,50	239,95	1477,45	1,05	300,18	314,34	286,02
4,00-4,25	1,05	1175,00	107,33	1282,33	0,94	263,81	286,02	241,61
4,25-4,50	0,94	1025,00	107,33	1132,33	0,84	223,18	241,61	204,76

Figura 5.11
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 50 m - Tr = 10.000 anos



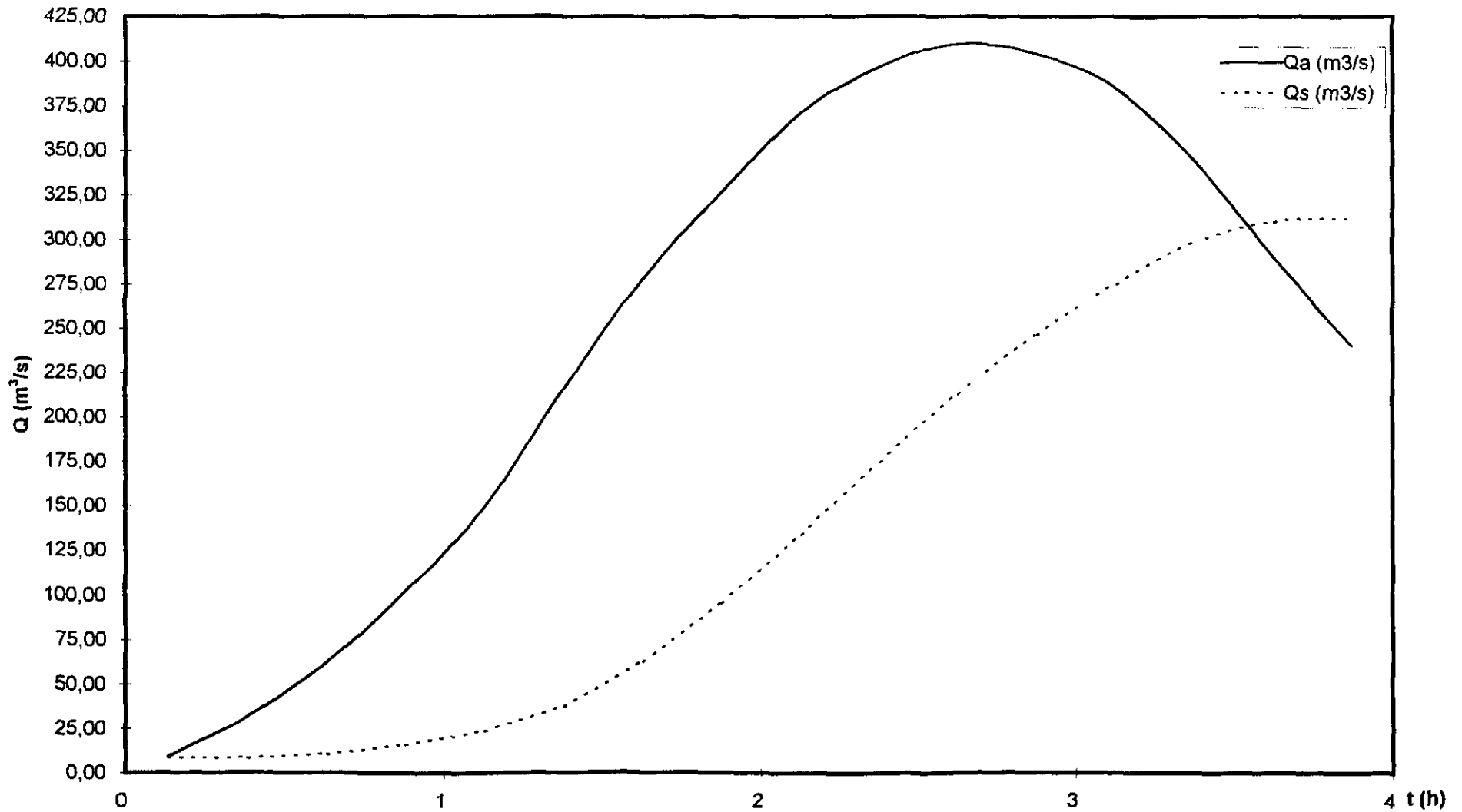
000055

Figura 5.12
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 75 m - Tr = 10.000 anos



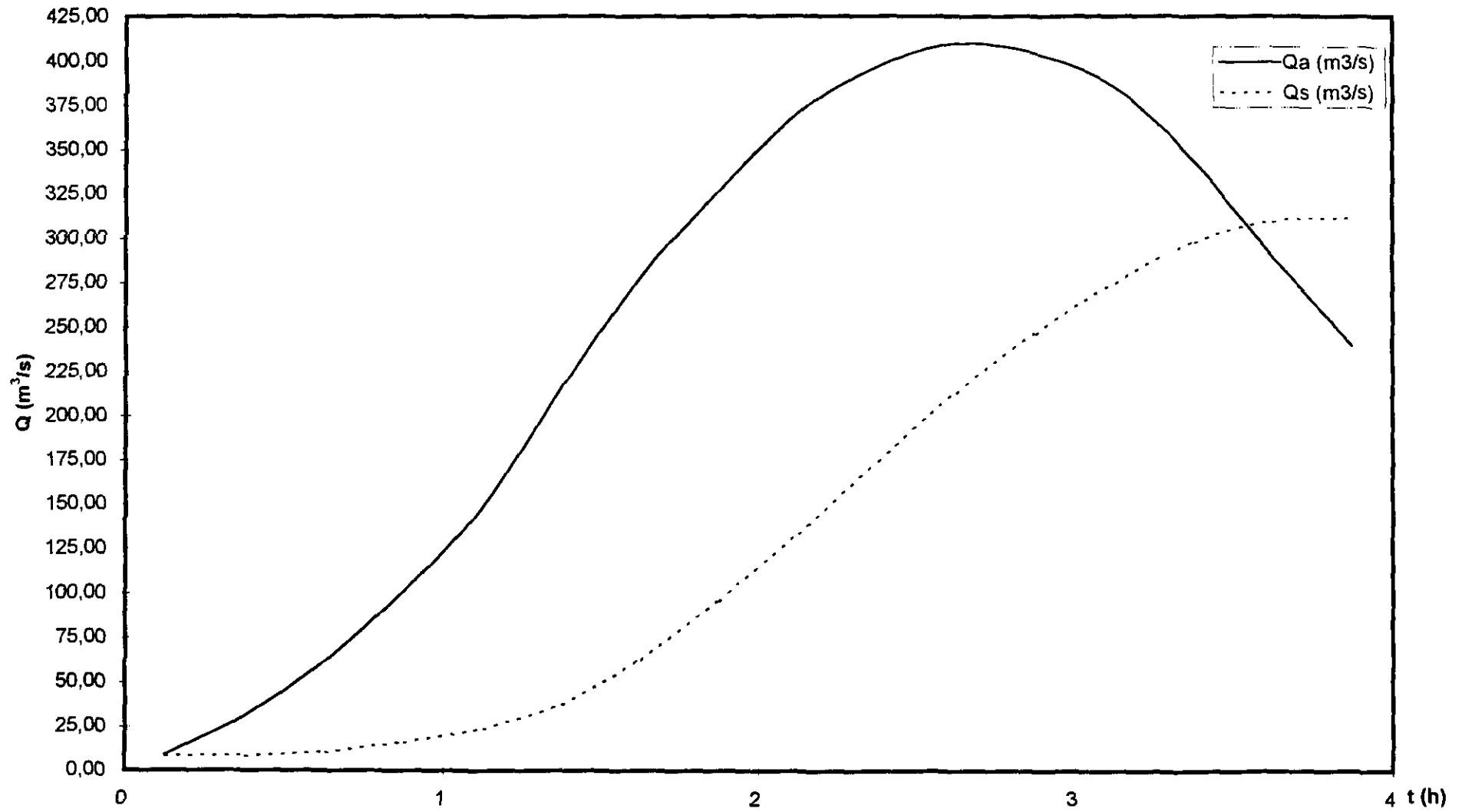
000056

Figura 5.13
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 100 m - Tr = 10.000 anos



000057

Figura 5.14
Hidrograma de Entrada e Saída
Açude Pombas
L = 150 m - Tr = 10.000 anos



000008



QUADRO 5.13 - Dados para Pré-Dimensionamento do Açude Trapiá

Período de Retorno	Larg.do Sangradouro L=50m		Larg.do Sangradouro L=75m		Larg.do Sangradouro L=100m		Larg.do Sangradouro L=150m	
	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	208,00	1,77	240,00	1,48	250,00	1,26	275,00	1,02
10 000	224,70	1,86	312,00	1,77	309,50	1,45	331,00	1,16



6. ESTUDO DAS VAZÕES REGULARIZADAS

000000



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 Ipauminim) 73mm
- 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) $E = 1\,104\text{ mm}$

6.2.2. Cálculo do fator de forma:

O fator de forma da bacia é computado supondo-se que a curva Cota x Volume do reservatório pode ser representada pela equação

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

$$V = \alpha h^3$$

Onde V = representa o volume acumulado até a altura h, α é o fator de forma do reservatório

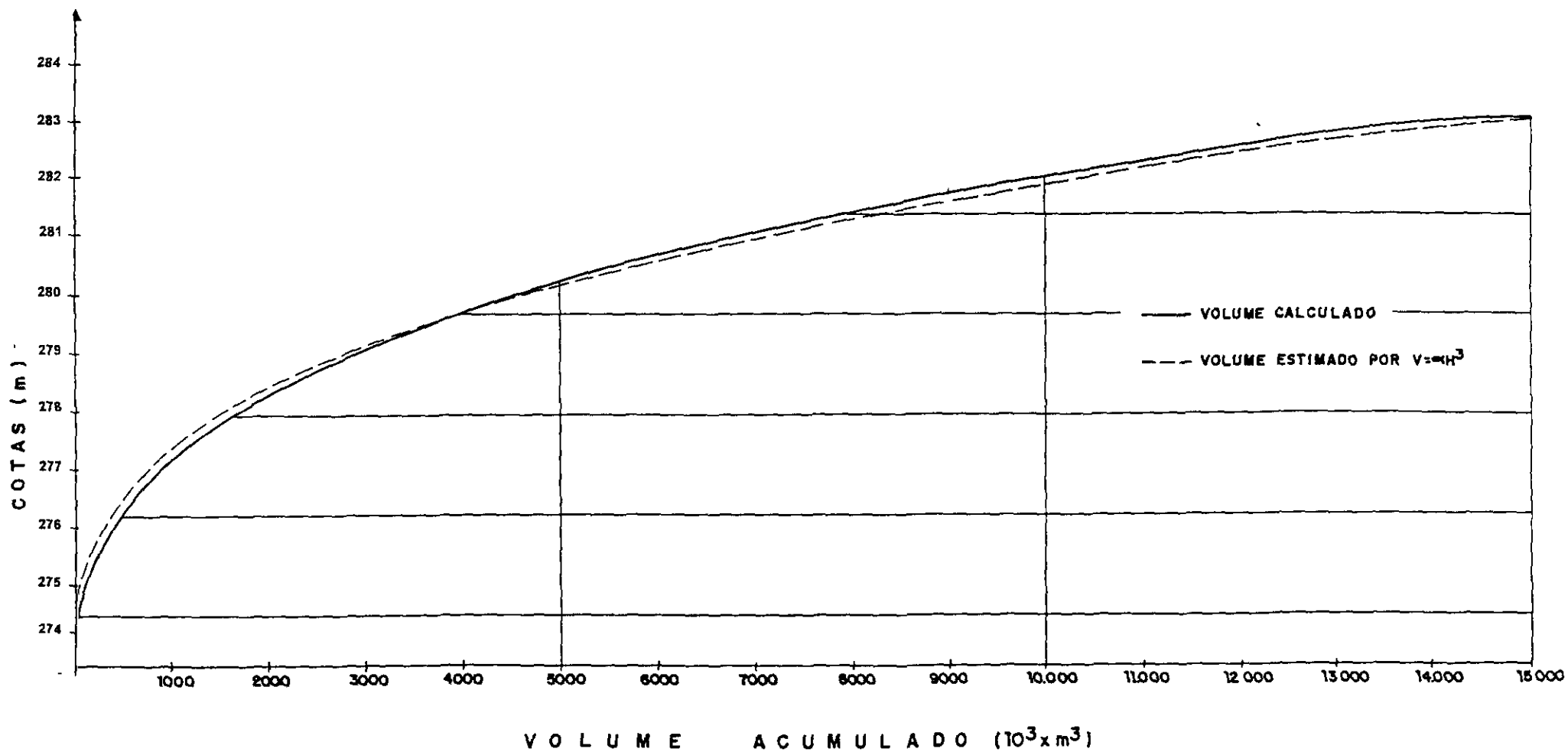
QUADRO 6.1 - Cota x Área x Volume (Açude Trapiá)

COTAS REF. IBGE	ÁREA (m ²)	VOL. PARCIAL (M ³)	VOL. ACUMULADO (m ³)
273	16 904,01	-	-
274	42 378,89	29 651,45	29 651,45
275	121 200,97	81 799,93	111 451,38
276	258 232,09	189 716,53	301 167,91
277	418 909,69	338 579,89	639 797,80
278	650 505,16	534 707,43	1 174 455,23
279	946 692,58	798 598,87	1 973 054,10
280	1 271 105,82	1 108 899,20	3 081 953,30
281	1 673 771,86	1 472 438,89	4 554 392,14
282	2 213 984,36	1 943 878,06	6 498 270,20
283	2 865 001,75	2 539 493,06	9 037 763,26
284	3 623 877,12	3 245 939,43	12 283 702,69
285	4 420 939,26	4 022 408,19	16 306 110,88

QUADRO 6.2 - Evapotranspiração 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 61
CURVA COTA x VOLUME



000063



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 Trapiá obteve-se o valor de $\alpha = 11\,312,69$

6.2.3. Cálculo do fator adimensional de evaporação (f_e):

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

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

μ = deflúvio médio anual em m^3

Com os resultados já obtidos obtém-se

$$f_e = 0,43$$

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

Onde

$$f_k = \frac{k}{\mu} \quad k = \text{capacidade do reservatório (m}^3\text{)}$$

FIGURA 6 2

DIAGRAMA TRIANGULAR DE REGULARIZAÇÃO PARA CV=1.10

000005

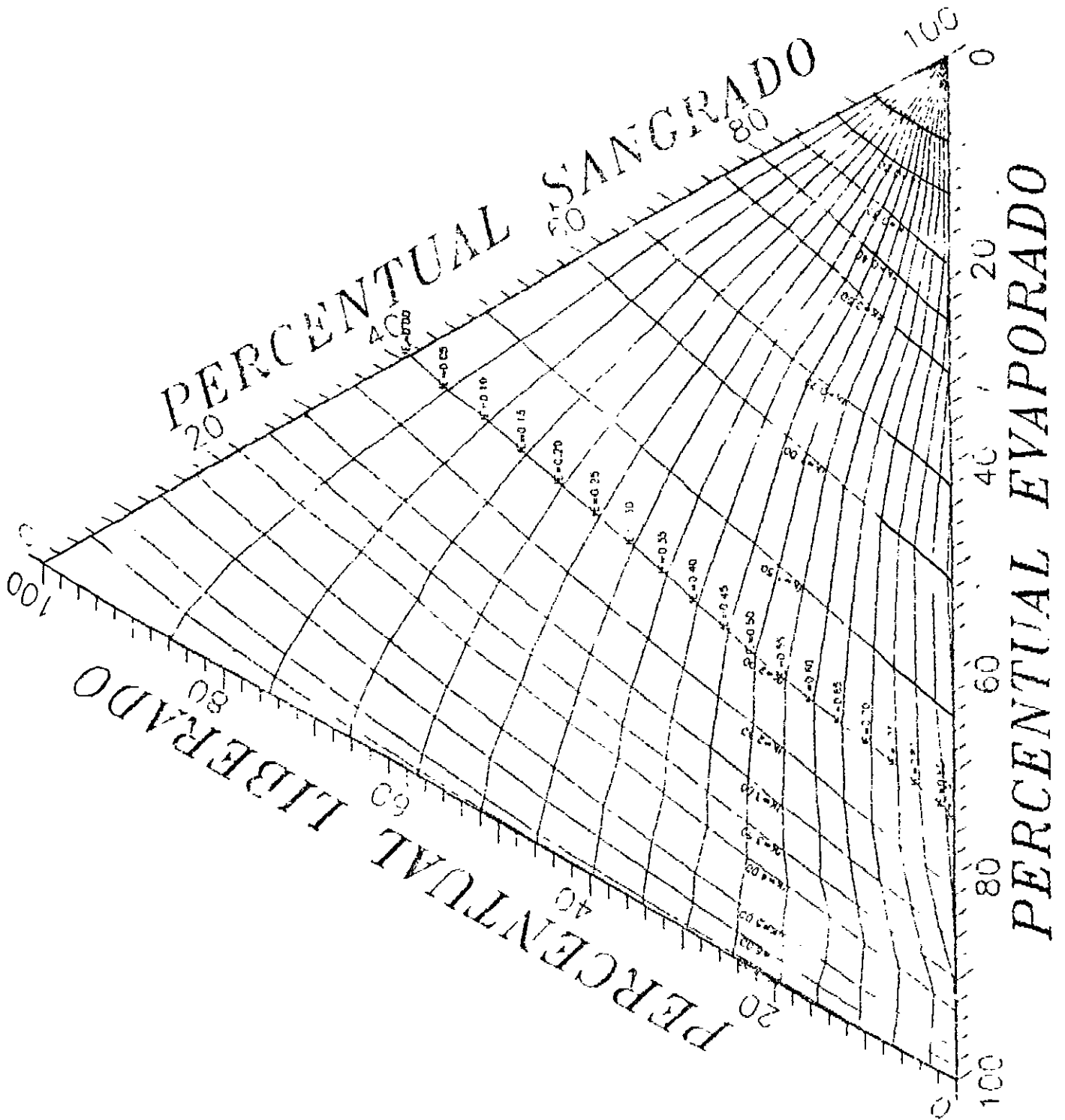
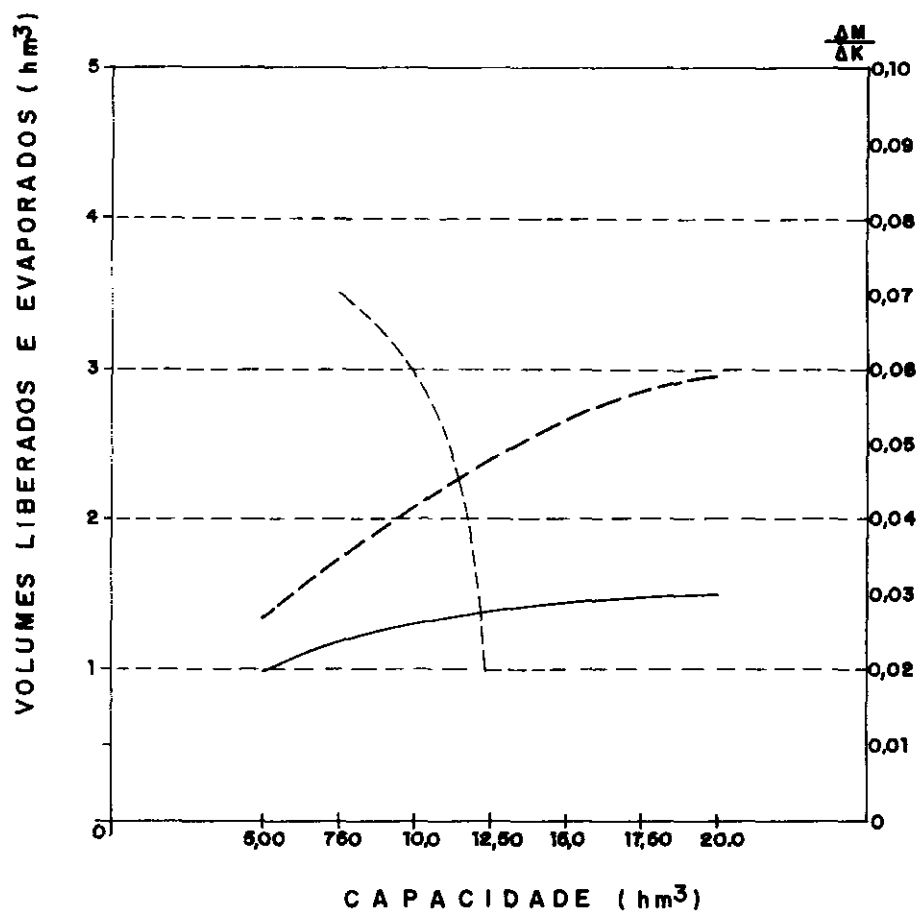


FIGURA 63

CURVA DE REGULAÇÃO DO AÇUDE TRAPIÁ



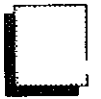
000666

QUADRO 6.3 - Resultados da Regulação do Açude Trapiá

Capacidade = k (m ³)	fk	fe	% evap	% sang.	% regul.
5 000 000	0,99	0,43	26,4	54,1	19,5
7 500 000	1,48	0,43	34,0	43,0	23,0
10 000 000	1,97	0,43	41,8	32,2	26,0
12 500,000	2,46	0,43	47,0	25,8	27,2
15 000 000	2,96	0,43	52,0	20,0	28,0
17 500 000	3,45	0,43	56,0	15,8	28,2
20 000 000	3,94	0,43	58,5	12,0	29,5

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

fk = k/μ	k (h m ³)	% Reg.	Reg. (hm ³ /ano)	l/s	% evap	evap (hm ³ /ano)	$\frac{\Delta m}{\Delta k}$
0,99	5,00	19,5	0,99	31,4	26,4	1,34	-
1,48	7,50	23,0	1,77	37,1	34,0	1,72	0,07
1,97	10,00	26,0	1,32	41,9	41,8	2,12	0,06
2,46	12,50	27,2	1,38	43,8	47,0	2,38	0,02
2,96	15,00	28,0	1,42	45,0	52,0	2,64	0,02



7. CURVA DE Esvaziamento do Açude

000068



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 no 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 nos 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 TRAPIÁ 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
15,0	07	07	09	11	16	51
12,5	06	07	08	10	15	50
10,0	05	05	06	08	12	47
7,5	04	04	05	07	11	43

Figura 7.1
CURVA DE Esvaziamento DO AÇUDE TRAPIÁ

