

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

**AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II**

**TOMO II - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO**

SHS- ne Consultoria e  
Projeto de Engenharia LTDA

**FORTALEZA- CE**  
**ABRIL DE 1999**

**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



# GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

## AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II

**TOMO II - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO**

Lote: 01433 - Prep (X) Scan ( ) Index ( )  
Projeto Nº 152/02/01/B  
Volume 1  
Qtd A4 70 Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 2,0 Outros \_\_\_\_\_



SHS NORDESTE - Consultoria e  
Projetos de Engenharia Ltda

**FORTALEZA  
ABRIL/1999**

shs-ne

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

**AÇUDE PÚBLICO DIAMANTINO II**

**TOMO II - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**  
**VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO**

**ABRIL/1999**

shs-ne

## ÍNDICE

---

## ÍNDICE

## PÁGINA

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 – DADOS DO PROJETO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1- FICHA TÉCNICA .....</b>	<b>9</b>
2 1.1 - Características Gerais .....	9
2 1.2 - Características da Barragem ... ..	9
2 1.3 - Características do Sangradouro .....	9
<b>2 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 3 – LISTA DE DESENHOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3 - ESTUDOS BÁSICOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 - TOPOGRAFIA .....</b>	<b>14</b>
3 1.1 – Sítio da Barragem .. ..	14
3.1.2 – Cota-Área-Volume do Reservatório .....	15
<b>3.2 - GEOTECNIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 – HIDROLOGIA.. ..</b>	<b>39</b>
3 3.1 – Vazões de Enchentes .... ..	39
3 3.2 – Vazões Regularizadas .....	47
3 3.3 – Folga .. ..	50
3 3.4 – Cota do Coroamento da Barragem .....	51
3 3.5 – Cota do Nível de Água Máximo... ..	51
<b>4 - DESCRIÇÃO DO PROJETO . .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1 - BARRAGEM.. ..</b>	<b>53</b>
<b>4.2 – VERTEDOURO . .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 – TOMADA D´ÁGUA.....</b>	<b>54</b>
<b>5 - ESPECIFICAÇÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>6 - ORÇAMENTO.....</b>	<b>57</b>
<b>7 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO .....</b>	<b>65</b>
<b>9 - CANTEIRO DE OBRA.....</b>	<b>67</b>

## APRESENTAÇÃO

---

Este relatório consubstancia os trabalhos referentes ao Projeto Executivo da Barragem Diamantino II, que faz parte do Contrato No 15/98 entre a SRH – Secretana dos Recursos Hidricos do estado do Ceará e a SHS Nordeste

O trabalho como um todo foi assim organizado

#### **TOMO I - ESTUDOS BÁSICOS**

- Volume 1 – Topografia da Bacia Hidráulica
- Volume 2 – Estudos Complementares de Geotecnia

#### **TOMO II - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

- **Volume 1 – Memorial Descritivo do Projeto**
- Volume 2 – Desenhos
- Volume 3 – Memória de Cálculo
- Volume 4 – Especificações, Quantitativos e Orçamento
- Volume 5 – Relatório Síntese

#### **TOMO III - ESTUDOS AMBIENTAIS**

- Volume 1 – Cadastro
- Volume 2 – Estudo de Impacto Ambiental - EIA
- Volume 3 – Relatório de Impacto Ambiental – RIMA
- Volume 4 – Plano de Reassentamento

## 1 - INTRODUÇÃO

---



No Ceará, muito embora a distribuição de água seja irregular no seu território, praticamente não há vazios populacionais. Tal fato se baseia na esperança da comunidade cearense, renovada a cada bom ano de chuva, num futuro em que haja disponibilidade de recursos naturais – principalmente água – para o estabelecimento de meios de vida sustentáveis. Esta possibilidade é bastante racional, já que há, no interior do Estado do Ceará, suficientemente solo agrícola e pluviosidade para a manutenção de uma boa economia rural, desde que desenvolvida com tecnologia e articulação institucional adequadas. Outra razão para a permanência de contingentes populacionais no interior semi-árido do Estado constitui-se no fato de que mesmo no mais remoto município, há sempre alguma infra-estrutura de educação, saúde e comércio.

Nos núcleos urbanos fora da capital o Homem poderia se fixar no setor terciário, desde que houvesse disponibilidade, minimamente, de equipamentos e serviços de infra-estrutura básica, indispensáveis para uma vida digna. Daí a importância de se equacionar a oferta de recursos hídricos de forma a possibilitar o atendimento às justas demandas sociais.

Praticamente em todo o Ceará, os volumes escoados das chuvas, se convenientemente aproveitados, são mais que suficientes para atender a toda demanda de água de abastecimento humano e animal e sobra água para irrigação de praticamente todos os solos aproveitáveis para a agricultura. Já os recursos hídricos subterrâneos são poucos, na maior parte do Estado, cuja principal formação geológica corresponde às rochas do embasamento cristalino. Há mais recursos de água subterrânea em regiões sedimentares, mas a viabilidade de sua exploração é limitada por diversos aspectos, desde econômicos até em relação à qualidade destas águas. Assim, em quase todo o Estado do Ceará os recursos hídricos superficiais apresentam maior viabilidade de exploração, servindo naturalmente como fonte de oferta de água para explorações mais nobres e de maior porte, tais como o abastecimento humano e a irrigação.

O empreendimento proposto, que visa aumentar a oferta de recursos hídricos, corresponde a construção do Açude Público Diamantino II no riacho Inhanduba, em seu curso médio, ao cruzar o município de Marco, no Estado do Ceará.

A bacia hidrográfica do Riacho Inhanduba é caracterizada como bacia litorânea. A área de influência direta do empreendimento corresponde à bacia de contribuição pluviométrica do futuro açude, que terá uma extensão de cerca de 106km<sup>2</sup>, mais a zona de gerenciamento administrativo do mesmo. Esta última corresponde à área total do município de Marco, Ce.

## 2 – DADOS DO PROJETO

---

## 2.1- FICHA TÉCNICA

### 2.1.1 - Características Gerais

Nome da Obra "Açude "DIAMANTINO II"  
 Estado Ceará  
 Município Marco  
 Distrito Tucunduba  
 Localidade Diamantino  
 Sistema Sub-bacia do Rio Parazinho/Inhanduba/Tucunduba  
 Riacho Barrado Inhanduba  
 Área da Bacia Hidrográfica 106,00 km<sup>2</sup>  
 Capacidade da Bacia Hidráulica 17 130 700 m<sup>3</sup>  
 Área da Bacia Hidráulica 499 ha  
 Comprimento da Linha de Fundo 21 km  
 Coordenadas 9652,6 km N , 347 km E

### 2.1.2 - Características da Barragem

Tipo Terra Homogênea  
 Altura Máxima 12,30 m  
 Largura Máxima da Base 47.20 m  
 Extensão pelo coroamento 910.00 m  
 Largura do Coroamento 6,00 m  
 Cota do Coroamento 59,00  
 Volume de Terra 135 307 m<sup>3</sup>  
 Taludes (montante, jusante) 2 1 , 2.5 1

### 2.1.3 - Características do Sangradouro

Largura 100.00 m  
 Cota da Soleira 57,00  
 Vazão Máxima de Projeto (TR 10 000 anos) 233,22 m<sup>3</sup>/s (afluente)  
 84,52 m<sup>3</sup>/s (amortecida)  
 Lâmina D'água Máxima de Projeto 0,71 m  
 Folga 1.18 m  
 Tipo Retangular

## 2.2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Município de Marco situa-se a cerca de 220 km a oeste da capital do Estado do Ceará, Fortaleza

O município de Marco apresenta as seguintes coordenadas geográficas

- Latitude 3° 07' 26" Sul.
- Longitude 40° 08' 48"

Seus limites são

- ao norte e à leste, com o município de Bela Cruz.
- ao sul, com os municípios de Morrinhos e Senador Sá,
- a oeste, com o município de Granja

O município de Marco possui três distritos, quais sejam, Panacuí, Mocambo e o próprio distrito sede, Marco

O acesso a Marco pode ser efetuado através da BR-222 desde Fortaleza até o Município de Umirim. Deste, dirige-se a direita, a CE-179, que passa pelos Municípios de Itapipoca e Amontada e alcança o triângulo de Marco. Neste vira-se à direita e percorre-se aproximadamente 10km até a sede do Município de Marco. O eixo da barragem situa-se a cerca de 38km da sede do município de Marco e acesso e ele é feito através de estrada carroçável, sentido Tucunduba. A Figura 2.1 apresentada a seguir mostra o trajeto a ser percorrido entre os Municípios de Fortaleza e Marco





FIGURA 2.1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO



### **2.3 – LISTA DE DESENHOS**

2-01/19-000	VISÃO GERAL – LOCALIZAÇÃO, BACIA HIDRÁULICA E BACIA HIDROGRÁFICA
2-02/19-000	ARRANJO GERAL DAS OBRAS – BARRAGEM, E VERTEDOIRO LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS
2-03/19-000	PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM
2-04/19-000	SEÇÃO TIPO DA BARRAGEM – DETALHES
2-05/19-000	SEÇÕES DA BARRAGEM – SEÇÃO E2 à E12
2-06/19-000	SEÇÕES DA BARRAGEM – SEÇÃO E14 à E24
2-07/19-000	SEÇÕES DA BARRAGEM – SEÇÃO E26 à E36
2-08/19-000	VERTEDOIRO – PLANTA – SEÇÕES – PERFIL – VIGA DE FIXAÇÃO
2-09/19-000	TOMADA D'ÁGUA – PLANTA E SEÇÃO
2-10/19-000	TOMADA D'ÁGUA – DETALHES
2-11/19-000	TOMADA D'ÁGUA – DETALHES
2-12/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-13/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-14/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-15/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-16/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-17/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-18/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO
2-19/19-000	TOMADA D'ÁGUA – CONCRETO ARMADO

**3 - ESTUDOS BÁSICOS**

---

### **3.1 - TOPOGRAFIA**

Os Estudos Básicos empreendidos para a construção da barragem Diamantino II foram realizados pela SOHIDRA

Os estudos topográficos resultaram, através de levantamentos de campo e transporte de coordenadas e cotas, no levantamento planialtimétrico da área da bacia hidráulica do Açude Diamantino II, cotado em planta de escala 1 5 000

Nesta pode-se conferir que a extensão da bacia hidráulica é de 499ha e que sua capacidade de armazenamento é da ordem dos 18 milhões de metros cúbicos

Os serviços topográficos realizados foram

- ♦ Levantamento planialtimétrico cadastral da bacia hidráulica,
- ♦ Levantamento planialtimétrico detalhado do sítio da barragem e da região do vertedouro

Os estudos topográficos permitiram que fossem tiradas as seguintes conclusões

#### **3 1.1 – Sítio da Barragem**

O sítio da barragem ficou determinado no próprio local levantado, pois o boqueirão atende às principais exigências requeridas, isto é, boas características geotécnicas tanto para a barragem como para o vertedouro, e acumulação de água adequada para o fim a que destina o açude



### 3.1.2 – Cota-Área-Volume do Reservatório

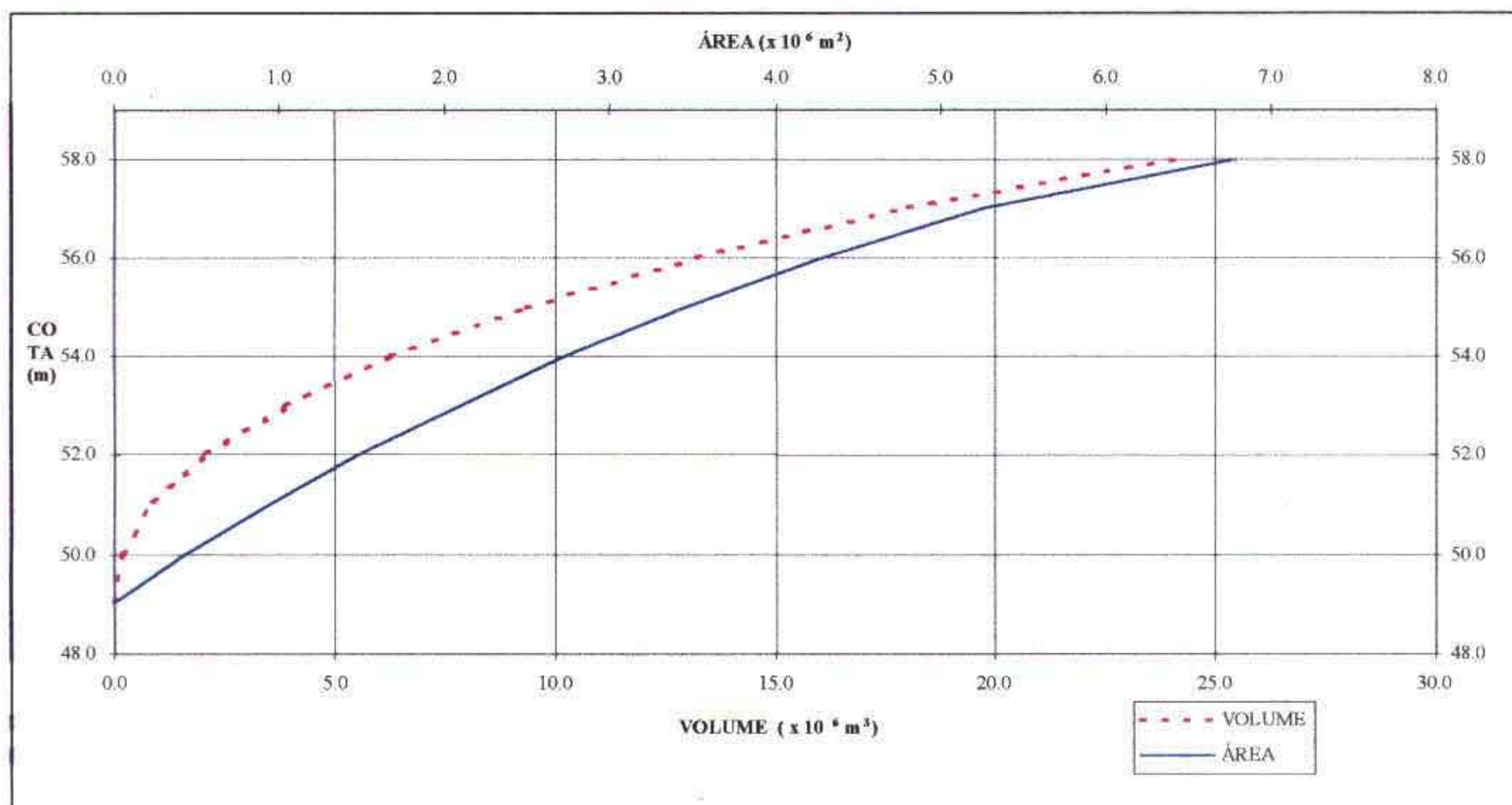


FIGURA 3.1 - CURVA COTA-ÁREA-VOLUME DO RESERVATÓRIO DIAMANTINO II

TABELA COTA X ÁREA X VOLUME DO AÇUDE DIAMANTINO II

COTA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )
49,00	0,00	0,00
50,00	428.417,14	214.208,57
51,00	945.409,81	901.122,05
52,00	1.481.990,70	2.114.822,30
53,00	2.084.294,29	3.897.964,80
54,00	2.728.186,63	6.304.205,26
55,00	3.449.766,76	9.393.181,95
56,00	4.288.032,54	13.262.081,60
57,00	5.266.195,83	18.039.195,79
58,00	6.792.403,00	24.068.495,20

### 3.2 - GEOTECNIA

A investigação geotécnica constituiu-se da realização de sondagens através de perfuração rotativa com diâmetro do furo de 2 ½", coroa BX impregnada e barnlete duplo giratório, no eixo da barragem e no vertedouro. Foram executados 3 no sangradouro, totalizando 20,25m e 5 furos no eixo da barragem totalizando 31,80m.

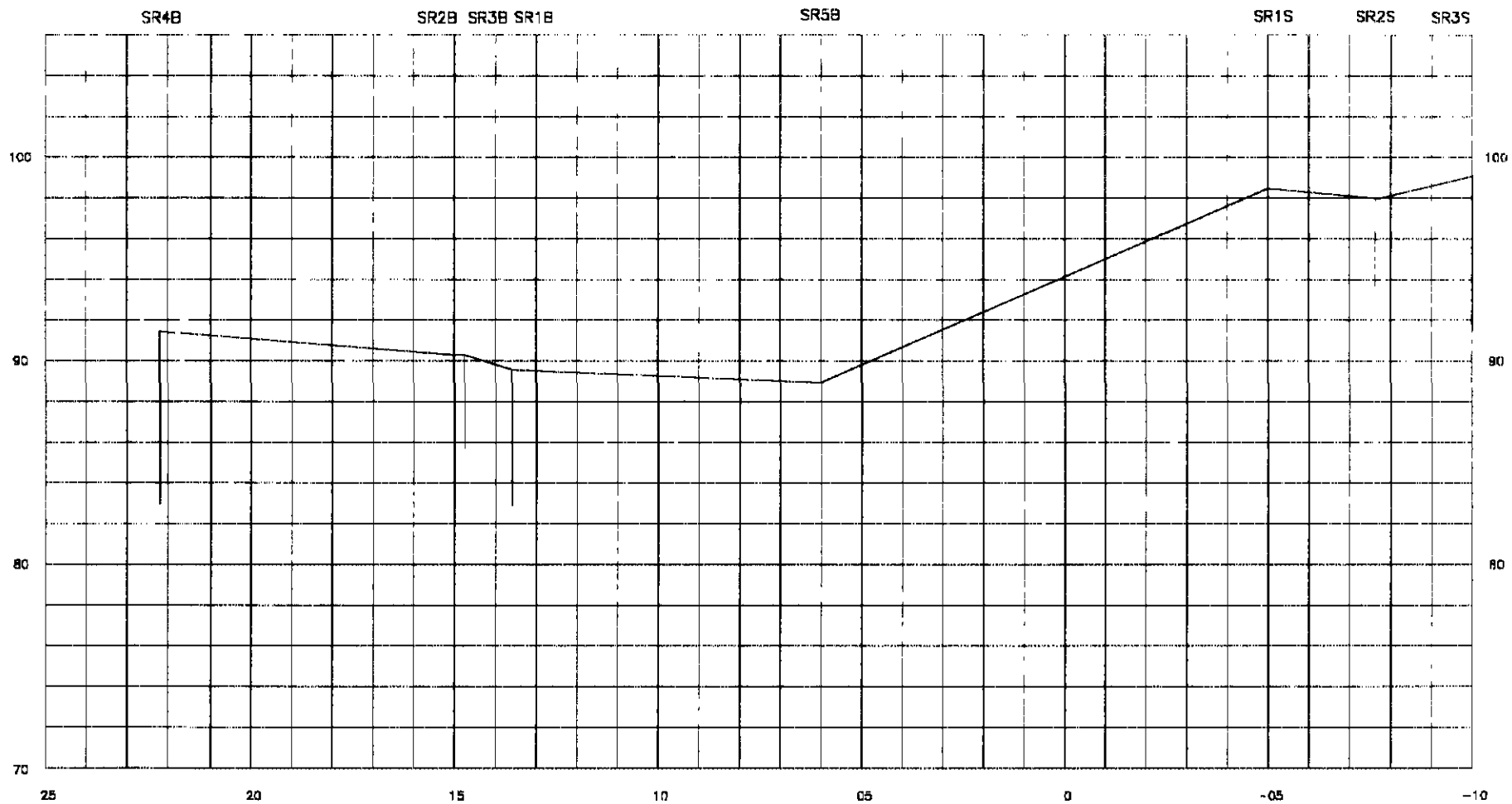
No eixo da Barragem constatou-se a presença de solos tipos SC, de teor fino elevado, cor castanho claro, até 4,00 de profundidade. Daí à profundidade de 5,20m encontrou-se leito de seixos rolados disseminados em areia média lavada. Além desta última profundidade encontrou-se rocha alterada. Rocha alterada foi encontrada a 4,2 metros a montante do eixo, numa profundidade de 4,5 metros. Nesta mesma estaca (22+3) constatou-se, entre 6 e 8,5 metros de profundidade a presença de migmatito gnaíse, fraturado, cor clara, com predominância de minerais feldspáticos.

No vertedouro constatou-se solos tipo SC com teor fino elevado, cor castanho escuro até 0,5m de profundidade. Foi encontrada rocha alterada até 1 metro de profundidade. De 1 a 2 metros constatou-se a presença de migmatitos gnaíse, bandeado, sendo os minerais máficos um tanto esverdeados. Entre 2 e 3 metros de profundidade constatou-se migmatito gnaíse, composto predominantemente por quartzo e feldspatos, com bandejamento incipiente. Aos 3,5 metros constatou-se rocha alterada em um dos perfis do sangradouro (estaca -10). Entre 3,5 e 6 metros de profundidade foi encontrado migmatito gnaíse, bandeado, com distância entre leitos de biotita de aproximadamente 10cm. De 6 a 7 metros o migmatito gnaíse bandeado apresenta fraturamento oxidado e leitos de biotita mais espessos.

A recuperação da rocha na área do sangradouro variou entre 27% e 90%.

Os estudos de estabilidade de taludes, que se encontram no Volume 3 - Memória de Cálculo, permitiram a seguinte conclusão. Os resultados obtidos demonstram que, em tese, a barragem apresenta estabilidade para as hipóteses admitidas. O talude de montante apresenta fator de segurança mínimo de 1,31 (hipótese de esvaziamento rápido) e máximo de 1,84, enquanto o talude de jusante apresenta valores extremos de 1,40 (hipótese de filtro inoperante) e 1,53. Estes valores extremos permitem-nos pressupor dimensionamento adequado da barragem Diamantino II, mesmo considerando-se que os valores de coesão e ângulo de atrito interno foram inferidos da literatura especializada.

Os dados das sondagens rotativas realizadas e os dados referentes às análises do material terroso de empréstimo acham-se nas folhas a seguir.



----- TERRENO NATURAL DO EIXO SONDADO

000019

SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos	FEV/98		
AÇUDE DIAMANTINO II PERFIL DA SONDAÇÃO EXECUTADA NO EIXO	moreng construções ltda		
EIXO DA BARRAGEM E SANGRADOURO	<table border="1"> <tr> <td>ESCALA H 1/2000 V 1/200</td> <td>PRANCHA 1</td> </tr> </table>	ESCALA H 1/2000 V 1/200	PRANCHA 1
ESCALA H 1/2000 V 1/200	PRANCHA 1		

































QUADRO RESUMO

RESULTADOS DOS ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO

BARRAGEM DIAMANTINO II

MUNICÍPIO MARCO-CE

FURO	AMOSTRA	PROF	GRANULOMETRIA (% QUE PASSA)							PLASTICIDADE			PERMEABILIDADE K(cm <sup>2</sup> )	COMPACTAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO (U S C)
			3/4"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No. 200	0,005	LL	LP	IP		γSMg/cm <sup>3</sup>	hot (%)	
1	1	1,80	99	97	95	92	77	34	12	20	16	4	2,5 x 10 <sup>-6</sup>	1,955	10,2	SC
2	2	2,40	85	77	70	62	45	25	13	30	21	9	9,9 x 10 <sup>-7</sup>	1,924	11,9	SC
3	3	2,30	88	82	76	68	51	32	15	30	20	10	7,4 x 10 <sup>-7</sup>	1,897	12,1	SC

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR SEDIMENTAÇÃO

INTERESSADO SHS NORDESTE	FURCO	5
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO	AMOSTRA	
MUNICÍPIO MARCO-CE	PROF	187

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO		
CAPSULA No		PEDREGULHO	AC MA DE 4 E	mm
PESO BRUTO UMIDO(g)	51 32	AREIA GROSSA	4 8 2 00	mm
PESO BRUTO SECO(g)	50 78	AREIA MÉDIA	2 00 0 42	mm
PESO DA CAPSULA(g)	13 67	AREIA FINA	0 42 0 074	mm
PESO DA AGUA(g)	3 54	SILTE	0,074 0 005	mm
PESO DO SOLO SECO(g)	37 11	ARGILA	ABAIXO DE 0 005	mm
UMIDADE(%)	1 46	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0 001	mm
UMIDADE MÉDIA(%)	1 46			

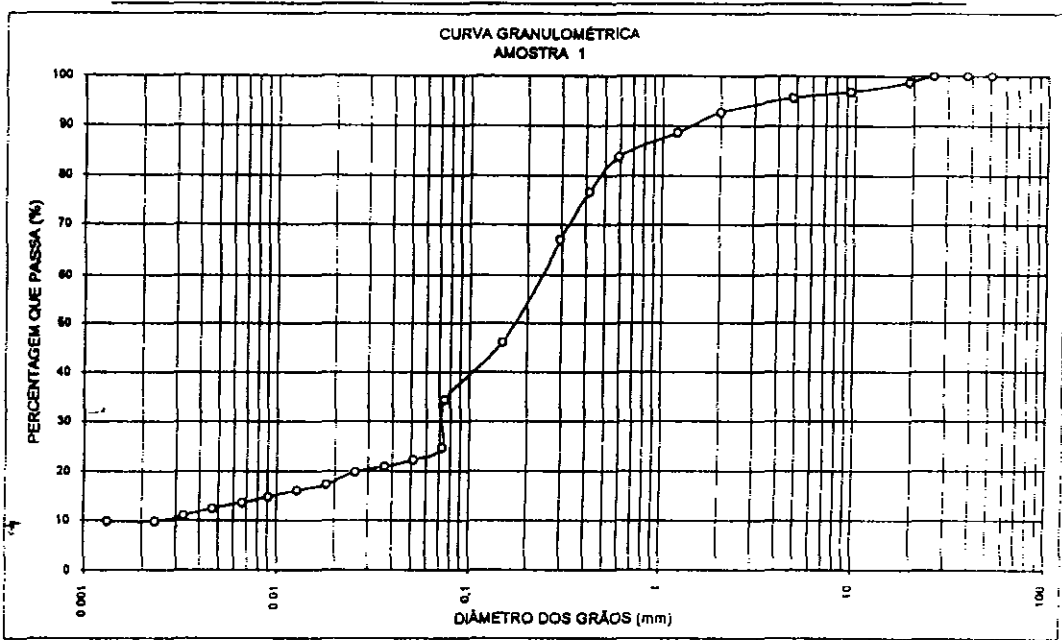
DENSIDADE A 20°C 2,87

AMOSTRA SECA		PENEIRAMENTO DO SOLO GRAU DC				
	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA	PESO	PESO	% QUE PASSA
			POLEG	RETIDO	QUE	DA AMOSTRA
			mm		PASSA	TOTAL
CAPSULA No		2				
PESO SOLO UMIDO(g)	1000 00	120 00	2"	50 80	0,00	988,72
PESO PEDREG (g)	74 19		1 1/2"	38 10	0 00	986 72
P S MIUDO UMIDO(g)	925,81		1"	25 40	0 00	986 72
P S MIUDO SECO(g)	912 53		3/4"	19 10	13 55	973 17
P AMOSTRA SECA(g)	986 72	118 28	3/8"	9 52	18 87	954 30
CTE DO FATOR K		1 250	No 4	4 76	12 50	941 70
			No 10	2 00	29 17	912 53

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO

PENEIRA	PESO	PESO	% QUE PASSA
POLEGADA	mm	RETIDO	DA AMOSTRA
		PASSA	TOTAL
No 16	1 190	5,09	113 19
No 30	0 590	8,11	107 08
No 40	0 42	9,09	97 99
No 50	0 297	12,50	85,49
No 100	0 149	26,88	58,81
No 200	0 075	15 06	43 75

DENSIMETRO No 1		SEDIMENTAÇÃO							PROVETA No 1
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (o C)	CORREC DO MENISCO	LEITUR ORR (L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	g DOS GRAOS (mm)	% de AM TOTAL(Q)	
30 seg	26 00	29 00	-3,17	16,83	14 40	19 75	0 0730	25	
1 min	24,00	29,00	-3,17	16,83	14 80	17 75	0 0516	22	
2 min	23,00	29 00	-3 17	15 83	15,00	16 75	0 0365	21	
4 min	22,00	29 00	-3 17	14,83	14 40	15 75	0 0258	20	
8 min	20,00	29 00	3 17	12,83	14,80	13 75	0 0182	17	
15 min	19 00	29 00	-3 17	11 83	15 00	12 75	0 0129	16	
30 min	18 00	29 00	-3 17	10 83	15 20	11 75	0 0091	15	
1 h	17 00	29 00	-3 17	9 83	15 40	10 75	0 0067	13	
2 h	16 00	29 00	3,17	8 83	15 60	9 75	0 0047	12	
4 h	15 00	29 00	-3 17	7 83	15 80	8 75	0 0033	11	
8 h	14 00	29 00	-3,17	6 83	16 00	7 75	0 0024	10	
24 h	14,00	29 00	-3,17	6,83	16 00	7,75	0,0013	10	



**ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA**

INTERESSADO. SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

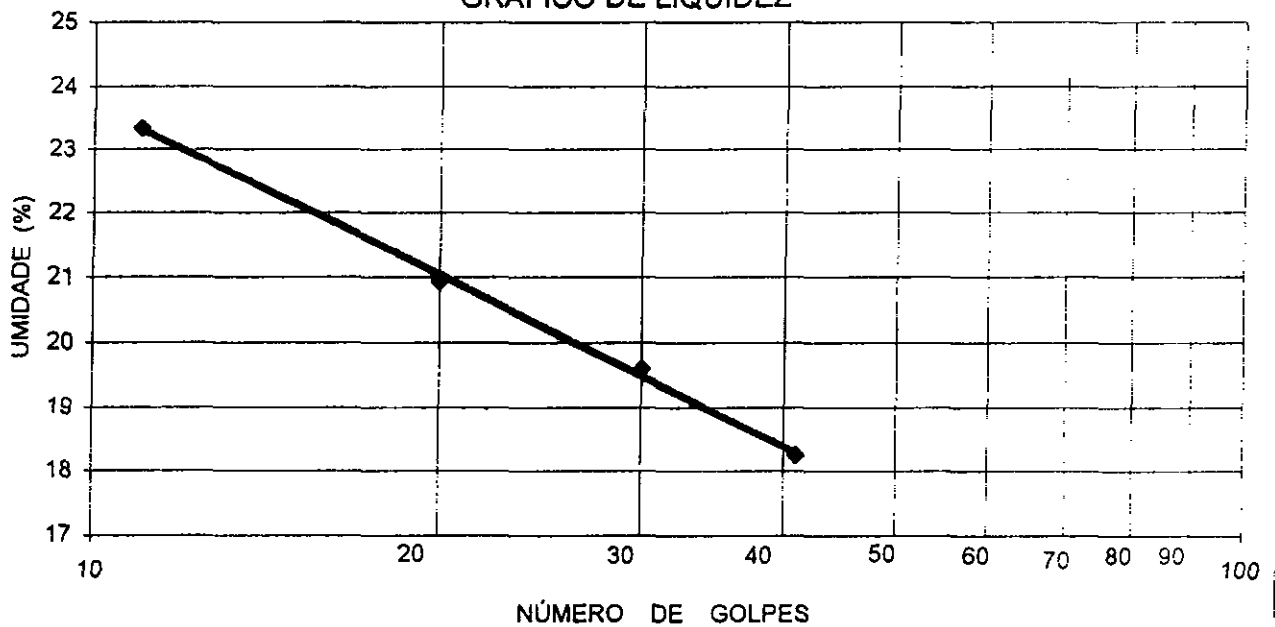
AM 1

LOCALIDADE MARCO-CE

No DE GOLPES	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
	11	20	30	41	xxx	xxx	xxx	xxx
No CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	21,36	19,51	18,48	19,51	9,74	9,67	9,61	9,77
SOLO+TARA	18,55	17,25	16,55	17,55	9,25	9,17	9,08	9,25
TARA	6,51	6,45	6,70	6,81	6,21	6,02	5,79	5,93
ÁGUA	2,81	2,26	1,93	1,96	0,49	0,50	0,53	0,52
SOLO	12,04	10,8	9,85	10,74	3,04	3,15	3,29	3,32
UMIDADE	23,34	20,93	19,59	18,25	16,12	15,87	16,11	15,66

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 20 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 16 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 4 %

**GRÁFICO DE LIQUIDEZ**



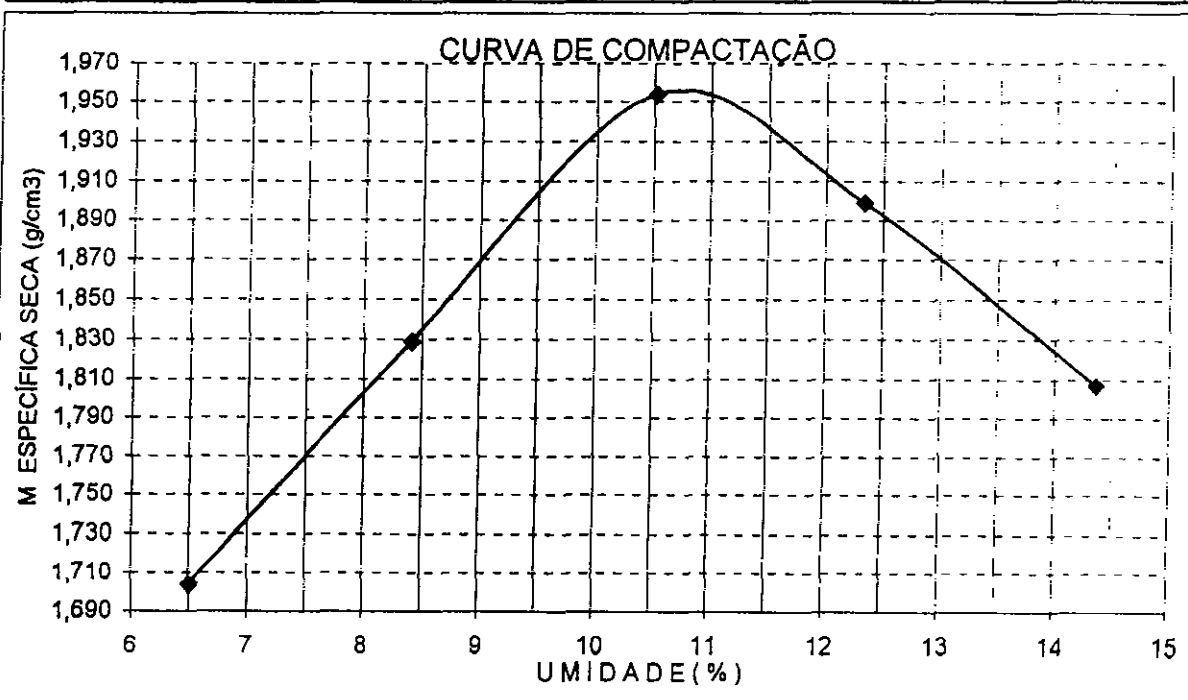
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL		AMOSTRA	1
INTERESSADO SHS NORDESTE		JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

RESULTADOS.

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,955 g/cm<sup>3</sup>

UMIDADE ÓTIMA. 10,2 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2261	PESO	3978
No. DE GOLPES	12	P DA AMOSTRA	6000		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8080	8460	8860	8800	8650
PESO DA AMOSTRA (g)	4102	4482	4882	4822	4672
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm <sup>3</sup> )	1,814	1,982	2,159	2,133	2,066
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P BRUTO ÚMIDO (g)	52,41	55,81	59,43	61,59	66,54
P. BRUTO SECO (g)	50,04	52,51	54,97	56,33	59,87
P DA CÁPSULA (g)	13,57	13,27	12,59	13,68	13,42
ÁGUA (g)	2,37	3,3	4,46	5,26	6,67
SOLO (g)	36,47	39,24	42,38	42,65	46,45
UMIDADE ( % )	6,50	8,41	10,52	12,33	14,36
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,704	1,829	1,954	1,899	1,807



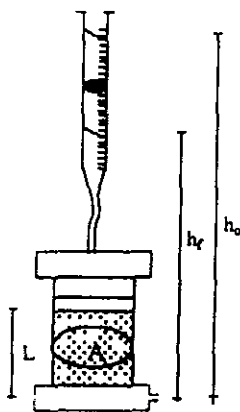
## ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INTERESSADO SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AMOSTRA

MUNICÍPIO MARCO - CE



- $\gamma_s$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
- $h$  - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
- $h_0$  - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- $h_r$  - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- $a$  - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
- $A$  - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
- $L$  - ESPESURA DO CORPO DE PROVA
- $\gamma_{SM}$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
- $h_{ot}$  - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
- $T$  - TEMPERATURA DO ENSAIO
- $F_c$  - FATOR DE CORREÇÃO

12,6	%
165	cm
160	cm
6,201	cm <sup>2</sup>
181,46	cm <sup>2</sup>
4,30	cm
?	g/cm <sup>3</sup>
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA N°	AMOSTRA	$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$h$ (%)	$h_0$ (cm)	$h_r$ (cm)	$t$ (seg)	$K$ (cm/s)
15 10 98	01		1,890	12,60	165,00	160,00	1 500	2,5E-06
15 10 98	02	01	1,890	12,60	165,00	160,00	1 520	2,5E-06
15 10 98	03		1,890	12,60	165,00	160,00	1 510	2,5E-06

**PERMEABILIDADE MÉDIA ( $\bar{K}$ )**

2,5E-06

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_r}$$



ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

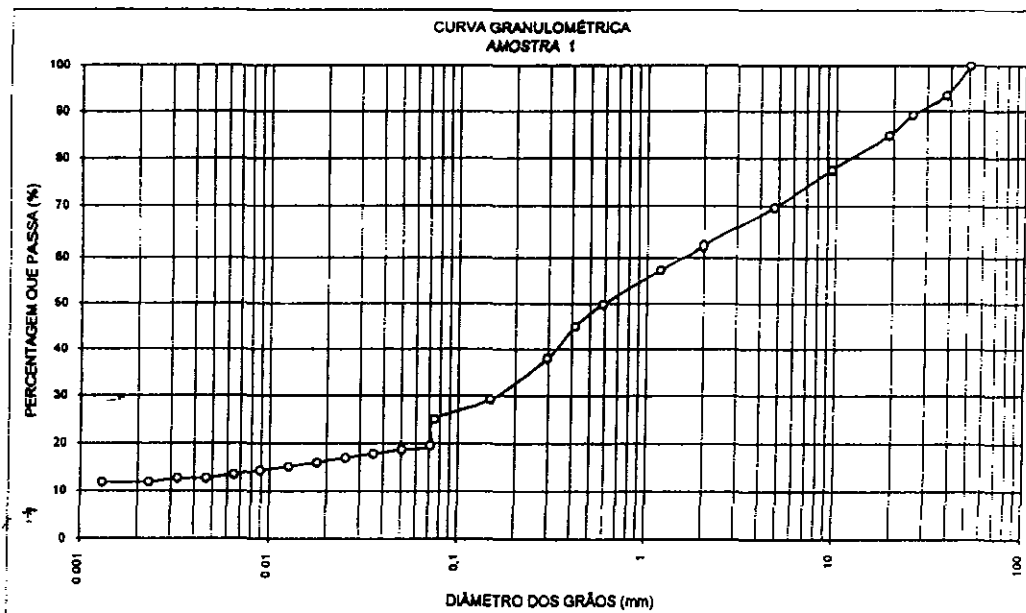
INTERESSADO SRS NORDESTE	FURO	5
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II	AMOSTRA	2
MUNICÍPIO MARCO-CE	PROF. m'	2 40

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO		f %
CAPSULA No	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4 8 mm	30
PESO BRUTO UMIDO(g)	52 67	AREIA GROSSA	4 8 - 2 00 mm	7
PESO BRUTO SECO(g)	51 62	AREIA MÉDIA	2 00 - 0 42 mm	17
PESO DA CAPSULA(g)	13 52	AREIA FINA	0 42 - 0 074 mm	20
PESO DA AGUA(g)	1 05	SILTE	0 074 - 0 005 mm	12
PESO DO SOLO SECO(g)	38 1	ARGILA	ABAIXO DE 0 005 mm	13
UMIDADE(%)	2 76	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0 001 mm	xxx
UMIDADE MEDIA(%)	2 76			
DENSIDADE A 20 °C		2 68		

AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO				
CAPSULA No	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA		PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL	
			POLEG mm	RETIDO			
CAPSULA No	1	2	2"	50 80	0 00	1962 72	100
PESO SOLO UMIDO(g)	2000 00	120 00	1 1/2"	38 10	133 74	1828 98	93
PESO PEDREG (g)	609 94	-	1"	25 40	80 42	1748 56	89
P S MIUDO UMIDO(g)	1390 06	-	3/4"	19 10	83 90	1664 66	85
P S MIUDO SECO(g)	1352 78	-	3/8"	9 52	145 04	1519 62	77
P AMOSTRA SECA(g)	1962 72	116 78	No 4	4 76	155 22	1364 40	70
CTE DO FATOR K	-	0 852	No 10	2 00	145 36	1219 04	62

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO				
PENEIRA	PESO RETIDO	PESO QUE PASSA	% QUE PASSA DA AMOSTRA TOTAL	
			POLEGADA	mm
No 16	1 190	9 17	107 61	57
No 30	0 590	14,04	93 57	50
No 40	0 42	8,98	84,59	45
No 50	0 297	13,11	71,48	38
No 100	0 149	16 70	54,78	29
No 200	0 075	7 84	46 94	25

SEDIMENTAÇÃO								
DENSIMETRO No 1				PROVETA No 1				
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (o C)	CORREC DO MENISCO	LEITUR ORR (L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	% DOS GRAOS (mm)	% d AM TOTAL(Q)
30 seg.	29,00	29 00	-3,17	21,83	13 80	22 75	0 0717	19
1 min.	28 00	29 00	-3 17	20 83	14 00	21 75	0 0507	19
2 min.	27 00	29 00	-3 17	19 83	14,20	20 75	0 0358	18
4 min.	26,00	29,00	-3 17	18,83	13 70	19 75	0 0253	17
8 min.	25,00	29 00	-3 17	17,83	13 90	18,75	0 0179	16
15 min.	24,00	29 00	-3,17	16 83	14 10	17 75	0 0127	15
30 min.	23 00	29 00	-3 17	15,83	14 30	16 75	0 0090	14
1 h	22 00	29 00	-3 17	14,83	14 40	15,75	0 0065	13
2 h	21 00	29 00	-3,17	13 83	14 60	14 75	0 0046	13
4 h	21 00	29 00	-3 17	13 83	14,60	14 75	0,0033	13
8 h	20 00	29 00	-3 17	12,83	14,80	13 75	0 0023	12
24 h	20 00	29 00	-3,17	12,83	14,80	13 75	0 0013	12



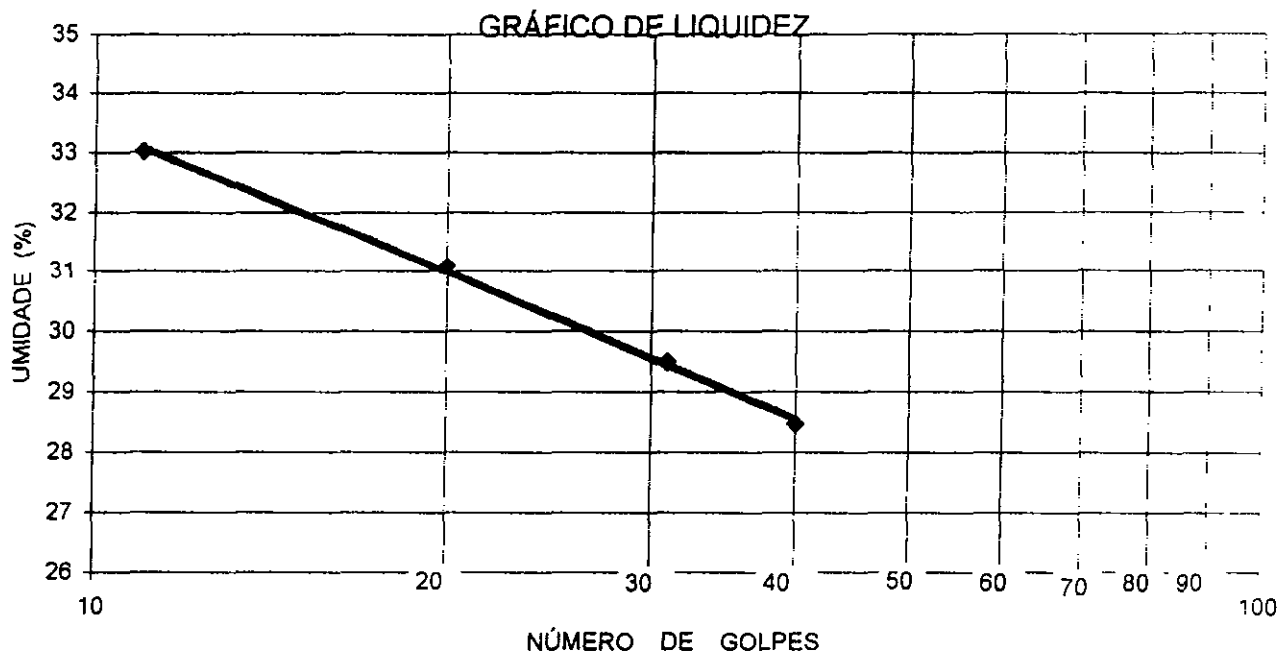
# ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA

INTERESSADO SHS NORDESTE  
 OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II  
 LOCALIDADE: MARCO-CE

AM 2

No DE GOLPES	LIMITE DE LIQUIDEZ				LIMITE DE PLASTICIDADE			
	11	20	31	40	xxx	xxx	xxx	xxx
No CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	24,85	21,61	20,57	19,41	9,86	9,98	9,44	9,73
SOLO+TARA	20,24	17,95	17,32	16,58	9,24	9,37	8,92	9,14
TARA	6,28	6,17	6,30	6,64	6,34	6,51	6,47	6,39
ÁGUA	4,61	3,66	3,25	2,83	0,62	0,61	0,52	0,59
SOLO	13,96	11,78	11,02	9,94	2,9	2,86	2,45	2,75
UMIDADE	33,02	31,07	29,49	28,47	21,38	21,33	21,22	21,45

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 30 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 21 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 9 %



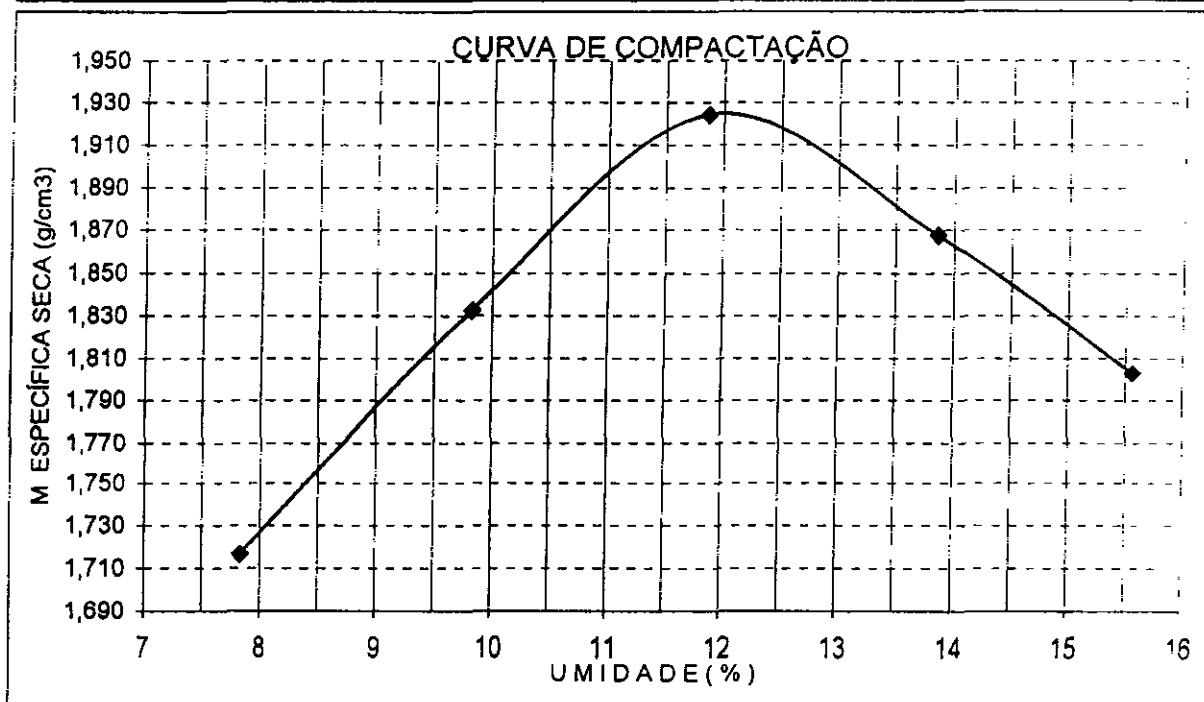
<b>ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL</b>		AMOSTRA	2
INTERESSADO	SHS NORDESTE	JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

**RESULTADOS:**

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,924 g/cm<sup>3</sup>

UMIDADE ÓTIMA 11,9 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2323	PESO	4210
No. DE GOLPES	12	P.DA AMOSTRA	6000		
P DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8510	8885	9210	9150	9050
PESO DA AMOSTRA (g)	4300	4675	5000	4940	4840
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm3)	1,851	2,012	2,152	2,127	2,084
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P BRUTO ÚMIDO (g)	55,6	58,64	60,71	65,72	68,15
P BRUTO SECO (g)	52,55	54,6	55,68	59,36	60,79
P DA CÁPSULA (g)	13,61	13,47	13,29	13,47	13,51
ÁGUA (g)	3,05	4,04	5,03	6,36	7,36
SOLO (g)	38,94	41,13	42,39	45,89	47,28
UMIDADE (%)	7,83	9,82	11,87	13,86	15,57
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm3)	1,717	1,832	1,924	1,868	1,803



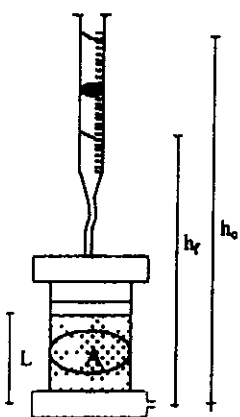
## ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INTERESSADO SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AMOSTRA 2

MUNICÍPIO MARCO - CE



$\gamma_s$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO

$h$  - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO

$h_0$  - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA

$h_f$  - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA

$a$  - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA

$A$  - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA

$L$  - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA

$\gamma_{SM}$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA

$h_{ot}$  - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA

$T$  - TEMPERATURA DO ENSAIO

$F_c$  - FATOR DE CORREÇÃO

	g/cm <sup>3</sup>
14,2	%
165	cm
160	cm
6,201	cm <sup>2</sup>
181,46	cm <sup>2</sup>
3,20	cm
?	g/cm <sup>3</sup>
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA N°	AMOSTRA	$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$h$ (%)	$h_0$ (cm)	$h_f$ (cm)	$t$ (seg)	$K$ (cm/s)
13 10 98	01		1,855	14,30	165,00	160,00	2 800	9,9E-07
13 10 98	02	02	1,855	14,30	165,00	160,00	2 810	9,9E-07
13 10 98	03		1,855	14,30	165,00	160,00	2 800	9,9E-07

PERMEABILIDADE MÉDIA ( $\bar{K}$ )
9,9E-07

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_f}$$

ANALISE GRANULOMETRICA POR SEDIMENTAÇÃO

INTERESSADO SHS NORDESTE	FURO	2
OBRA: BARRAGEM DIAMANTINO II	AMOSTRA:	3
MUNICIPIO MARCO-CE	PROF. DI:	2.30

UMIDADE DA SEDIMENTAÇÃO		RESUMO DA SEDIMENTAÇÃO		(%)
CAPSULA No	1	PEDREGULHO	ACIMA DE 4,8 mm	24
PESO BRUTO UMIDO(g)	51,73	AREIA GROSSA	4,8 - 2,00 mm	7
PESO BRUTO SECO(g)	50,84	AREIA MÉDIA	2,00 - 0,42 mm	18
PESO DA CAPSULA(g)	13,29	AREIA FINA	0,42 - 0,074 mm	19
PESO DA AGUA(g)	0,89	SILTE	0,074 - 0,005 mm	17
PESO DO SOLO SECO(g)	37,55	ARGILA	ABAIXO DE 0,005 mm	15
UMIDADE(%)	2,37	ARGILA COLOIDAL	ABAIXO DE 0,001 mm	xxx
UMIDADE MÉDIA(%)	2,37			

DENSIDADE A 20°C	2,66
------------------	------

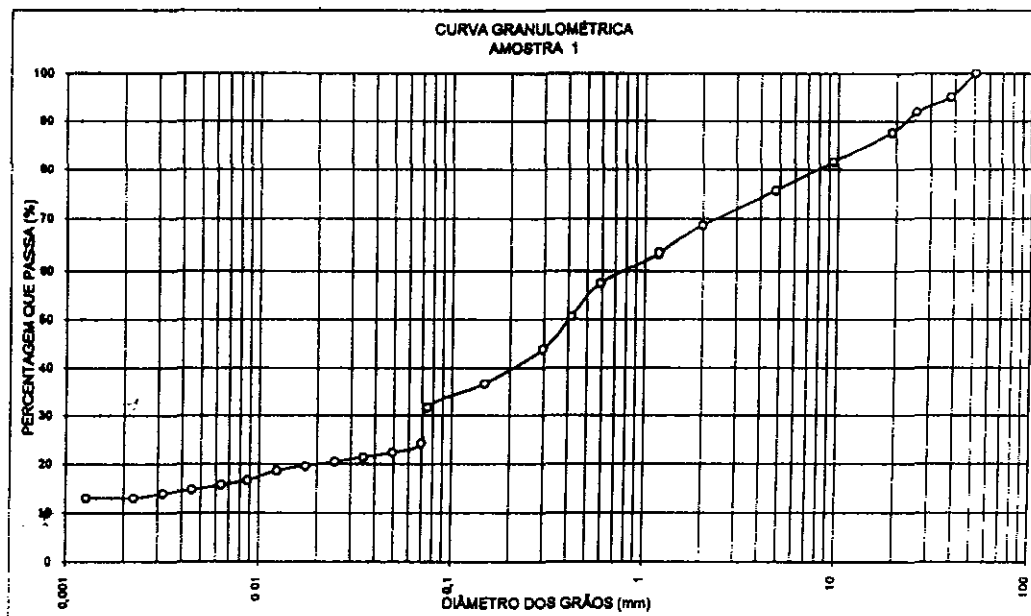
AMOSTRA SECA			PENEIRAMENTO DO SOLO GRAUDO			
	AM TOTAL	AM PARC	PENEIRA	PESO	PESO	% QUE PASSA
			POLEG. mm	RETIDO	QUE PASSA	DA AMOSTRA TOTAL
CAPSULA No	1	2				
PESO SOLO UMIDO(g)	2000,00	120,00	2"	50,80	0,00	1965,82
PESO PEDREG.(g)	523,9		1 1/2"	38,10	95,42	1870,40
P.S. MIUDO UMIDO(g)	1476,1		1"	25,40	62,80	1807,60
P.S. MIUDO SECO(g)	1441,92		3/4"	19,10	85,29	1722,31
P. AMOSTRA SECA(g)	1965,82	117,22	3/8"	9,52	116,35	1605,96
CTE DO FATOR K		0,936	No 4	4,76	120,84	1485,12
			No 10	2,00	138,62	1346,50

PENEIRAMENTO DO SOLO MIUDO

PENEIRA	PESO	PESO	% QUE PASSA
POLEGADA mm	RETIDO	QUE PASSA	DA AMOSTRA TOTAL
No 16	1,190	8,68	108,54
No 30	0,690	10,45	98,09
No 40	0,42	11,61	86,48
No 50	0,297	11,47	75,01
No 100	0,149	12,33	62,68
No 200	0,075	8,49	54,19

SEDIMENTAÇÃO

DENSIMETRO No 1			PROVETA No 1					
TEMPO DECORRIDO	LEITURA (L)	TEMPERAT (o C)	CORREC. DO MENISCO	LEITUR ORR.(L)	ALT DE QUEDA (cm)	LEIT COR FINAL	q° DOS GRAOS (mm)	% q° AM TOTAL(Q)
30 seg.	32,00	29,00	-3,17	24,83	13,20	23,75	0,0701	24
1 min.	30,00	29,00	-3,17	22,83	13,60	23,75	0,0496	22
2 min.	29,00	29,00	-3,17	21,83	13,80	22,75	0,0351	21
4 min.	28,00	29,00	-3,17	20,83	13,30	21,75	0,0248	20
8 min.	27,00	29,00	-3,17	19,83	13,50	20,75	0,0175	19
15 min.	26,00	29,00	-3,17	18,83	13,70	19,75	0,0124	18
30 min.	24,00	29,00	-3,17	16,83	14,10	17,75	0,0088	17
1 h	23,00	29,00	-3,17	15,83	14,30	16,75	0,0064	16
2 h	22,00	29,00	-3,17	14,83	14,40	15,75	0,0045	15
4 h	21,00	29,00	-3,17	13,83	14,60	14,75	0,0032	14
8 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0023	13
24 h	20,00	29,00	-3,17	12,83	14,80	13,75	0,0013	13



0.0007

**ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA**

INTERESSADO SHS NORDESTE

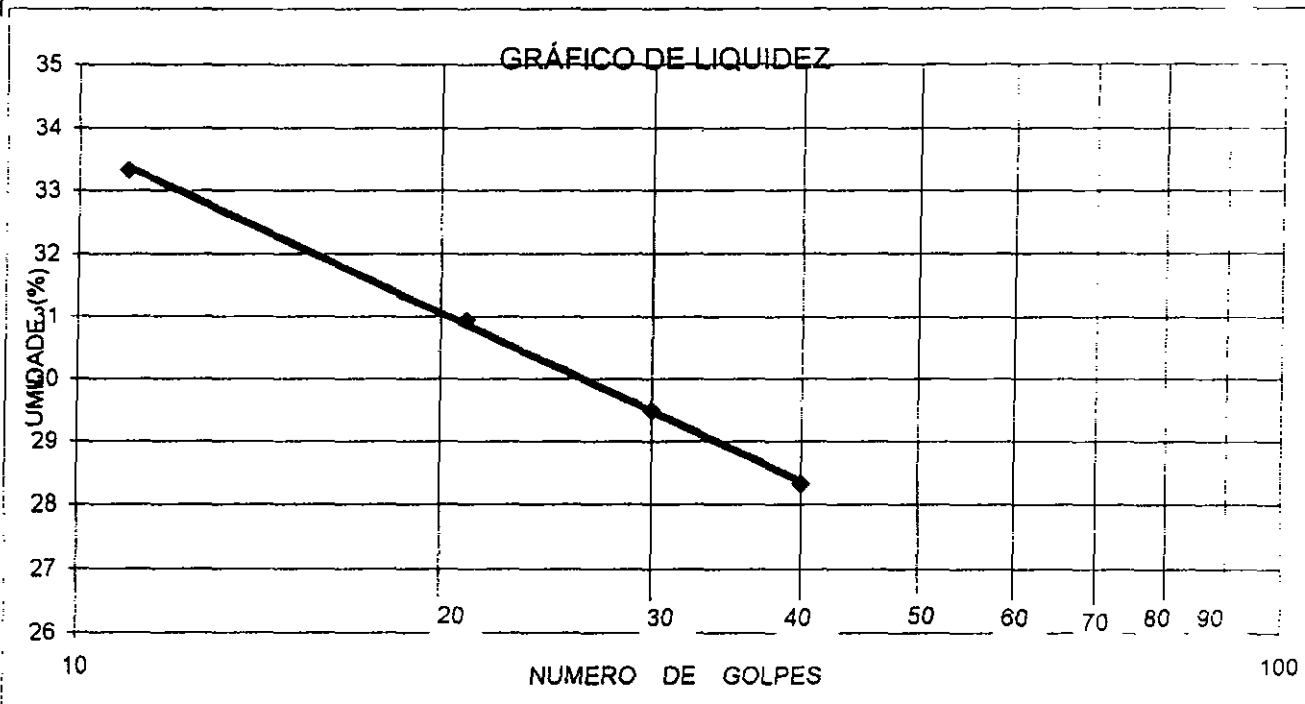
OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AM 3

LOCALIDADE: MARCO-CE

LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
No. DE GOLPES	11	21	30	40	xxx	xxx	xxx	xxx
No CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+AGUA	25,75	22,38	21,44	20,71	9,46	9,65	9,48	9,64
SOLO+TARA	20,94	18,55	17,99	17,55	8,9	9,11	8,96	9,06
TARA	6,51	6,17	6,29	6,39	6,17	6,45	6,38	6,22
ÁGUA	4,81	3,83	3,45	3,16	0,56	0,54	0,52	0,58
SOLO	14,43	12,38	11,7	11,16	2,73	2,66	2,58	2,84
UMIDADE	33,33	30,94	29,49	28,32	20,51	20,30	20,16	20,42

LIMITE DE LIQUIDEZ (LL) 30 %  
 LIMITE DE PLASTICIDADE (LP) 20 %  
 ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP) 10 %



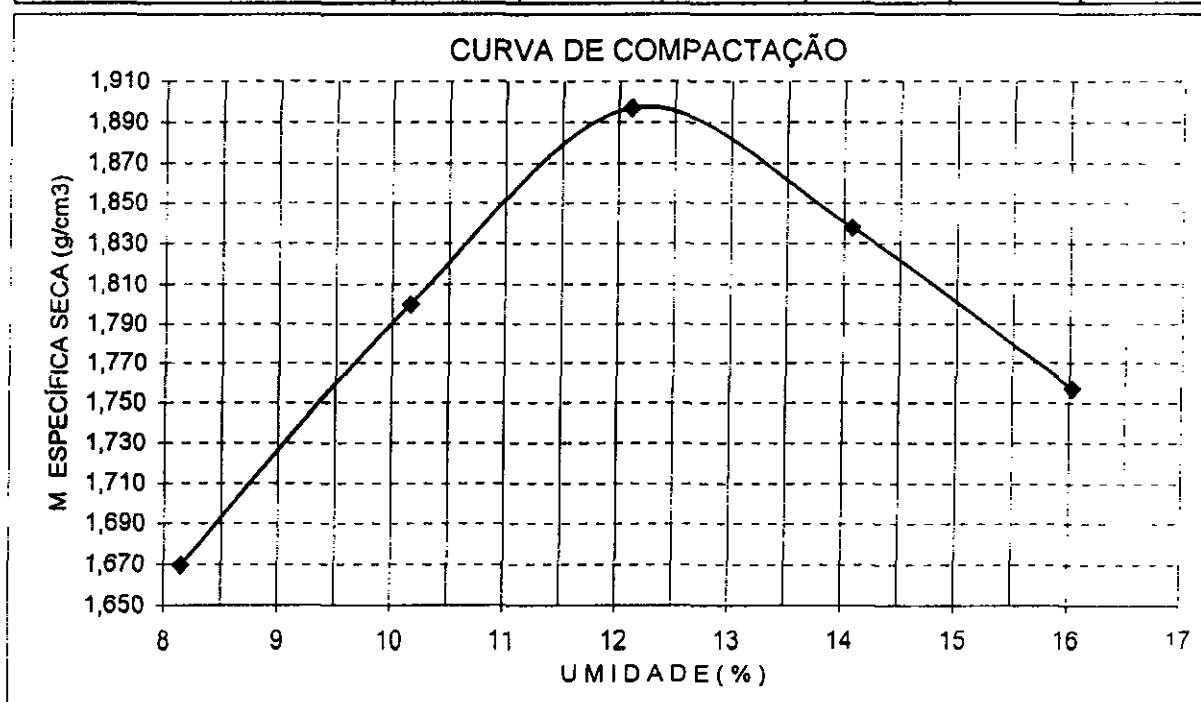
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL		AMOSTRA	3
INTERESSADO SHS NORDESTE		JAZIDA	
OBRA	BARRAGEM DIAMANTINO II		
MUNICÍPIO	MARCO - CE		

RESULTADOS:

MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA 1,897 g/cm<sup>3</sup>

UMIDADE ÓTIMA: 12,11 %

CILINDRO No	3	VOLUME	2323	PESO	4210
No. DE GOLPES	12	P DA AMOSTRA	6000		
P DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8405	8815	9150	9080	8945
PESO DA AMOSTRA (g)	4195	4605	4940	4870	4735
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g/cm <sup>3</sup> )	1,806	1,982	2,127	2,096	2,038
CÁPSULA No	1	2	3	4	5
P.BRUTO ÚMIDO (g)	52,44	55,81	58,42	64,86	67,39
P BRUTO SECO (g)	49,51	51,9	53,58	58,51	59,94
P DA CÁPSULA (g)	13,57	13,41	13,62	13,39	13,46
ÁGUA (g)	2,93	3,91	4,84	6,35	7,45
SOLO (g)	35,94	38,49	39,96	45,12	46,48
UMIDADE (%)	8,15	10,16	12,11	14,07	16,03
MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1,670	1,800	1,897	1,838	1,757



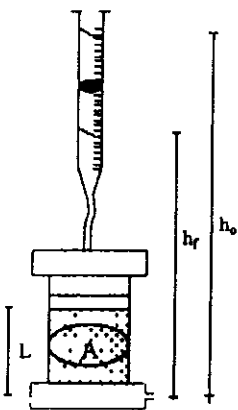
## ENSAIO DE PERMEABILIDADE COM CARGA VARIÁVEL

INTERESSADO SHS NORDESTE

OBRA BARRAGEM DIAMANTINO II

AMOSTRA 3

MUNICÍPIO MARCO - CE



- $\gamma_s$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE SECO
- h - UMIDADE NA OCASIÃO DO ENSAIO
- $h_0$  - ALTURA INICIAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- $h_r$  - ALTURA FINAL DO NÍVEL D'ÁGUA
- a - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DA BURETA
- A - ÁREA DA SEÇÃO TRANSVERSAL DO CORPO DE PROVA
- L - ESPESSURA DO CORPO DE PROVA
- $\gamma_{SM}$  - PESO ESPECÍFICO APARENTE MÁXIMO DA AMOSTRA
- $h_{ot}$  - UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA
- T - TEMPERATURA DO ENSAIO
- $F_c$  - FATOR DE CORREÇÃO

	g/cm <sup>3</sup>
14,6	%
165	cm
161	cm
6,201	cm <sup>2</sup>
181,46	cm <sup>2</sup>
3,50	cm
?	g/cm <sup>3</sup>
?	%
28	°C
0,828	

DATA	LEITURA N°	AMOSTRA	$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	h (%)	$h_0$ (cm)	$h_r$ (cm)	t (seg)	K (cm/s)
14 10 98	01		1,875	14,20	165,00	162,00	2 450	7,4E-07
14 10 98	02	03	1,875	14,20	165,00	162,00	2 460	7,4E-07
14 10 98	03		1,875	14,20	165,00	162,00	2 460	7,4E-07

PERMEABILIDADE MÉDIA ( $\bar{K}$ )

7,4E-07

$$K = 2,3 \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \cdot \log \frac{h_0}{h_r}$$



### 3.3 – HIDROLOGIA

#### 3.3.1 – Vazões de Enchentes

As características do hidrograma da cheia milenar são observadas nas Tabelas 3.2 e 3.3 e nas Figuras 3.2 a 3.9, de tal forma que a vazão máxima afluente à seção considerada possui um pico de 190,2 m<sup>3</sup>/s que ocorrerá 17,25 horas após o início do evento chuvoso, considerando-se aqui um hidrograma de forma triangular com duração de 24 horas

As características do hidrograma da cheia decamilenar são observadas na Tabela 3.4 e nas Figuras 3.10 a 3.13, de tal forma que a vazão máxima na seção considerada possui um pico de 233,2 m<sup>3</sup>/s que ocorrerá 17,25 horas após o início do evento chuvoso, considerando-se aqui um hidrograma de forma triangular com duração de 24 horas

Considerou-se o sangradouro nas cotas 56,0m e 57,0 metros, de forma aproximadamente retangular escavado em rocha com largura variando entre 60 e 120 m e coeficiente de descarga igual a 1,40. O cálculo do amortecimento produzido pelo reservatório na cheia de 10 000 anos tem o único objetivo de verificar o não galgamento da barragem

**Tabela 3.1 – Dados básicos para o cálculo do hidrograma pelo método do SCS**

Seção	Área (km <sup>2</sup> )	Comprimento do maior Talvegue (km)	TC (horas)	Tlag (horas)	V (m/s)	CN
Barragem Diamantino II	106,0	21,00	7,52	4,51	0,78	78

**Tabela 3.2 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluente com Tr=1.000anos (Sangradouro escavado em rocha C=1.4; Qp afluente = 190,16 m<sup>3</sup>/s; cota da soleira = 56,0 m)**

L (m)	Qp amortecida (m <sup>3</sup> /s)	Cota da soleira (m)	Cota de pico (m)	Lâmina máxima (m)
60,00	60,06	56,00	56,80	0,80
80,00	70,61	56,00	56,73	0,73
100,00	79,67	56,00	56,69	0,69
120,00	87,25	56,00	56,65	0,65

**Tabela 3.3 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluyente com  $Tr=1.000$ anos (Sangradouro escavado em rocha  $C=1.4$ ;  $Q_p$  afluyente =  $190.16 \text{ m}^3/\text{s}$ ; cota da soleira =  $57,0 \text{ m}$ )**

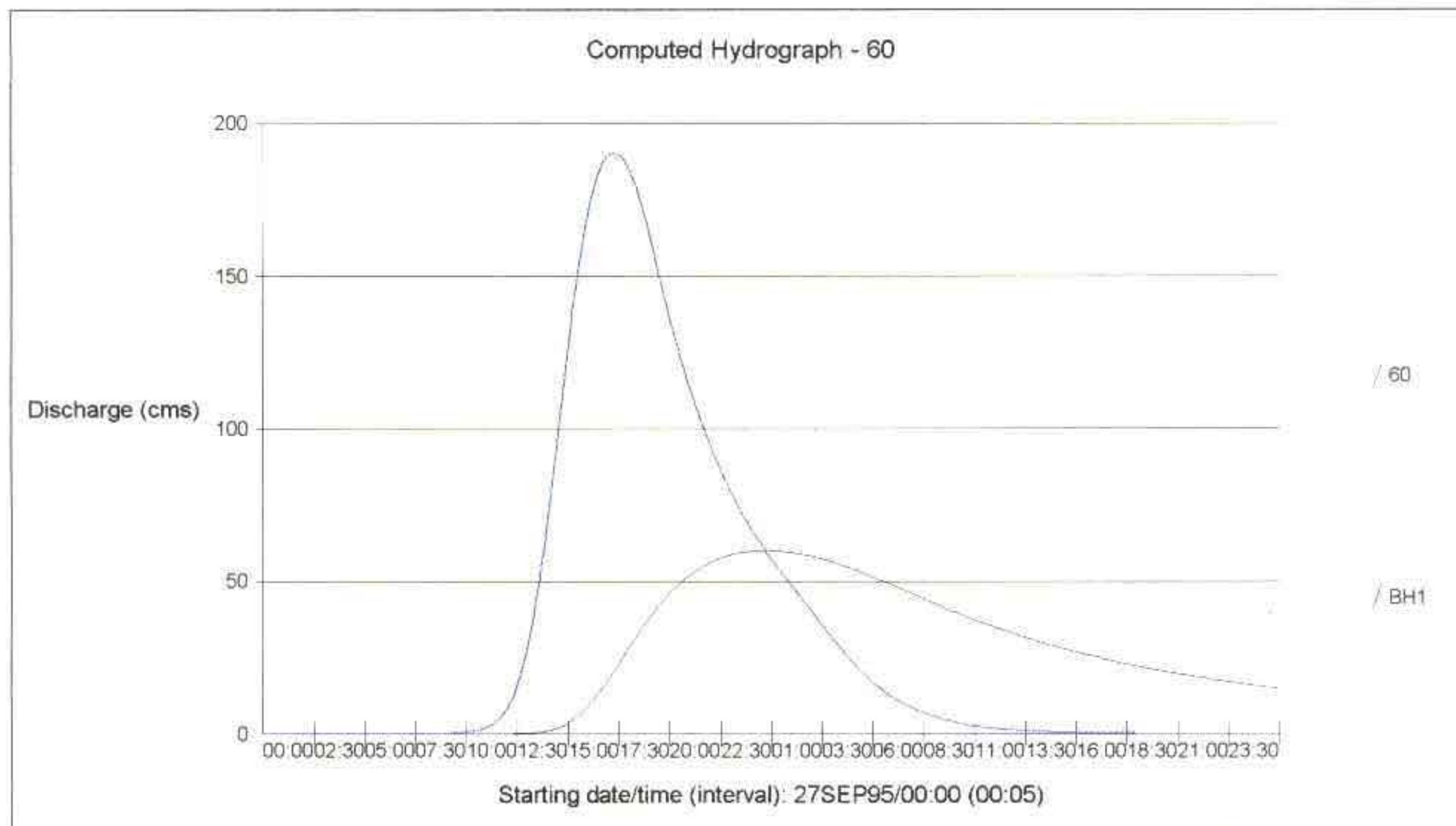
L (m)	$Q_p$ amortecida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cota da soleira (m)	Cota de pico (m)	Lâmina máxima (m)
60,00	47,62	57,00	57,68	0,68
80,00	56,99	57,00	57,64	0,64
100,00	64,86	57,00	57,60	0,60
120,00	71,89	57,00	57,57	0,57

**Tabela 3.4 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluyente com  $Tr=10.000$ anos (Sangradouro escavado em rocha  $C=1.4$ ;  $Q_p$  afluyente =  $233,22 \text{ m}^3/\text{s}$ ; cota da soleira =  $57,0 \text{ m}$ )**

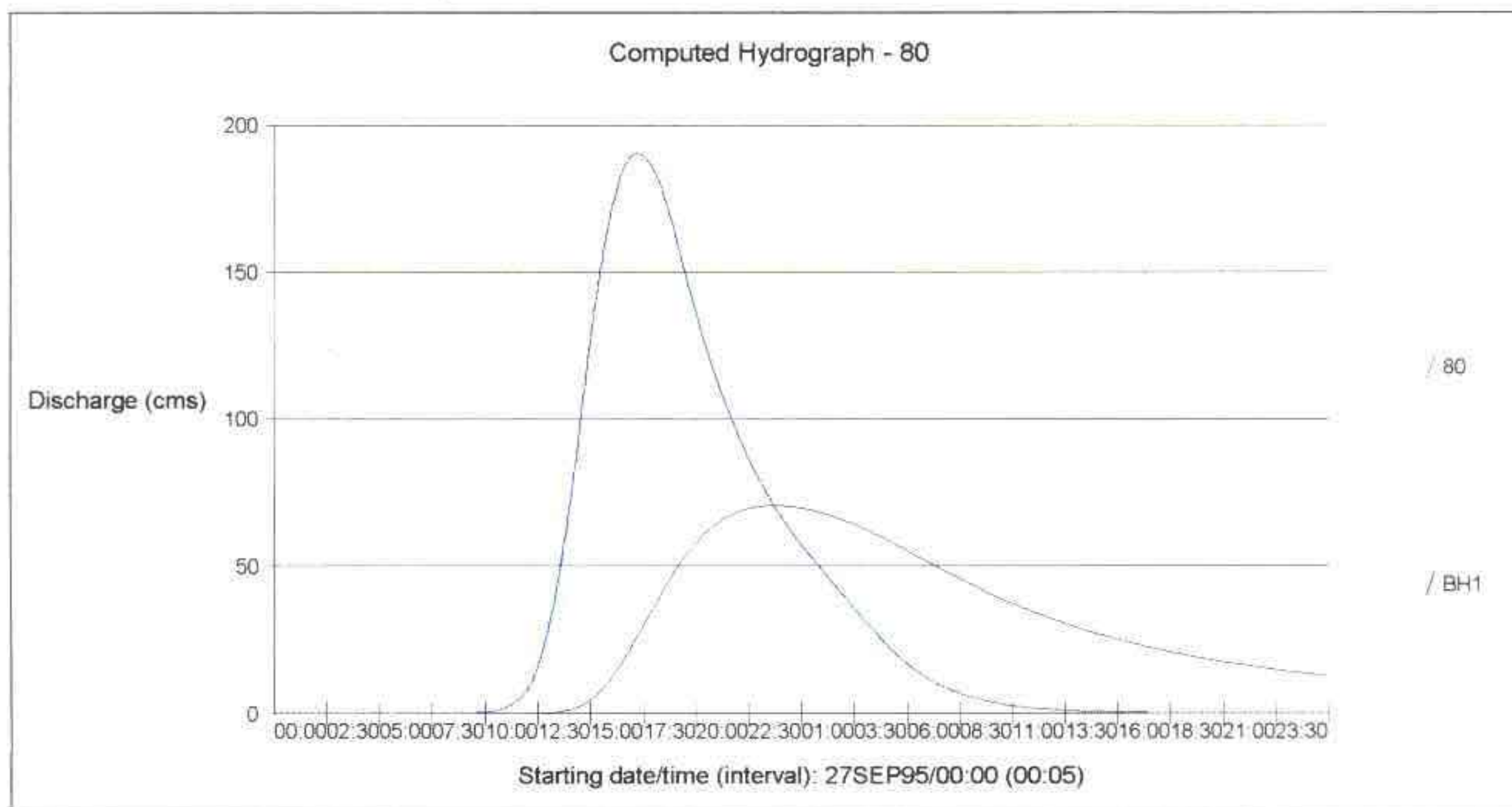
L (m)	$Q_p$ amortecida ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Cota da soleira (m)	Cota de pico (m)	Lâmina máxima (m)
60,00	62,45	57,00	57,82	0,82
80,00	74,39	57,00	57,76	0,76
100,00	84,52	57,00	57,71	0,71
120,00	93,32	57,00	57,68	0,68

**Tabela 3.5 - Cotas máximas para o sangradouro escavado em rocha com  $100 \text{ m}$  de largura**

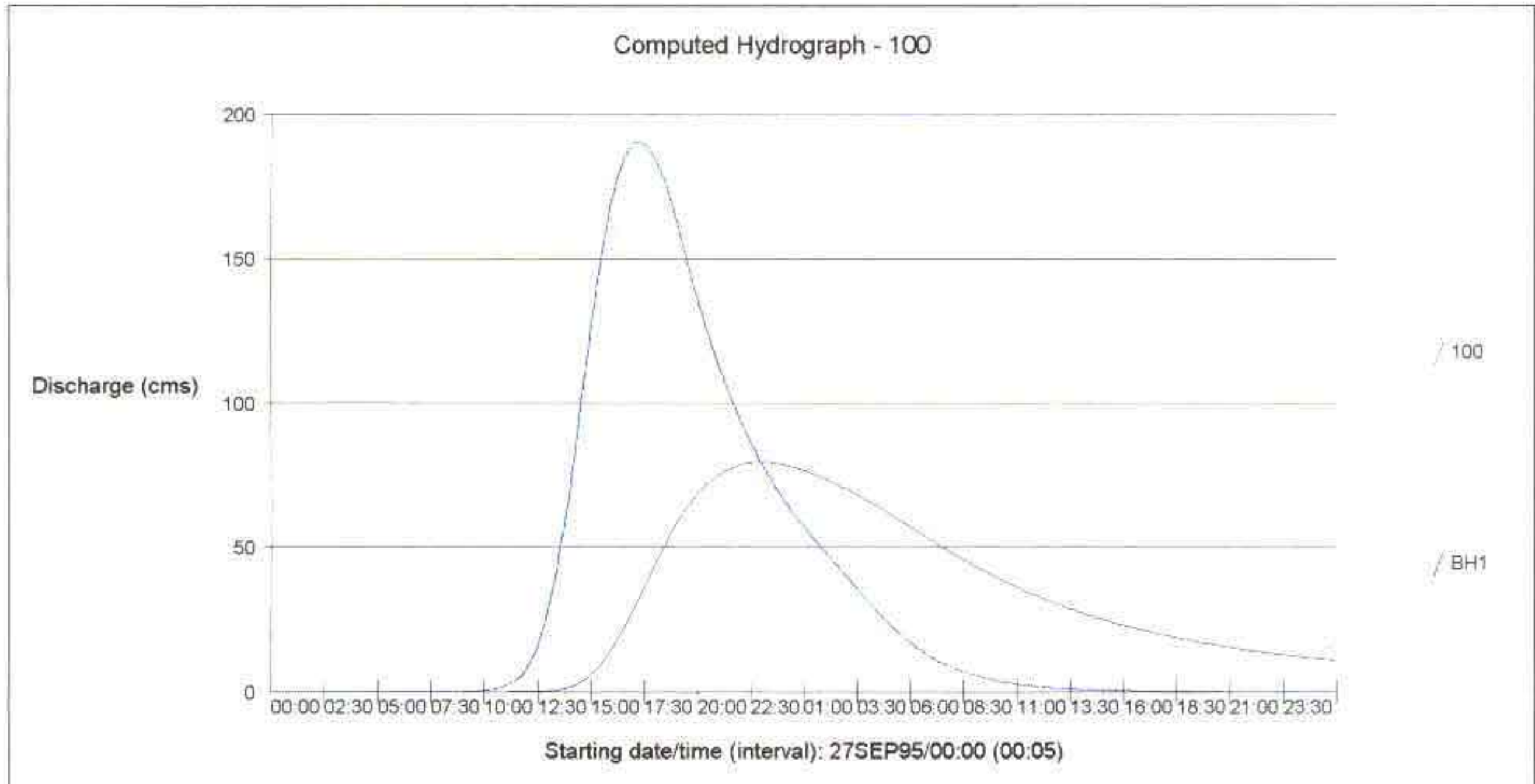
Tempo de Retorno (Anos)	Cota da soleira (m)	Cota de pico (m)	Lâmina máxima (m)
1000	57,00	57,60	0,60
10000	57,00	57,71	0,71



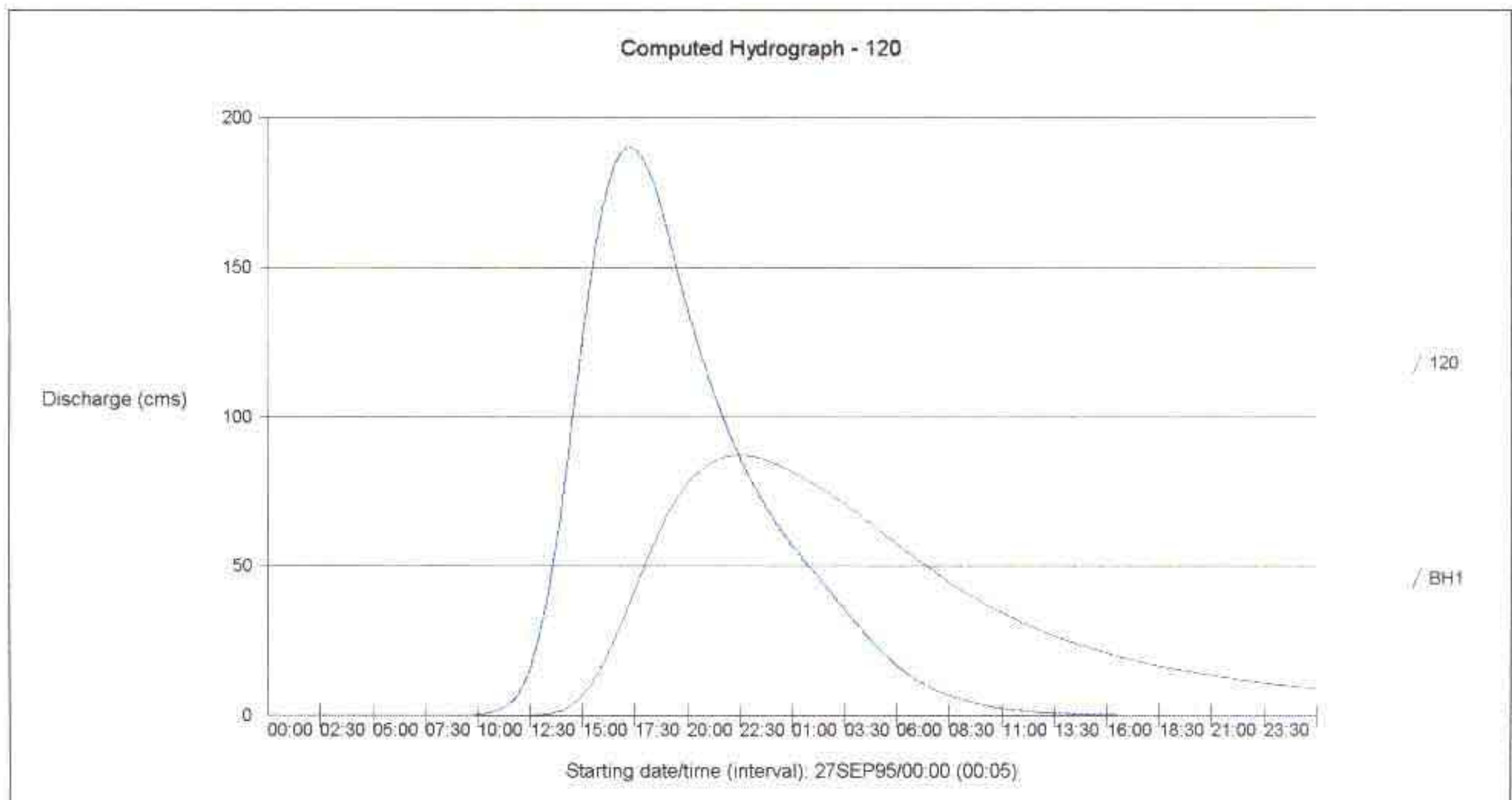
**Figura 3.2 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 1.000anos; Cota 56,0m; L = 60m)**



**Figura 3.3 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 1.000anos; Cota 56,0m; L = 80m)**

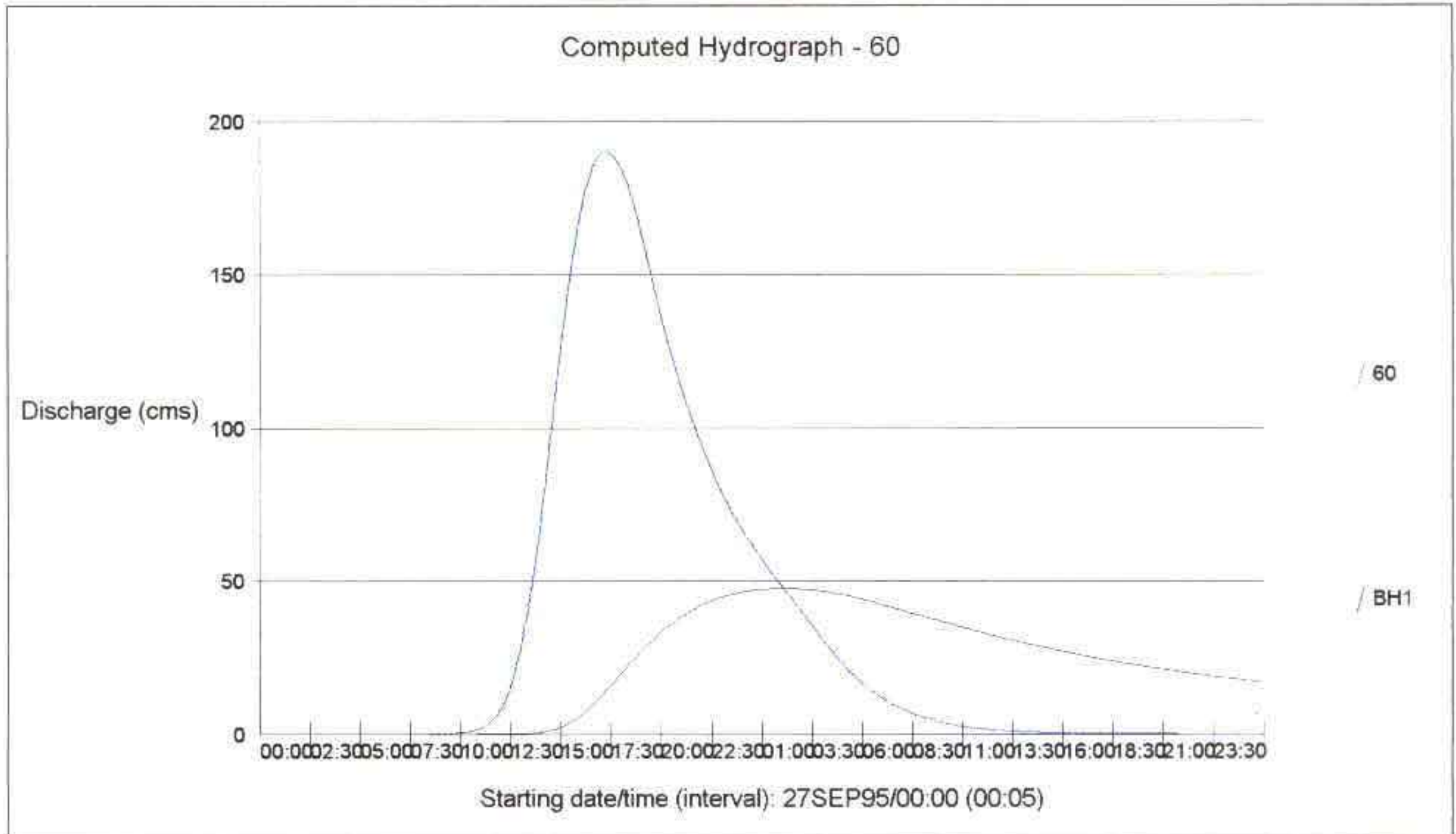


**Figura 3.4 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 1.000anos; Cota 56,0m; L = 100m)**

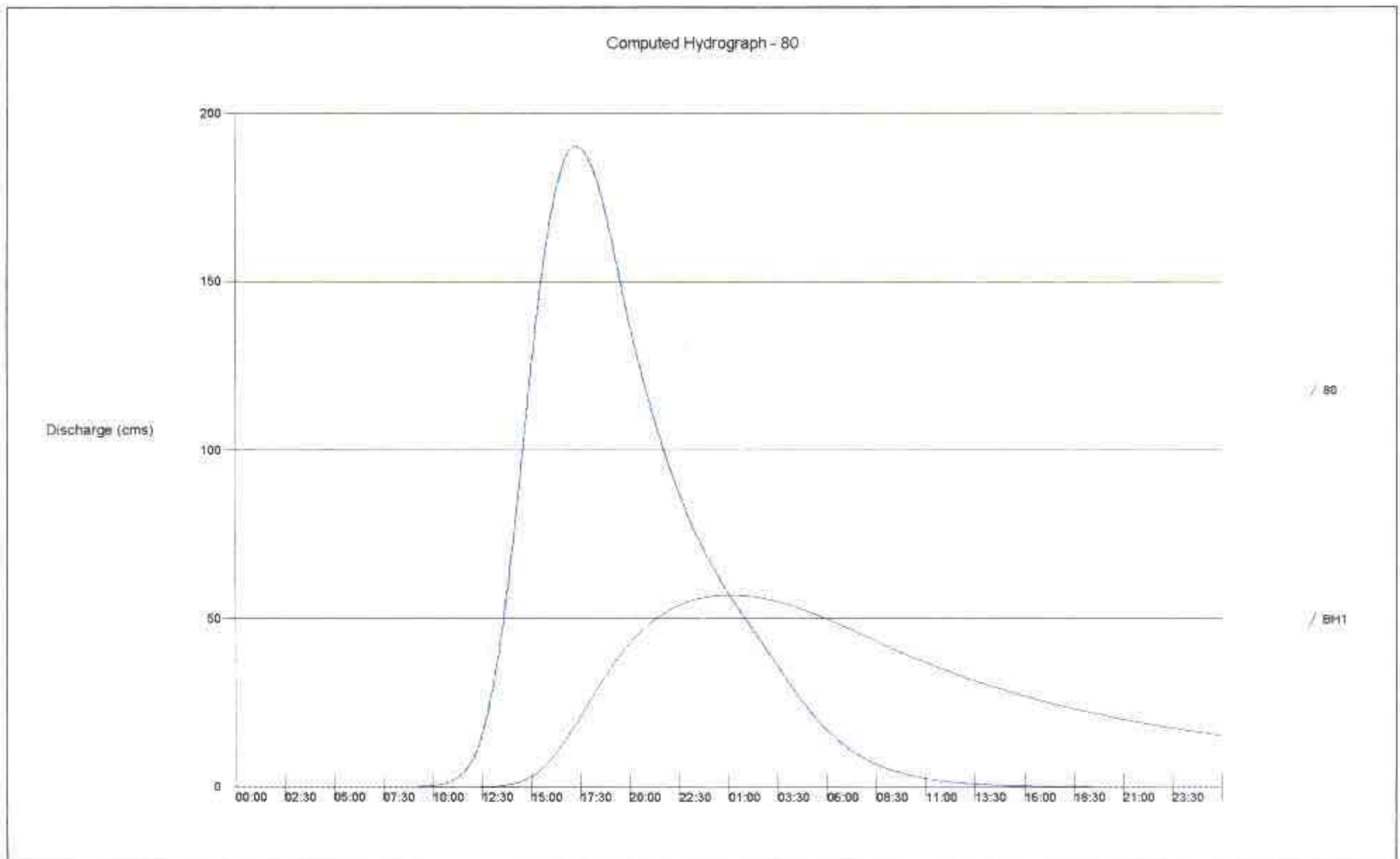


**Figura 3.5 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 1.000anos; Cota 56,0m; L = 120m)**

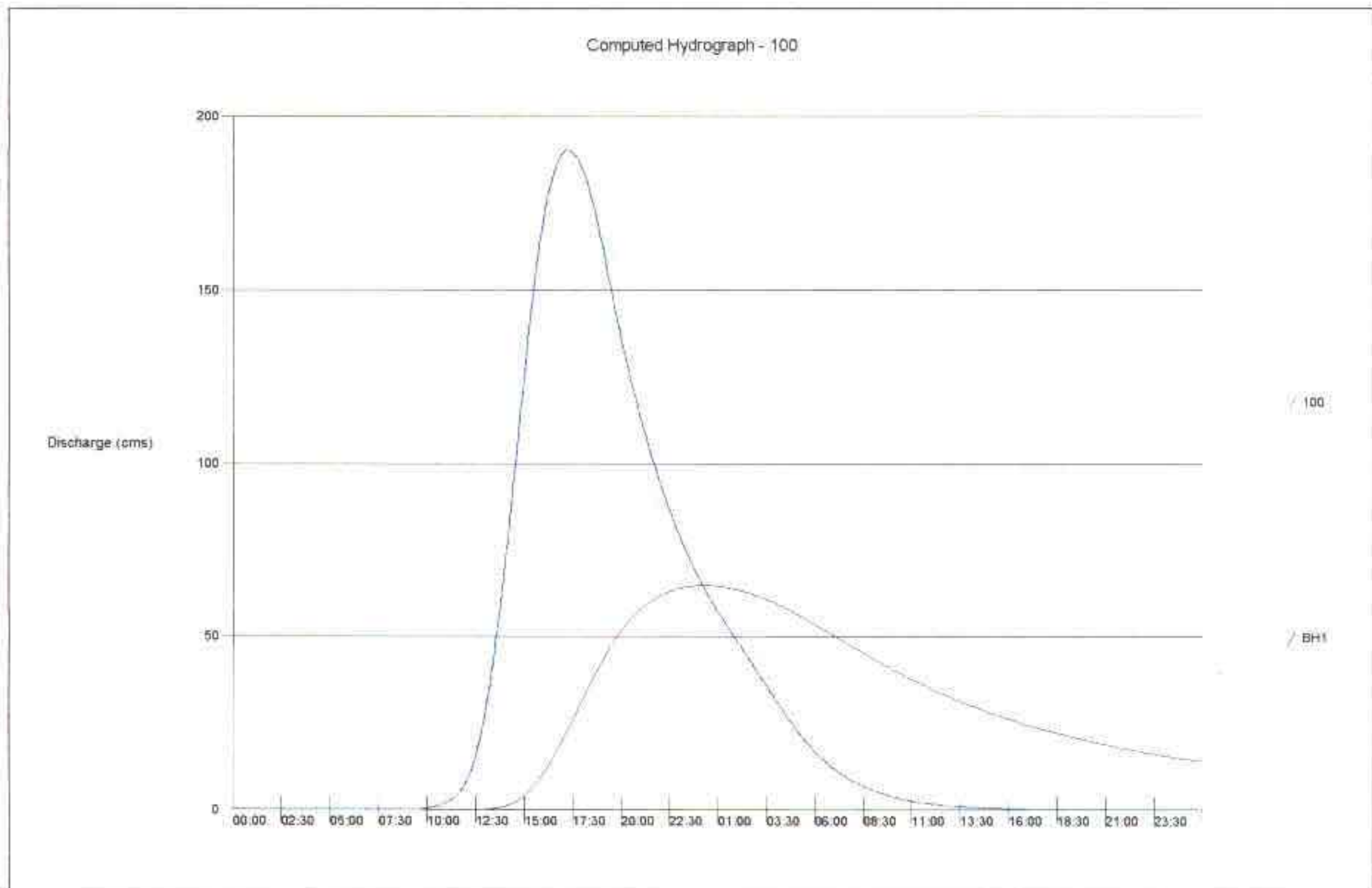




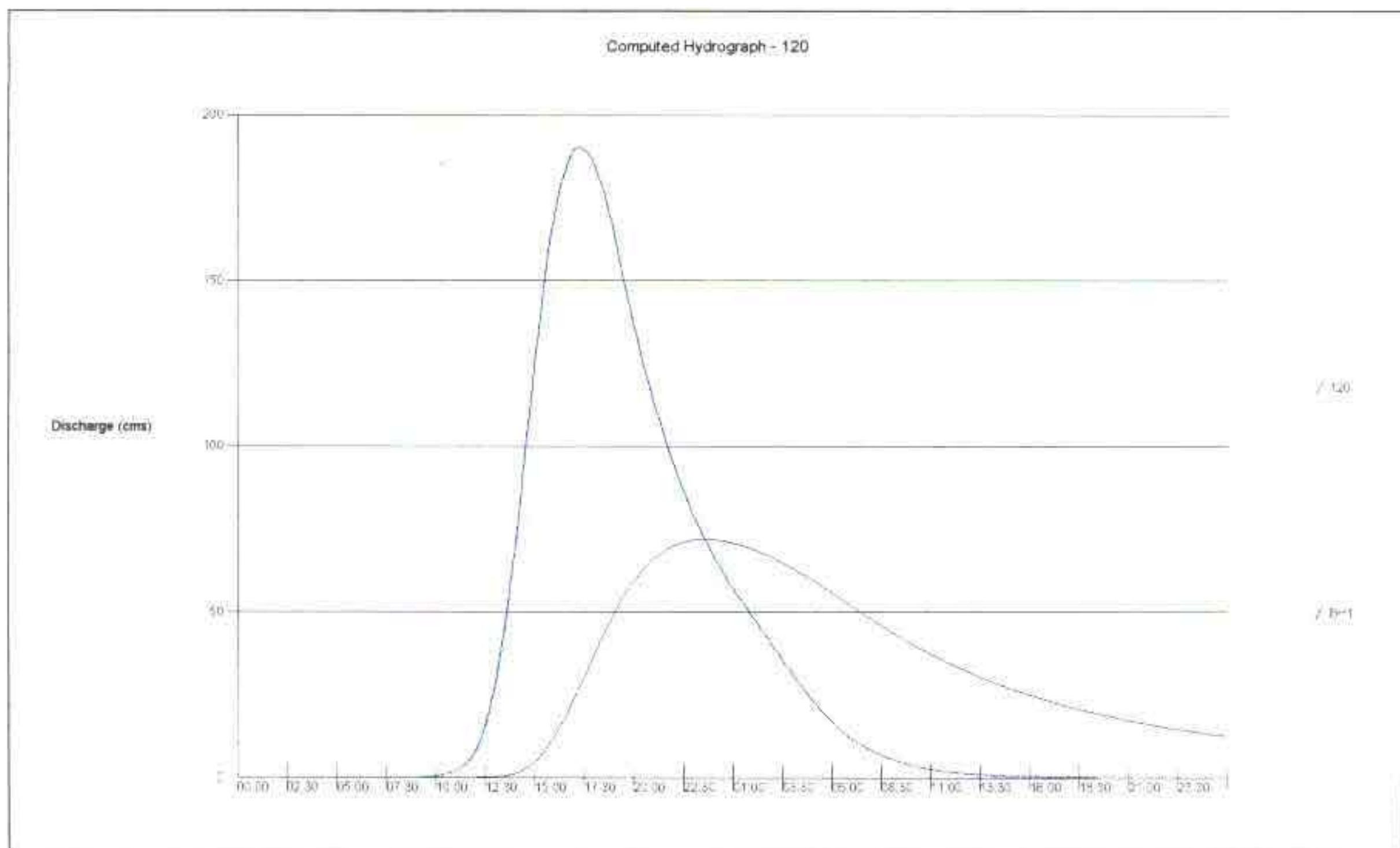
**Figura 3.6 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 1.000anos; Cota 57,0m; L = 60m)**



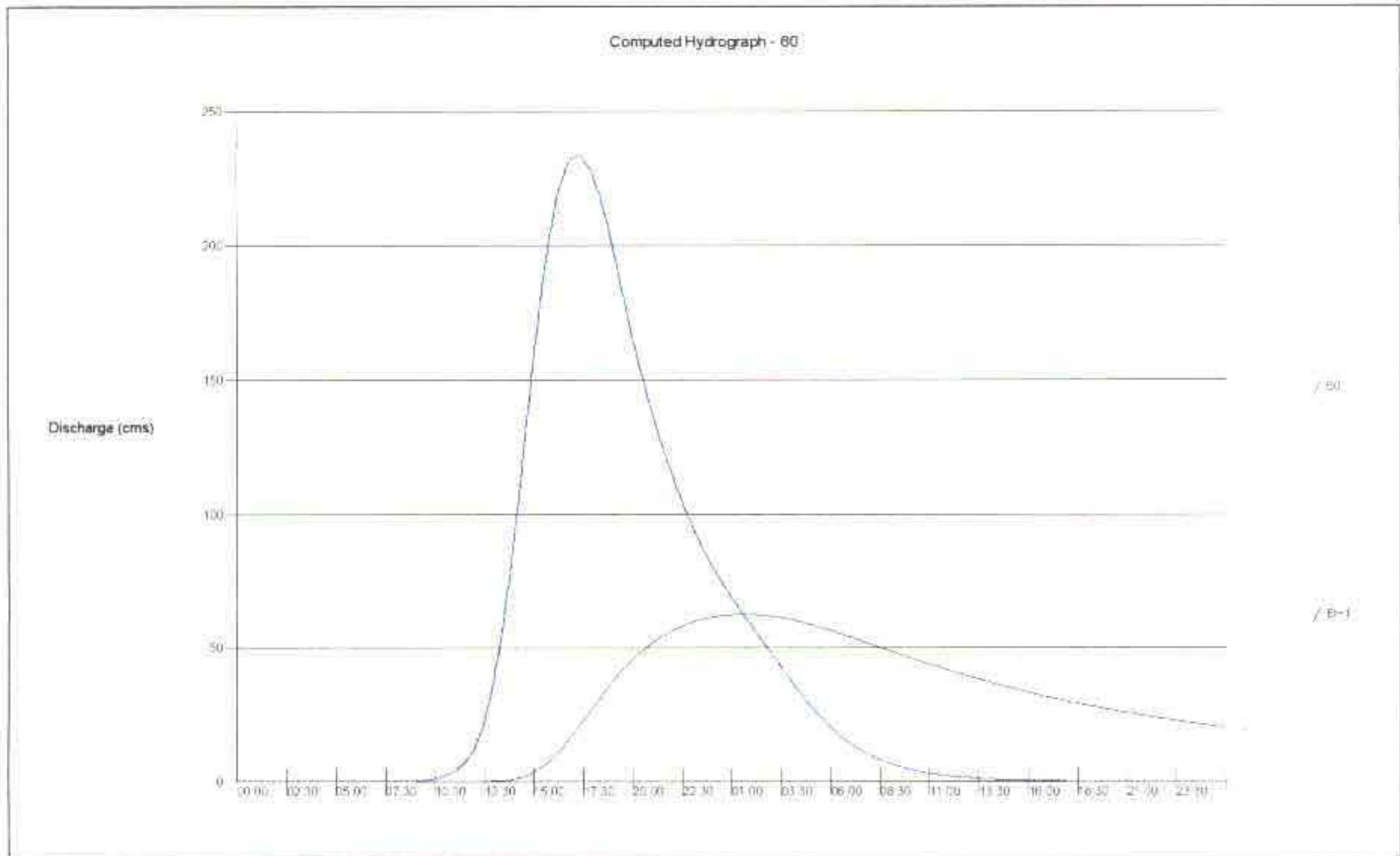
**Figura 3.7 –Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 1.000anos; Cota 57,0m; L = 80m)**



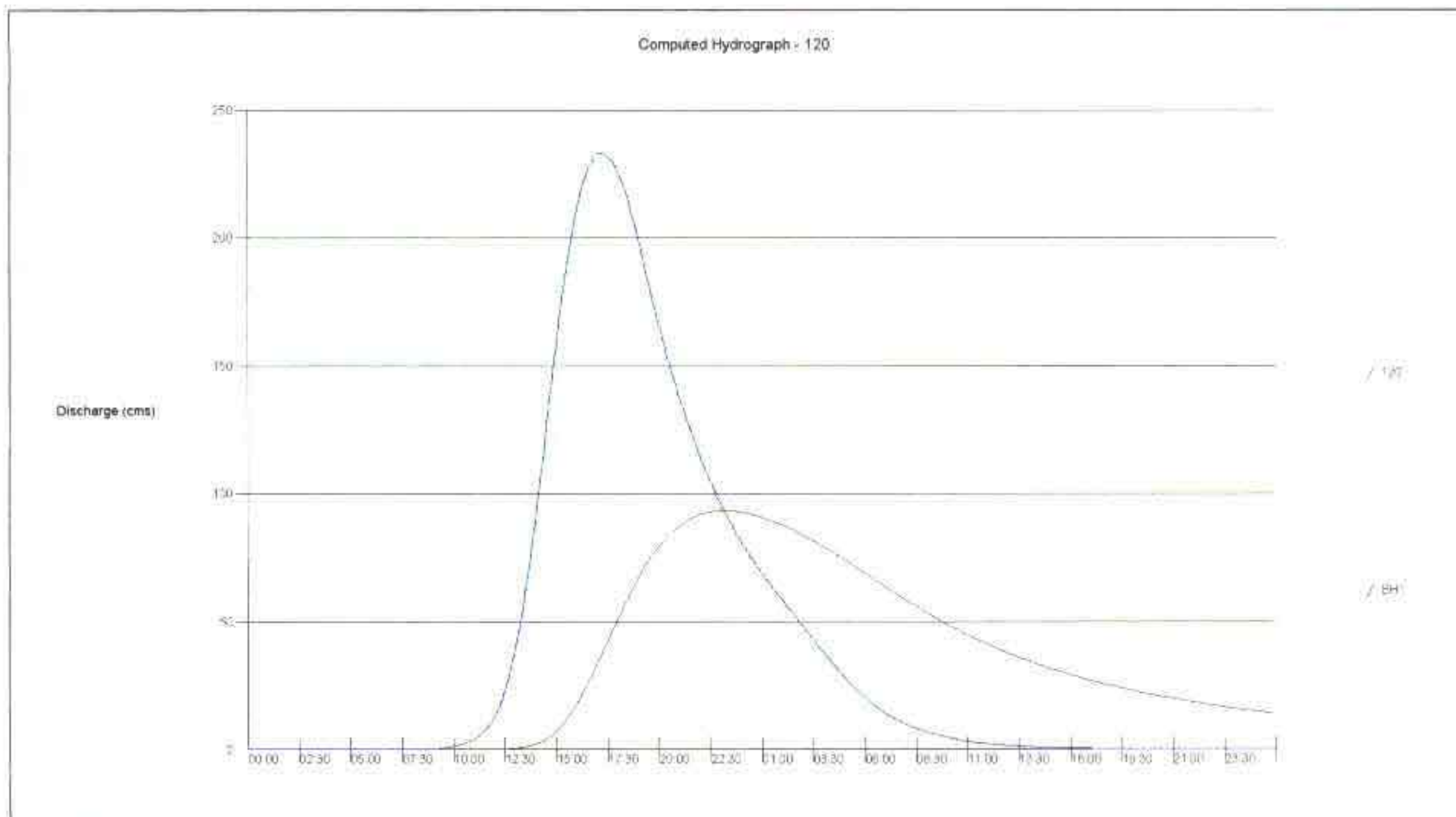
**Figura 3.8 –Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 1.000anos; Cota 57,0m; L = 100m)**



**Figura 3.9 –Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 1.000anos; Cota 57,0m; L = 120m)**

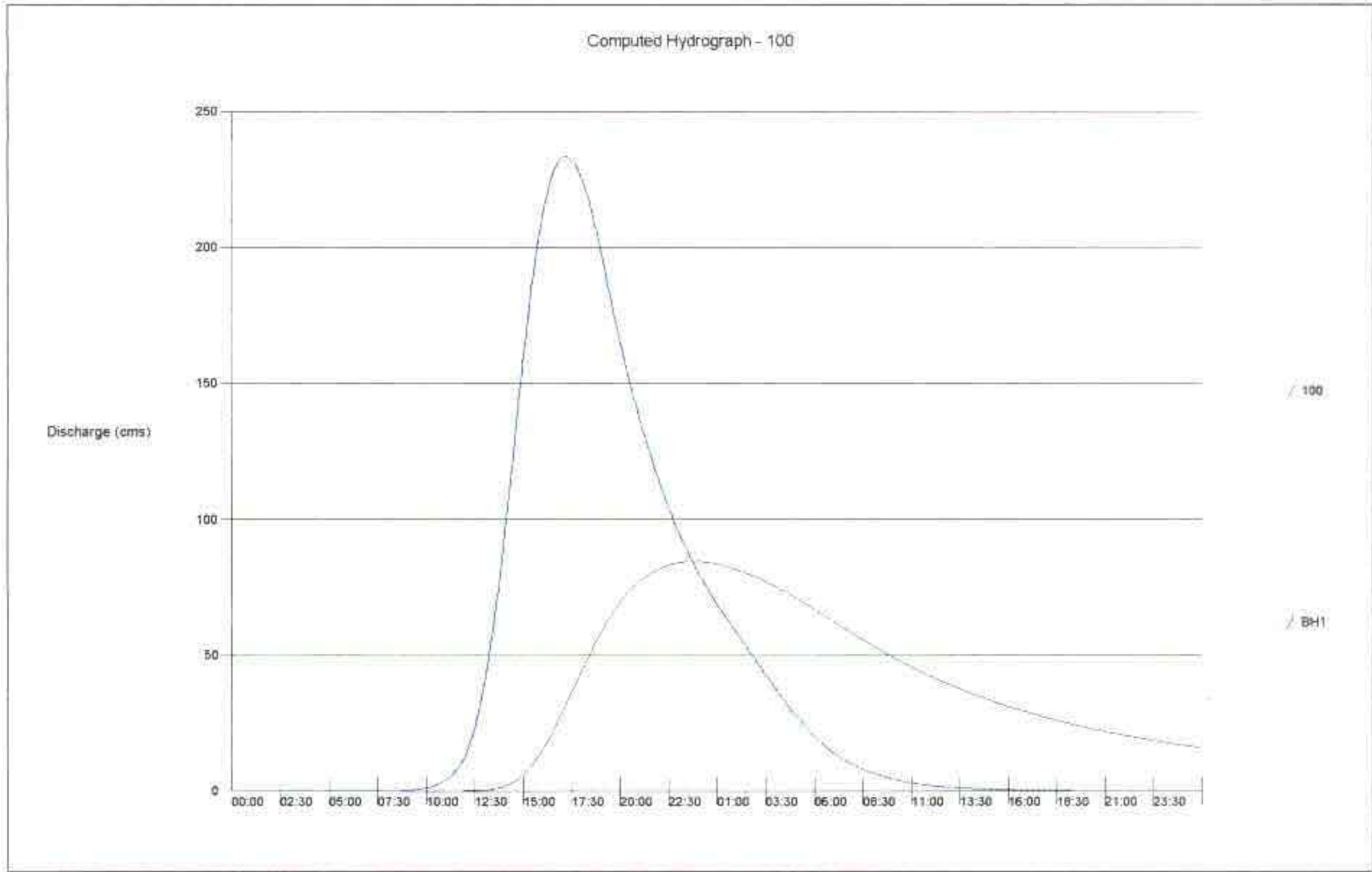


**Figura 3.10 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 10.000anos; Cota 57,0m; L = 60m)**

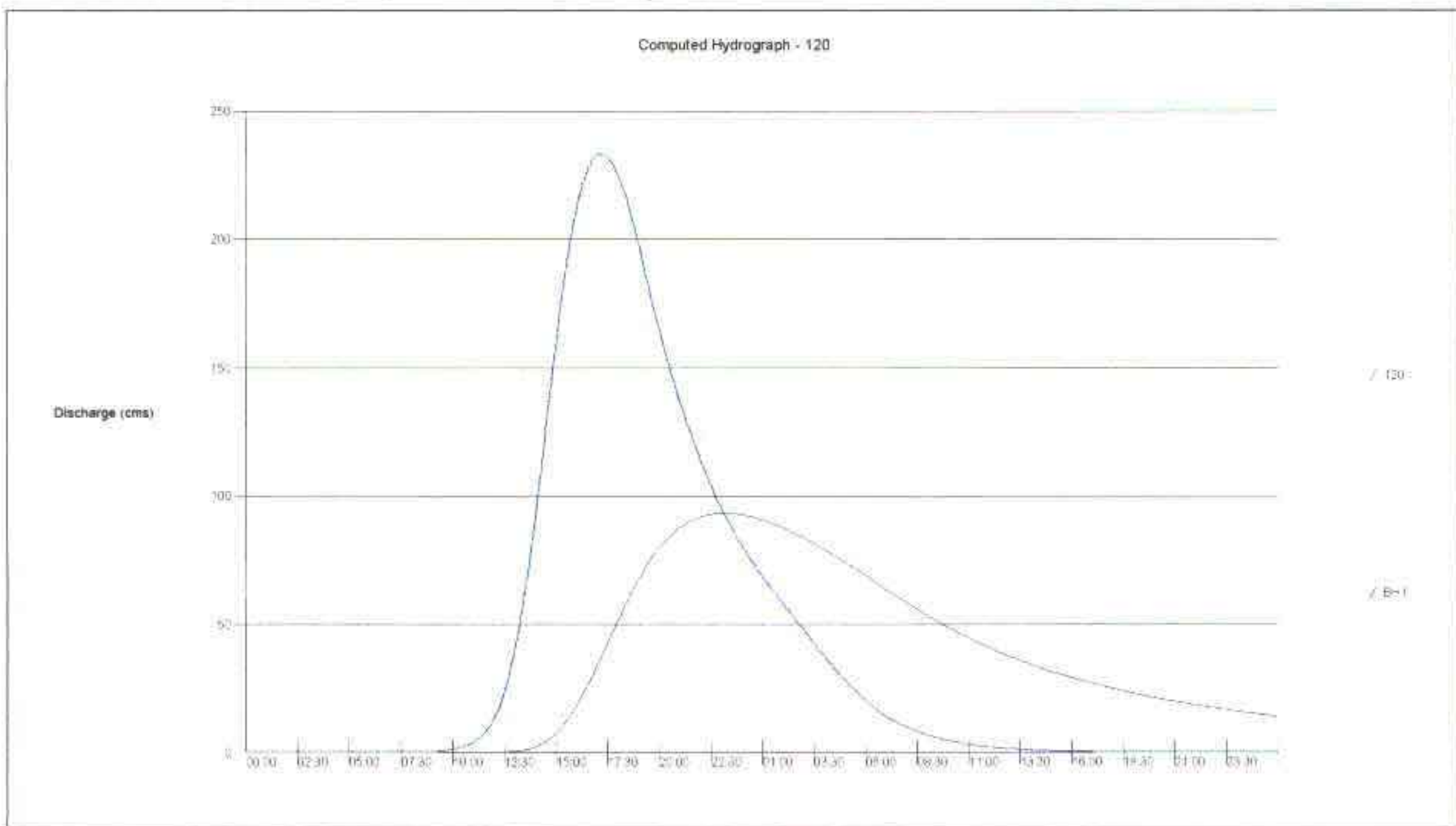


**Figura 3.11 – Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II  
(TR 10.000anos; Cota 57,0m; L = 80m)**





**Figura 3.12 –Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 10000anos; Cota 57,0m; L = 100m)**



**Figura 3.13 –Hidrogramas Simulados - Barragem Diamantino II (TR 10000anos; Cota 57,0m; L = 120m)**



### 3.3.2 – Vazões Regularizadas

As características do escoamento estabelecidas no estudo de deflúvios foram utilizadas aqui para a geração de séries sintéticas de vazão, a saber

- lâmina média escoada 218,7 mm
- volume afluente médio escoado ( $\mu$ ) 23,182 hm<sup>3</sup>/ano
- coeficiente de variação (CV) 1,1

Para aplicação dos dois métodos faz-se necessário a determinação do fator de forma  $\alpha$ , lâmina evaporada na estação seca e fator adimensional de evaporação e de capacidade. No caso do fator adimensional de capacidade, este é variável uma vez que pretende-se analisar o ganho na regularização em função do aumento da capacidade. Assim

$$\alpha = 35303,0$$

$$E = 996,0 \text{ mm}$$

$$f_E = \frac{3 \alpha^{1/3} E}{\mu^{1/3}} \rightarrow f_E = 0,343$$

Com base nestes valores utilizou-se a solução direta da equação do balanço hídrico para o estudo incremental de capacidades do açude Diamantino II. Na Tabela 3.6 apresenta-se o percentual e seu valor correspondente dos volumes regularizados, evaporados e sangrados em função de  $f_k$ . A Figura 3.14 apresenta as curvas de regulação para o reservatório, que nada mais é que a representação gráfica dos valores apresentados na Tabela 3.6.

**Tabela 3.6 - Estudo incremental de capacidades do açude Diamantino II  
90% de Garantia. (CAMPOS, 1990)<sup>1</sup>**

Cota (m)	K (hm <sup>3</sup> )	$f_k=K/\mu$	%LIB	LIB (hm <sup>3</sup> /ano)	%EV	EV (hm <sup>3</sup> /ano)	%SG	SG (hm <sup>3</sup> /ano)	dM/dK	Q90 (m <sup>3</sup> /s)
54 0	6 304	0 28	7 94	1 775	9 78	2 186	82 28	18 393	-----	0 058
55 0	9 393	0 42	11 25	2 515	12 86	2 874	75 89	16 963	0 239	0 082
56 0	13 262	0 59	15 08	3 370	16 13	3 606	68 79	15 377	0 221	0 111
57 0	18 039	0 81	19 74	4 413	19 51	4 363	60 75	13 585	0 219	0 147
58 0	24 173	1 08	22 87	5 115	23 87	5 339	53.26	11 913	0 114	0 169

LIB - VOLUME LIBERADO

SG - VOLUME SANGRADO

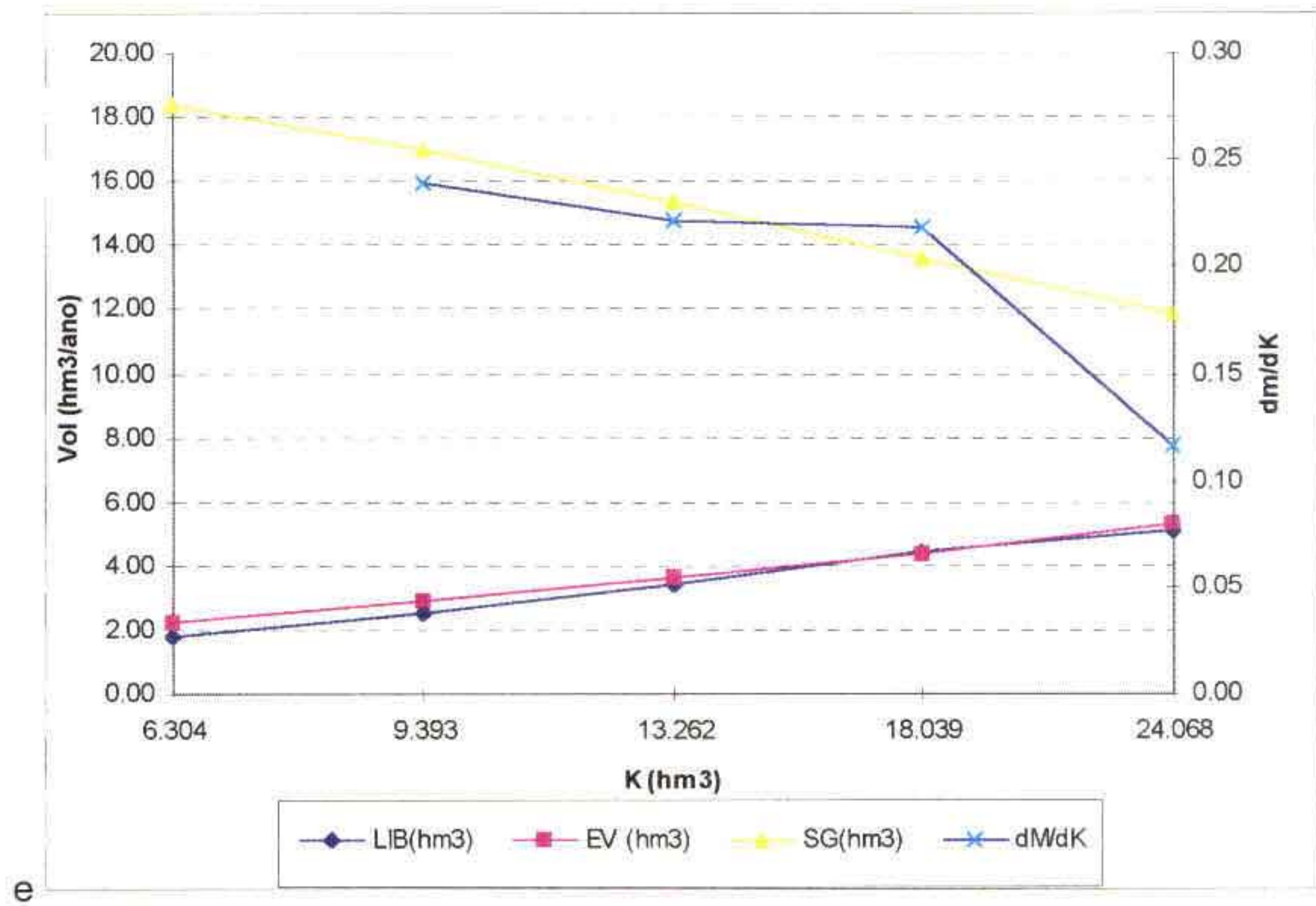
EV - VOLUME EVAPORADO

K = capacidade do reservatório

dM/dK = ganho de regularização com o aumento de capacidade do reservatório

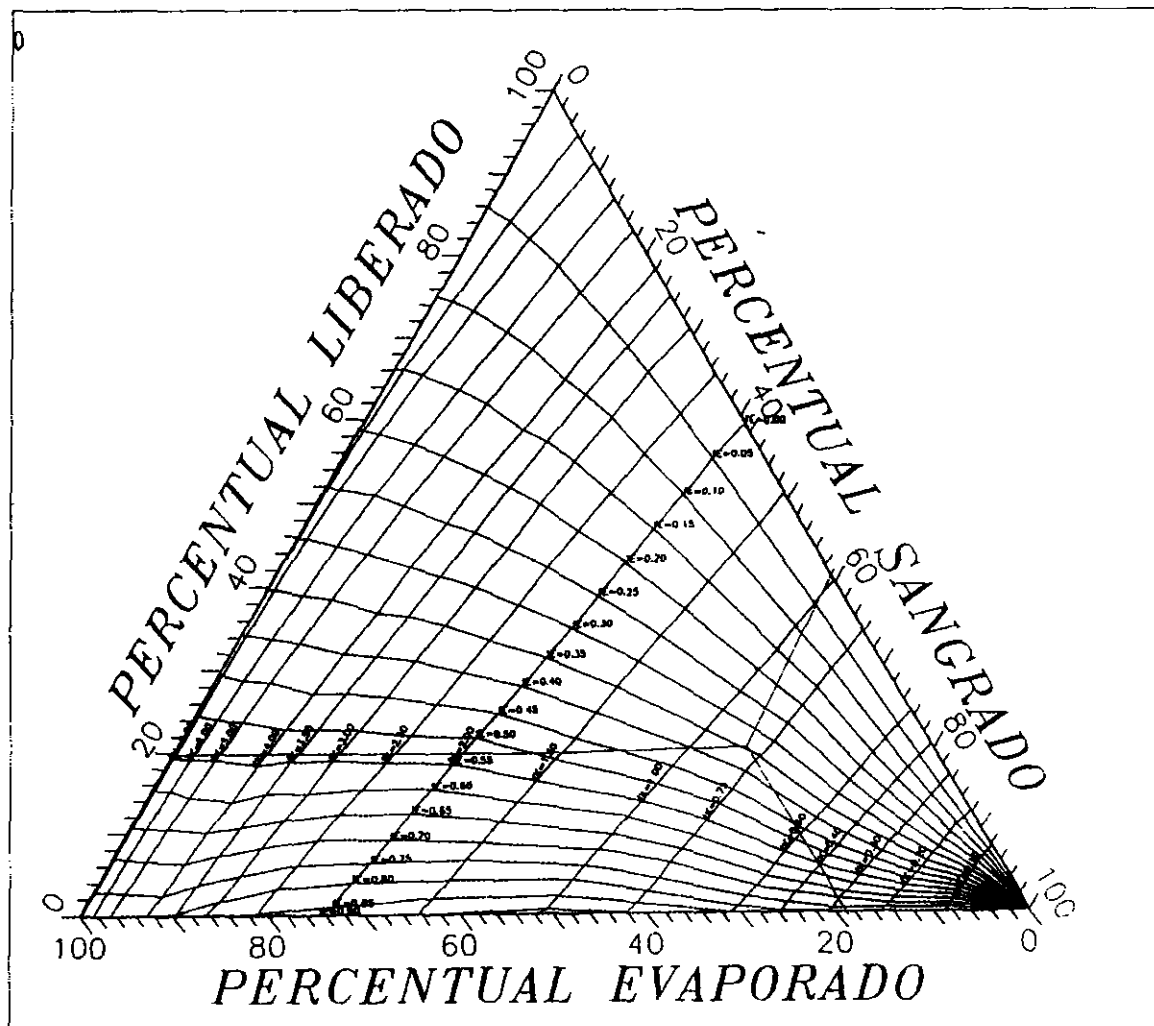
Q90 = vazão regularizada com 90% de garantia

<sup>1</sup> CAMPOS, J N B 1990, REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES EM RIOS INTERMITENTES Tese UFC



**Figura 3.14 - Curvas de Regulação do Reservatório Diamantino II**

Utilizando-se o método do Diagrama Triangular de Regularização com  $f_E=0,34$   $f_K = 0,80$  (cota da soleira = 57,0 m) e  $CV = 1,1$ ; obtêm-se um volume de 4,44 hm<sup>3</sup> regularizado anualmente, ou em termos de vazão regularizada,  $Q_{90} = 0,149$  m<sup>3</sup>/s. Este valor está bem próximo ao valor obtido pela solução direta da equação do balanço hídrico (Tabela 3.6). A Figura 3.15 apresenta o Diagrama Triangular ( $CV = 1,1$ ) e nele o caso da Barragem Diamantino II.



**Figura 3.15 - Diagrama Triangular de Regularização para CV = 1,1.  
Açude Diamantino II.**

A determinação do tamanho do reservatório foi realizada com base na eficiência hidrológica, mas também tendo como base o custo total da barragem. A interpretação dos dados sobre a eficiência hidrológica do reservatório juntamente com as limitações de custo da barragem sugerem como cota da soleira do sangradouro a cota 57,0m, o que corresponde a um volume máximo de 18,089 hm<sup>3</sup>.

### 3.3.3 – Folga

A folga (f) é a diferença entre a cota do coroamento e a cota do nível máximo de água.

Foram feitas duas estimativas da folga, uma pelos critérios do livro "Design of Small Dams" - 1965, e a outra pela formulação do "Roteiro para Projeto de Pequenos Açudes" de Vieira, Gouveia Neto, Miranda e Malveira - 1996.

Considerando que por ambas as formulações a folga mínima está entre 0,90m e 1,18m, adotou-se o maior dos dois valores, isto é 1,18m (Ver Volume 4 – Memória de Cálculos)

### 3.3.4 – Cota do Coroamento da Barragem

Considerando o estudo de laminação de enchentes, pode-se observar que a lâmina de água máxima, para o período de recorrência de 1 000 anos, para vertedouro escavado em rocha de 100 metros de largura, na cota 57,00, é de 0,60m. Nas mesmas condições, porém para período de recorrência de 10 000 anos a lâmina máxima é de 0,71m.

Assim, considerando a folga calculada de 1,18m, ter-se-ia para 1 000 anos de período de recorrência a cota de coroamento da barragem igual a 58,78, e para 10 000 a cota de 58,89 (Ver Volume 3 – Memória de Cálculos). A cota do coroamento adotada no projeto da barragem de Diamantino II é de 59,00 msnm (metros sobre o nível do mar).

### 3.3.5 – Cota do Nível de Água Máximo

A cota do nível máximo obtida para os períodos de recorrência ( $T_r$ ) de 1 000 e 10 000 anos são

- $T_r = 1\ 000$  anos 57,60 msnm
- $T_r = 10\ 000$  anos 57,71 msnm

## 4 - DESCRIÇÃO DO PROJETO

---



#### **4.1 - BARRAGEM**

A barragem Diamantino II será do tipo de terra com seção homogênea

A inclinação do talude de montante foi fixada em 2,5 na horizontal para 1,0 na vertical

A inclinação do talude de jusante foi fixada de 2,0 na horizontal para 1,0 na vertical

Um filtro de areia de 1 metro de espessura com desenvolvimento vertical e horizontal protege a barragem contra eventual "piping"

A proteção do talude de montante é feita por "np-rap" constituído de pedras de 30 a 50 centímetros de diâmetro e largura, na horizontal, de 3,0 metros. Esta camada protetora de "np-rap" se liga ao corpo da barragem por uma camada de transição de 1,0 metro de largura, na horizontal, composta de areia grossa e pedregulho de diâmetro médio 2,54 centímetros

A proteção do talude de jusante é feita através de camada de "np-rap" composta de pedras com 10 centímetros de diâmetro médio e largura de 1,0 metro na horizontal

A largura do coroamento da barragem foi fixada em 5,0 metros e terá uma inclinação de 2% no sentido jusante montante. Estão previstas guias, sargetas e micro-drenagem superficial para o coroamento da barragem. Devido ao uso de "np-rap" no talude de jusante e considerando a altura da Barragem Diamantino II de no máximo 12,3 metros, não foram previstas canaletas de micro-drenagem no talude de jusante

Quanto a fundação, a Barragem Diamantino II está projetada para ter seu "cut-off" assente sobre migmatito gnáissico alterado com granulação grosseira de quartzo e feldspato (com recuperação variando entre 20 e 90%), ou alteração de rocha de composição quartzo-feldspática (sem recuperação)

Plantas e cortes da barragem, com todos os detalhes necessários à construção da obra, acham-se no RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM - Volume 2 – Desenhos.

#### **4.2 – VERTEDOURO**

O vertedouro está localizado na ombreira esquerda, é escavado em rocha e tem a largura de 100m. Sua cota da soleira é 57,00 msnm

A soleira será escavada em rocha gnáissica alterada. No centro do vertedouro haverá uma viga de fixação de 50 centímetros de largura, por 100 centímetros de profundidade, por 100 metros de comprimento.

Plantas e cortes do vertedouro, com todos os detalhes necessários à construção da obra, acham-se no RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM - Volume 2 – Desenhos.

### **4.3 – TOMADA D'ÁGUA**

A tomada d'água foi projetada na cota 50,50 msnm (geratriz inferior) e é constituída de caixa com grade na entrada, galeria de 0,50 metro de diâmetro, saída com registro de gaveta e válvula borboleta em série (ambos com diâmetro de 0,40 metro), seguidos de caixa dissipadora de energia e canal protegido por "np-rap".

A vazão de projeto da galeria é de 500 litros por segundo. Seu diâmetro ficou fixado em 0,50 metro para possibilitar, no futuro, a instalação de turbinas acopladas a bombas para irrigação ou outros usos.

Plantas e cortes da tomada d'água, com todos os detalhes necessários à construção da obra, acham-se no RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM – Volume 2 – Desenhos.

## 5 - ESPECIFICAÇÕES

---

As especificações técnicas, descrevem de um modo geral os trabalhos necessários à execução das obras civis, visando orientar os responsáveis pela construção destas obras, bem como, durante a construção, definir as quantidades e características exigidas para cada serviço com instruções, recomendações e demais técnicas requeridas em cada caso

As especificações apresentadas no **Volume 4**, se referem a construção da obra de barragem Diamantino II. A construção do açude compreende as escavações e o preparo das fundações, a execução dos maciços de terra compactada, do septo estanqueador da fundação (cut-off), dos filtros e enrocamentos e as obras de proteção, sangradouro e tomada d'água

A execução das obras seguirá em todas os pormenores os desenhos e textos explicativos do projeto constantes dos volumes bem como as presentes especificações

As quantidades de trabalho previstas, constantes dos volumes do projeto são meras indicações de ordem de grandeza dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos no cronograma

**No Volume 4 – Especificações** tem-se as especificações técnicas de

- Considerações Gerais,
- Canteiros de Obras e Serviços Preliminares,
- Desmatamento e Limpeza,
- Escavações,
- Explosivos,
- Aterros e Reaterros,
- Concreto,
- Equipamentos Mecânicos

## 6 - ORÇAMENTO

---



SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda  
 PLANILHA DE QUANTITATIVOS E PREÇOS  
 Projeto: AÇUDE DIAMANTINO II  
 Município: MARCO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Itens das Especificações Técnicas	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>					
1 1	Desmatamento e destocamento tipo regular do local da barragem, pedreiras e jazidas compreendendo derrubada, queima enleiramento e requeima	3 2/3 3/3 4	m2	380160,0	R\$ 0,07	R\$ 26 611,20
1 2	Expurgo de material (remoção da camada vegetal) nas áreas de implantação da barragem, com bota-fora de até 300m, medido no corte	3 2/3 3/3 4	m3	6600,0	R\$ 0,03	R\$ 198,00
1 3	Expurgo de material (remoção da camada vegetal) nas áreas das jazidas e pedreiras com transporte a lamina até 50m sem bota-fora, medido no corte	3 2/3 3/3 4	m3	31416,0	R\$ 0,02	R\$ 628,32
1 4	Desmatamento racional da bacia hidráulica	3 2/3 3/3 4	ha	434,5	R\$ 0,04	R\$ 17,38
	<b>Sub-total (item 1)</b>					<b>R\$ 27 454,90</b>
<b>2</b>	<b>BARRAGEM</b>					
2 1	Escavação, carga e transporte até 300m, de material de 1ª categoria, utilizando-se caminhão, basculante	4 2/4 4/4 5/4 8	m3	18090,0	R\$ 1,31	R\$ 23 697,90
2 2	Escavação, carga e transporte até 300m, de material de 2ª categoria, utilizando caminhão basculante	4 2/4 4/4 5/4 8	m3	1075,6	R\$ 2,01	R\$ 2 161,96
2 3	Escavação, carga e transporte até 300m, de material de 3ª categoria, utilizando-se caminhão basculante	4 2/4 4/4 5/4 8/5 1	m3	1690,0	R\$ 11,02	R\$ 18 623,80
2 4	Aterro compactado, compreendendo escavação, carga, descarga e transporte até 300m, umedecido, espalhando, homogeneização, compactação de solo argiloso, residual e areia	6 2 1/6 2 3/6 2 4	m3	123861,0	R\$ 2,74	R\$ 339 379,14
2 5	Transporte complementar em material de 1ª categoria, com utilização de basculante		m3/km	74316,6	R\$ 1,30	R\$ 96 611,58

SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda.  
 PLANILHA DE QUANTITATIVOS E PREÇOS  
 Projeto: AÇUDE DIAMANTINO II  
 Município MARCO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Itens das Especificações Técnicas	UNID	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
2 6	Enrocamento do talude de montante com pedra jogada, constando de colocação e compactação	6 2 3 3	m3	13078,0	R\$ 11,43	R\$ 149 481,77
2 7	Transporte complementar em material de 3ª categoria com utilização de basculante		m3/km	19617,0	R\$ 1,58	R\$ 30 994,91
2 8	Extração e carga de pedra para enrocamento		m3	13078,0	R\$ 9,73	R\$ 127 249,13
2 9	Camada de areia e pedregulho no talude de montante (transição entre barragem e enrocamento de pedra)	6 2 3 2/6 2 3 3	m3	4359,3	R\$ 3,17	R\$ 13 819,11
2 10	Escavação e carga de material de jazidas	4 6/4 7/6 2 2	m3	4359,3	R\$ 1,28	R\$ 5 579,96
2 11	Filtro horizontal em barragens de terra	6 2 1/6 2 3 2	m3	8040,0	R\$ 6,14	R\$ 49 365,60
2 12	Filtro vertical em barragens de terra	6 2 1/6 2 3 2	m3	3092,0	R\$ 4,90	R\$ 15 150,80
2 13	Regularização de taludes	6 2 3/6 2 4 1	m2	9448,0	R\$ 1,05	R\$ 9 920,40
2 14	Meio fio de concreto simples para coroamento de barragem		m	1400,0	R\$ 56,00	R\$ 78 400,00
2 15	Revestimento de coroamento com cascalhinho, inclusive extração medido no aterro, e=0,30m	7 2 a 7 6	m2	4305,0	R\$ 2,09	R\$ 8 997,45
2 16	Rip-rap do talude de jusante e enrocamento de pé	6 2 3 3	m3	5979,4	R\$ 11,43	R\$ 68 344,54
2 17	Transição para Rock-fill	6 2 1/6 2 3 2	m3	1852,0	R\$ 16,81	R\$ 31 132,12
	<b>Sub-total (item 2)</b>					<b>R\$ 1 068 910,16</b>
<b>3</b>	<b>SANGRADOURO</b>					
3 1	Escavação manual em material de 3ª categoria usando-se explosivos ou cunha para cordão de fixação	4 2/4 4/4 5/4 8/5 1	m3	7660,0	R\$ 19,33	R\$ 148 067,80
3 2	Concreto simples, preparo e lançamento com consumo de 300kg de cimento por m³, usando-se bnta	7 2 a 7 6 e 7 9 a 7 18	m3	50,0	R\$ 120,89	R\$ 6 044,50

SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda  
 PLANILHA DE QUANTITATIVOS E PREÇOS  
 Projeto: AÇUDE DIAMANTINO II  
 Município MARCO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Itens das Especificações Técnicas	UNID.	QUANT	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
3 3	Mastique betuminoso, balde de 20 kg, Carbolástico nº3 ou similar	7 12 / 7 16	ud	1,0	R\$ 71,40	R\$ 71,40
3 4	Fornecimento e aplicação de ferro CA-50	7 8	kg	3500,0	R\$ 1,76	R\$ 6 160,00
	<b>Sub-total (item 3)</b>					<b>R\$ 160 343,70</b>
<b>4</b>	<b>TOMADA D'ÁGUA</b>					
4 1	Escavação, carga e transporte até 300m, de material de 1ª categoria, utilizando-se caminhão basculante	4 2/4 4/4 5/4 8	m3	60,0	R\$ 1,31	R\$ 78,60
4 2	Concreto simples, preparo e lançamento com consumo de 300kg de cimento por m³, usando-se brita para galeria e bocas de montante e jusante	7 2 a 7 6 e 7 9 a 7/18	m3	164,5	R\$ 120,89	R\$ 19 886,41
4 3	Concreto simples, preparo e lançamento com consumo de 150kg de cimento por m³, usando-se brita para regularização	7 2 a 7 7/7 10	m3	130,0	R\$ 102,15	R\$ 13 279,50
4 4	Fornecimento e aplicação de ferro CA-50	7 8	kg	13160,0	R\$ 1,76	R\$ 23 161,60
4 5	Forma plana de madeira	7 7	m2	432,0	R\$ 17,62	R\$ 7 611,84
4 6	Enrocamento de pedra arrumada, inclusive carga, descarga, transporte, britagem e colocação	6 2 3 3	m3	45,0	R\$ 11,43	R\$ 514,35
4 7	Tubos de aço carbono, DN 500mm, espessura= 3/8", fornecimento e montagem	8 8 1 a 8 8 10	m	42,0	R\$ 270,00	R\$ 11 340,00
4 8	Redução de fofo, 500mm x 400mm, com flanges, PN10, fornecimento e montagem	8 9	pç	1,0	R\$ 700,00	R\$ 700,00
4 9	Registro chato de gaveta, com flanges, DN 400mm, fornecimento e montagem	8 6 1 a 8 6 10	pç	1,0	R\$ 4 255,55	R\$ 4 255,55
4 10	Toco de fofo, d=400mm, com flanges, PN10, L=1,00m	8 9	pç	1,0	R\$ 303,75	R\$ 303,75
4 11	Válvula borboleta, com flanges DN 400mm, fornecimento e montagem	8 5 1 a 8 5 9	pç	1,0	R\$ 4 800,00	R\$ 4 800,00

SHS NORDESTE - Consultoria e Projetos de Engenharia Ltda  
 PLANILHA DE QUANTITATIVOS E PREÇOS  
 Projeto: AÇUDE DIAMANTINO II  
 Município MARCO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	Itens das Especificações Técnicas	UNID	QUANT	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
4 12	Toco de fofo, d=400mm. com ponta e flange, PN10, L=1,00m	8 9	pç	1,0	R\$ 245,75	R\$ 245,75
4 13	Grade de barras de ferro chato 7/8"x 3", de 2,60m x 1,40m, conforme desenho	8 4	pç	1,0	R\$ 505,00	R\$ 505,00
4 14	Anteparo de chapa de aço, e=5/16", parafusada com parafusos W 1/2"x30mm, com porca e arruela, conforme desenho		pç	1,0	R\$ 142,00	R\$ 142,00
4 15	Junta Fugenband 0-22, fornecimento e montagem	7 12 / 7 16	m	30,0	R\$ 39,16	R\$ 1 174,80
4 16	Mastique betuminoso, balde de 20 kg, Carbolástico nº3 ou similar	7 12 / 7 16	ud	2,0	R\$ 71,40	R\$ 142,80
	<b>Sub-total (item 4)</b>					<b>R\$ 88 141,94</b>
	<b>Sub-total (itens 1,2,3 e 4)</b>					<b>R\$ 1 344.850,70</b>
<b>5</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO</b>					
5 1	Mobilização (1,5% dos itens 1,2 e 3)	2	ud	1,0	R\$ 20 172,76	R\$ 20 172,76
5 2	Desmobilização (1,5% dos itens 1, 2 e 3)	2	ud	1,0	R\$ 20 172,76	R\$ 20 172,76
5 3	Divulgação (0,5% de 1, 2 e 3)		ud	1,0	R\$ 6 724,25	R\$ 6 724,25
5 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras (1,5% de 1,2 e 3)	2	ud	1,0	R\$ 20 172,76	R\$ 20 172,76
5 5	Fiscalização e Supervisão da Obra (10% dos itens 1,2 e 3)		ud	1,0	R\$ 134 485,07	R\$ 134 485,07
	<b>Total (Sub-item 5)</b>					<b>R\$ 201 727,61</b>
<b>TOTAL GERAL</b>						<b>R\$ 1 546.578,31</b>



## 7 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

---



## 8 - EQUIPAMENTO MÍNIMO

---

### EQUIPAMENTO MÍNIMO

2	Tratores de esteiras com capacidade mínima de 270 HP
1	Tratores de esteiras com capacidade mínima de 140 HP
2	Pás carregadeiras com capacidade mínima de 2 ¼ Jd <sup>3</sup>
1	Pás carregadeiras com capacidade mínima de 1 ¼ Jd <sup>3</sup>
1	Motoniveladora com potência mínima de 115 HP
15	Caminhões basculantes com capacidade mínima de 4 m <sup>3</sup>
2	Rolos pés-de-carneiro vibratório com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas. Impacto dinâmico
2	Compactadores tipo sapo
3	Grades de disco
2	Tratores de pneus com capacidade mínima de 100 HP
2	Caminhões tanques com capacidade mínima de 6 000 litros
3	Betoneiras com capacidade mínima de 320 litros
3	Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500 mm de diâmetro
4	Conjuntos moto-bombas
1	Compressor de ar com capacidade mínima de 500 pcm
1	Compressor de ar, portátil, com capacidade mínima de 250 pcm
3	Marteletas de 24 kg
1	Perfuratriz tipo ROC-601

## 9 - CANTEIRO DE OBRA

---

Logo após o recebimento da “Ordem de Serviço” para o início da obra, o empreiteiro deverá localizar a área destinada ao canteiro, em seu estado natural, devendo proceder a limpeza, destocamento e queima de resíduos

O canteiro deverá ser composto por várias unidades de trabalho sendo elas,

- Escritório da Administração,
- Laboratório de Solo e Concreto,
- Depósito de Cimento,
- Central de Britagem,
- Posto de Abastecimento de Combustível,
- Oficina Mecânica,
- Almoxarifado,
- Carpintaria,
- Ferraria,
- Alojamento para Pessoal de Apoio,
- Refeitório,
- Galpão para Máquinas,
- Escritório de Fiscalização,
- Guarnições

As obras acima citadas poderão ser construídas em alvenaria ou em madeira. Deverão conter toda infra-estrutura de rede elétrica, abastecimento d’água e de esgoto, sinalização e armazenamentos