

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

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

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

**PROJETO EXECUTIVO DA**  
**BARRAGEM MALCOZINHADO**

**TOMO II RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO**

**KL Serviço de Engenharia LDTA**

**FORTALEZA**  
**ABRIL DE 1997**

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**  
**PROURB/CE**

**PROJETO EXECUTIVO**  
**DA BARRAGEM MALCOZINHADO**

**TOMO II - RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO**

Lote: 01389 - Prep () Scan () Index ()  
Projeto Nº .....  
Volume .....  
Qtd. A1 54 Qtd. A3 .....  
Qtd. A2 ..... Qtd. A4 .....  
Qtd. A6 07 Outros .....  
P.º .....  
V.º .....



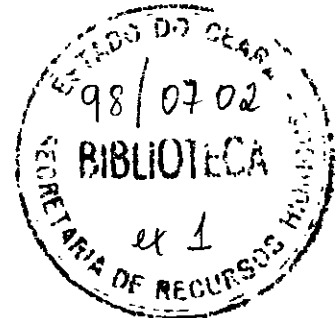
KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

AV. SENADOR VIRGÍLIO TAVORA, 1.701 SALAS 106 - 11 DE  
FONE: 861.8766/861.7733 - FAX: 861.4766  
CNPJ: 06.022.844/0001-67 - CEP: 06.945.094-9  
FORTALEZA - CEARÁ

FORTALEZA  
AGOSTO / 97



0136/02/3



**ÍNDICE**

000003

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>11</b>
2 1 - INTRODUÇÃO	11
2 2 - ALTERNATIVAS DE VERTEDOIRO	11
<b>3. CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>42</b>
- PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS	
- DESENHOS	



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

## APRESENTAÇÃO

000005

## **APRESENTAÇÃO**

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

O Projeto Executivo é composto pelos seguintes estudos:

### **FASE A: DIAGNÓSTICO E ANTEPROJETO**

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

### **FASE B: DETALHAMENTO DO PROJETO DE ENGENHARIA A NÍVEL EXECUTIVO**

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



O presente volume faz parte do TOMO II - Relatório de Concepção, e possui como objetivo principal a apresentação dos estudos referentes às alternativas analisadas para definição das obras do barramento.

Os estudos tiveram como subsídio os volumes de Estudos Topográficos, Geológicos e Geotécnicos, e Hidrológicos

000007



## 1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000008



## **1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO**

A Barragem Malcozinhado se localizará no Riacho Malcozinhado, logo após sua confluência com o córrego Bananeira, no município de Cascavel – CE

A principal via de acesso à área é a rodovia CE-040, que passa por Cascavel, e é a ligação entre Fortaleza e o litoral leste do Estado do Ceará, e com o Estado do Rio Grande do Norte

Para se atingir o local do barramento, vindo de Pindoretama para Cascavel pela CE-040, dobra-se a direita logo após a ponte que cruza o rio Malcozinhado, e percorre-se cerca de 3km até o local onde se encontram os marcos da ombreira direita do futuro açude

O acesso de Cascavel até Caponga, é feito por estrada asfaltada distante cerca de 12km.

A figura 1 1, mostra a situação das futuras obras no contexto local.

000009



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

## 2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

000011

## 2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

### 2.1 - INTRODUÇÃO

O boqueirão em estudo é amplo, de topografia suave e, encontra-se rocha de fundação a profundidades variando de 4,0 a 9,0m nas ombreiras, ficando mais "rasa" e aflorando em alguns pontos na calha do rio. Na ombreira direita o gnaisse é encontrado a uma maior profundidade, com taxa de recuperação variando de 10 a 45%; na ombreira esquerda esta rocha melhora de qualidade, apresentando recuperação média de 80% e encontrada a uma profundidade menor (de 4,00 a 6,00m)

De acordo com os Estudos Hidrológicos o volume médio anual é de  $49,20\text{hm}^3$ , porém, este potencial hidráulico é limitado topograficamente em  $60,00\text{hm}^3$ , uma vez que a partir desta cota as águas interfeririam na infra-estrutura existente, sem o correspondente retorno de benefício. As condições da fundação conduzem a soluções onerosas para o vertedouro, daí a necessidade de uma avaliação envolvendo as alternativas viáveis do ponto de vista técnico, e compara-las, selecionando a mais econômica do ponto de regularização

Analisando-se os condicionantes topográficos e geotécnicos concluiu-se que a estrutura de barramento mais adequada seria uma barragem de terra homogênea, com possível zoneamento, visando o aproveitamento de material escavado no vertedouro. A melhor localização para o vertedouro seria na ombreira esquerda, dadas as condições geológicas e, sendo a mesma ligeiramente mais íngreme o retorno das águas de sangria ao leito natural do rio, é mais bem definido topograficamente.

### 2.2 - ALTERNATIVAS DE VERTEDOURO

A concepção geral das obras a estrutura de barramento foi definida em função da utilização dos materiais disponíveis para a construção, bem como as condições de fundação. Como o material a ser escavado no vertedouro é de primeira ou segunda categoria, recai para o maciço uma alternativa em barragem de terra homogênea com um trecho zoneado a jusante, onde se utilizará o material proveniente das escavações do vertedouro

Desenvolveu-se três alternativas de vertedouro que tiveram suas dimensões ditadas ou por condicionantes geotécnicos, conforme dados do perfil geotécnico do boqueirão, ou por condicionantes hidrológicos/hidráulicos, conforme resumo hidrológico a seguir, dos estudos de regularização e amortecimento de cheias. Estas alternativas se constituem em um vertedouro em canal de descarga lateral, com estrutura vertente em perfil "creager", um vertedouro tipo "creager" com canal de descarga perpendicular à soleira e outro em labirinto. A cota da soleira para as três alternativas foi escolhida como a cota 24,00 em função dos resultados dos estudos de regularização do reservatório, que demonstra um rendimento hídrico crescente nesta cota.

## RESUMO HIDROLÓGICO

### VAZÕES REGULARIZADAS PARA VÁRIAS DIMENSÕES q afluente médio anual = 42,20 hm<sup>3</sup>/ano

Cota (m)	K (hm <sup>2</sup> )	fk=K/m	% LIB	LIB	%EV	EV (hm <sup>3</sup> /ano)	%SG	SG	dM/dK	Q90 (m <sup>3</sup> /s)
22,0	22 162	0,45	18,0	8 923	7,3	3 620	74,7	37 097	0,316	0,297
22,5	25 054	0,61	19,9	9 891	7,9	3 918	72,2	35.831	0,335	0,330
23,0	28 100	0,57	21,9	10 860	8,5	4 220	69,6	34 557	0,318	0,362
23,5	31 298	0,64	23,7	11 776	9,1	4 533	67,1	33 326	0,286	0,394
24,0	34 637	0,70	25,7	12 732	9,7	4 837	64,6	32 062	0,286	0,426

Quadro 2.1 - Vazões de pico e lâminas resultantes da simulação para a cheia afluyente com  $T_r=1000$ anos (perfil Creager;  $Q_p$  afluyente = 505 m<sup>3</sup>/s)

Cota da Soleira (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Largura (m)	Qsida (m <sup>3</sup> /s)	Cota de Pico (m)	Lâmina (m)
19 0	8684784 2	60	401 81	21 11	2 11
		80	430 10	20 82	1 82
		100	447.07	20 61	1 61
		120	458 52	20 45	1 45
		140	466 46	20 32	1 32
		160	474 05	20 22	1 22
20 0	12401345 7	60	380 15	22 04	2 04
		80	410 29	21 77	1 77
		100	430 08	21 57	1 57
		120	443 85	21 42	1 42
		140	454 89	21.30	1 30
		160	459 07	21 25	1 25
21 0	16891950 9	60	360 73	22 97	1 97
		80	392 51	22 71	1 71
		100	413 26	22 53	1 53
		120	430 23	22 39	1 39
		140	441 80	22.28	1 28
		160	451 40	22 18	1 18
22 0	22162862 0	60	343 34	23 90	1 90
		80	376 76	23 67	1 67
		100	399 20	23 50	1 50
		120	417 43	23 36	1 36
		140	430.30	23 26	1 26
		160	441 26	23 17	1 17
		60	328 51	24 85	1 85
		80	363 04	24 63	1 63
		100	386 81	24 46	1 46
		120	405 91	24 34	1 34
23 0	28100164 3	140	419.26	24 24	1 24
		160	431 84	24 15	1 15
		60	314 87	25 80	1 80
		80	350 07	25.59	1 59
		100	375 84	25 44	1 44
		120	394 57	25.31	1 31
24.0	34637171 6	140	410 51	25 22	1 22
		160	422 49	25 14	1 14
		60	298 27	26 73	1 73
25 0	41730315 2	80	334 53	26 54	1 54
		100	361 22	26 40	1 40
		120	382.25	26.29	1 29
		140	398.39	26 19	1.19
		160	412 58	26 12	1 12

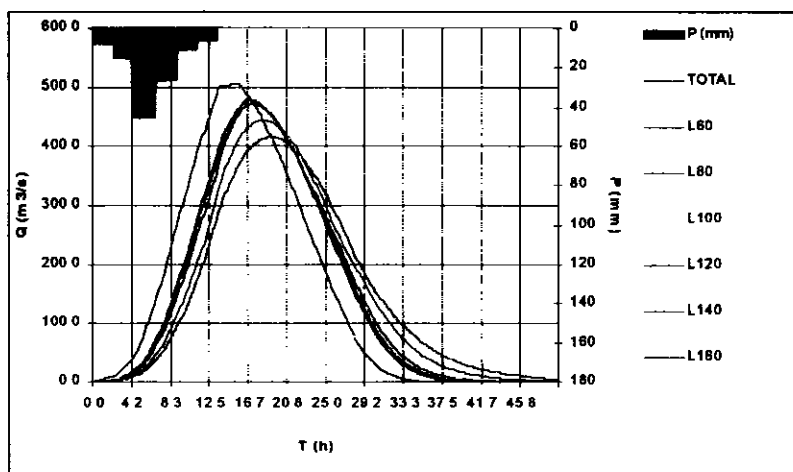


Figura 2.1 - Hidrogramas efluentes associados a 1.000 anos de tempo de retorno para várias larguras de sangradouro perfil Creager ( $Q_p$  afluente =  $505\text{m}^3/\text{s}$ )

#### A - Vertedouro em canal lateral:

Para fins de comparação de custos versus regularização, foi desenvolvida esta alternativa, fixando-se a soleira na cota 24,00m e o fundo do canal de descarga com declividade de 1%, variando da cota 21,10 até a cota 20,35, e a partir desta em cota constante, com um trecho ainda revestido, até que as águas retornem ao regime fluvial. As dimensões do canal foram definidas em função da maior economia em volume de concreto, uma vez que toda a estrutura de restituição é revestida em concreto armado e a fixação desta estrutura à rocha de fundação é feita através de tirantes e chumbadores, A cota do coroamento é 27,11m e, conhecida a folga em função do "fetch".

Este vertedouro teria uma largura de 60,00m de extensão de soleira, lâmina máxima de 1,80m e, o reservatório acumularia  $34.637.171,6\text{m}^3$  com uma regularização de  $0,42\text{m}^3/\text{s}$  e, um custo total das obras estimado de R\$ 3.775.101,47( três milhões, setecentos e setenta e cinco mil, cento e um reais e quarenta e sete centavos).

O pré-dimensionamento e verificação dos condicionantes acima referidos seguiram a metodologia apresentada na seqüência. A geometria então definida, orientou a estimativa de quantitativos para a avaliação de custos desta alternativa.

Os desenhos referentes a esta alternativa encontram-se em anexo com a seguinte numeração:

01/07 – Arranjo Geral

02/07 – Sangradouro – Planta e Perfil Longitudinal

07/07 – Seção Tipo

## MEMORIA DE CALCULO

### PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1189 mm por ano  
- Area da bacia hidrográfica = 240 km<sup>2</sup>  
- Linha de fundo = km

### LARGURA DO VERTEDOIRO

Qm = 414,49 m<sup>3</sup>/s (descarga de projeto)  
L = 49,36 m (adotado)  
Ho = 0,99 m

### I) GEOMETRIA DO MACIÇO

#### FOLGA (F)

A folga da barragem em relação ao nível máximo das águas foi determinada pelas fórmulas:

ho =  $0,75 + 0,34 \times (L)^{1/2} - 0,26 \times (L)^{1/4}$   
vo =  $1,5 + 2ho$   
f =  $0,75ho + (vo^2/2g)$

onde:

ho = alt.da onda = 0,96065451 m  
L = "fetch" = 2,5 km  
vo = velocidade da onda em m/s  
F = folga em m.

logo:

ho = 0,96 m  
vo = 3,42 m/s  
F = 1,32 m

#### REVANCHE

Para cálculo da "revanche" utilizou-se a fórmula:

R = Ho + F

onde:

Ho = lâmina de sangria = 0,99 m  
F = folga = 1,32 m  
R = 2,31 m

#### COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula:

cc = cs + R

onde:

cc = cota do coroamento  
cs = cota da soleira do sangradouro = 24  
R = revanche = 2,31

logo:

cc = 26,31  
Adotou-se a cota do coroamento = 26,31



## ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

Para determinação da altura máxima utilizou-se a seguinte fórmula:

$$H_b = cc - CLR$$

onde:

$$\begin{aligned} cc &= \text{cota do coroamento} = 26,3 \\ CLR &= \text{cota do leito do rio} = 12 \\ H_b &= 14,30809412 \text{ m} \end{aligned}$$

## LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece:

$$b = 1,1 \times (H_b)^{1/2} + 1,0$$

$$b = 5,16$$

$$\text{Adotou-se } b = 5,50 \text{ m}$$

## II) SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

### REDE DE FLUXO - CALCULO DA DESCARGA

#### ANISOTROPIA

$$K_v = K_h$$

$$K_v = K_{SC} = 8,44E-08 \text{ cm/s}$$

$$K_v = 8,44E-10 \text{ m/s}$$

$$K_h = 9 \times K_v = 7,596E-09 \text{ m/s}$$

$$X_t = x(K_v/K_h)^{0,5} = x \cdot 0,33333$$

$$d = 3,00 \text{ m}$$

$$h = 12,00 \text{ m}$$

$$y_0 = (d^2 + h^2)^{1/2} - d$$

$$y_0 = ((d/3)^2 + h^2)^{1/2} - (d/3)$$

$$y_0 = 11,042 \text{ m}$$

$$y = (y_0^2 + 2 \cdot y_0 \cdot X_t)^{1/2}$$

### COORDENADAS DA SUPERFÍCIE FREÁTICA

Xt	y	Xr=3Xt
0,00	11,042	0,00
0,20	11,240	0,60
0,40	11,435	1,20
0,60	11,626	1,80
0,80	11,815	2,40
1,00	12,000	3,00

## PERCOLAÇÃO ATRAVÉS DO NÚCLEO

Com a definição da superfície freática conforme item precedente calcula-se a descarga através do maciço.

$$Q_b = K_b \cdot h \cdot (N_f/N_d)$$

onde:

Qb = descarga através do maciço

Kb = permeabilidade do material (SC)

Nf = número de canais de fluxo = 6

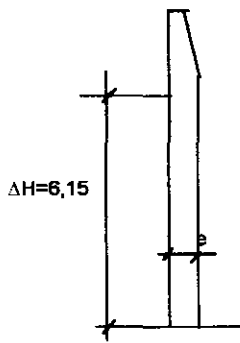
Nd = número de quedas de potencial = 2

assim, conforme desenho a seguir (rede de fluxo)

e assumindo Kb = 2,532E-09 m/s

$$Q_b = 9,12E-08 \text{ m}^3/\text{s/m}$$

## ESPESSURA DO FILTRO



$$\begin{aligned}
 e &= 1,00 \text{ m (ADOTADO)} \\
 k &= 9,03\text{E-}03 \text{ cm/s} \\
 i &= 1,00 \\
 Q_b &= 9,12\text{E-}08 \text{ m}^3/\text{s/m} \\
 Q_{f_{\max}} &= k \cdot i \cdot e \\
 Q_{f_{\max}} &= 9,03\text{E-}05 \text{ m}^3/\text{s/m} \\
 F S &= \frac{Q_{f_{\max}}}{Q_b} = 990,65 > 10 \text{ OK!}
 \end{aligned}$$

## III) TOMADA D'ÁGUA

O diâmetro foi calculado pela fórmula

$$D = (4Q/P_i)^{1/2}$$

onde

$$Q = \text{descarga regularizada} = 0,426 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_i = 3,1416$$

logo

$$D = 0,592 \text{ m}$$

Diâmetro adotado 600 mm

velocidade do escoamento

$$v = Q/a = 1,51 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 1,13\text{E}+06$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor  $f = 0,0175$

a perda por atrito é calculada pela expressão

$$h_f = f \cdot (l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,169 \text{ m}$$

as perdas acidentais foram calculadas em função dos coeficientes

$$K_c = 0,55 \text{ crivo}$$

$$K_r = 0,25 \text{ registro}$$

$$K_s = 1 \text{ saída da tubulação}$$

a perda acidental total será

$$h_a = (K_c + K_r + K_s) \cdot (v^2 / 2g) = 0,237 \text{ m}$$

e a perda total será 0,406 m

Como a cota do eixo da galena = 16,5

O nível mínimo operacional será : 16,91

## EQUAÇÃO DA DESCARGA DA GALERIA

expressão das perdas localizadas em função da vazão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = f(l \cdot (Q/A)^2) / (2g \cdot D)$$

como A = 0,2828 m<sup>2</sup>

$$h_f = 0,5578 Q^2$$

$$h_a = (K_c + K_r + K_e + K_s)(v^2/2g) = (K_c + K_r + K_e + K_s)((Q/A)^2/2g) =$$

$$h_a = 1,2113 Q^2$$

$$H_{\text{mínimo operacional}} = \text{cota entrada} + H_f + (V^2/2g)$$

$$H_{\text{min operacional}} = 31,5 + 1,76908843 Q^2 + V^2/2g$$

$$V^2/2g = ((Q/A)^2)/2g = (Q^2/A^2)/2g = Q^2 \times 16/\pi^2 \times D^4 \times 2g$$

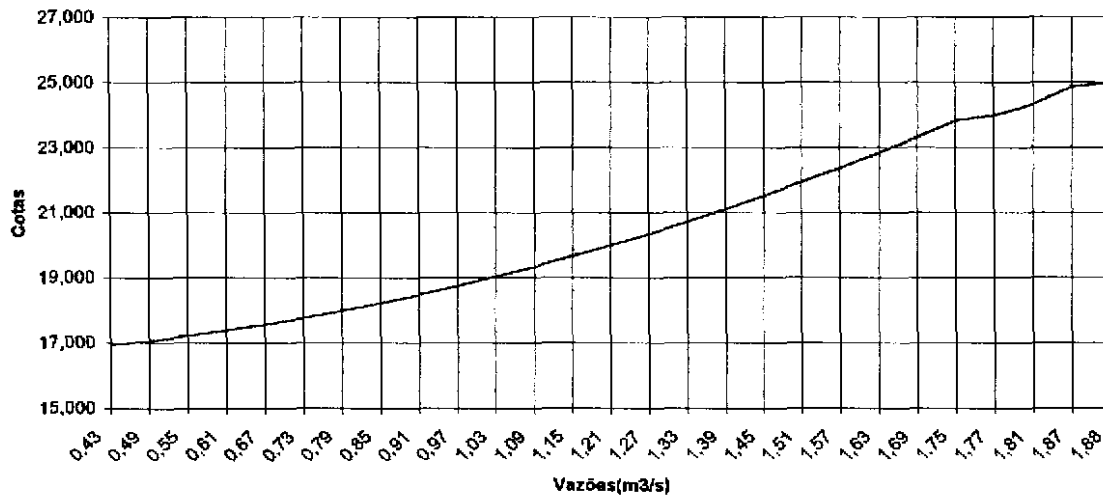
$$V^2/2g = 0,6375 Q^2$$

$$H_w = h_l + h_f + V^2/2g$$

$$H_w = 2,4066 Q^2$$

Hw	Q	COTA	OBSERVAÇÕES
0,437	0,426	16,937	Hmin operacional
0,568	0,486	17,068	
0,717	0,546	17,217	
0,884	0,606	17,384	
1,067	0,666	17,567	
1,268	0,726	17,768	
1,487	0,786	17,987	
1,722	0,846	18,222	
1,975	0,906	18,475	
2,246	0,966	18,746	
2,533	1,026	19,033	
2,838	1,086	19,338	
3,161	1,146	19,661	
3,500	1,206	20,000	
3,857	1,266	20,357	
4,232	1,326	20,732	
4,623	1,386	21,123	
5,032	1,446	21,532	
5,458	1,506	21,958	
5,902	1,566	22,402	
6,363	1,626	22,863	
6,841	1,686	23,341	
7,337	1,746	23,837	
7,500	1,765	24,000	Soleira
7,850	1,806	24,350	
8,380	1,866	24,880	
8,491	1,878	24,991	NA Max (1000anos)

### CURVA DE DESCARGA DA GALERIA



Cálculo do Vertedouro em canal Lateral

Extensão do cana 80 m  
 Extensão da crista 60 m  
 Q = 314,9 m³/s q = 5,247833333 m³/s m  
 b = 40 m q 1 = 7,87175 m³/s m  
 Cota da soleira - 24  
 Ho = 1,796 m  
 So = 0,01 m/m  
 yc = 1,849 m  
 vc = 4,258 m/s  
 hvc = 0,924 m

$y1 + hv1 = yc + hvc + 0,1(hvc - hv1)$

v1 = 3,906  
 hv1 = 0,814

$0,1(hvc - hv1) = 0,011$   
 $1,97 + 0,814 = 1,848521585 + 0,924 + 0,01104731$   
 $2,784 = 2,783829685$  OK!

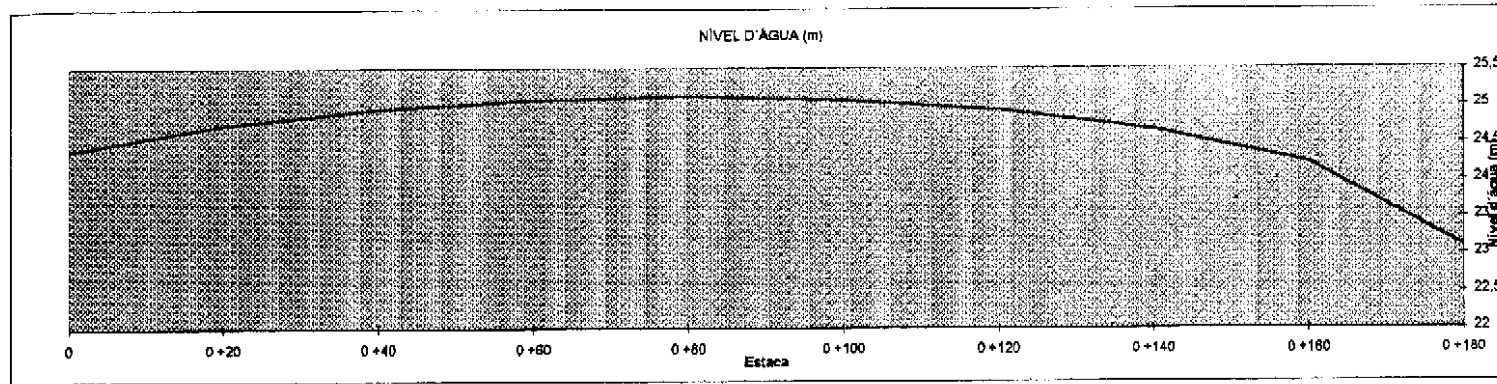
ESTACA (I)	Δx (II)	COTA (III)	Δy (IV)	NÍVEL D ÁGUA (V)	y (VI)	A (VII)	Q (VIII)	v (IX)	Q1 + Q2 (X)	Q2/g(Q1+Q2) (XI)	v1 + v2 (XII)	v2 - v1 (XIII)	Q2 - Q1 (XIV)	(Q2 - Q1)/Q2 (XV)	v1(Q2 - Q1)/Q1 (XVI)	(XIII) + (XVI) (XVII)	Δy=(XI)*(XII)*(XVII) OBS
0 +55	5	21,4	0,9	22,47	1,97	78,8	314,87	3,99581218	603,500833	0,048752382	6,55459617	1,4370282	26,2392	0,09090909	0,363255653	1,80028385	0,575284625
			0,6	24,22	2,82	112,8	288,630833	2,55878398			4,69996227	0,41760569				0,78086135	0,178922163 OK!
0 +50	5	22	0,6	24,77	3,37	134,8		2,14117829								0,68187988	0,12826063
			0,33	25,92	3,92	156,8	262,391667	1,87341624	551,0225	0,048541333	3,81459453	0,46776205	26,2392	0,1	0,214117829	0,68187988	0,051146045 OK!
0 +45	5	22,3	0,3	26,2	4,2	168		1,58185516			3,2352714	0,11156108				0,32567891	0,0570033
			0,24	26,75	4,45	178	236,1525	1,32669944	498,544167	0,048285852	2,8885546	0,23515572	26,2392	0,11111111	0,173539462	0,40889518	0,028596768 OK!
0 +40	5	22,53	0,23	26,94	4,64	185,6		1,27237338			2,59907282	0,05432605				0,22786552	0,028596768 OK!
			0,2	27,35	4,82	192,8	209,913333	1,0887621	446,065833	0,047970258	2,38113549	0,18361128	26,2392	0,125	0,159046673	0,34265795	0,038810906
0 +30	10	22,71	0,18	27,5	4,97	198,8		1,05590208			2,14466418	-0,03286				0,12618665	0,012982095 OK!
			0,17	27,76	5,05	202	157,435	0,77938119	367,348333	0,0436872	1,83528327	0,27852089	52,4783	0,33333333	0,35196736	0,62848825	0,050391174
0 +20	10	22,87	0,16	27,83	5,12	204,8		0,76872559			1,54810677	-0,0106556				0,34131176	0,02308375 OK!
			0,14	28,05	5,18	207,2	104,956667	0,50654762	282,391667	0,04077472	1,2752732	0,26217797	52,4783	0,5	0,384362793	0,64654076	0,033819413
0 +15	5	22,99	0,12	28,09	5,22	208,8		0,50266603			1,00921365	-0,0038816				0,3604812	0,015656955 OK!
			0,11	28,28	5,29	211,6	78,7175	0,37201087	183,674167	0,0436872	0,8746769	0,13065516	26,2392	0,33333333	0,167555343	0,2982105	0,011395275
0 +10	5	23,09	0,1	28,34	5,35	214		0,36783879			0,73984965	-0,0041721				0,16338326	0,005280867 OK!
			0,08	28,49	5,4	216	52,4783333	0,24295525	131,195833	0,04077472	0,61079403	0,12488354	26,2392	0,5	0,183919393	0,30880293	0,007690723
0 +5	5	23,16	0,07	28,52	5,43	217,2		0,24161295			0,4845682	-0,0013423				0,1825771	0,003807383 OK!
			0,05	28,61	5,45	218	26,2391667	0,12036315	78,7175	0,033978933	0,3619761	0,1212498	26,2392	1	0,241612953	0,36286276	0,004463053
0	5	23,18	0,02	28,61	5,45	218		0,12036315			0,2407263	0				0,24161295	0,001976303 OK!
			0,01	28,6	5,42	216,8	13,1195833	0,06051468	39,35875	0,033978933	0,18087783	0,05984847	13,1196	1	0,12036315	0,18021162	0,001107587
				28,56	5,38	215,2		0,06096461			0,12147929	0,00044992				0,12081307	0,000498885 OK!

ESTACA NÍVEL D ÁGUA (m)

0 +180 23,1  
 0 +160 24,23  
 0 +140 24,67  
 0 +120 24,93  
 0 +100 25,06  
 0 +80 25,12  
 0 +60 25,07  
 0 +40 24,95  
 0 +20 24,74

000022

0 24,39



000023

## B - Vertedouro em perfil "Creager":

Para se otimizar os níveis de armazenamento e regularização foi desenvolvida esta alternativa com a elevação da cota da soleira através de um muro vertedouro com soleira tipo "Creager" acima do do topo rochoso indicado pelo perfilgeotécnico. O fundo do canal de acesso seria também na cota 18,00, dada a necessidade de um suporte geomecânico para a fundação e, o canal de descarga seria revestido a jusante até o limite da transição hidráulica, quando o regime fluvial é estabelecido, numa extensão de 20,0m e, a partir daí a escavação seria em cota constante, também no nível 18,00,. O muro vertedouro com soleira na cota 24,00m seria implantado ao longo do eixo topográfico numa largura total de 60,0m.

A largura do vertedouro foi limitada pelos condicionantes hidráulicos e econômicos, uma vez que a fundação precisa ser consolidada com um revestimento em concreto armado, nas proximidades da estrutura vertente. A lâmina máxima de sangria foi assim definida pela largura do vertedouro e, ficando o coroamento na cota 27,11m.

Este vertedouro teria uma largura de 60,0m, lâmina máxima de 1,80m e, o reservatório acumularia  $34.637.171,6\text{m}^3$  com uma regularização de  $0,420\text{m}^3/\text{s}$  e, um custo estimado de R\$ 2.263.017,17( dois milhões, duzentos e sessenta e três mil, dezessete reais e dezessete centavos).

O pré-dimensionamento e verificação do condicionantes acima referidos seguiram a metodologia apresentada na seqüência. A geometria definida a seguir orientou a estimativa de quantitativos para a avaliação de custos desta alternativa.

Os desenhos referentes a esta alternativa encontram-se em anexo com a seguinte numeração:

03/07 – Arranjo Geral

04/07 – Sangradouro – Planta e Perfil Longitudinal

07/07 – Seção Tipo

## MEMORIA DE CALCULO

### PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1189 mm por ano  
- Area da bacia hidrográfica = 240 km<sup>2</sup>  
- Linha de fundo = km

### LARGURA DO VERTEDOIRO

Qm = 414,49 m<sup>3</sup>/s (descarga de projeto)  
L = 49,36 m (adotado)  
Ho = 0,99 m

### I) GEOMETRIA DO MACIÇO

#### FOLGA (F)

A folga da barragem em relação ao nível máximo das águas foi determinada pelas fórmulas:

ho =  $0,75 + 0,34 \times (L)^{1/2} - 0,26 \times (L)^{1/4}$   
vo =  $1,5 + 2ho$   
f =  $0,75ho + (vo^2/2g)$

onde:

ho = alt.da onda = 0,96065451 m  
L = "fetch" = 2,5 km  
vo = velocidade da onda em m/s  
F = folga em m.

logo:

ho = 0,96 m  
vo = 3,42 m/s  
F = 1,32 m

#### REVANCHE

Para cálculo da "revanche" utilizou-se a fórmula:

R = Ho + F

onde:

Ho = lâmina de sangria = 0,99 m  
F = folga = 1,32 m  
R = 2,31 m

#### COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula:

cc = cs + R

onde:

cc = cota do coroamento  
cs = cota da soleira do sangradouro = 24  
R = revanche = 2,31

logo:

cc = 26,31  
Adotou-se a cota do coroamento = 26,31



## ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

Para determinação da altura máxima utilizou-se a seguinte fórmula

$$H_b = cc - CLR$$

onde

$$\begin{aligned} cc &= \text{cota do coroamento} = 26,3 \\ CLR &= \text{cota do leito do rio} = 12 \\ H_b &= 14,30809412 \text{ m} \end{aligned}$$

## LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece

$$b = 1,1 \times (H_b)^{1/2} + 1,0$$

$$b = 5,16$$

$$\text{Adotou-se } b = 5,50 \text{ m}$$

## II) SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

### REDE DE FLUXO - CÁLCULO DA DESCARGA

#### ANISOTROPIA

$$K_v = K_h$$

$$K_v = K_{SC} = 8,44E-08 \text{ cm/s}$$

$$K_v = 8,44E-10 \text{ m/s}$$

$$K_h = 9 \times K_v = 7,596E-09 \text{ m/s}$$

$$X_t = x(K_v/K_h)^{0,5} = x \cdot 0,33333$$

$$d = 3,00 \text{ m}$$

$$h = 12,00 \text{ m}$$

$$y_o = (d^2 + h^2)^{1/2} - d$$

$$y_o = ((d/3)^2 + h^2)^{1/2} - (d/3)$$

$$y_o = 11,042 \text{ m}$$

$$y = (y_o^2 + 2 y_o X_t)^{1/2}$$

### COORDENADAS DA SUPERFÍCIE FREÁTICA

Xt	y	Xr=3Xt
0,00	11,042	0,00
0,20	11,240	0,60
0,40	11,435	1,20
0,60	11,626	1,80
0,80	11,815	2,40
1,00	12,000	3,00

### PERCOLAÇÃO ATRAVÉS DO NÚCLEO

Com a definição da superfície freática conforme item precedente calcula-se a descarga através do maciço

$$Q_b = K_b \cdot h^* (N_f/N_d)$$

onde

Qb = descarga através do maciço

Kb = permeabilidade do material (SC)

Nf = número de canais de fluxo = 6

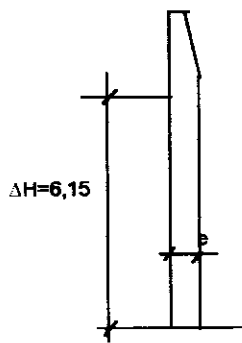
Nd = número de quedas de potencial = 2

assim, conforme desenho a seguir (rede de fluxo)

e assumindo Kb = 2,532E-09 m/s

$$Q_b = 9,12E-08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

## ESPESSURA DO FILTRO



$$\begin{aligned} e &= 1,00 \text{ m (ADOTADO)} \\ k &= 9,03\text{E-}03 \text{ cm/s} \\ l &= 1,00 \\ Q_b &= 9,12\text{E-}08 \text{ m}^3/\text{s/m} \\ Q_{f_{\max}} &= k \cdot l \cdot e \\ Q_{f_{\max}} &= 9,03\text{E-}05 \text{ m}^3/\text{s/m} \\ F S &= \frac{Q_{f_{\max}}}{Q_b} = 990,65 > 10 \text{ OK!} \end{aligned}$$

## III) TOMADA D'ÁGUA

O diâmetro foi calculado pela fórmula

$$D = (4Q/\pi i)^{1/2}$$

onde

$$Q = \text{descarga regularizada} = 0,426 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_i = 3,1416$$

logo

$$D = 0,592 \text{ m}$$

Diâmetro adotado 600 mm

velocidade do escoamento

$$v = Q/a = 1,51 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 1,13\text{E}+06$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor  $f = 0,0175$

a perda por atrito é calculada pela expressão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,169 \text{ m}$$

as perdas acidentais foram calculadas em função dos coeficientes

$$K_c = 0,55 \text{ crivo}$$

$$K_r = 0,25 \text{ registro}$$

$$K_s = 1 \text{ saída da tubulação}$$

a perda acidental total será

$$h_a = (K_c + K_r + K_s) \cdot (v^2 / 2g) = 0,237 \text{ m}$$

e a perda total será 0,406 m

Como a cota do eixo da galena = 16,5

O nível mínimo operacional será . 16,91

## EQUAÇÃO DA DESCARGA DA GALERIA

expressão das perdas localizadas em função da vazão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = f(l \cdot (Q/A)^2) / (2g \cdot D)$$

$$\text{como } A = 0,2828 \text{ m}^2$$

$$h_f = 0,5578 Q^2$$

$$h_a = (K_c + K_r + K_e + K_s)(v^2/2g) = (K_c + K_r + K_e + K_s)((Q/A)^2/2g) =$$

$$h_a = 1,2113 Q^2$$

$$H_{\text{mínimo operacional}} = \text{cota entrada} + H_f + (V^2/2g)$$

$$H_{\text{mín operacional}} = 31,5 + 1,76908843 Q^2 + V^2/2g$$

$$V^2/2g = ((Q/A)^2)/2g = (Q^2/A^2)/2g = Q^2 \times 16/\pi^2 \times D^4 \times 2g$$

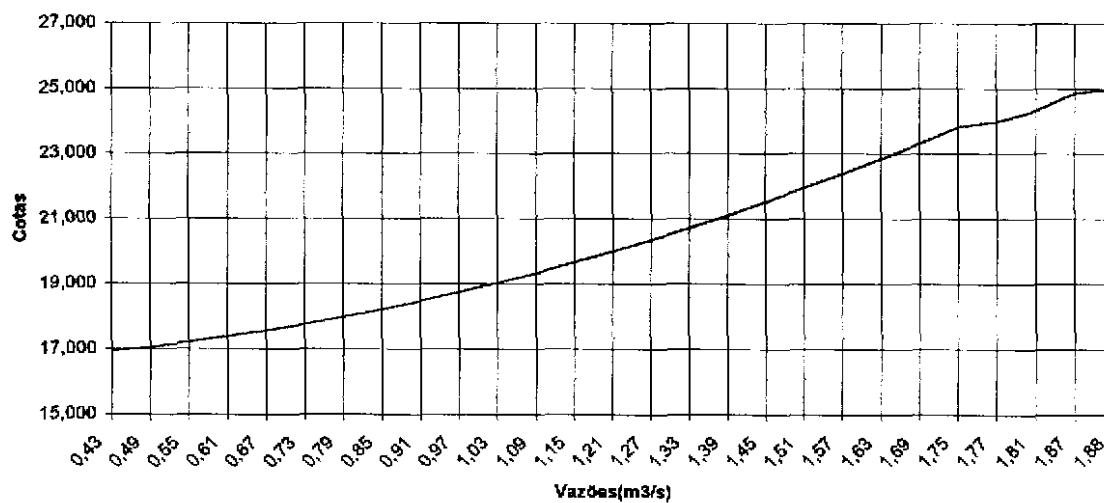
$$V^2/2g = 0,6375 Q^2$$

$$H_w = h_l + h_f + V^2/2g$$

$$H_w = 2,4066 Q^2$$

Hw	Q	COTA	OBSERVAÇÕES
0,437	0,426	16,937	Hmín operacional
0,568	0,486	17,068	
0,717	0,546	17,217	
0,884	0,606	17,384	
1,067	0,666	17,567	
1,268	0,726	17,768	
1,487	0,786	17,987	
1,722	0,846	18,222	
1,975	0,906	18,475	
2,246	0,966	18,746	
2,533	1,026	19,033	
2,838	1,086	19,338	
3,161	1,146	19,661	
3,500	1,206	20,000	
3,857	1,266	20,357	
4,232	1,326	20,732	
4,623	1,386	21,123	
5,032	1,446	21,532	
5,458	1,506	21,958	
5,902	1,566	22,402	
6,363	1,626	22,863	
6,841	1,686	23,341	
7,337	1,746	23,837	
7,500	1,765	24,000	Soleira
7,850	1,806	24,350	
8,380	1,866	24,880	
8,491	1,878	24,991	NA Max (1000anos)

### CURVA DE DESCARGA DA GALERIA



### C - Vertedouro em labirinto:

Esta opção reduz o custo do maciço devido à redução da lâmina de sangria. O fundo do canal de acesso seria também na cota 18,00m, dada a necessidade de um suporte geomecânico para a fundação e, o canal de descarga seria revestido até o limite da transição hidráulica, quando o regime fluvial é estabelecido. O muro vertedouro teria soleira na cota 24,00m e, a estrutura seria limitada a montante pelo eixo topográfico numa largura total de 49,36m.

Este vertedouro teria assim, uma largura de 49,36 m, lâmina máxima de 0,99m e, o reservatório acumularia  $34.637.171,67\text{m}^3$  com uma regularização de  $0,420\text{m}^3/\text{s}$  e, um custo estimado de R\$ 2.292.117,82 ( dois milhões, duzentos e noventa e dois mil, cento e dezessete reais e oitenta e dois centavos).

Os desenhos referentes a esta alternativa encontram-se em anexo com a seguinte numeração:

05/07 – Arranjo Geral

06/07 – Sangradouro – Planta e Perfil Longitudinal

07/07 – Seção Tipo

## MEMORIA DE CALCULO

### PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto

de Fortaleza = 1189 mm por ano  
- Area da bacia hidrográfica = 240 km<sup>2</sup>  
- Linha de fundo = km

### LARGURA DO VERTEDOIRO

Qm = 414,49 m<sup>3</sup>/s (descarga de projeto)  
L = 49,36 m (adotado) *OK*  
Ho = 0,99 m *OK*

### I) GEOMETRIA DO MACIÇO

#### FOLGA (F)

A folga da barragem em relação ao nível máximo das águas foi determinada pelas fórmulas

$h_o = 0,75 + 0,34 \times (L)^{1/2} - 0,26 \times (L)^{1/4}$   
 $v_o = 1,5 + 2h_o$   
 $f = 0,75h_o + (v_o^2/2g)$

onde

h<sub>o</sub> = alt da onda = 0,96065451 m  
L = fetch" = 2,5 km  
v<sub>o</sub> = velocidade da onda em m/s  
F = folga em m

logo

h<sub>o</sub> = 0,96 m  
v<sub>o</sub> = 3,42 m/s  
F = 1,32 m

#### REVANCHE

Para cálculo da "revanche" utilizou-se a fórmula

$R = H_o + F$

onde

H<sub>o</sub> = lâmina de sangria = 0,99 m *OK*  
F = folga = 1,32 m  
R = 2,31 m

#### COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula

$cc = cs + R$

onde

cc = cota do coroamento  
cs = cota da soleira do sangradouro = 24  
R = revanche = 2,31

logo

cc = 26,31  
Adotou-se a cota do coroamento = 26,31 *OK*

#### ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (H<sub>B</sub>)

Para determinação da altura máxima utilizou-se a seguinte fórmula

$$H_b = cc - CLR$$

onde

$$\begin{aligned} cc &= \text{cota do coroamento} = 26,3 \\ CLR &= \text{cota do leito do rio} = 12 \\ H_b &= 14,30809412 \text{ m} \end{aligned}$$

#### LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece

$$b = 1,1 \times (H_b)^{1/2} + 1,0$$

$$b = 5,16$$

$$\text{Adotou-se } b = 5,50 \text{ m}$$

## II) SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

### REDE DE FLUXO - CÁLCULO DA DESCARGA

#### ANISOTROPIA

$$K_v = K_h$$

$$K_v = K_{SC} = 8,44E-08 \text{ cm/s}$$

$$K_v = 8,44E-10 \text{ m/s}$$

$$K_h = 9 \times K_v = 7,596E-09 \text{ m/s}$$

$$X_t = x(K_v/K_h)^{0,5} = x \cdot 0,33333$$

$$d = 3,00 \text{ m}$$

$$h = 12,00 \text{ m}$$

$$y_0 = (d^2 + h^2)^{1/2} - d$$

$$y_0 = ((d/3)^2 + h^2)^{1/2} - (d/3)$$

$$y_0 = 11,042 \text{ m}$$

$$y = (y_0^2 + 2 y_0 X_t)^{1/2}$$

#### COORDENADAS DA SUPERFÍCIE FREÁTICA

Xt	y	Xr=3Xt
0,00	11,042	0,00
0,20	11,240	0,60
0,40	11,435	1,20
0,60	11,626	1,80
0,80	11,815	2,40
1,00	12,000	3,00

#### PERCOLAÇÃO ATRAVÉS DO NUCLEO

Com a definição da superfície freática conforme item precedente calcula-se a descarga através do maciço

$$Q_b = K_b \cdot h \cdot (N_f/N_d)$$

onde

$Q_b$  = descarga através do maciço

$K_b$  = permeabilidade do material (SC)

$N_f$  = número de canais de fluxo = 6

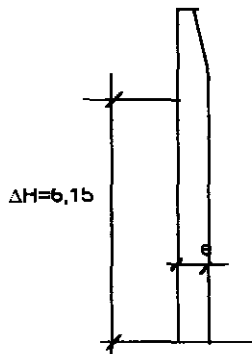
$N_d$  = número de quedas de potencial = 2

assim, conforme desenho a seguir (rede de fluxo)

e assumindo  $K_b = 2,532E-09 \text{ m/s}$

$$Q_b = 9,12E-08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

### ESPESSURA DO FILTRO



$$\begin{aligned}
 e &= 1,00 \text{ m (ADOTADO)} \\
 k &= 9,03E-03 \text{ cm/s} \\
 i &= 1,00 \\
 Q_b &= 9,12E-08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \\
 Q_{f_{\max}} &= k \cdot i \cdot e \\
 Q_{f_{\max}} &= 9,03E-05 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \\
 F S &= \frac{Q_{f_{\max}}}{Q_b} = 990,65 > 10 \text{ OK!}
 \end{aligned}$$

### III) TOMADA D'ÁGUA

O diâmetro foi calculado pela fórmula

$$D = (4Q/P_i)^{1/2}$$

onde

$$Q = \text{descarga regularizada} = 0,426 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P_i = 3,1416$$

logo

$$D = 0,592 \text{ m}$$

$$\text{Diâmetro adotado} = 600 \text{ mm}$$

velocidade do escoamento

$$v = Q/a = 1,51 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 1,13E+06$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor  $f = 0,0175$

a perda por atrito é calculada pela expressão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,169 \text{ m}$$

as perdas acidentais foram calculadas em função dos coeficientes

$$K_c = 0,55 \text{ cnvo}$$

$$K_r = 0,25 \text{ registro}$$

$$K_s = 1 \text{ saída da tubulação}$$

a perda acidental total será

$$h_a = (K_c + K_r + K_s) \cdot (v^2 / 2g) = 0,237 \text{ m}$$

$$\text{e a perda total será } 0,406 \text{ m}$$



Como a cota do eixo da galeria = 16,5  
 O nível mínimo operacional será 16,91

### EQUAÇÃO DA DESCARGA DA GALERIA

expressão das perdas localizadas em função da vazão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = f(l \cdot (Q/A)^2) / (2g \cdot D)$$

como A = 0,2828 m<sup>2</sup>

h<sub>f</sub> = 0,5578 Q<sup>2</sup>

$$h_a = (K_c + K_r + K_e + K_s)(v^2/2g) = (K_c + K_r + K_e + K_s)((Q/A)^2/2g) =$$

h<sub>a</sub> = 1,2113 Q<sup>2</sup>

H<sub>minimo operacional</sub> = cota entrada + h<sub>f</sub> + (V<sup>2</sup>/2g)

H<sub>min operacional</sub> = 31,5 + 1,76908843 Q<sup>2</sup> + V<sup>2</sup>/2g

$$V^2/2g = ((Q/A)^2)/2g = (Q^2/A^2)/2g = Q^2 \times 16/\pi^2 \times D^4 \times 2g$$

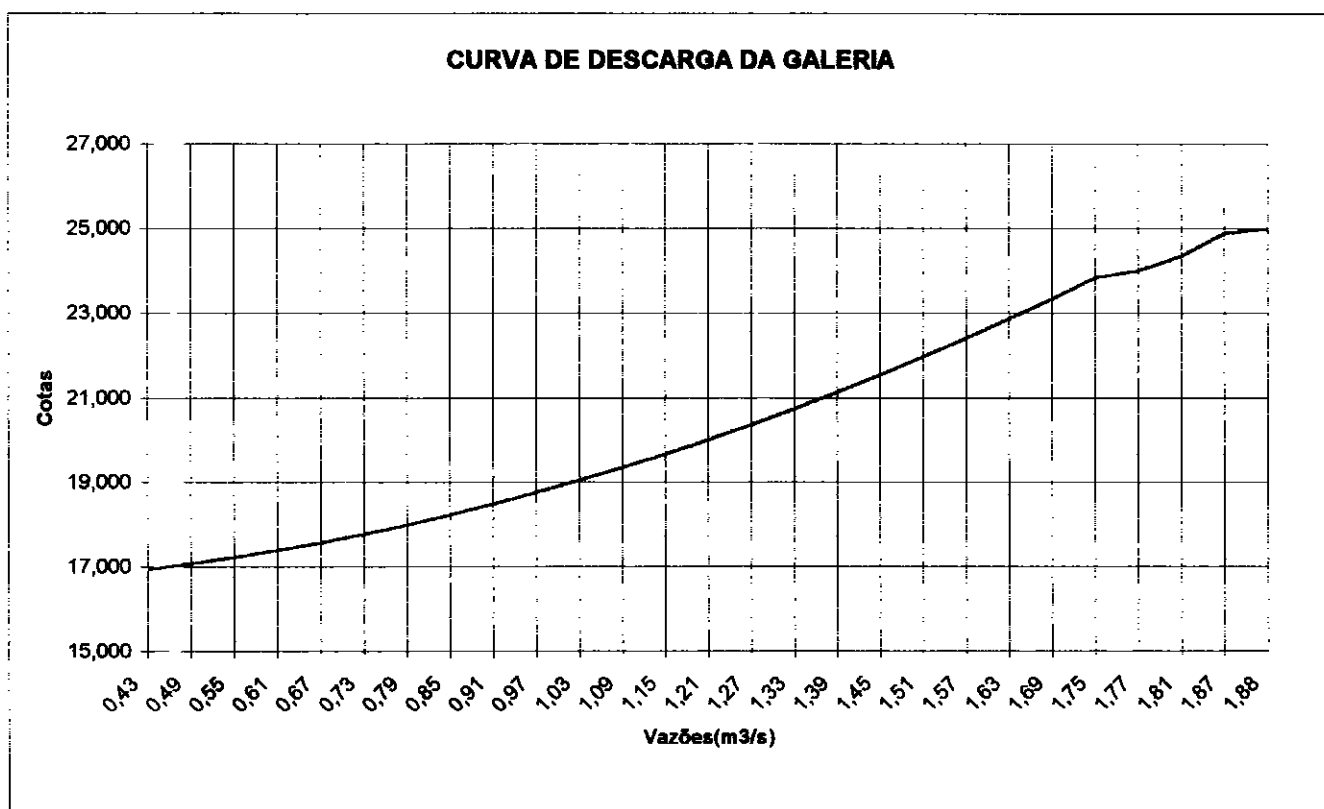
V<sup>2</sup>/2g = 0,6375 Q<sup>2</sup>

H<sub>w</sub> = h<sub>l</sub> + h<sub>f</sub> + V<sup>2</sup>/2g

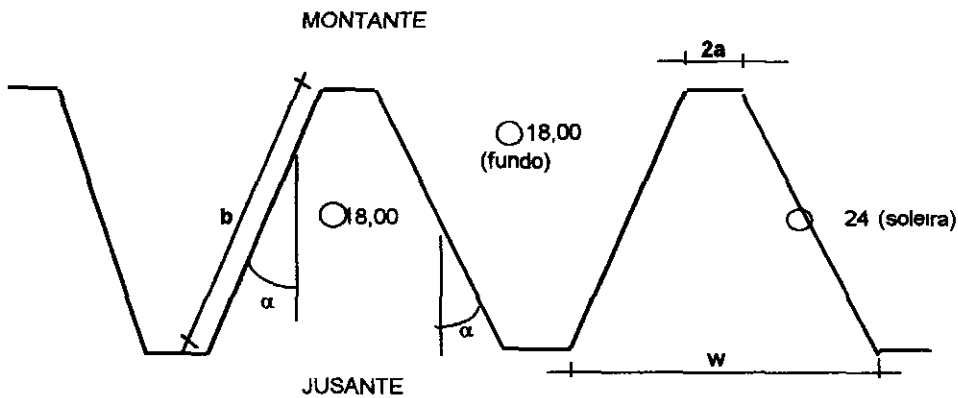
**H<sub>w</sub> = 2,4066 Q<sup>2</sup>**

H <sub>w</sub>	Q	COTA	OBSERVAÇÕES
0,437	0,426	16,937	H <sub>min operacional</sub>
0,568	0,486	17,068	
0,717	0,546	17,217	
0,884	0,606	17,384	
1,067	0,666	17,567	
1,268	0,726	17,768	
1,487	0,786	17,987	
1,722	0,846	18,222	
1,975	0,906	18,475	
2,246	0,966	18,746	
2,533	1,026	19,033	
2,838	1,086	19,338	
3,161	1,146	19,661	
3,500	1,206	20,000	
3,857	1,266	20,357	
4,232	1,326	20,732	
4,623	1,386	21,123	
5,032	1,446	21,532	
5,458	1,506	21,958	
5,902	1,566	22,402	
6,363	1,626	22,863	
6,841	1,686	23,341	
7,337	1,746	23,837	
7,500	1,765	24,000	Soleira
7,850	1,806	24,350	
8,380	1,866	24,880	
8,491	1,878	24,991	NA Max (1000anos)

3,857	1,266	20,357
4,232	1,326	20,732
4,623	1,386	21,123
5,032	1,446	21,532
5,458	1,506	21,958
5,902	1,566	22,402
6,363	1,626	22,863
6,841	1,686	23,341
7,337	1,746	23,837
7,500	1,765	24,000 Soleira
7,850	1,806	24,350
8,380	1,866	24,880
8,491	1,878	24,991 NA Max (1000anos)



VERTEDOIRO LABIRINTO



$Q_{1000} =$	414,49 m <sup>3</sup> /s	$Q_{10000} =$	992,24 m <sup>3</sup> /s
a =	0,7		
b =	25		
$\alpha =$	11		
$\text{sen } \alpha =$	0,190809436		
p =	6		
n <sup>o</sup> módulos =	4		

1) MÉTODO DE MAGALHÃES

limitações

- a)  $1 \leq l/w \leq 8$
- b)  $0,2 \leq h/p \leq 0,6$
- c)  $w/p \geq 2$
- d)  $\alpha / \alpha_{\text{max}} \geq 0,8$

cálculo de l

$$l = 4a + 2b = 52,8$$

cálculo de w

$$w = 4a + 2b \text{sen } \alpha = 12,3405$$

cálculo de  $\alpha_{\text{max}}$

$$\text{sen } \alpha_{\text{max}} = (w/2) / (l/2) = w/l$$

logo,

$$\text{sen } \alpha_{\text{max}} = 0,2337$$

$$\alpha_{\text{max}} = 13,5162$$

cálculo de h

$$h = (Q/Cd \cdot L)^{2/3} = 1,6254$$

Verificações

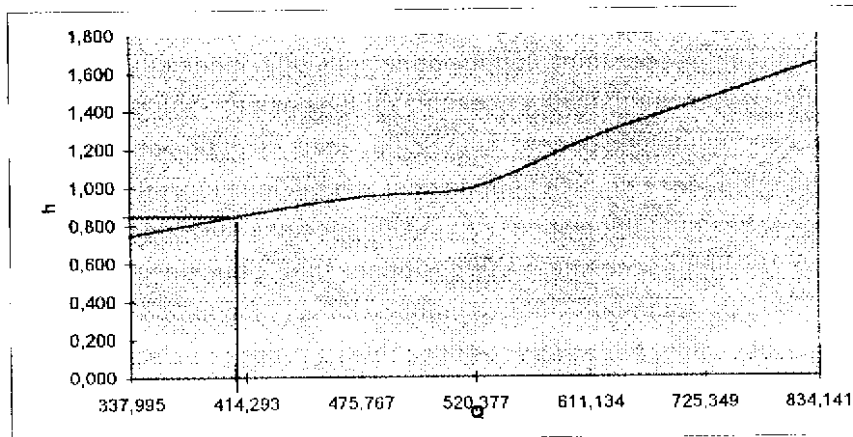
$$\frac{\alpha}{\alpha_{\text{max}}} = 0,8138 \quad \text{OK}$$

$$l/w = 4,2786 \quad \text{OK}$$

$$w/p = 2,0567 \quad \text{OK}$$

h	h/p	Cd	Q <sub>módulo</sub>	Q <sub>total</sub>	
0,750	0,125	10,542	84,499	337,995	0,750
<del>0,850</del>	0,143	10,542	103,573	414,293	0,850
0,950	0,158	10,409	118,942	475,767	0,950
1,000	0,167	10,542	130,094	520,377	1,000
1,250	0,208	8,859	152,783	611,134	1,250

1,450	0,242	8,416	181,337	725,349	1,450
1,650	0,275	7,973	208,535	834,141	1,650



Do gráfico acima. tem-se:  
**para  $Q_{1000}$ , lâmina de sangria igual a 0,859m**  
**para  $Q_{10000}$ , lâmina de sangria igual a**

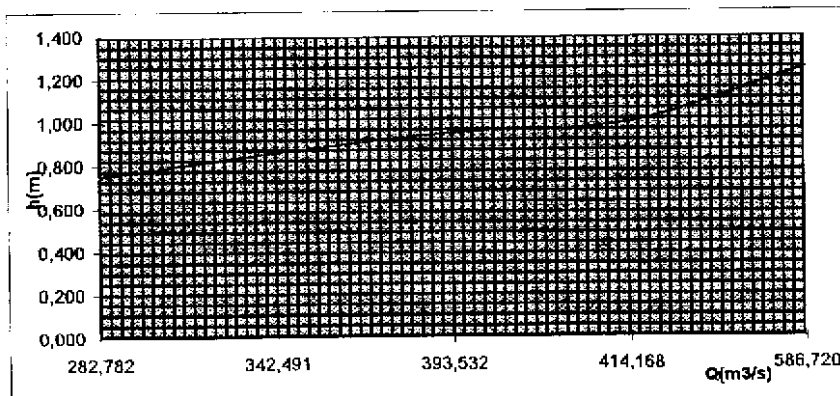
#### II) MÉTODO DE HAY & TAYLOR

$Q_r = C_o \cdot w \cdot h^{3/2}$  (Estrutura Linear)  
 $Q_i = \rho \cdot Q_n$ , sendo  $\rho = Q_i / Q_n$  (Vazão linear)  
 $C_o = 2,1$

limitações:  
 $w/p \geq 2$   
 $\alpha \geq 0,75 \alpha_{max}$

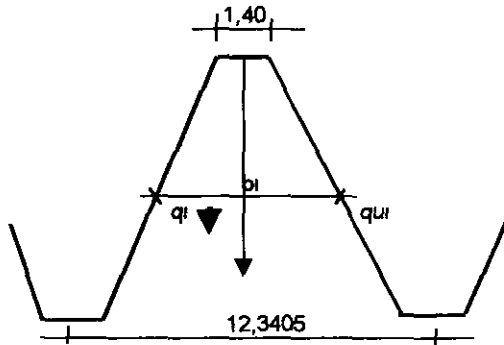
Verificação :

h	h/p	$\rho = Q_i / Q_n$	$Q_n$	$Q_i$	
0,750	0,125	4,200	67,329	282,782	0,750
0,859	0,143	4,150	82,528	342,491	<b>0,859</b>
0,950	0,158	4,100	95,983	393,532	0,950
<b>0,991</b>	0,165	4,050	102,264	414,168	1,000
1,250	0,208	4,050	144,869	586,720	1,250
1,450	0,242	4,000	180,994	723,974	1,450
1,650	0,275	3,950	219,703	867,829	1,650



Do gráfico acima tem-se  
 para  $Q_{1000}$ , lâmina de sangria igual a 0,991m  
 para  $Q_{10000}$ , lâmina de sangria igual a m

Para que o vertedouro em labirinto funcionamento satisfatório é necessário que a lâmina máxima a jusante não exceda a metade da altura das paredes, sendo necessária a verificação das condições de fluxo no canal interno às paredes do labirinto



$b_i$  = largura do canal (m) para  $x = i$   
 $q_i$  = vazão na seção ( $m^3/s$ ) para  $x = i$   
 $q_{ui}$  = vazão por largura ( $m^3/s m$ ) para  $x = i$

Equações

$$q_{ui} = q_i / b_i$$

$$q_i = (2a + (2x/\cos\alpha)) * (Q/n) / l = 1,40 + 2x/\cos (11,00) * 1,962547$$

$$b = 2a + 2x \operatorname{tg} \alpha = 1,40 + 2x * \operatorname{tg} (11,00)$$

$$q_{ui} = \frac{1,20 + 2x/\cos (11,50)}{1,20 + 2x * \operatorname{tg} (11,50)} * 0,925124$$

Condição inicial do fluxo

O canal interno do labirinto tem vazão e largura variável, mas não tem declividade na sua base. Nota-se também que a água que chega a cada metro vem de um estado de energia potencial superior, mas que esta energia dissipa-se na queda, uma vez que a velocidade adquirida por esta queda é perpendicular ao fluxo

O modelo pode ser aplicado tomando-se intervalos, como a seguir

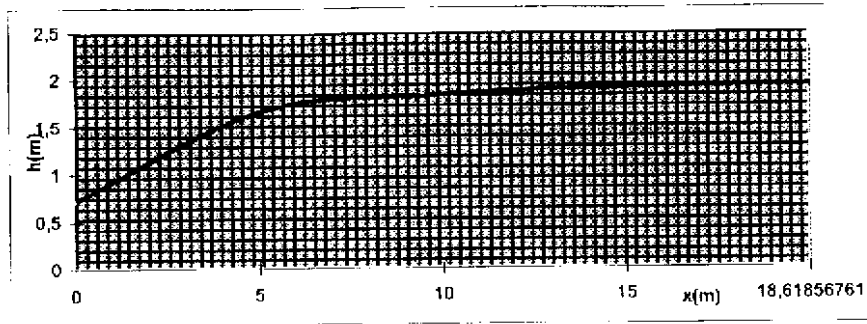
$$q_u = \mu (2gh)^{0,5} h$$

$$h = (q_u / \mu (2gh)^{0,666})$$

o valor de  $\mu$ , para este caso é constante e igual a 0,405

Condição inicial de fluxo

x	q	b	q <sub>u</sub>	h	v	
0,0000	2,7476	1,4000	1,9625	1,0617	1,8485	0
5,0000	22,7404	3,3438	6,8007	2,4313	2,7972	5
10,0000	42,7332	5,2876	8,0817	2,7277	2,9628	10
15,0000	62,7260	7,2314	8,6741	2,8594	3,0335	15
24,5407	100,8749	10,9405	9,2203	2,9783	3,0959	18,61856761

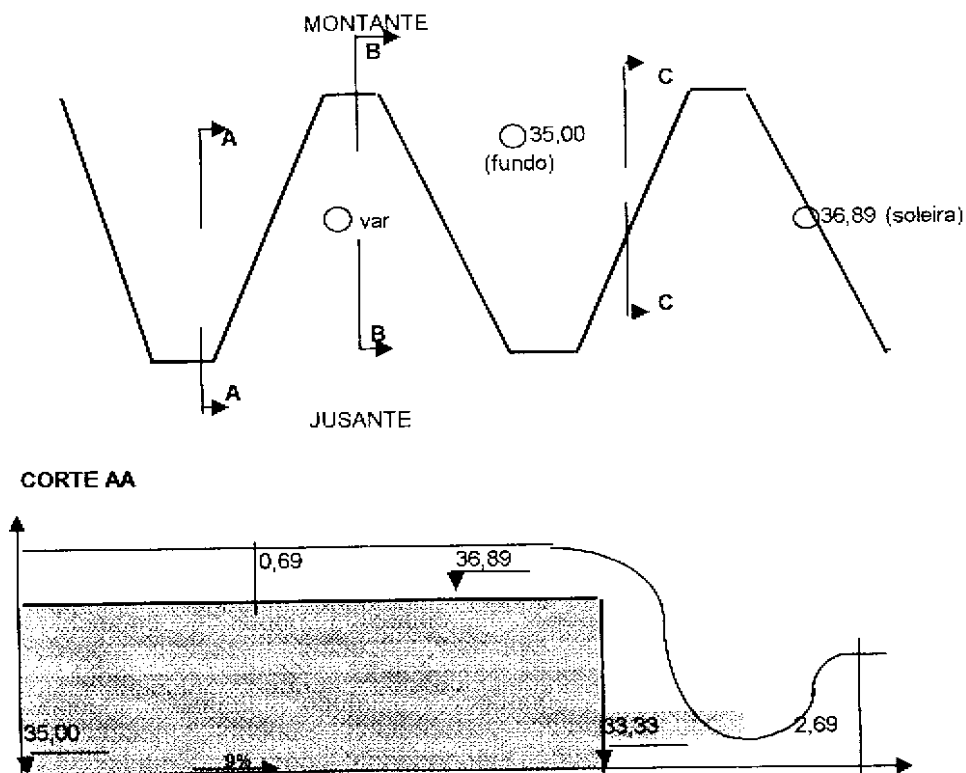


Assim, após a saída dos canais internos do labirinto, as condições estabilizadas do escoamento, serão:

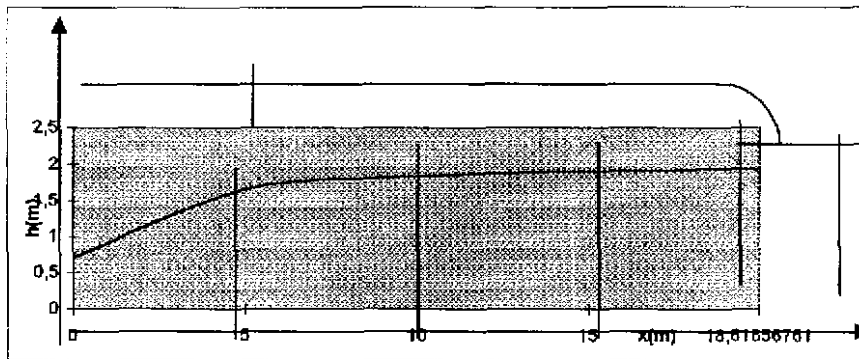
$$\begin{aligned}
 Q &= 403,4997348 \text{ m}^3/\text{s} \\
 L &= 50,76188722 \text{ m} \\
 C_d &= 1,8 \text{ m}^{0,5}/\text{s} \\
 h &= 2,691671105 \text{ m} \\
 v &= 2,953136364
 \end{aligned}$$

Nas imediações do labirinto haverá um abaixamento da lâmina em relação à seção final do canal interno e a lâmina da seção externa. Além disso, o desnível existente entre os pontos internos do canal, na situação inicial, tendem a desaparecer com a estabilização do escoamento (escoamento permanente).

As características do escoamento nas proximidades do fim do labirinto são intermediárias entre as da seção interna ( $h=1,94\text{m}$  e  $v = 2,5\text{m/s}$ ) e as da seção externa ( $h=1,76\text{m}$  e  $v = 2,39\text{m/s}$ ) na proporção dos volumes interno e externo, conforme esquema a seguir:



**CORTE BB**



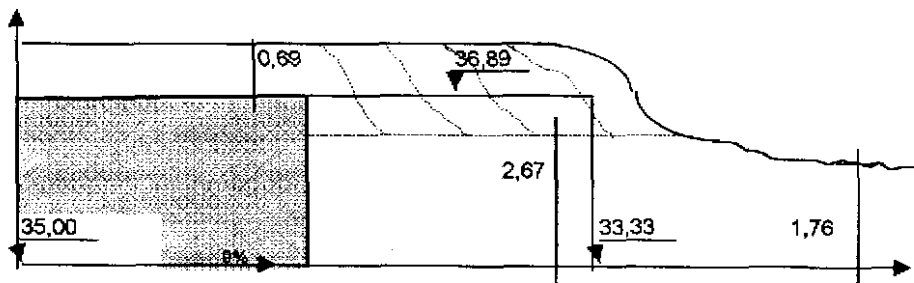
Escoamento após a estabilização :

$$h_m = (h_1q_1 + h_2q_2 + h_3q_3)/(q_1 + q_2 + q_3)$$

$$h_m = 2,674952012 \text{ m}$$

$$v_m = 2,971594176 \text{ m/s}$$

**CORTE CC**



Para que não haja afogamento,

$$h_{\max, \text{jus}} \leq 0,5 p_{\text{jus}}$$

$$\text{logo, } p_{\text{jus}} \geq 2 \cdot y_{\max, \text{jus}}$$

$$3,56 \geq 2 \cdot 1,76 = 3,52$$

Verificando-se assim, que não ocorrerá 'afogamento' para a descarga milenar



### 3. CONCLUSÃO

000041





### 3. CONCLUSÃO

Com base na análise das estimativas de custo apresentadas nas planilhas em anexo a alternativa a ser desenvolvida, por ser a mais econômica, deverá ser a Alternativa B – Vertedouro em perfil “Creager”

Os preços cotados para os serviços a serem executados têm como referência a tabela de preços da Secretaria de Recursos Hídricos, datada de novembro de 1996 e, considerando um B.D.I de 30%



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

**ANEXOS**

000043



## PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS



KL SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA A - CANAL LATERAL**

RESUMO		
ITEM	SERVIÇO	CUSTO TOTAL (R\$)
1 0	Administração e Fiscalização	179 766,74
2 0	Serviços Preliminares	348 422,00
3 0	Barragem	1 269 461,06
4 0	Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação	44 874,70
5 0	Sangradouro	1 838 349,82
6 0	Tomada D'Água	94 227,15
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>3.775.101,47</b>

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**  
**BARRAGEM MALCOZINHADO**  
**ALTERNATIVA A - CANAL LATERAL**



Item	Especificação dos Serviços	Unid	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
<b>1 0</b>	<b>Administração e Fiscalização</b>				
1 1	Instalação e manutenção de canteiro de obras (1.5% de 2,3,4, 5 e 6)	ud	1,00	53 930,02	53 930,02
1 2	Mobilização (1 5% de 2,3,4, 5 e 6)	ud	1,00	53 930,02	53 930,02
1 3	Desmobilização (1 5% de 2,3,4,5 e 6)	ud	1,00	53 930,02	53 930,02
1 4	Divulgação (0 5% de 2,3,4, 5 e 6)	ud	1,00	17 976,67	17 976,67
	<b>Total do Item 1</b>				<b>179 766,74</b>
<b>2 0</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				
2 1	Caminhos de serviços com faixa de domínio de 6,0 m	Km	4,00	1398,00	5 592,00
2 2	Desmatamento e destocamento da área da barragem, sangradouro e empréstimos	ha	16,00	780,00	12 480,00
2 3	Expurgo na área da jazida com bota-fora de até 50m, medido no corte	m3	20000,00	0,96	19 200,00
2 4	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	700,00	444,50	311 150,00
	<b>Total do Item 2</b>				<b>348 422,00</b>
<b>3 0</b>	<b>Barragem</b>				
3 1	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação	m³	17150,00	1,25	21 437,50
3 2	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 2a categoria da fundação	m³	7400,00	1 90	14 060,00
3 3	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação com rebabamento do lençol freático	m³	4500,00	3,63	16 335,00
3 4	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (jazidas)	m³	247130,00	1,25	308 912,50
3 5	Compactação em solo	m³	247130,00	0,90	222 417,00
3 6	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (areia)	m³	12500,00	1,01	12 625,00
3 7	Filtro horizontal em barragens	m²	7600,00	5,25	39 900,00
3 8	Filtro vertical em barragens	m²	4900,00	4,72	23 128,00
3 9	Brita produzida para transição	m³	1300,00	14,24	18 512,00
3 10	Escavação,carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 3a categoria (enrocamentos e transição)	m³	7500,00	1,11	8 325,00
3 11	Rip-Rap e enrocamento de pé	m³	6200,00	11,80	73 160,00
3 12	Espalhamento e compactação de transição	m²	1300,00	6,22	8 086,00
3 13	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	222 417,00	0,93	206 847,81
3 14	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante (areia)	m³xkm	187 500,00	0,93	174 375,00
3 15	Transporte de material de 3a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	4 125,00	1,11	4 578,75
3 16	Regularização de taludes	m²	33200,00	1,55	51 460,00
3 17	Revestimento de coroamento com pedrisco ou cascalho, inclusive extração, medido no terreno, e=0,20 m	m³	830,00	1,81	1 502,30
3 18	Planto de grama no talude de jusante	m²	26560,00	1,59	42 230,40
3 19	Meio-fio de concreto simples	m	1520,00	14,19	21 568,80
	<b>Total do Item 3</b>				<b>1.269.461,06</b>
<b>4 0</b>	<b>Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação (Barragem e Sangradouro)</b>				
4 1	Preparo limpeza e tratamento superficial das áreas da fundação em rocha	m²	7815,00	3,38	26 414,70
4 2	Perfuração para injeção de cimento áreas de fundação em rocha, com limpeza diâmetro de 2 1/2"	m	480,00	29,35	14 088,00
4 3	Fornecimento de cimento e aplicação de injeção em calda	kg	4800,00	0,39	1 872,00
4 4	Ensaio de perda d'água	ud	50,00	50,00	2 500,00
	<b>Total do Item 4</b>				<b>44 874,70</b>

000046

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**  
**BARRAGEM MALCOZINHADO**  
**ALTERNATIVA A - CANAL LATERAL**



Item	Especificação dos Serviços	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
<b>5 0</b>	<b>Sangradouro</b>				
5 1	Escavação e carga de material de 1a categoria	m3	6500,00	1,25	8 125,00
5 2	Escavação e carga de material de 2a categoria	m3	58500,00	1,90	111 150,00
5 3	Concreto ciclópico, preparo e lançamento de concreto fck 12 MPa usando-se brita, para muro vertedouro	m3	1123,00	114,63	128 729,49
5 4	Concreto simples, preparo e lançamento com consumo de 150kg/m3 usando-se brita, para regularização do base do creager	m3	68,00	100,98	6 866,64
5 5	Concreto estrutural armado, fck 15MPa, para lajes do fundo do canal e muros	m3	1567,00	150,06	235 144,02
5 6	Fornecimento e instalação de chumbadores de aço CA-50 com diâmetro = 32mm	m	1930,00	687,00	1 325 910,00
5 7	Execução de trantes com diâmetro = 32mm	m	936,00	12,07	11 297,52
5 8	Tubo para o sistema de drenagem	m	620,00	7,02	4 352,40
5 9	Juntas de vedação tipo Jeene	m	250,00	26,01	6 502,50
5 10	Reaterro compactado manualmente	m²	55,00	4,95	272,25
	<b>Total do Item 5</b>				<b>1 838 349,82</b>
<b>6 0</b>	<b>Tomada D'Água</b>				
6 1	Escavação manual de valas, material de 1a categoria, 1,50<H<3,00 m	m3	1 800,00	6,88	12 384,00
6 2	Escavação manual de valas, material de 2a categoria, 1,50<H<3,00 m	m3	150,00	10,32	1 548,00
6 3	Concreto estrutural com fck = 15MPa caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m3	95,00	150,06	14.255,70
6 4	Forma plana de madeira comum	m2	390,00	13,74	5 358,60
6 5	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50/60	m3	4 100,00	1,43	5 863,00
6 6	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento/ m3	m3	55,00	100,98	5 553,90
6 7	Reaterro compactado manualmente	m3	60,00	6,28	376,80
6 8	Fornecimento e assentamento de Junta de vedação Fungenband tipo Jeene	m2	25,00	26,01	650,25
6 9	Colocação de rocha na bacia de dissipação, inclusive, carga, transporte e descarga	m3	28,00	11,80	330,40
6 10	Fornecimento e montagem de Tubulações em FoFo com diâmetro de 600 mm para tomada d água	m	50,00	331,55	16.577,50
6 11	Fornecimento e montagem de Registro de acionamento direto, volante e by-pass com d=600mm	un	1,00	19 255,00	19 255,00
6 12	Fornecimento e montagem da Válvula borboleta completa, diâmetro de 600mm, com acionamento manual por volante	un	1,00	11 234,00	11 234,00
6 13	Fornecimento e montagem de Grade de aço de 1,50 x 2,00m e dispositivo de calagem, inclusive acessórios	un	1,00	840,00	840,00
	<b>Total do Item 6</b>				<b>94 227,16</b>
	<b>Total Geral</b>				<b>3 775 101,47</b>

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA B - CREAGER**



**RESUMO**

<b>ITEM</b>	<b>SERVICO</b>	<b>CUSTO TOTAL (R\$)</b>
10	Administração e Fiscalização	107 762,72
20	Serviços Preliminares	340 286,00
30	Barragem	1 269 461,06
40	Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação	44 874,70
50	Sangradouro	406 405,54
60	Tomada D'Água	94 227,15
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>2.263.017,17</b>

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA B - CREAGER**



Item	Especificação dos Serviços	Unid	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
<b>1 0</b>	<b>Administração e Fiscalização</b>				
1 1	Mobilização (1 5% de 2,3,4 , 5 e 6)	ud	1,0	32 328,82	32 328,82
1 2	Desmobilização (1.5% de 2,3,4,5 e 6)	ud	1,0	32 328,82	32 328,82
1 3	Divulgação (0 5% de 2,3,4 ,5 e 6)	ud	1,0	10 776,27	10 776,27
1 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras	ud	1,0	32 328,82	32 328,82
	<b>Total do Item 1</b>				<b>107 762,72</b>
<b>2 0</b>	<b>Serviços Preliminares</b>				
2 1	Caminhos de serviços com faixa de domínio de 6,0 m	km	4,00	1 398,00	5 592,00
2 2	Desmatamento e destocamento da área da barragem, sangradouro e empréstimos	ha	10,00	780,00	7 800,00
2 3	Expurgo na area da jazida com bota-fora de até 50m, medido no corte	m²	16 400,00	0,96	15 744,00
2 4	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	700,00	444,50	311 150,00
	<b>Total do Item 2</b>				<b>340 286,00</b>
<b>3 0</b>	<b>Barragem</b>				
3 1	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação	m³	17150,00	1,25	21 437,50
3 2	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 2a categoria da fundação	m³	7400,00	1,90	14 060,00
3 3	Escavação carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação com rebaixamento do lençol freático	m³	4500,00	3,63	16 335,00
3 4	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (jazidas)	m³	247130,00	1,25	308 912,50
3 5	Compactação em solo	m²	247130,00	0,90	222 417,00
3 6	Escavação carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (areia)	m³	12500,00	1,01	12 625,00
3 7	Filtro horizontal em barragens	m²	7600,00	5,25	39 900,00
3 8	Filtro vertical em barragens	m²	4900,00	4,72	23 128,00
3 9	Brita produzida para transição	m³	1300,00	14,24	18 512,00
3 10	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora ate 300m de material de 3a categoria (enrocamento e transição)	m³	7500,00	1,11	8 325,00
3 11	Rip-Rap e enrocamento de pé	m³	6200,00	11,80	73 160,00
3 12	Espalhamento e compactação de transição	m²	1300,00	6,22	8 086,00
3 13	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	222 417,00	0,93	206 847,81
3 14	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante (areia)	m³xkm	187 500,00	0,93	174 375,00
3 15	Transporte de material de 3a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	4 125,00	1,11	4 578,75
3 16	Regularização de taludes	m²	33200,00	1,55	51 460,00
3 17	Revestimento de coroamento com pedrisco ou cascalho, inclusive extração, medido no terreno, e=0,20 m	m²	830,00	1,81	1 502,30
3 18	Planto de grama no taluda de jusante	m²	26560,00	1,59	42 230,40
3 19	Meio-fio de concreto simples	m	1520,00	14,19	21 568,80
	<b>Total do Item 3</b>				<b>1.269.461,06</b>
<b>4 0</b>	<b>Tratamento e injeção da Rocha de Fundação (Barragem e Sangradouro)</b>				
4 1	Preparo limpeza e tratamento superficial das áreas da fundação em rocha	m²	7815,00	3,38	26 414,70
4 2	Perfuração com equipamento rotativo diametro BX	m	480,00	29,35	14 088,00
4 3	Fornecimento de cimento e aplicação de injeção para impermeabilização da rocha de	kg	4800,00	0,39	1 872,00
4 4	Ensaio de perda d'água	ud	50,00	50,00	2 500,00
	<b>Total do Item 4</b>				<b>44 874,70</b>



**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA B - CREAGER**



Item	Especificação dos Serviços	Unid	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
<b>5 0</b>	<b>Sangradouro</b>				
5 1	Escavação , carga, descarga e transporte de material de 1a categoria	m³	13 000,00	1,25	16 250,00
5 2	Escavação, carga, descarga e transporte de material de 2a categoria	m³	39.500,00	1,90	75 050,00
5 3	Concreto para regularização, com consumo de 150 kg de cimento por m3	m³	78 846,00	1,11	87 519,06
5 4	Concreto ciclópico, preparo e lançamento , com fck = 12 MPa, usando-se brita, para o muro vertedouro	m³	450,00	100,98	45 441,00
5 5	Concreto estrutural com fck = 15MPa, para os muros laterais e lajes	m³	868,00	150,06	130.252 08
5 6	Forma plana de madeira comum	m²	2 040,00	13,74	28 029,60
5 7	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50	kg	13 020,00	1,43	18 618,60
5 8	Fornecimento e assentamento de Junta de Vedação tipo Jeene	m	195,00	26,01	5 071,95
5 9	Reaterro compactado manualmente	m³	35,00	4,95	173,25
	<b>Total do Item 5</b>				<b>406.405,54</b>
<b>6 0</b>	<b>Tomada D'Água</b>				
6 1	Escavação manual de valas, material de 1a categoria, 1,50<H<3,00 m	m³	1 800,00	6,88	12 384,00
6 2	Escavação manual de valas, material de 2a categoria, 1,50<H<3,00 m	m³	150,00	10,32	1 548,00
6 3	Concreto estrutural com fck = 15MPa caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m³	95,00	150,06	14.255,70
6 4	Forma plana de madeira comum	m²	390,00	13,74	5 358,60
6 5	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50/60	kg	4 100,00	1,43	5 863,00
6 6	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento/ m3	m³	55,00	100,98	5 553,90
6 7	Reaterro compactado manualmente	m³	60,00	6,28	376,80
6 8	Fornecimento e assentamento de Junta de vedação Fungenband tipo Jeene	m	25,00	26,01	650,25
6 9	Colocação de rocha na bacia de dissipação, inclusive, carga, transporte e descarga	m³	28,00	11,80	330,40
6 10	Fornecimento e montagem de Tubulações em FoFo com diâmetro de 600 mm para tomada d água	m	50,00	331,55	16 577,50
6 11	Fornecimento e montagem de Registro de acionamento direto, volante e by-pass com d=600mm	ud	1,00	19.255,00	19 255,00
6 12	Fornecimento e montagem da Válvula borboleta completa, diâmetro de 600mm, com acionamento manual por volante	ud	1,00	11 234,00	11.234,00
6 13	Fornecimento e montagem de Grade de aço de 1,50 x 2,00m e dispositivo de calagem, inclusive assessorios	ud	1,00	840,00	840,00
	<b>Total do Item 6</b>				<b>94 227,16</b>
	<b>Total Geral</b>				<b>2 263 017,17</b>



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA C - LABIRINTO**

**RESUMO**

ITEM	SERVICO	CUSTO TOTAL (R\$)
1 0	Administração e Fiscalização	109 148,47
2 0	Serviços Preliminares	340 286,00
3 0	Barragem	1 207 059,29
4 0	Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação	44 874,70
5 0	Sangradouro	496 522,21
6 0	Tomada D'Água	94 227,15
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>2.292.117,82</b>

000051

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA C - LABIRINTO**



KL SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.

Item	Especificação dos Serviços	Unid	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
1 0	<b>Administração e Fiscalização</b>				
1 1	Mobilização (1.5% de 2 3 4 5 e 6)	ud	1 00	32 744,54	32 744,54
1.2	Desmobilização (1.5% de 2,3 4 5 e 6)	ud	1 00	32 744,54	32 744,54
1 3	Divulgação (0.5% de 2 3 4 5 e 6)	ud	1 00	10 914,85	10 914,85
1 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras	ud	1 00	32 744,54	32 744,54
	<b>Total do Item 1</b>				<b>109 148,47</b>
2 0	<b>Serviços Preliminares</b>				
2 1	Caminhos de serviços com faixa de domínio de 6 0 m	km	4 00	1 398 00	5 592 00
2.2	Desmatamento e destocamento da área da barragem sangradouro e empréstimos	ha	10 00	780,00	7 800 00
2 3	Expurgo na área da jazida com bota-fora de até 50m medido no corte	m³	16 400 00	0 96	15 744 00
2 4	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	700 00	444 50	311 150 00
	<b>Total do Item 2</b>				<b>340 286,00</b>
3 0	<b>Barragem</b>				
3 1	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação	m³	16 292 50	1,25	20 365 63
3 2	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 2a categoria da fundação	m³	7 030 00	1 90	13 357 00
3 3	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria da fundação com rebaxamento do lençol freático	m³	4 500,00	3,63	16 335,00
3 4	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (jazidas)	m³	234 773 50	1 25	293 466 88
3 5	Compactação em solo	m³	234 773 50	0 90	211 296 15
3 6	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1a categoria (areia)	m³	11 875,00	1 01	11 993 75
3 7	Filtro horizontal em barragens	m³	7 220 00	5 25	37 905 00
3 8	Filtro vertical em barragens	m³	4 655,00	4 72	21 971 60
3 9	Brita produzida para transição	m³	1.235 00	14,24	17 586 40
3 10	Escavação carga transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 3a categoria (enrocamentos e transição)	m³	7 125,00	1,11	7 908,75
3 11	Rip-Rap e enrocamento de pé	m³	5 890,00	11 80	69 502 00
3 12	Espalhamento e compactação de transição	m³	1 235 00	6 22	7 681 70
3 13	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	211 296,00	0 93	196 505,28
3 14	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante (areia)	m³xkm	178 125 00	0 93	165 656,25
3 15	Transporte de material de 3a categoria utilizando-se caminhão basculante	m³xkm	3 920,00	1 11	4.351,20
3 16	Regularização de taludes	m²	31 540,00	1,55	48 887,00
3 17	Revestimento de coroamento com pedrisco ou cascalho inclusive extração medido no terreno e=0,20 m	m²	803 00	1 81	1 453 43
3 18	Plantio de grama no talude de jusante	m²	25 232,00	1,59	40 118,88
3 19	Meio-fio de concreto simples	m	1 460 00	14,19	20 717 40
	<b>Total do Item 3</b>				<b>1 207 059,29</b>
4 0	<b>Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação (Barragem e Sangradouro)</b>				
4 1	Preparo limpeza e tratamento superficial das áreas da fundação em rocha	m²	7 815 00	3 38	26 414 70
4 2	Perfuração com equipamento rotativo diametro BX	m	480 00	29,35	14 088 00
4 3	Fornecimento de cimento e aplicação de injeção para impermeabilização da rocha de fundação	kg	4 800,00	0,39	1 872,00
4 4	Ensaio de perda d'água	ud	50 00	50,00	2 500 00
	<b>Total do Item 4</b>				<b>44.874,70</b>
5 0	<b>Sangradouro</b>				
5 1	Escavação carga descarga e transporte de material de 1a categoria	m³	45.200 00	1 90	85 880 00
5 1	Escavação carga descarga e transporte de material de 2a categoria	m³	68 879 00	1,25	86 098 75
5 3	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento por m3	m³	445,00	100,98	44 936,10
5 4	Concreto estrutural com fck = 15MPa	m³	1 189,00	150 06	178 421,34
5 4	Forma plana de madeira comum	m²	3 015,00	13,74	41 426,10
5 5	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50	kg	40 130 00	1 43	57 385,90
5 6	Fornecimento e assentamento de Junta de Vedação tipo Jeene	m	77 00	26 01	2 002,77
5 7	Reaterro compactado manualmente	m³	75 00	4 95	371,25
	<b>Total do Item 5</b>				<b>496.522,21</b>

**PLANILHA ORÇAMENTÁRIA  
BARRAGEM MALCOZINHADO  
ALTERNATIVA C - LABIRINTO**

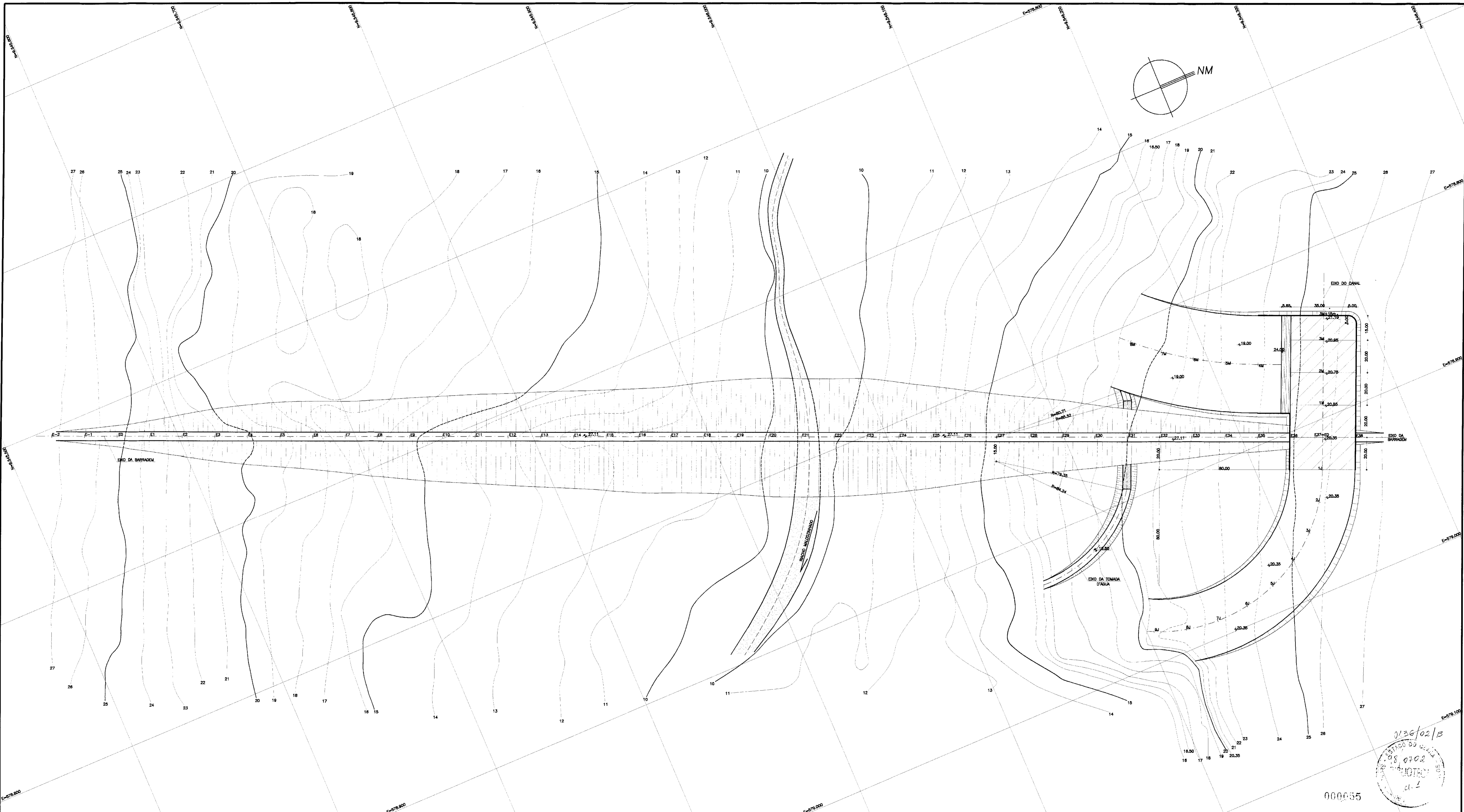


Item	Especificação dos Serviços	Unid	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
6 0	Tomada D'Água				
6 1	Escavação manual de valas material de 1a categoria 1.50<H<3.00 m	m³	1 800,00	6,88	12 384,00
6 2	Escavação manual de valas material de 2a categoria 1.50<H<3.00 m	m³	150,00	10,32	1 548,00
6 3	Concreto estrutural com fck = 15MPa caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m³	95,00	150,06	14 255,70
6 4	Forma plana de madeira comum	m²	390,00	13,74	5 358,60
6 5	Fornecimento preparo e colocação de aço CA-50/60	kg	4 100,00	1,43	5 863,00
6 6	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento/ m3	m³	55,00	100,98	5 553,90
6 7	Reaterro compactado manualmente	m³	60,00	6,28	376,80
6 8	Fornecimento e assentamento de Junta de vedação Fungenband tipo Jeene	m	25,00	26,01	650,25
6 9	Colocação de rocha na bacia de dissipação, inclusive carga transporte e descarga	m³	28,00	11,80	330,40
6 10	Fornecimento e montagem de Tubulações em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 600 mm para tomada d água	m	50,00	331,55	16 577,50
6 11	Fornecimento e montagem de Registro de acionamento direto, volante e by-pass com d=600mm	ud	1,00	19 255,00	19 255,00
6 12	Fornecimento e montagem da Válvula borboleta completa, diâmetro de 600mm com acionamento manual por volante	ud	1,00	11 234,00	11 234,00
6 13	Fornecimento e montagem de Grade de aço de 1,50 x 1,20m e dispositivo de calagem, inclusive assessorios	ud	1,00	840,00	840,00
	<b>Total do Item 6</b>				<b>94 227,16</b>
	<b>Total Geral</b>				<b>2 292 117,82</b>



**DESENHOS**

000054

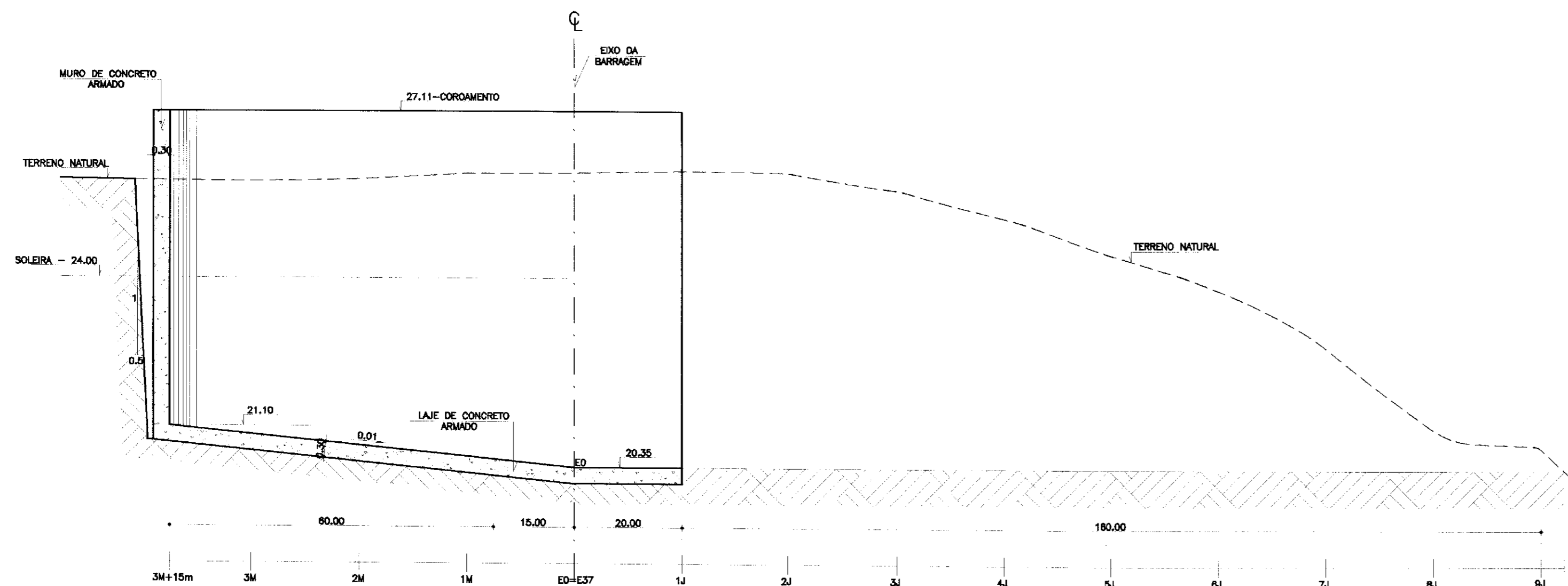


0136/02/B  
 08 0702  
 01-1  
 000055

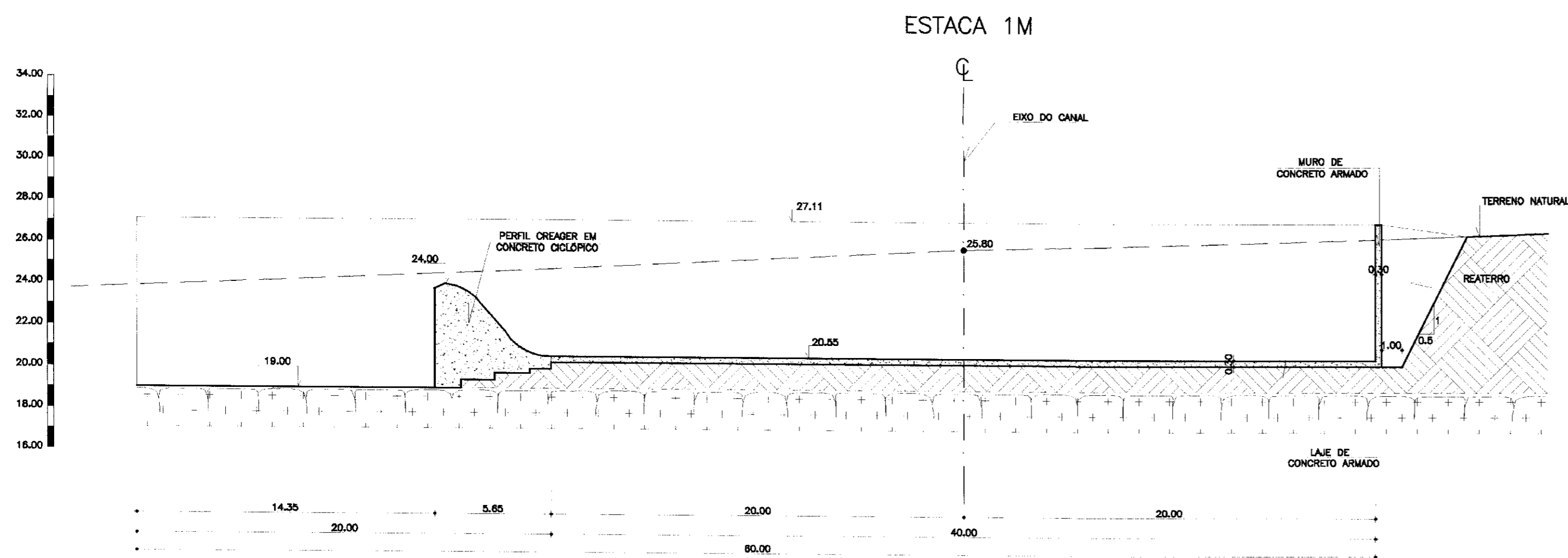
LEGIENDA	NOTAS	DESENHOS DE REFERENCIA

REVISÕES			
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

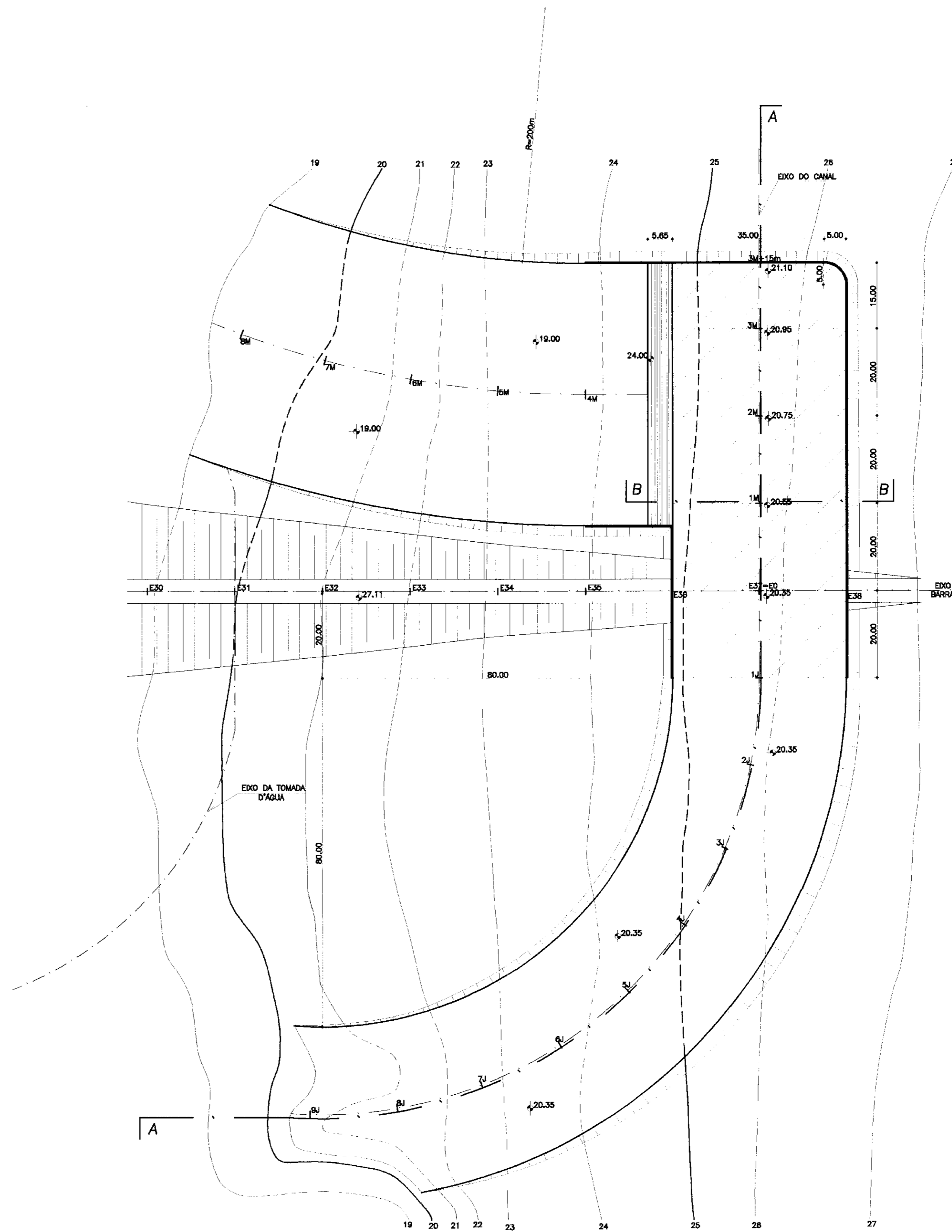
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO			
ARQUIVO: KLS/CANAL/LOW	<b>ARRANJO GERAL</b> ALTERNATIVA A - CANAL LATERAL		DESINHA: ROSA
VISTO: VERIF.: APROVO:	ESCALA: 1/1.000		DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO / 07
KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA. <b>KL</b>		N.º DO DESENHO: 01/07	REV. 1 0



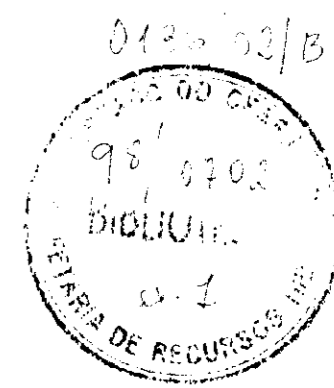
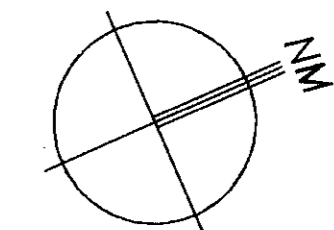
PERFIL LONGITUDINAL  
(CORTE AA)  
ESCALA HOR. 1/750  
VER. 1/75



SEÇÃO TRANSVERSAL  
(CORTE BB)  
ESCALA 1/200

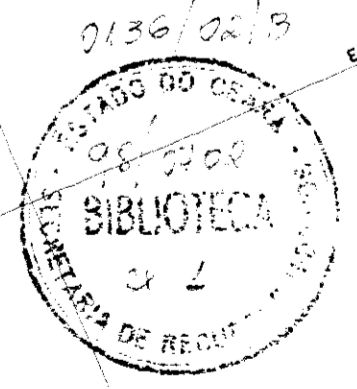
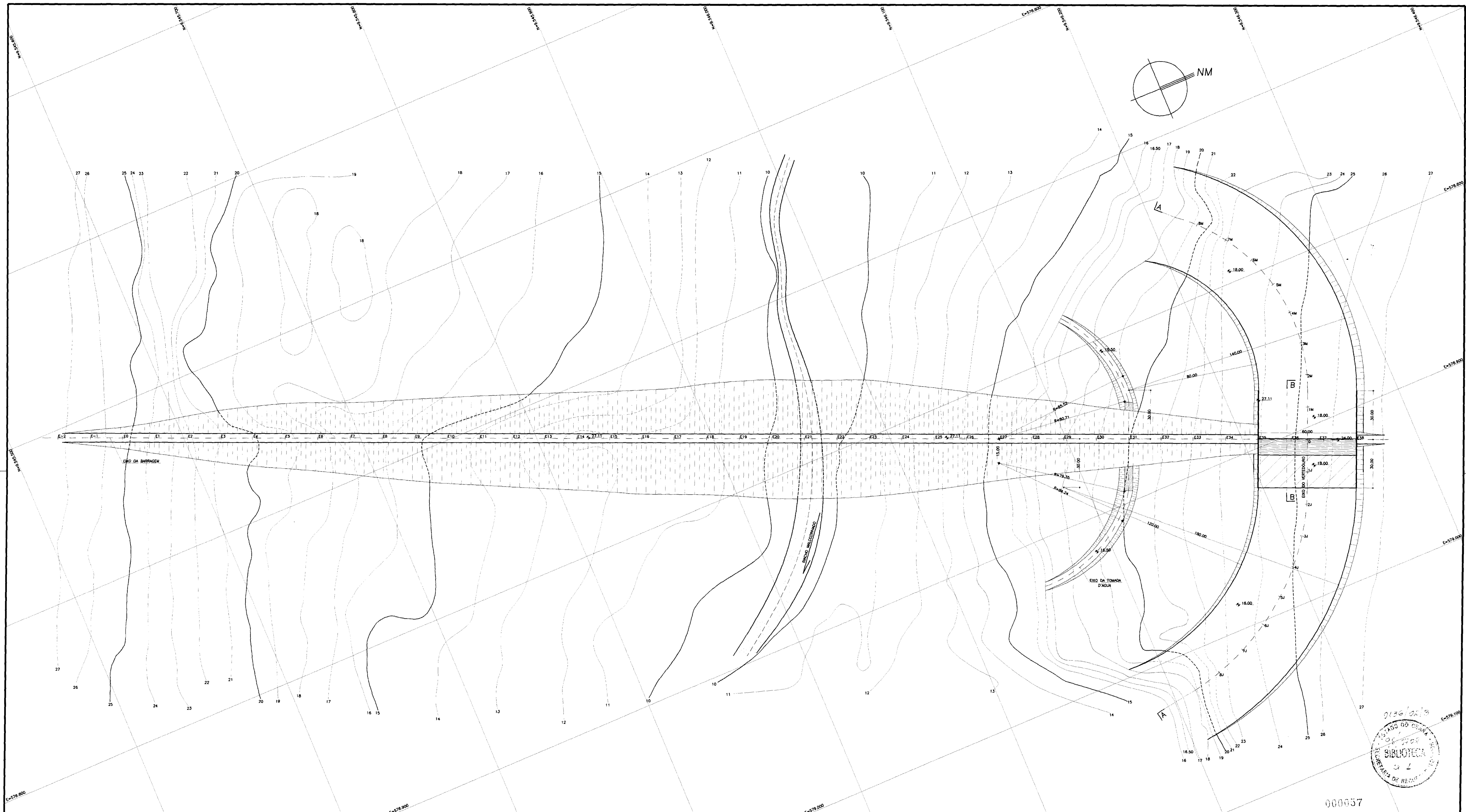


PLANTA  
ESCALA 1/750



000056

LEGENDA	NOTAS	DESENHOS DE REFERÊNCIA -01/07	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO
			Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	
			ARQUIVO: K:\SANGRADOURO.DWG DESENHO: ROSA VISTO: 98/07/03 DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO/07 VERIF.: INDICADA ESCALA: INDICADA APROVO: Nº DO DESENHO: 02/07			



000037

LEGENDA
---------

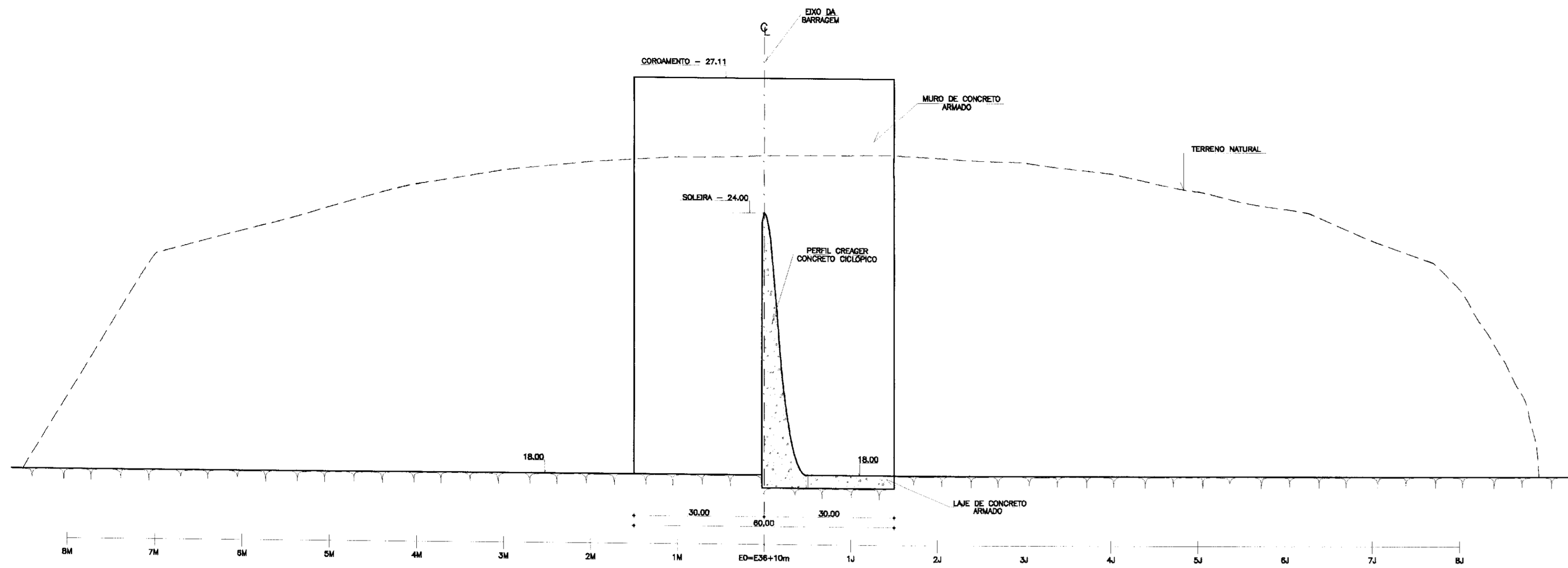
NOTAS
-------

DESENHOS DE REFERÊNCIA
------------------------

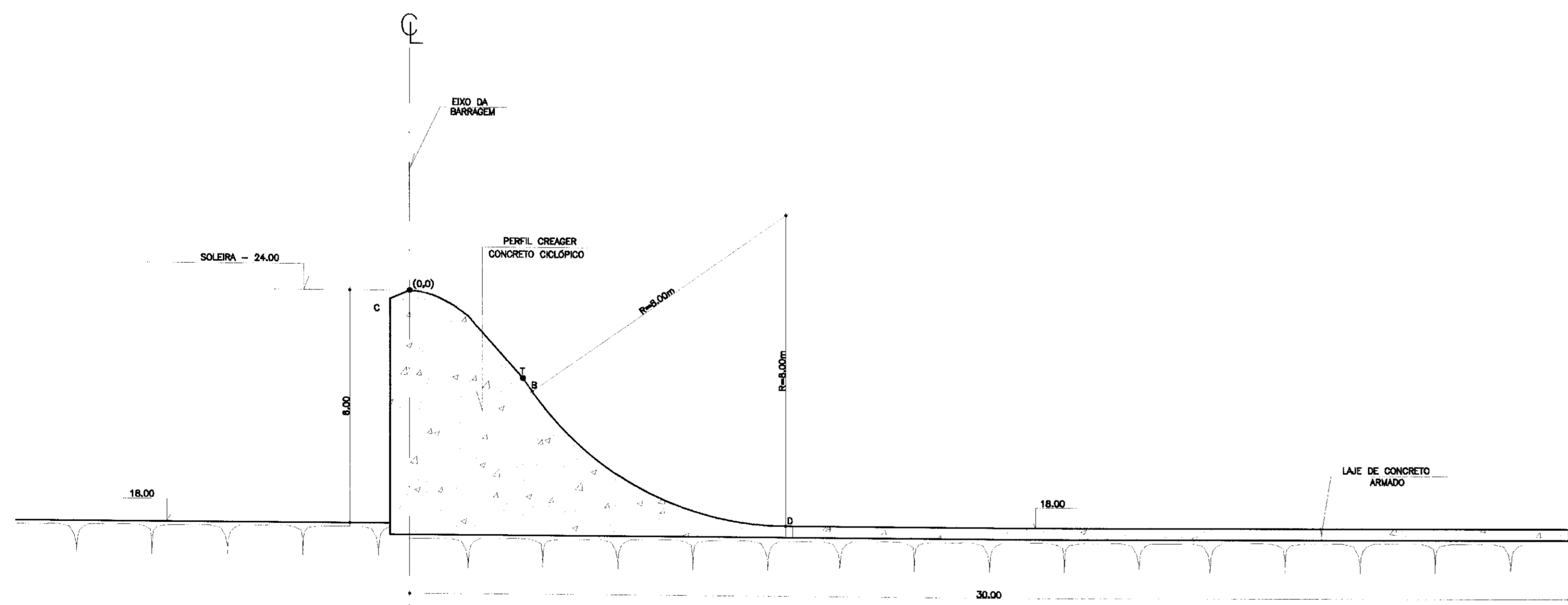
REVISÕES			
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO	
DESENHO: KL/PL-CREAGER.DWG VISTO: VERIF.: APROVO:	<b>ARRANJO GERAL</b> <b>ALTERNATIVA B - CREAGER</b> ESCALA: 1/1.000 DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO / 87 Nº DO DESENHO: 03/07

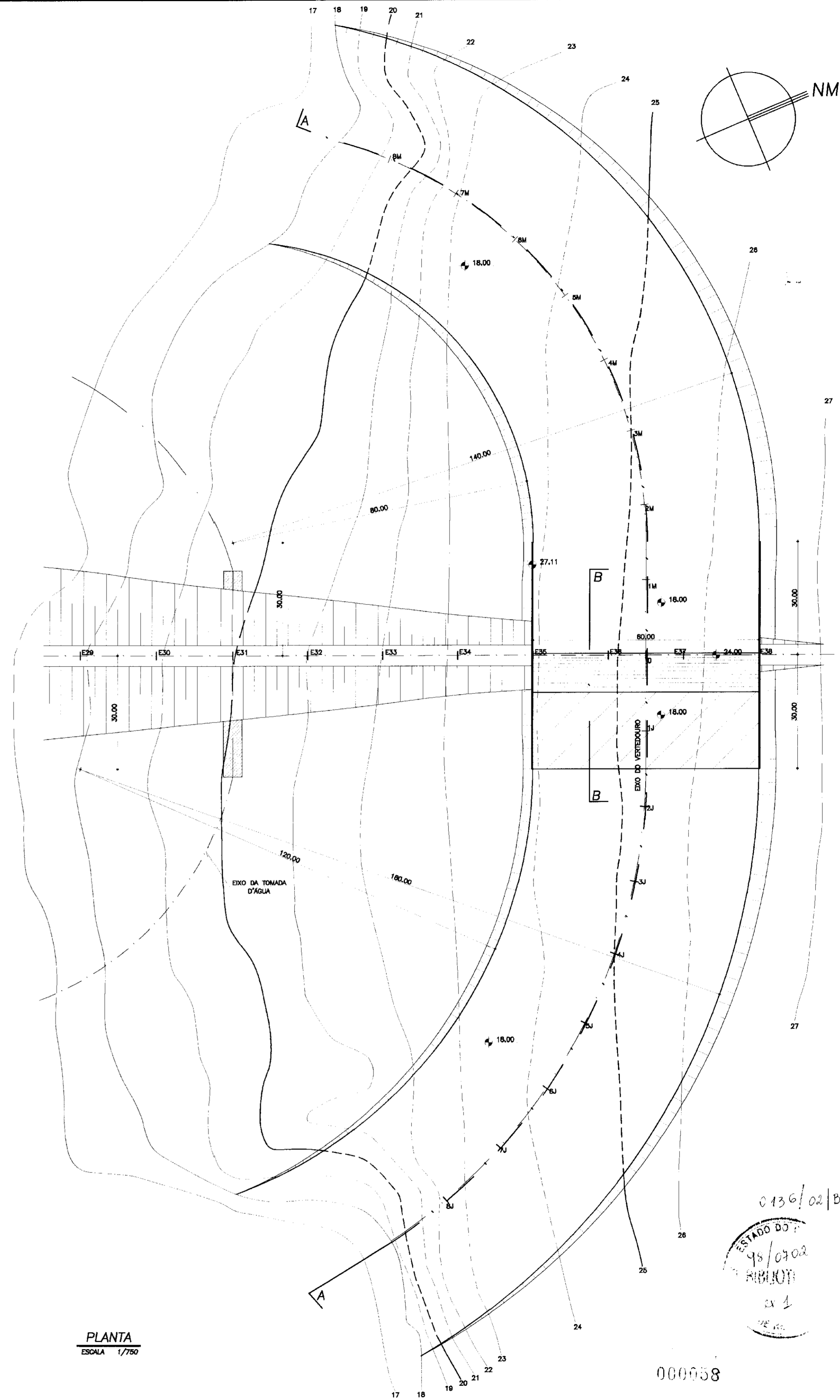




PERFIL LONGITUDINAL  
(CORTE AA)  
ESCALA HOR. 1/750  
VER. 1/75



PERFIL TRANSVERSAL  
CORTE BB  
ESCALA 1/100

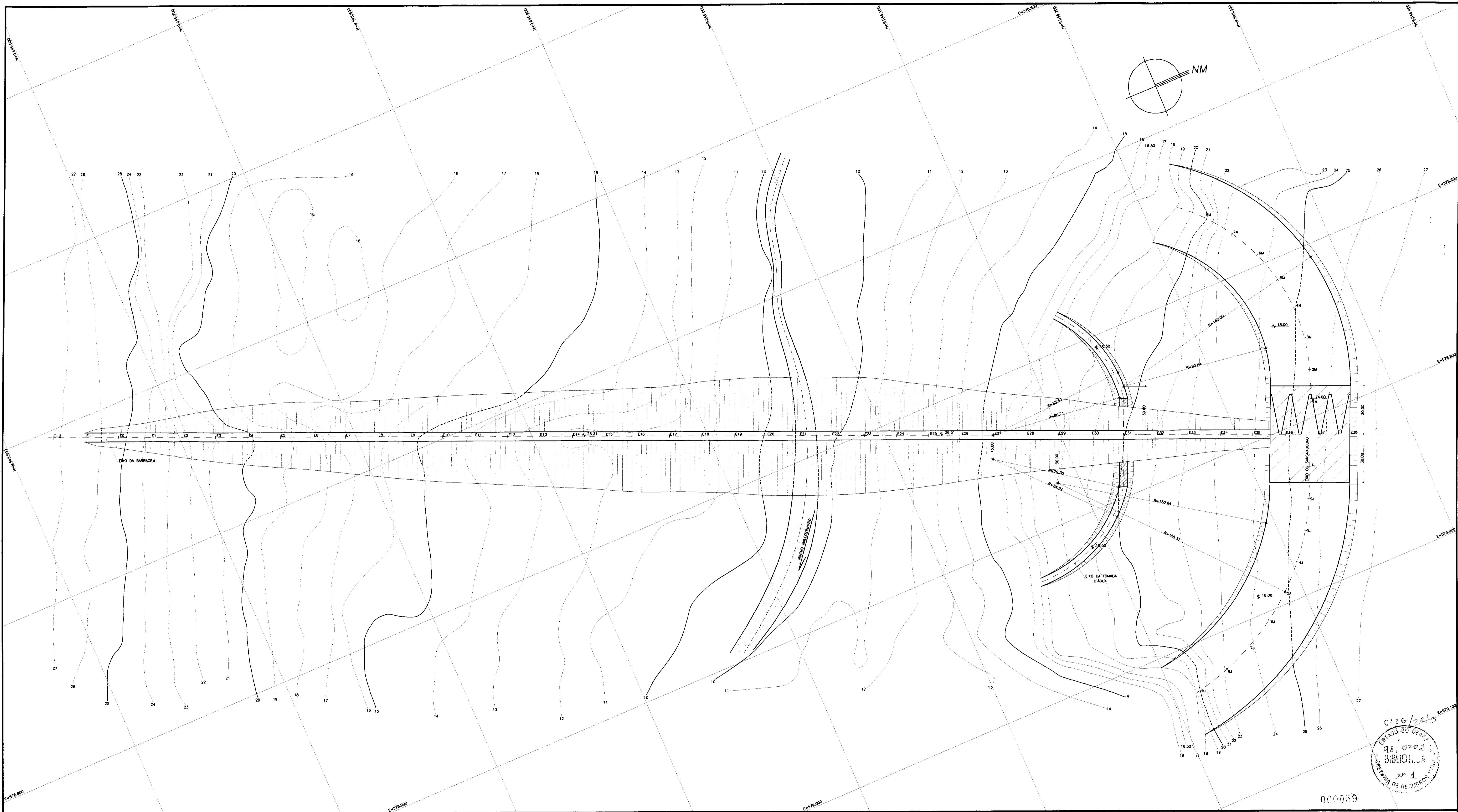


PLANTA  
ESCALA 1/750

000038

0136/02/B  
ESTADO DO  
CEARÁ  
SECRETARIA DE  
RECURSOS HÍDRICOS  
PROURB/CE

LEGENDA	NOTAS	DESENHOS DE REFERÊNCIA - 03/07	REVISÕES				GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE	
			Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVADO	PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO	
			ARQUIVO: KL/CREAGER/DWG		DESENHO: ROSA		DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO / 07	
			VERIFICADO: INDICADA		ESCALA: INDICADA		REVISÃO: 0	
			APROVADO:		Nº DO DESENHO: 04/07		KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA. KL	



0130/0213  
 ESTADO DO CEARÁ  
 98.0702  
 BIBLIOTECA  
 SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS

000059

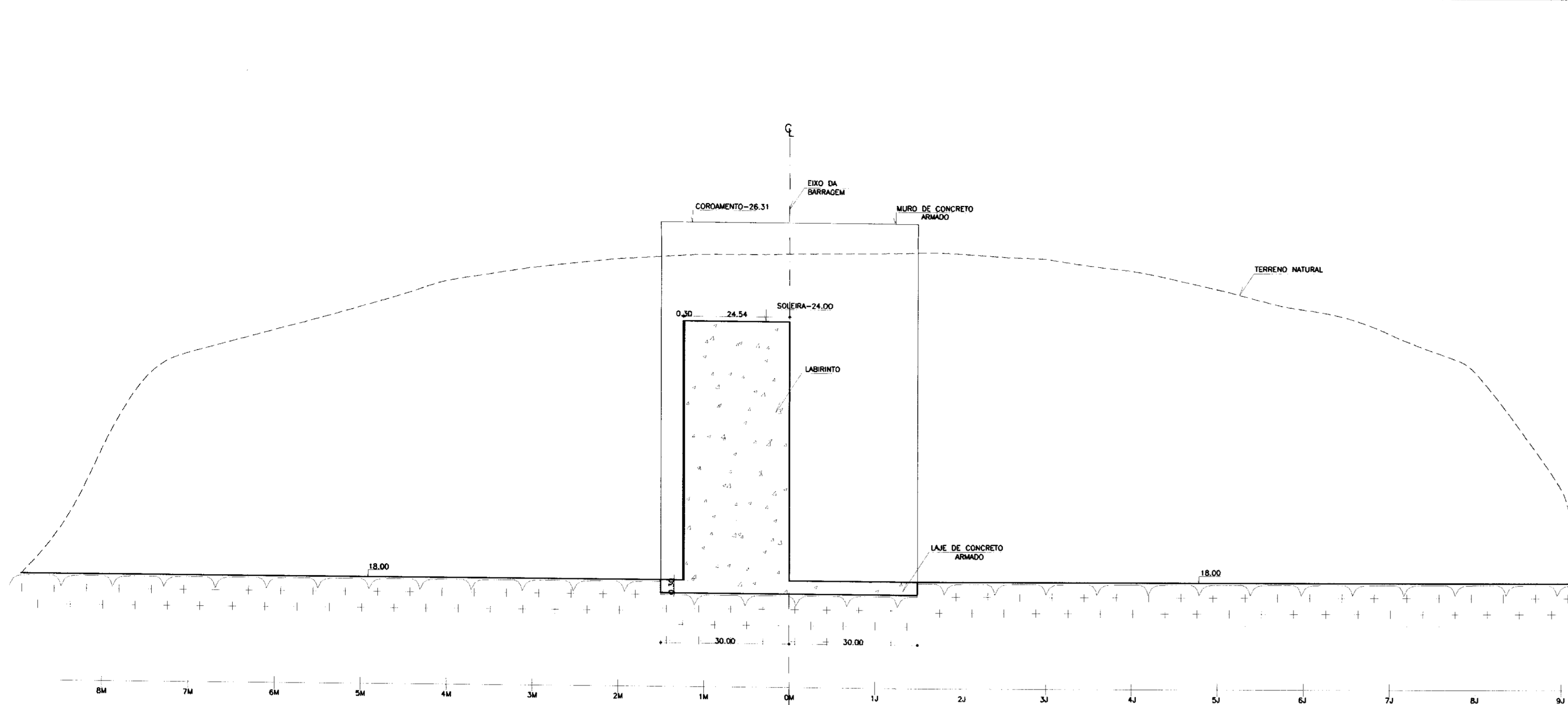
LEGENDA

NOTAS

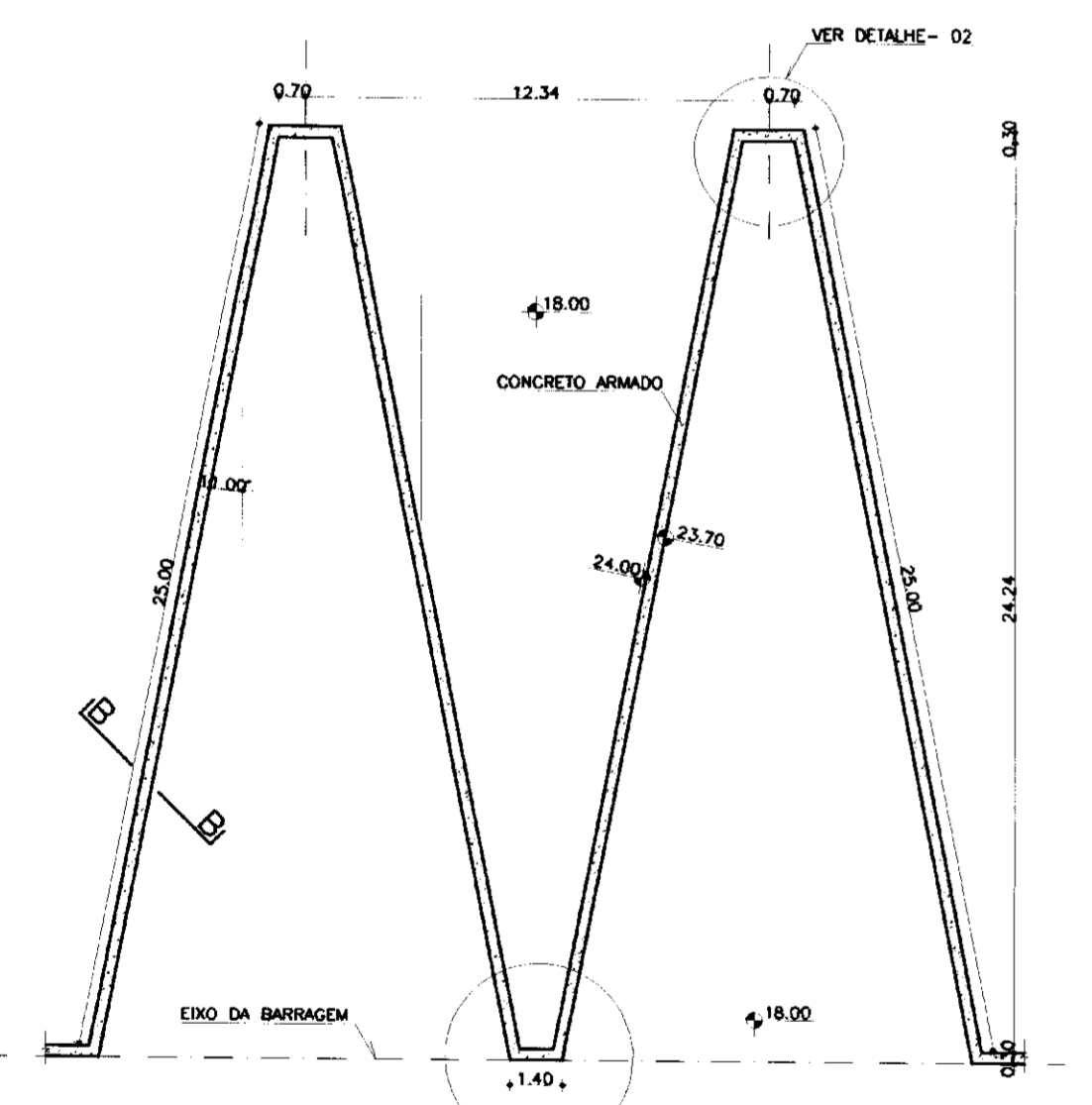
DESENHOS DE REFERÊNCIA

REVISÕES		
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA

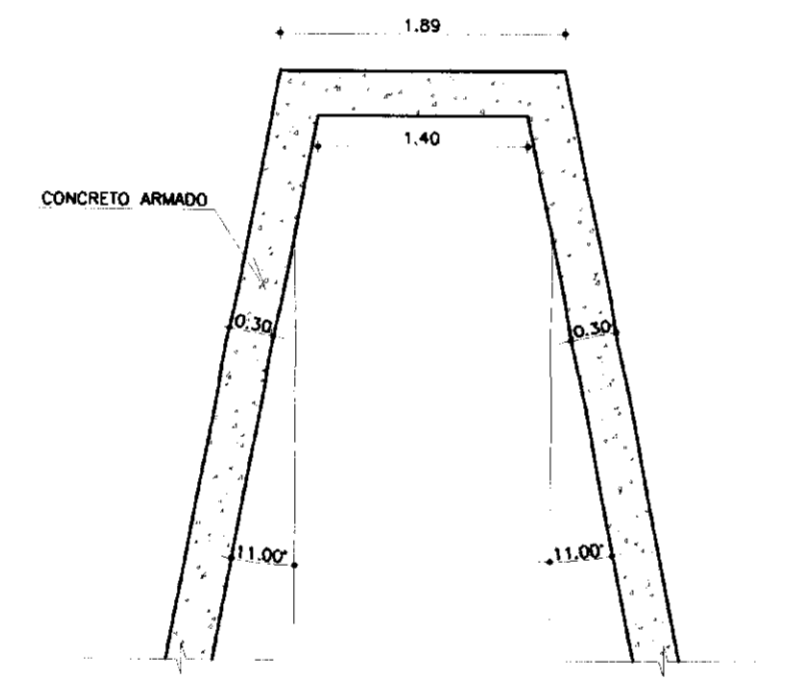
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE	
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO	
PROJETO: KLA/PL-LABIRINTO.DWG	DESENHO: KATYA
DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO/ 97	REVIZÃO: 0
ESCALA: 1/1.000	Nº DO DESENHO: 05/07
K.L. SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA. KL	



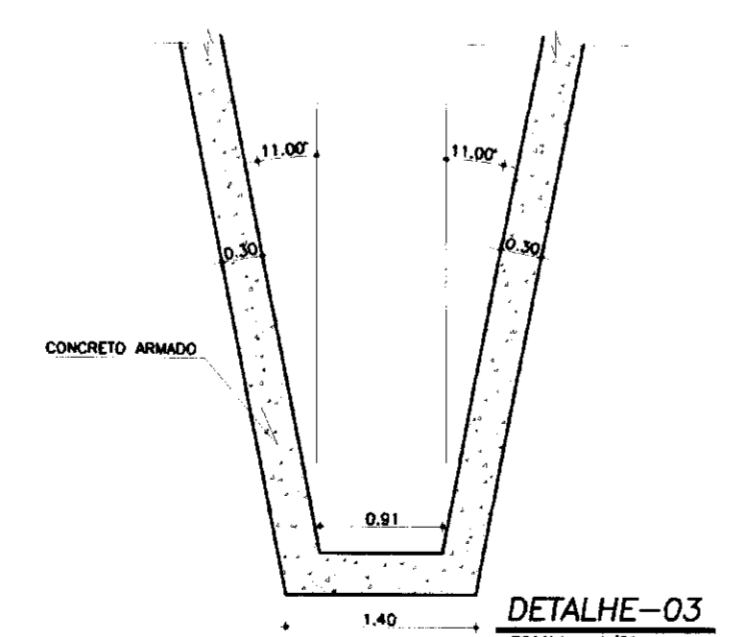
PERFIL LONGITUDINAL  
(CORTE AA)  
ESCALA HOR: 1/750  
VER: 1/75



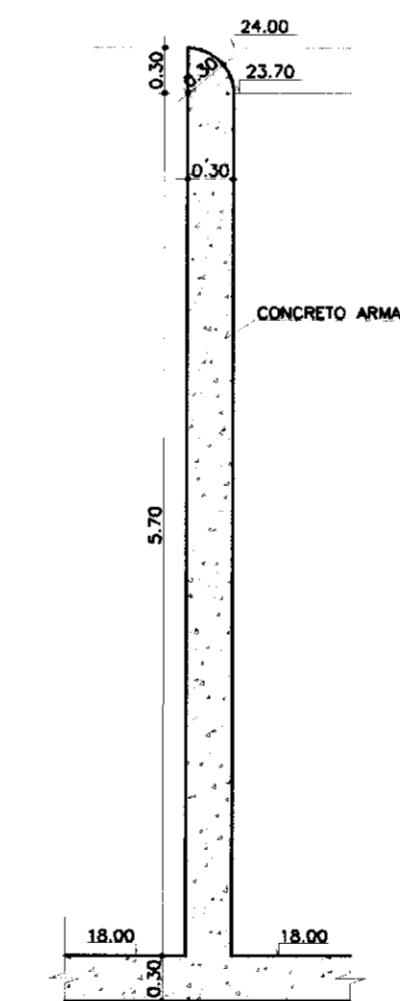
DETALHE-01  
ESCALA 1/200



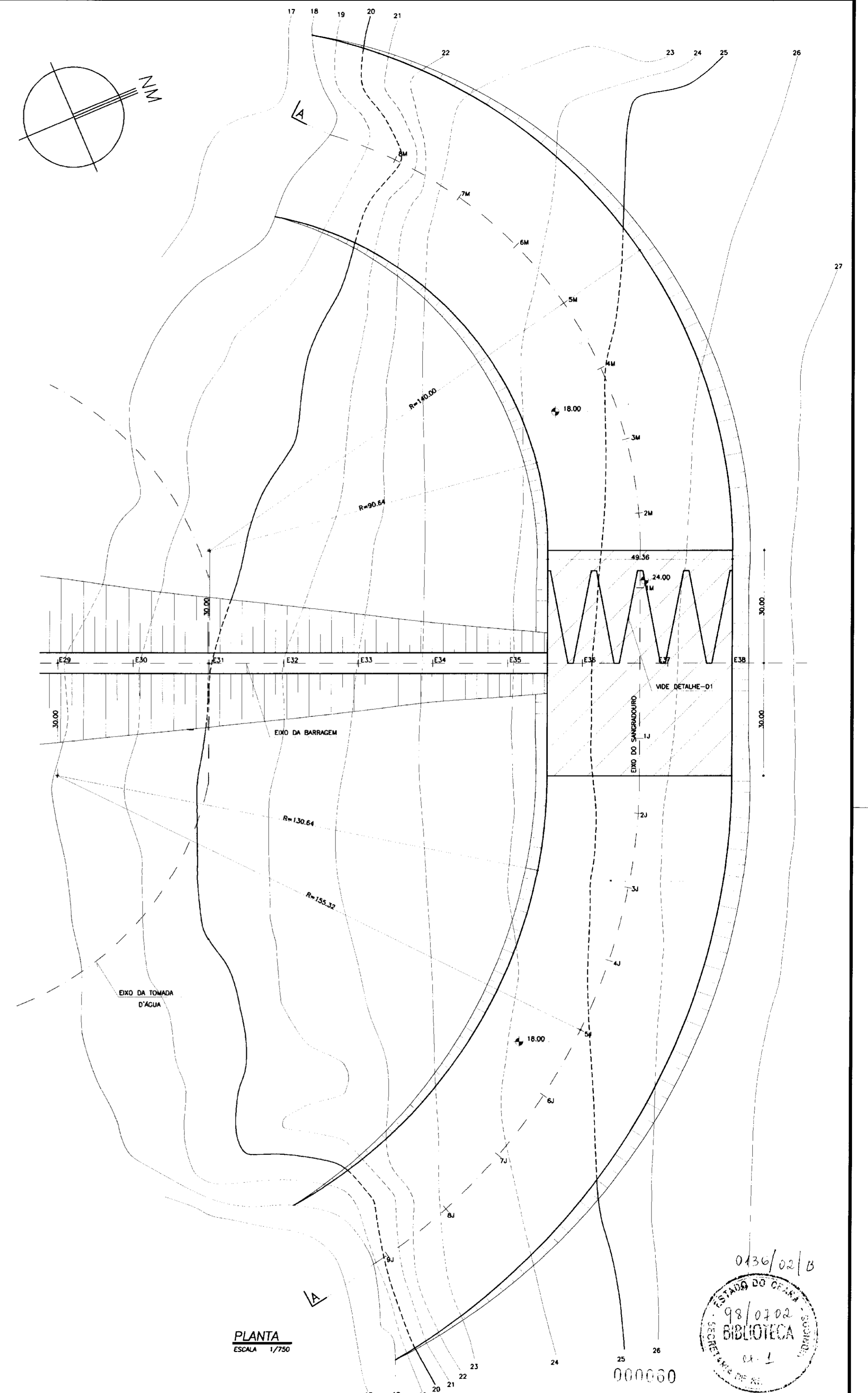
DETALHE-02  
ESCALA 1/50



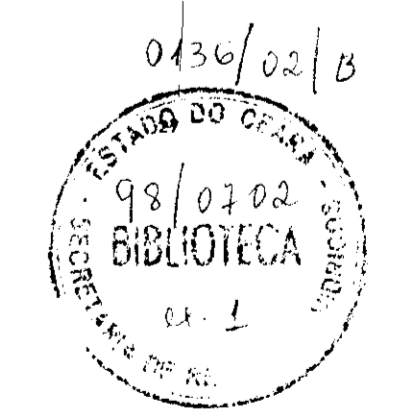
DETALHE-03  
ESCALA 1/50



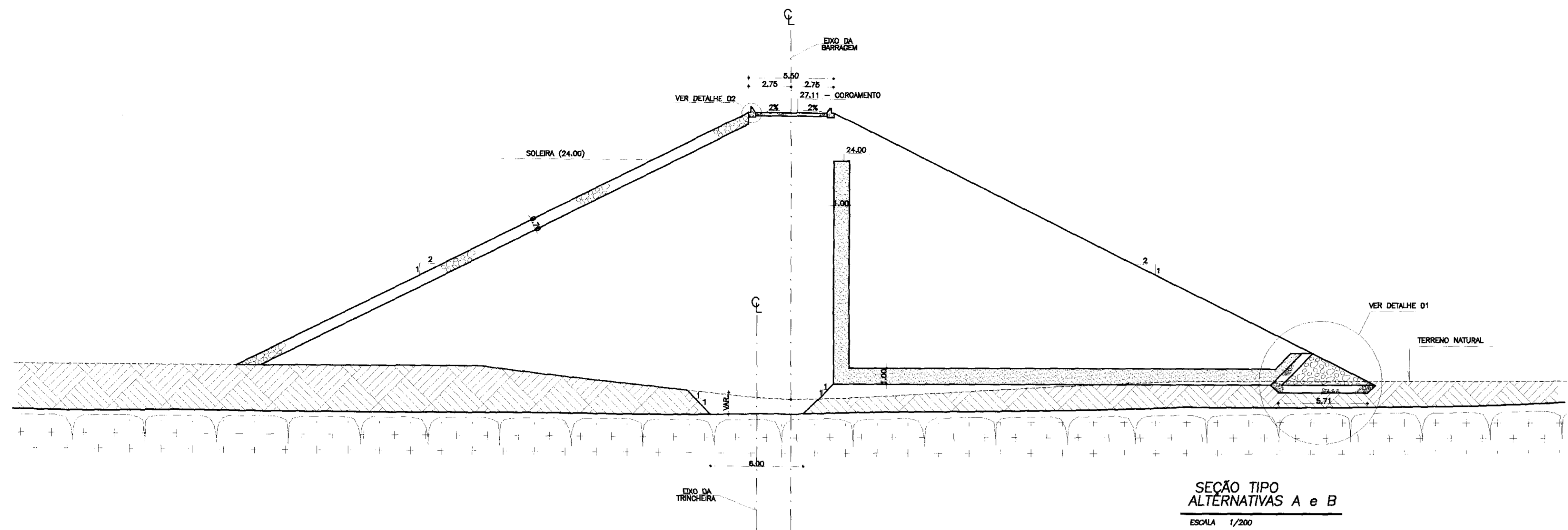
CORTE BB  
ESCALA 1/50



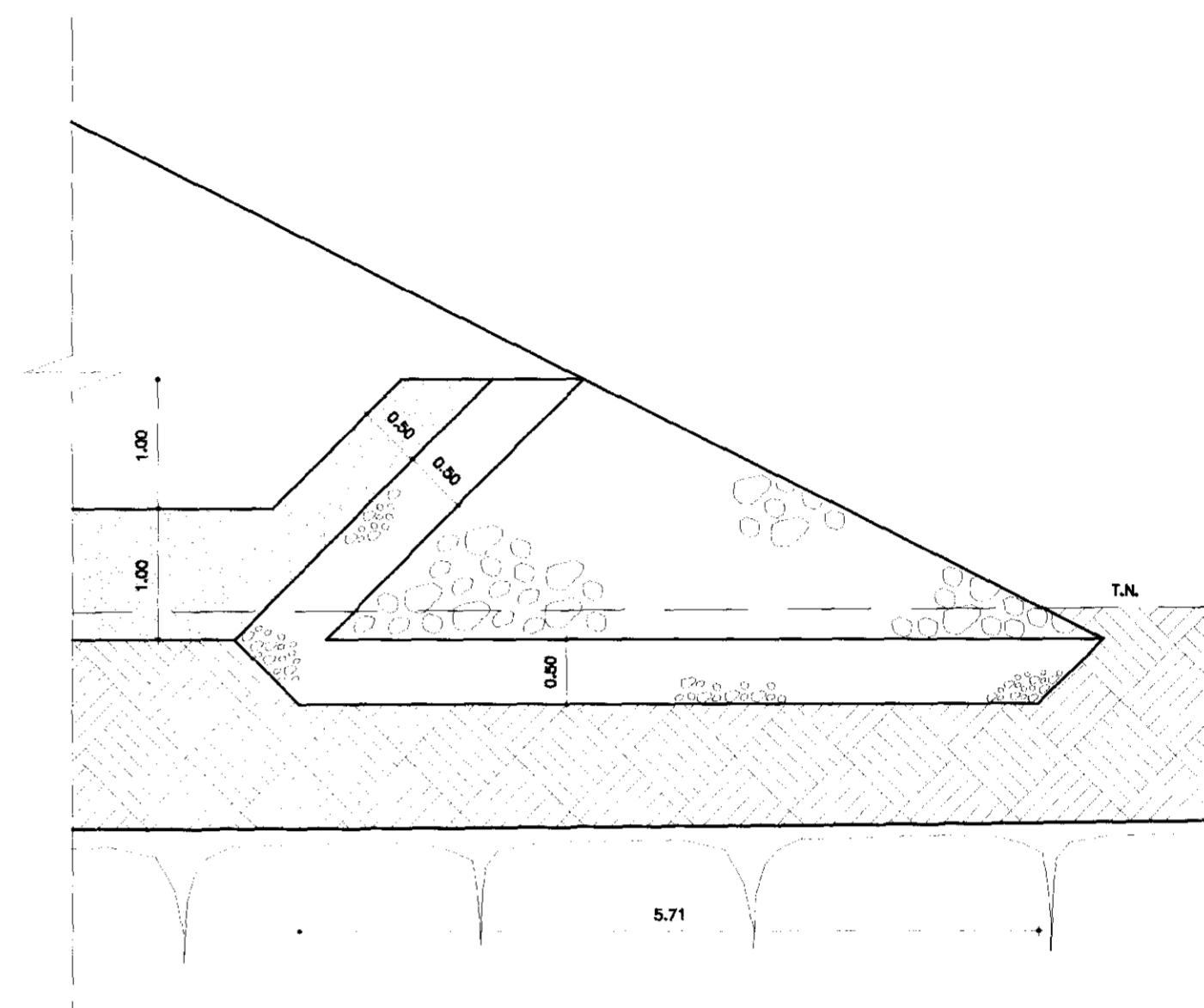
PLANTA  
ESCALA 1/750



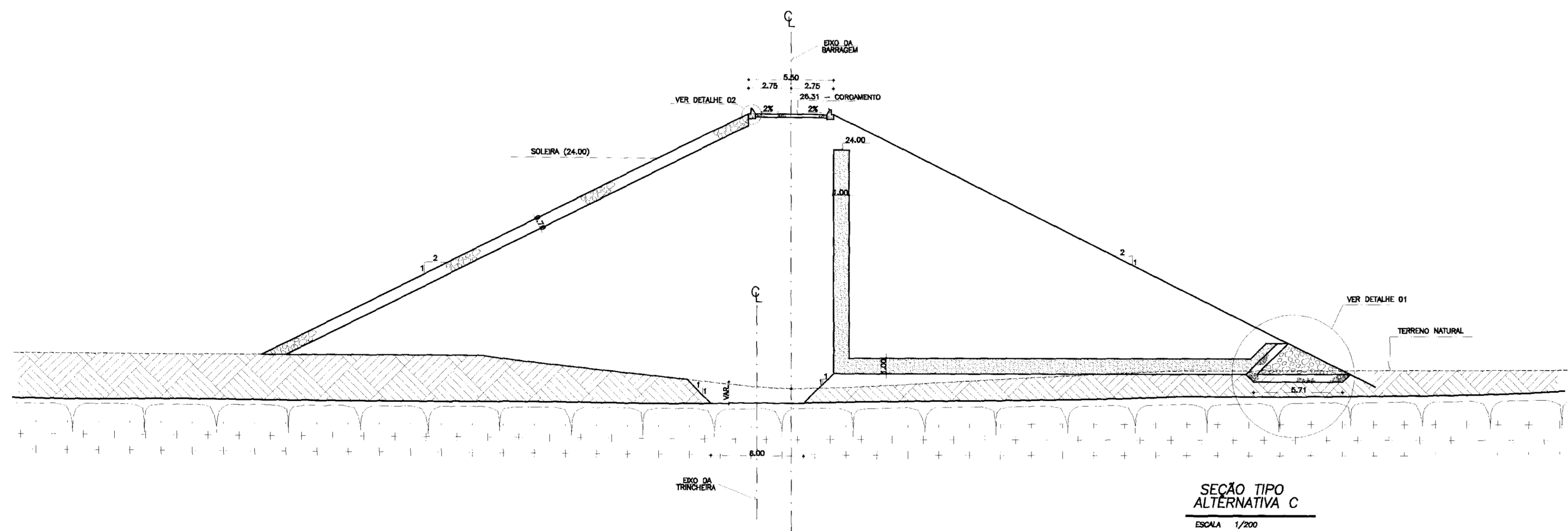
LEGENDA	NOTAS	DESENHOS DE REFERÊNCIA - 05/07	REVISÕES			GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO
			N	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	
						ARQUIVO: KLA/SANGRAO-LAB.DWG VISTO: VERIF.: APROVO:
						DESENHO: KATYA DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO/97 ESCALA: INDICADA Nº DO DESENHO: 06/07



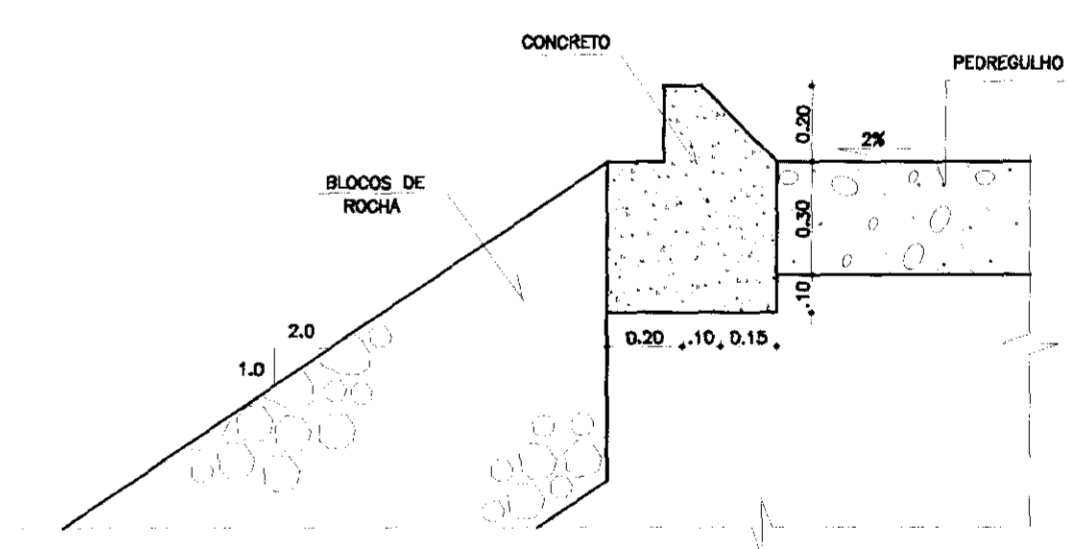
SEÇÃO TIPO  
ALTERNATIVAS A e B  
ESCALA 1/200



DETALHE 01  
ESCALA 1/50



SEÇÃO TIPO  
ALTERNATIVA C  
ESCALA 1/200



DETALHE 02  
ESCALA 1/20

0136/02/3  
ESTADO DO CEARÁ  
98/0702  
PROURB/CE  
a.2  
DE K.L.

000001

LEGENDA	
	- AREIA
	- BRITA
	- BLOCOS DE ROCHA
	- TERRENO NATURAL
	- ROCHA

NOTAS	

DESENHOS DE REFERÊNCIA	
- 03/07	

REVISÕES			
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA	APROVO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ -PROURB/CE PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM MALCOZINHADO			
ARQUIVO: K.L./SEÇÃO TIPO/DIV VISTO: VERF.: APROVO:	SEÇÃO TIPO ALTERNATIVAS A, B e C		DESENHO: ROSA DATA DE EMISSÃO: SETEMBRO / 07 ESCALA: INDICADA Nº DO DESENHO 07/07
K.L. - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA. <b>KL</b>			