

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 III RELATÓRIO GERAL

Volume 2 Memoria de Cálculo

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 III - RELATÓRIO GERAL
VOLUME 2 - MEMORIA DE CÁLCULO

REVISADO CONFORME 14º RELATÓRIO
DE SEGURANÇA DE BARRAGEM

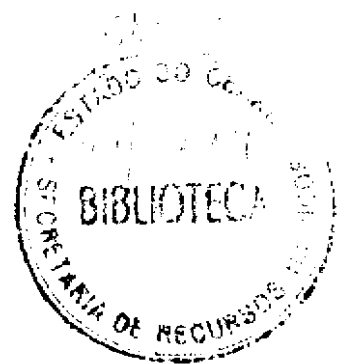
Lote 01384 - Prep () Scan () Index ()
Projeto Nº _____
Volume _____
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____

KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA.



AV. PIAUI, 1234 - 5º ANDAR - FORTALEZA - CE
FONE: (081) 3333-3333 FAX: (081) 3333-3333
E-MAIL: KL@KL.COM.BR

FORTALEZA
MARÇO / 98



ÍNDICE

000003

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

I – GEOMETRIA DO MACIÇO

I.1 – FOLGA(F)

I.2 – REVANCHE

I.3 – COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

I.4 – ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

I.5 – LARGURA DA CRISTA (b)

I.6 – TALUDES

I.7 – RIP-RAP

II – SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

III – TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

IV – TOMADA D'ÁGUA

V – VERTEDOURO – GEOMETRIA DA CRISTA

VI – ESTABILIDADE DOS TALUDES

VII - CUBAÇÕES

VIII – ANEXOS

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 2A – Estudos Geotécnicos - Anexos
 - 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 - Memorial Descritivo
 - Volume 2 - Memória de Cálculo
 - Volume 3 - Especificações Técnicas
 - Volume 4 - Desenhos
 - Volume 5 - Desenhos Estruturais
- TOMO IV - Relatório Síntese

O presente relatório refere-se ao Tomo III - Relatório Geral - Volume 2 – Memória de Cálculo

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM MALCOZINHADO

As principais características da Barragem são:

– Localização

Município.....Cascavel

Coordenadas Geográficas.....N=9.545.952

E=578.635

– Nome Barragem Malcozinhado

– Bacia de drenagem 240km²

– Precipitação média anual da Bacia 1222 mm

– Volume do Reservatório (à cota 24,00 m) 37,84 hm³

– Cota do coroamento da barragem 27,11m

– Vazão regularizada (garantia de 90%) 0,491m³/s

– Volume anual regularizado (garantia de 90%). 12,73 hm³ /ano

– Vazão afluyente máxima de projeto

(TR=1000anos) 669m³/s

– Vazão máxima de projeto amortecida

– (TR=1.000 anos) 413,20 m³/s

– Nível d'água máximo maximorum

(TR = 1.000 anos) 26,15m

– Nível d'água máximo normal..... 24,00m

– Vazão afluyente máxima de projeto

(TR=10.000anos) 731m³/s

– Vazão máxima amortecida

(TR=1000 anos) 466,70 m³/s

- Nível d'água máximo maximorum
(TR = 1.000 anos) 26,33m
- Tipo Terra Homogênea
- Altura máxima 15,11m
- Extensão pelo coroamento 755,00 m
- Cota do coroamento 27,11 m
- Tipo de Sangradouro Canal com muro em perfil "Creager"
- Largura do Sangradouro 60,00 m
- Cota da Soleira 24,00 m
- Tomada D'água Galeria com controle a jusante
- Diâmetro 600 mm
- Comprimento Total 35,00 m
- Área da Bacia Hidrográfica 240 km²
- Capacidade do Reservatório (Cota 24,00 m). 37,8 x 10⁶m³
- Descarga regularizada (Q90% de garantia) .. 0,491 m³/s

I – GEOMETRIA DO MACIÇO

000009

MEMÓRIA DE CÁLCULO

I - GEOMETRIA DO MACIÇO

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza =

1222 mm por ano

- Área da bacia hidrográfica =

240 km²

LARGURA DO VERTEDOURO

a) Cheia milenar

Qm = **413,20** m³/s (descarga de projeto)
L = 60 m (adotado)
Ho = **2,15** m

a) Cheia decamilenar

Qm = **466,70** m³/s
L = 60 m
Ho = **2,33** m

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:

$$h_o = \text{alt. da onda} = 0,6573396 \text{ m}$$

$$L = \text{"fetch"} = 1,5 \text{ km}$$

$$v_o = \text{velocidade da onda em m/s}$$

$$F = \text{folga em m.}$$

logo:

$$h_o = 0,66 \text{ m}$$

$$v_o = 2,81 \text{ m/s}$$

$$F = \mathbf{0,90 \text{ m}}$$

REVANCHE

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

$$R = H_o + F$$

onde:

a) Cheia milenar

$$H_o = \text{lâmina de sangria} = \mathbf{2,15 \text{ m}}$$

$$F = \text{folga} = 0,90 \text{ m}$$

$$R = \mathbf{3,05 \text{ m}}$$

a) Cheia decamilenar

$$H_o = \text{lâmina de sangria} = \mathbf{2,33}$$

$$F = \text{folga mínima} = 0,60 \text{ m}$$

$$R = \mathbf{2,93 \text{ m}}$$

COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula:

$$cc = cs + R$$

onde:

$$cc = \text{cota do coroamento}$$

$$cs = \text{cota da soleira do sangradouro} = 24$$

a) descarga milenar

$$R = \text{revanche} = 3,05 \text{ m}$$

logo:

$$cc = 27,05$$

-

000010

a) descarga decamilenar

R = revanche = 2,93 m

logo:

cc = 26,93

Adotou-se a cota do coroamento = 27,11

ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

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

$H_b = cc - CLR$

onde:

cc = cota do coroamento = 27,11

CLR = cota do leito do rio = 12

Hb = 15,11 m

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 = 5,28

Adotou-se b = b = 6,00 m

TALUDES

- Montante:

Cota 27,11 até o terreno 2 :1

- Jusante:

Cota 27,11 até o terreno 2 :1

RIP - RAP

ESPESSURA DO RIP-RAP

O rip-rap foi dimensionado através da fórmula:

$e = C v_o^2$

onde:

e = espessura do rip-rap (m)

C = coeficiente, função da inclinação do talude

$\bar{\gamma}$ = peso específico da rocha = 0,031

v_o = velocidade das ondas (m/s) = 2,81 m

e = 0,25 m

espessura mínima recomendada = 0,45 m

ESPESSURA DA TRANSIÇÃO

$e_t = e/2$

onde:

e_t = espessura da transição

e_t = 0,225 m

espessura mínima recomendada = 0,3 m

Adotou-se a espessura total do rip-rap = 0,7 m

000011

II – SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

000012

II) SISTEMA DE DRENAGEM INTERNA

REDE DE FLUXO - CÁLCULO DA DESCARGA

ANISOTROPIA

$$K_v = K_h$$

$$K_v = K_{SC/SM} : 0,0000628 \text{ cm/s}$$

$$K_v = 0,00000628 \text{ m/s}$$

$$K_h = 9 \times K_v = 5,652E-06 \text{ m/s}$$

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

$$d = 19,42 \text{ m}$$

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

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

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

$$y_o = 7,161 \text{ m}$$

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

COORDENADAS DA SUPERFÍCIE FREÁTICA

Xt	y	Xr=3Xt
0,00	7,161	0,00
0,50	7,645	1,50
1,00	8,100	3,00
1,50	8,530	4,50
2,50	9,332	7,50
3,00	9,708	9,00
4,50	10,758	13,50
5,00	11,086	15,00
6,47	12,000	19,42

PERCOLAÇÃO ATRAVÉS DO MACIÇO

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/SM)

N_f = número de canais de fluxo = 3

N_d = número de quedas de potencial = 2

assim, conforme desenho a seguir (rede de fluxo)

e assumindo $K_b = 1,884E-06 \text{ m/s}$

$$Q_b = 1,36E-05 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

ESPESSURA DO FILTRO



$$e = 1,00 \text{ m (ADOTADO)}$$

$$k = 7,37E-03 \text{ cm/s}$$

$$i = 1,00$$

$$Q_b = 1,36E-05 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

$$Q_{f_{\max}} = k \cdot i \cdot e$$

$$Q_{f_{\max}} = 7,37E-05 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

III – TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

III) TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

Ao longo do eixo da trincheira de vedação, no trecho entre as estacas 11 e 21, será executada uma cortina de impermeabilização composta por uma linha de injeção com furos primários, secundários e terciários.

O tratamento da fundação será dividido em 2 (dois) trechos:

- TRECHO I (estaca 11 a 15)

Profundidade do furo: h =6m

- TRECHO II (estaca 15 a 21):

Profundidade do furo = 12,0m

Estes trechos foram separados em função das características da fundação.

TRECHO I: estaca 11 a 15

No de furos = 14

h = 6m

TRECHO II: estaca 15 a 21

No de furos = 20

h = 12m

$$\text{TOTAL} = 14 \times 6 + 12 \times 20 = 324\text{m}$$

Em função do grau de fraturamento do substrato rochoso, observado nas sondagens realizadas, previu-se um consumo médio de 15kg de cimento por metro de furo.

$$\text{PESO TOTAL} = 15\text{kg/m} \times 340 = 4860\text{kg.}$$

IV – TOMADA D'ÁGUA

000016

IV – TOMADA D'ÁGUA

000017

IV) TOMADA D'AGUA

$$\begin{aligned} Q &= \text{descarga regularizada} = 0,491 \text{ m}^3/\text{s} \\ P_i &= 3,1416 \\ D &= 0,581 \text{ m} \\ \text{Diâmetro adotado} &= 600 \text{ mm} \end{aligned}$$

velocidade do escoamento:

$$v = Q/A = 1,74 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser:

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 1,30E+06$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor $f = 0,014$

a perda por atrito é calculada pela expressão:

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,179 \text{ m}$$

as perdas acidentais foram calculadas em função dos coeficientes:

$$\begin{aligned} K_r &= 0,25 \text{ registro} \\ K_s &= 1 \text{ saída da tubulação} \end{aligned}$$

a perda acidental total será:

$$h_a = (K_r + K_s)(v^2/2g) = 0,231 \text{ m}$$

$$\text{e a perda total será: } 0,410 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Como a cota do eixo da galeria} &= 16,5 \\ \text{O nível mínimo operacional será:} &= 16,91 \end{aligned}$$

EQUAÇÃO DA DESCARGA DA GALERIA

expressão das perdas localizadas em função da vazão

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

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

$$h_f = 0,4463 Q^2$$

$$\begin{aligned} h_a &= (K_c + K_r + K_e + K_s)(v^2/2g) = (K_c + K_r + K_e + K_s)((Q/A)^2/2g) = \\ h_a &= 1,2113 Q^2 \end{aligned}$$

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

$$H_{\text{mínimo operacional}} = 31,5 + 1,657524 Q^2 + V^2/2g$$

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

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

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

$$H_w = 2,2951 Q^2$$

ESCOAMENTO DE FLUIDOS EM TUBOS

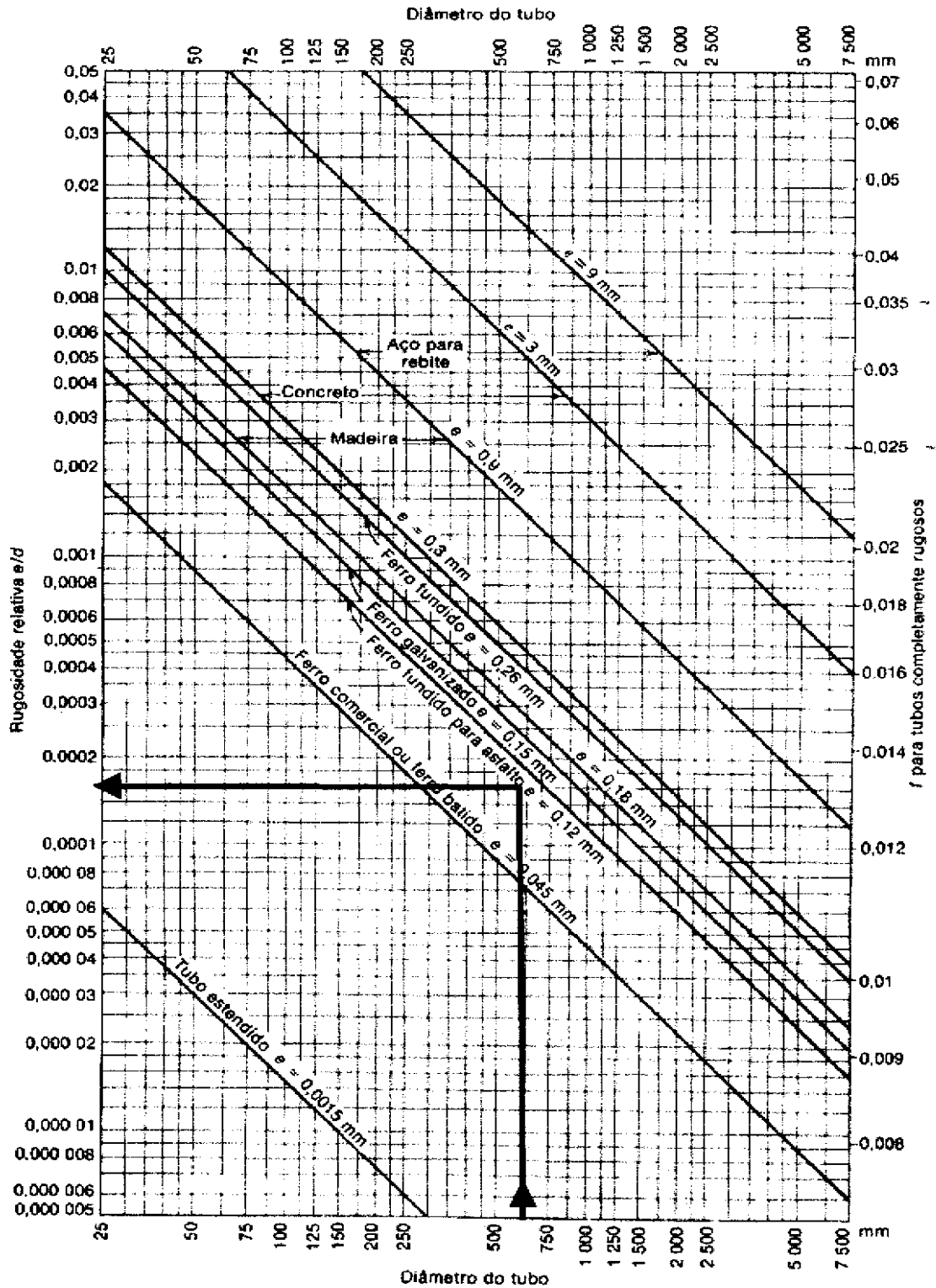
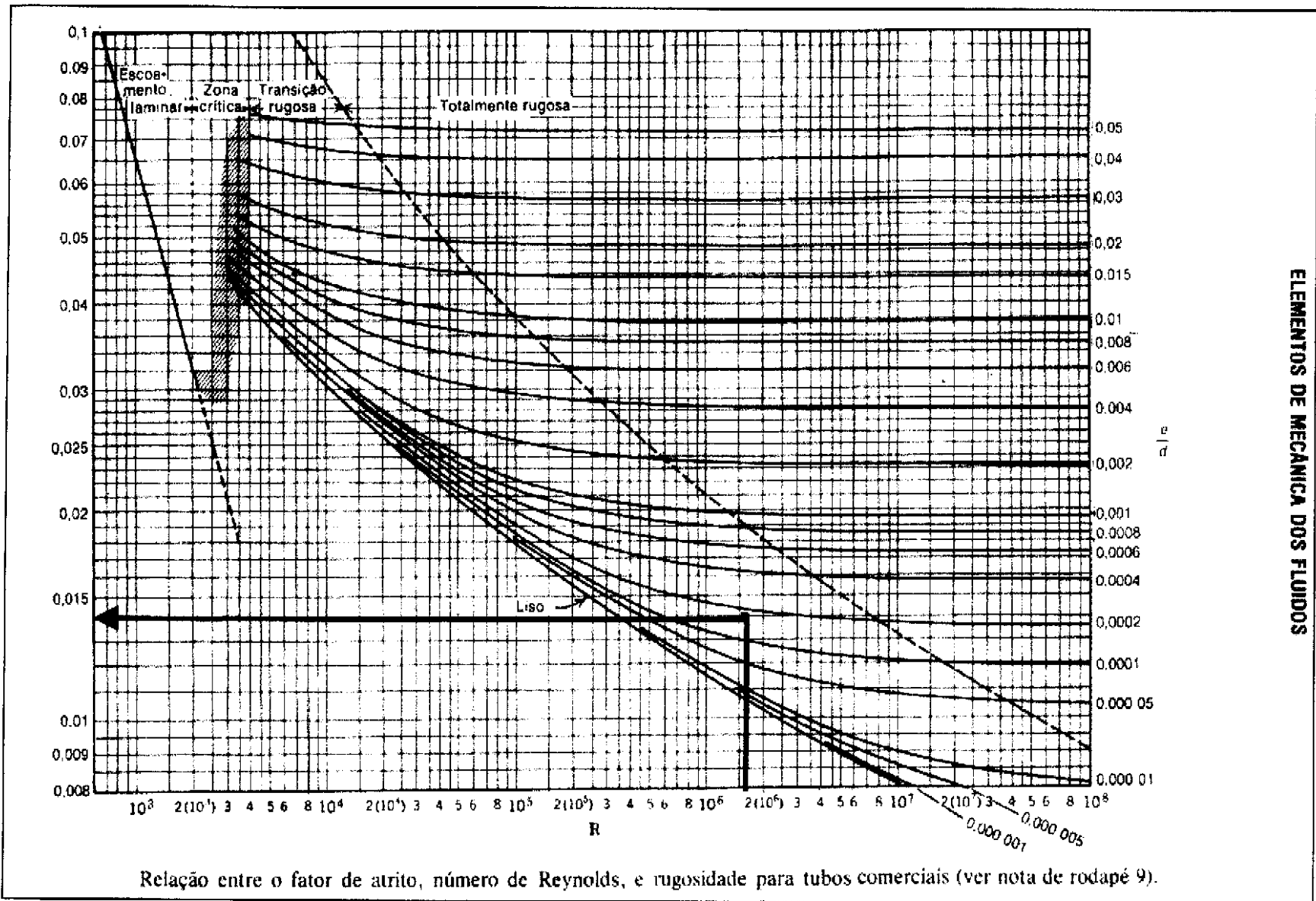


Diagrama de rugosidade relativa



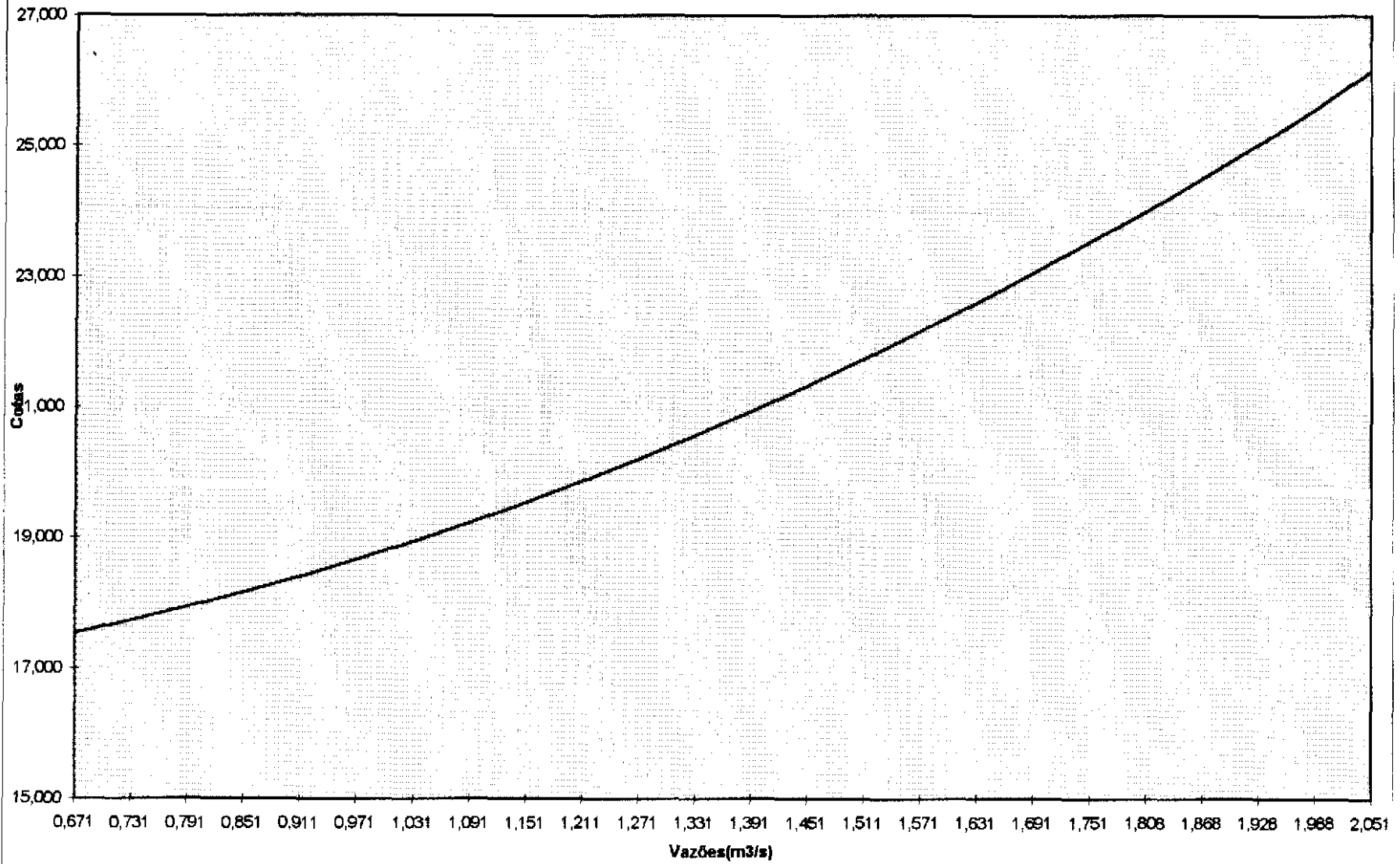
Relação entre o fator de atrito, número de Reynolds, e rugosidade para tubos comerciais (ver nota de rodapé 9).

000020

Hw	Q	COTA	OBSERVAÇÕES
0,553	0,491	17,053	Hmin operacional
0,697	0,551	17,197	
0,857	0,611	17,357	
1,033	0,671	17,533	
1,226	0,731	17,726	
1,436	0,791	17,936	
1,662	0,851	18,162	
1,905	0,911	18,405	
2,164	0,971	18,664	
2,440	1,031	18,940	
2,732	1,091	19,232	
3,041	1,151	19,541	
3,366	1,211	19,866	
3,708	1,271	20,208	
4,066	1,331	20,566	
4,441	1,391	20,941	
4,832	1,451	21,332	
5,240	1,511	21,740	
5,664	1,571	22,164	
6,105	1,631	22,605	
6,563	1,691	23,063	
7,037	1,751	23,537	
7,500	1,808	24,000	Soleira
8,006	1,868	24,506	
8,529	1,928	25,029	
9,068	1,988	25,568	
9,650	2,051	26,150	NA Max (1000anos)

000021

CURVA DE DESCARGA DA GALERIA



000022

V – VERTEDOURO – GEOMETRIA DA CRISTA

000023

V) VERTEDOIRO - GEOMETRIA DA CRISTA

DETERMINAÇÃO DA EXTENSAO DA CRISTA

$$L = \frac{Q_s}{C_d (H)^{3/2}}$$

onde:

$$\begin{aligned} H &= \text{lâmina de sangria} = 2,153 \text{ m} \\ Q_m &= \text{descarga de projeto} = 413,2 \text{ m}^3/\text{s} \\ L &= 60,00 \text{ m} \\ CS &= 24,00 \\ NR &= 16 \end{aligned}$$

VELOCIDADE DE APROXIMAÇÃO/CARGA CINÉTICA

$$P + H_o = (P + h_o) + h_a$$

onde: $h_a = V_a^2 / 2g$

mas, $V_a = Q/A = Q/L(P+h_o) = qL / L(P+h_o)$

$$V_a = q / P+h_o, \text{ logo}$$

$$h_a = q^2 / 2g(P+h_o)^2$$

logo, $(P+H_o) = (P+h_o) + q^2 / 2g (P+h_o)^2 \quad (1)$

dados: $P = 8 \text{ m}$
 $H_o = 2,1529555 \text{ m}$
 $q = Q/L = 6,8866671 \text{ m}^3/\text{s.m}$

arbitrando-se valores a h_o , define-se a igualdade de (1)

h_o	$(P+h_o)$	V_a	h_a	$P + H_o$
0,500	8,500	0,810	0,033	8,533
0,700	8,700	0,792	0,032	8,732
1,500	9,500	0,725	0,027	9,527
1,900	9,900	0,696	0,025	9,925
2,129	10,129	0,680	0,0236	10,1529

$$\begin{aligned} V_a &= 0,680 \text{ m/s} \\ h_a &= 0,0236 \text{ m} \\ h_o &= 2,129 \text{ m} \end{aligned}$$

SOLEIRA : PARAMETROS GEOMETRICOS

logo, $h_a/H_o = 0,0109$

e os parâmetros para definição da crista, serão:
 (vide figura 9-11, pgs166 e 167 do "Design of Gravity Dams")

$$\begin{aligned} X_c/H_o &= 0,278 \\ Y_c/H_o &= 0,123 \\ R1/H_o &= 0,527 \\ R2/H_o &= 0,229 \\ k &= 0,502 \\ n &= 1,867 \end{aligned}$$

COORDENADAS DO PONTO C

$$X_c = 0,598521642 \quad ; \quad Y_c = 0,2648$$

RAIOS DOS CIRCULOS A MONTANTE DA CRISTA

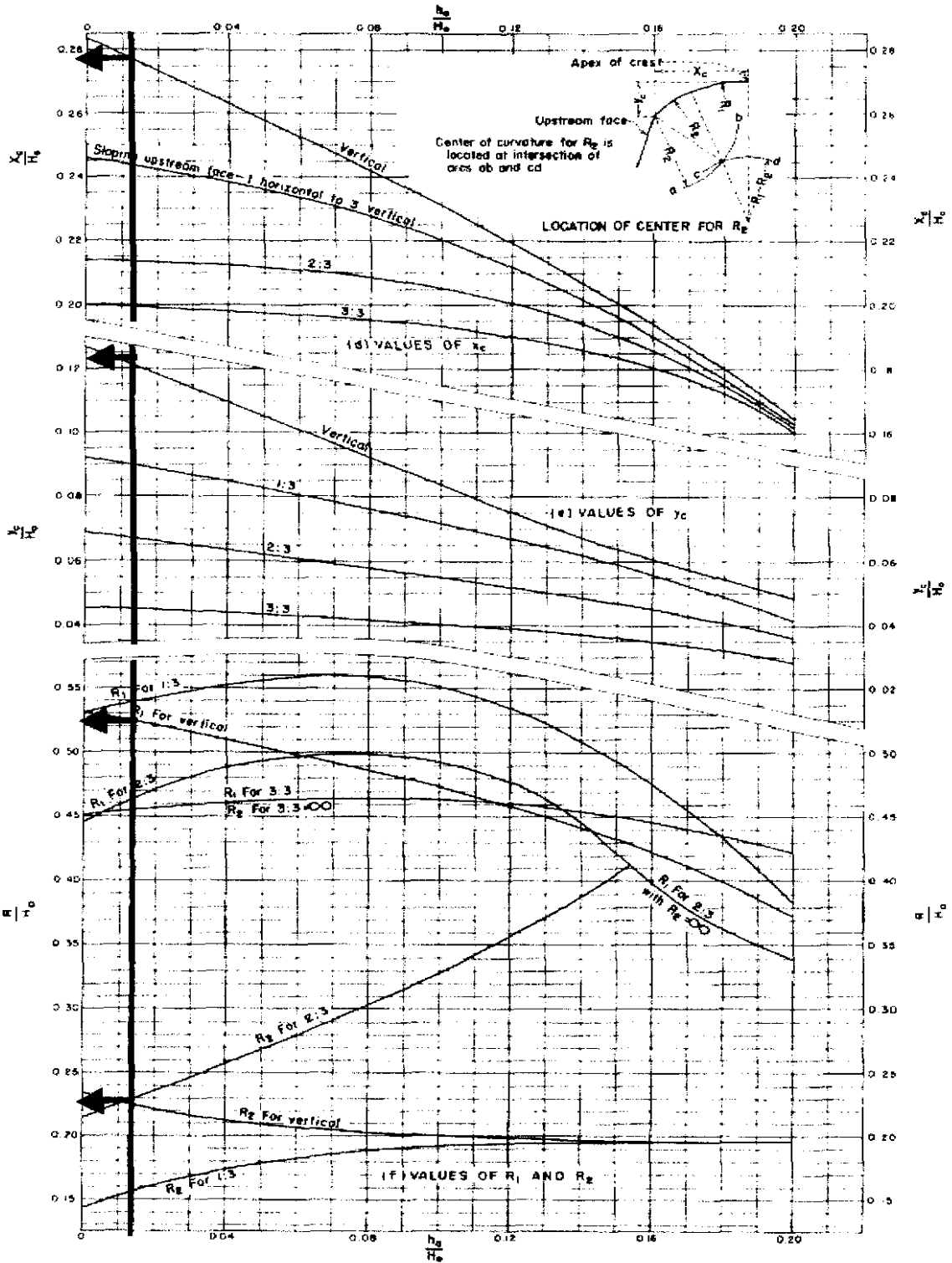
$$R1 = 1,134607573 \quad ; \quad R2 = 0,493$$

SENDO A EXPONENCIAL DE JUSANTE DEFINIDA PELA EXPRESSAO

$$\frac{Y}{H_o} = -K \left(\frac{X}{H_o} \right)^n$$

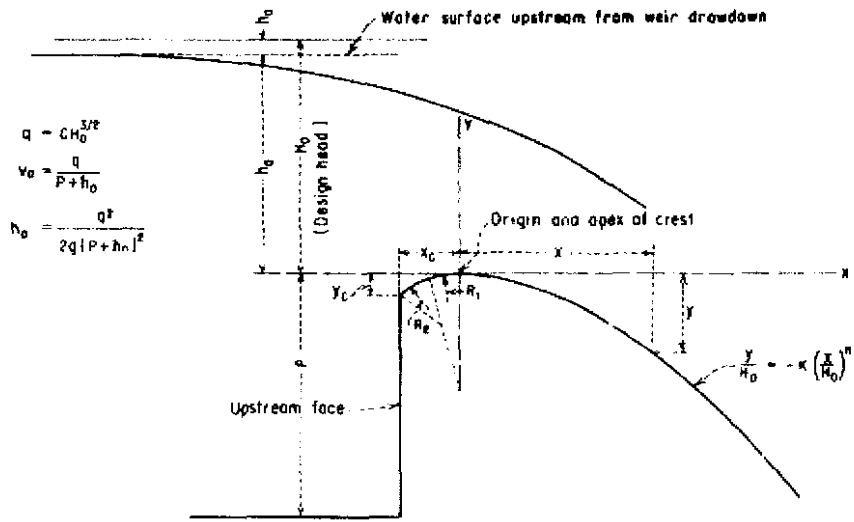
000024

SPILLWAYS—Sec. 9-11

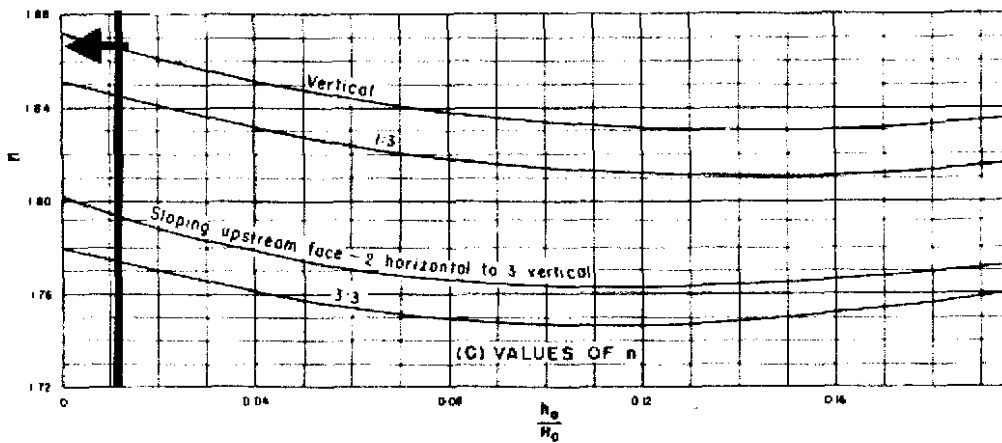
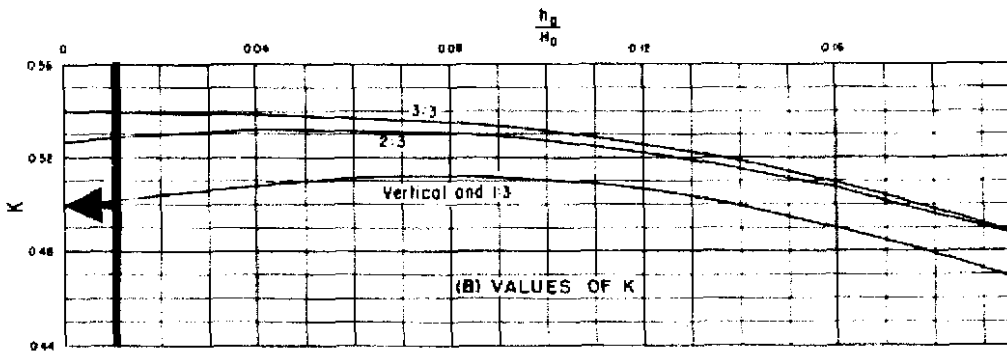


Factors for definition of nappe-shaped crest profiles (sheet 2 of 2).—288-D-2407

DESIGN OF GRAVITY DAMS



(A) ELEMENTS OF NAPPE-SHAPED CREST PROFILES



Factors for definition of nappe-shaped crest profiles (sheet 1 of 2).-288-D-2406

ESTA TORNA-SE

$$\frac{Y}{2,15295555} = -0,502 \left(\frac{X}{2,1529555} \right) + 1,867 \quad (II)$$

DETERMINAÇÃO DO PONTO P - INTERSEÇÃO EXPONENCIAL/RETA

Arbitrando-se um coeficiente angular de $-1,429$ para a reta, vem:

(II) simplificada:

$$Y = -0,2582 (X)^{1,867} \quad (III)$$

$$dY/dX = -0,4821 (X)^{0,867} \quad (IV)$$

declividade da reta

$$dY/dX = -1/0,7 = -1,429 \quad (V)$$

Igualando-se (IV) e (V), tem-se:

$$0,502501 (X)^{0,836} = 1,4286$$

$$X_t = 3,5008211$$

que substituindo em (III), resulta

$$Y_t = -2,678722$$

PONTO DE ORIGEM DA CURVA REVERSA - PONTO B

Equação da reta

$$X - X_t = dY/dX (Y - Y_t)$$

$$\frac{Y - (-2,67872152)}{X - 3,500821149} = -1,4286$$

$$X_b = -0,7 Y_b + 1,6257 \quad (VI)$$

Raio mínimo da curva reversa

$$R > 0,3048(10)^x \quad \text{onde:}$$

$$x = \frac{3,291 (v+6,4 H) 16}{11,85 x H + 64}$$

sendo

$$H = 10,129 \text{ m}$$

$$v = 2gH^{1/2} = 14,097 \text{ m/s}$$

$$x = 1,4983$$

$$R > 9,601745119 \text{ m} \quad R = 10 \text{ m}$$

$$\text{alfa} = \arctg(dY/dX) = -0,96007$$

$$\sin(\text{alfa}) = -0,819232 \quad \cos(\text{alfa}) = 0,5735$$

$$\text{alfa}/2 = -0,48003518$$

$$\text{tg}(\text{alfa}/2) = -0,52065556$$

$$BPI = R \text{tg}(\text{alfa}/2) = 5,2065556$$

$$y' = BPI \sin(\text{alfa}) = 4,2653766 \text{ m}$$

$$Y_b = -(P - y') \quad Y_b = -3,735$$

que substituindo em (VI), resulta:

$$X_b = -0,7 Y_b + 1,6257$$

$$X_b = 4,240$$

PONTO FINAL DA CURVA REVERSA - PONTO D

$Y_d = -P$, logo

$$Y_d = -8$$

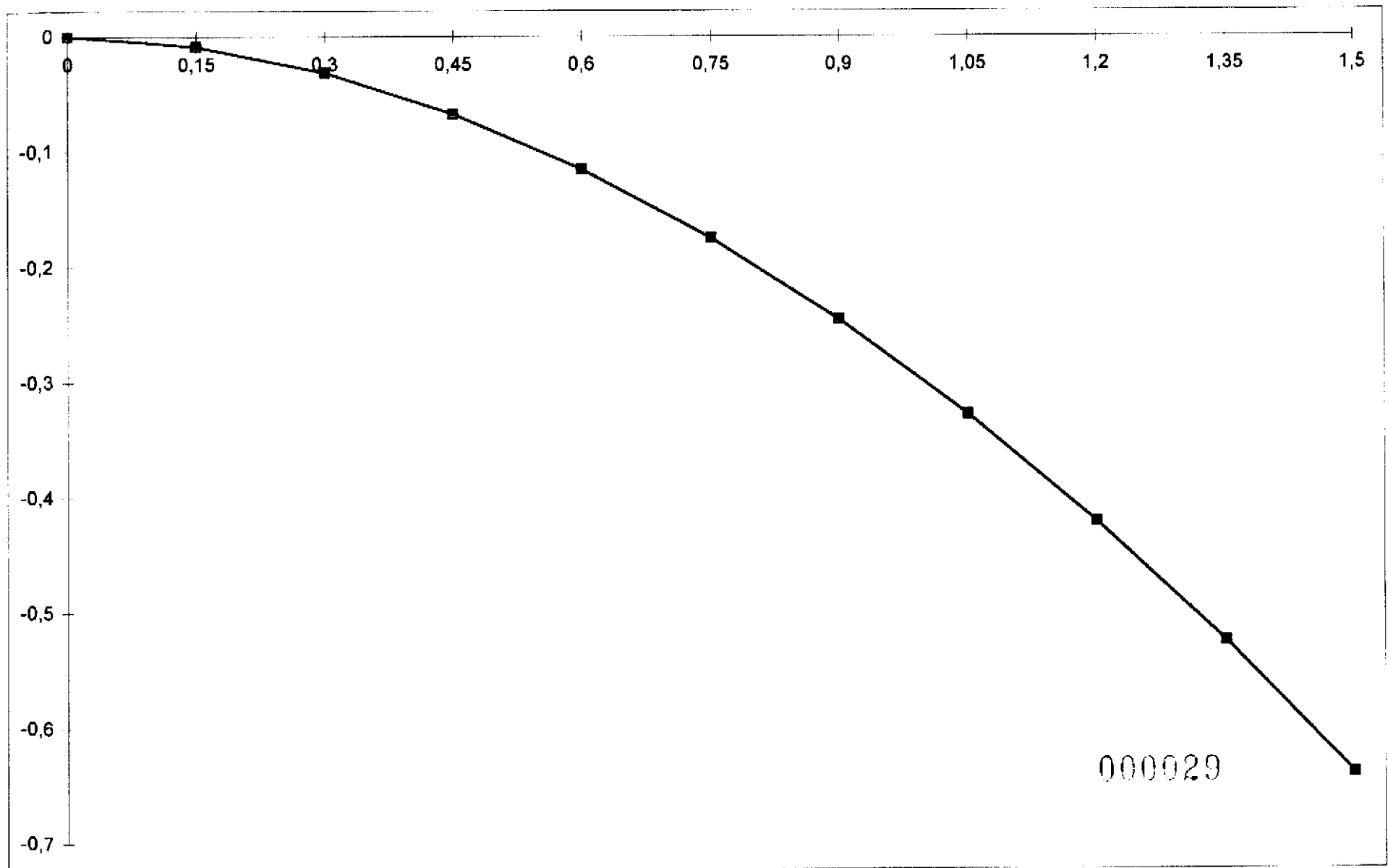
$$X_d = X_b + BPI \cos(\text{alfa}) + BPI$$

$$X_d = 12,432272$$

000027

COORDENADAS DA SOLEIRA DO VERTEDOURO

X	Y	
-0,599	-0,265	Ponto C
0,000	0,000	Eixo
0,300	-0,027	Exponencial
0,600	-0,099	"
0,900	-0,212	"
1,200	-0,363	"
1,500	-0,550	"
1,800	-0,774	"
2,100	-1,032	"
2,400	-1,324	"
2,700	-1,649	"
3,000	-2,008	"
3,501	-2,679	Ponto T
4,240	-3,735	Ponto B
12,432	-8,000	Ponto D



BACIA DE TRANSIÇÃO

$$v_1 = 14,097 \quad \text{m/s}$$

$$L = 60,000 \quad \text{m}$$

$$Q = 413,2 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$q = 6,887 \quad \text{m}^3/\text{s.m}$$

$$y_1 = q/v_1 = 0,489$$

$$NF = v_1/(g \cdot y_1)^{1/2} = 6,440$$

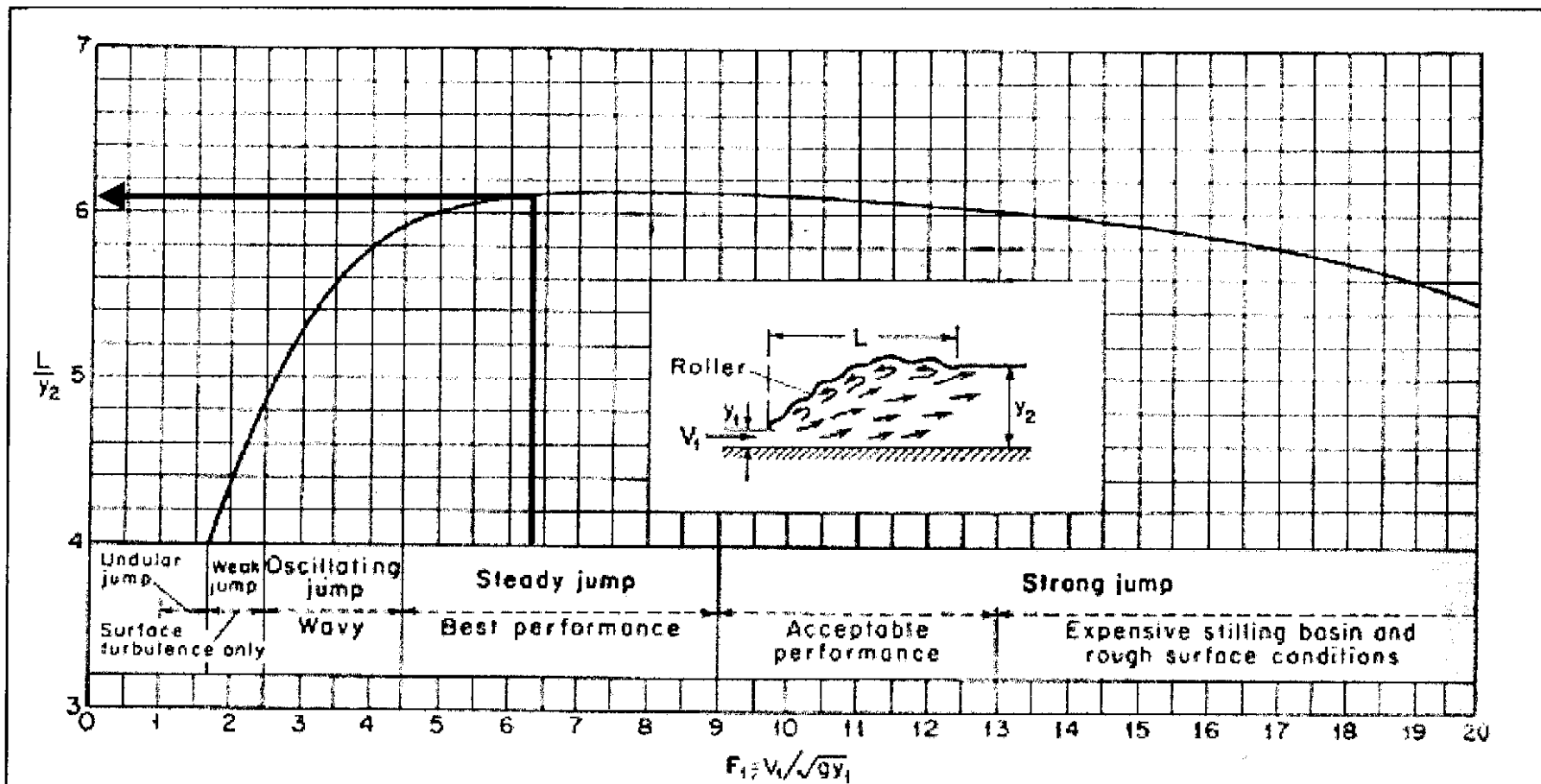
$$y_2 = y_1 \cdot \left((1 + 8NF^2)^{1/2} - 1 \right) / 2 = 3,456$$

Com o valor de NF encontra-se o valor da relação L/y_2
(OPEN - CHANNEL HYDRAULICS , pg. 398 , Fig. 15-4)

Para $NF = 6,440$ tem-se, $L / y_2 = 6,18$, logo :

$$L = 21,356 \quad \text{m}$$

sendo L o comprimento da bacia de transição - ADOTAR $L = 21\text{m}$
(30,00 m a partir do eixo da barragem - crista do vertedouro)



Length in terms of sequent depth y_2 of jumps in horizontal channels.
 (Based on data and recommendations of U.S. Bureau of Reclamation [34].)

ESTABILIDADE DO MURO VERTEDOIRO

TRECHO SUBMERSÍVEL

(VERTEDOIRO)

Plano de Contato Concreto/Maciço Rochoso - 16

NA Max Maximorum Montante - 25,8

NA Max Maxmorum Jusante - 16,38

	Fatia	Área	g	W	b	MR	MA
Maciço de Concreto	1	28,000	2,4	67,200	10,50	705,600	
	2	26,400	2,4	63,360	7,00	443,520	
	I			130,560		1149,120	
Água	4 >	25,600	1,00	25,600	2,667		68,267
	II			25,600		0,000	68,267
SUBPRESSÃO -							
Água	1	4,000	1,00	4,000	3,667		14,667
	2	0,190	1,00	0,190	0,3/3		0,000
	III			4,190			14,667

verificação da estabilidade na cota 16

NA max. maximorum montante - 25,8

NA max. maximorum jusante - 0,38

esforços e momentos constantes nos quadros anteriore

determinação dos fatores de segurança

000032

a) Tombamento

$$FS = \text{SUM}(MR/MA) = (MR(I) + MR(II)) / (MA(II) + MA(III))$$

$$FS = 13,85594855 > 1,1 \text{ OK!}$$

b) Deslizamento

$$FS = \text{SUM}(Wh/Wv) = Wh(II) / (W(I)+Wv(II) + W(III))$$

$$FS = 0,1684543 < \text{tg}0/1,2 = 0,699167$$

a tangente do ângulo de atrito é igual a 0,839

o coeficiente de segurança é igual a 1,2.

$$0,1684543 < 0,699167$$

não haveria necessidade de ser verificado o cisalhamento.

c) Cisalhamento

$$FS = (\text{SUM}(Wv)\text{tg}0 / FS0 + cA/FSc) / \text{SUM}(Wh)$$

Para verificar o cisalhamento foi tomado o coeficiente de segurança igual a 1,0 e os coeficientes de segurança referentes ao ângulo de atrito e a coesão c , respectivamente $FS0 = 1,2$ e $FSc = 1,5$.

Determinação do valor de c :

$$c = (\text{SUM}(Wh) - \text{SUM}(Wv) \text{tg}0 / FS0) / (A / FSc)$$

$$c = 3,558192279 \text{ t/m}^2$$

inferior à coesão admitida ($c = 50 \text{ t/m}^2$)

d) Flutuação

$$FS = (W(I) + W(II)v)/W(III)$$

$$FS = 37,26968974 > 1,1 \text{ OK!}$$

Determinação das tensões nos paramentos de montante e jusante :

000033

$$s = \text{SUM}(Wv)/B * (1 \pm 6e/B)$$

$$\text{SUM}(Wv) = W_I + W_{(v)II} - W_{III} = 151,97$$

$$B = 11$$

$$e = 0,5*B - x$$

$$x = (MR - MA) / \text{SUM}(W)$$

$$MR = MR(I) + MR(II) = 1149,12$$

$$MA = MA(II) + MA(III) = 82,933333$$

$$x = 7,015770656 < B / 3 = 3,666667$$

$$e = 1,515770656 < B / 6 = 1,833333 \text{ , resultante dentro do terço médio da seção}$$

Tensões nas extremidades da base

$$s_1 = 25,23785124 \text{ t/m}^2$$

$$s_2 = 2,393057851 \text{ t/m}^2$$

Determinação da tensão principal na face de jusante

$$P_{di} = P_{dv} (1 + \text{tg}^2 \theta_d) - P_{dn} \text{tg}^2 \theta_d$$

$$\text{Como } \text{tg} \theta_d = 0,839; \quad \text{tg}^2 \theta_d = 0,703921$$

$$P_{di} = P_{dv} (1 + 0,7039) - P_{dn} 0,7039$$

$$P_{dn} = p_{dw}$$

$$P_{dw} = 30 \text{ t/m}^2 = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{di} = 0,335217652 \text{ kg / cm}^2 \quad \text{OK!}$$

VI – ESTABILIDADE DOS TALUDES

000035

VI) ESTABILIDADE DOS TALUDES

Os cálculos da estabilidade dos taludes do maciço foram efetuados utilizando-se o método das fatias, que consiste em escolher uma superfície de ruptura, geralmente circular, dividindo-a em fatias. O fator de segurança é obtido da razão entre as forças resistentes de cada fatia e, as forças estabilizadoras quanto ao colapso do maciço.

$$F_s = \frac{c \cdot L_i + \sum (W_i \cos \alpha_i - B_i \sin \alpha_i)}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

onde:

F_s = fator de segurança
W_icos_i = força normal à superfície de ruptura
W_isin_i = força tangente à superfície de ruptura
c = força coesiva
α = ângulo de atrito interno
B = u/gh

A seção escolhida para os cálculos foi a seção máxima, uma vez ser esta que detém as condições mais desfavoráveis. Os estudos se desenvolveram com a comparação dos fatores de segurança (F_s) encontrados, com os admissíveis para este projeto.

Os casos de carregamento a que o maciço será submetido determinaram os parâmetros de resistência a serem utilizados e o tipo de análise a ser feita, tais como:

FINAL DE CONSTRUÇÃO

O talude de jusante foi analisado para esta condição e, a análise feita em termos de pressões totais

REGIME PERMANENTE

Este regime é crítico para o talude de jusante e a análise é feita em termos de pressões efetivas. Foi considerada a superfície freática estabelecida no nível máximo normal (cota da soleira) e o sistema de drenagem interna em funcionamento.

para FINAL DE CONSTRUÇÃO - F_s > 1,30

para REGIME PERMANENTE - F_s > 1,40

Os parâmetros considerados para os diversos materiais foram obtidos com base na caracterização da área de empréstimo e, em experiências com material similar em outras obras.

000036

A seguir são apresentados os resultados para a superfície

MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAL 1 : S//CL

Peso Específico : 1,89
Coesão : 4,9
Ângulo de Atrito Interno : 30

MATERIAL 2 : AREIA

Peso Específico : 1,85
Coesão : 0
Ângulo de Atrito Interno : 30

MATERIAL 3 : TRANSIÇÃO

Peso Específico : 1,9
Coesão : 0
Ângulo de Atrito Interno : 33

MATERIAL 4 : ENROCAMENTO

Peso Específico : 2
Coesão : 0
Ângulo de Atrito Interno : 40

MATERIAL 5 : PEDRISCO

Peso Específico : 1,95
Coesão : 0
Ângulo de Atrito Interno : 30

MATERIAL 6 : FUNDAÇÃO

Peso Específico : 1,9
Coesão : 0
Ângulo de Atrito Interno : 28

000037

fatia	alfa	radia	base	h1	h2	area	peso	normal	tang
1	59	1.029746667	1	0	1.7	0.85	1.666	0.858	1.428
2	54	0.94248	3.2	1.7	3.8	8.8	17.248	10.138	13.954
3	44	0.767946667	2.8	3.8	5.4	12.88	25.245	18.160	17.537
4	35	0.610866667	2.9	5.4	6.3	16.965	33.251	27.238	19.072
5	26	0.453786667	2.2	6.3	6	13.53	26.519	23.835	11.625
6	18	0.31416	4.1	6	5.6	23.78	46.609	44.328	14.403
7	10	0.174533333	3.4	5.6	5	18.02	35.319	34.783	6.133
8	3	0.05236	3.6	5	4.2	16.56	32.458	32.413	1.699
9	-4	-0.06981333	4	4.2	3	14.4	28.224	28.155	-1.969
10	-11	-0.19198667	3.7	3	1.5	8.325	16.317	16.017	-3.113
11	-16	-0.27925333	3.7	1.5	0	2.775	5.439	5.228	-1.499
								241.1526	79.26923

TALUDE DE MONTANTE
CONDICAO DE CARREGAMENTO -

F.S. = 1.694098

REGIME PERMANENTE

fatia	alfa	radia	base	h1	h2	area	peso	normal	tang
1	59	1.029746667	1	0	1.7	0.85	1.666	0.858	1.428
2	54	0.94248	3.2	1.7	3.8	8.8	17.248	10.138	13.954
3	44	0.767946667	2.8	3.8	5.4	12.88	25.245	18.160	17.537
4	35	0.610866667	2.9	5.4	6.3	16.965	33.251	27.238	19.072
5	26	0.453786667	2.2	6.3	6	13.53	26.519	23.835	11.625
6	18	0.31416	4.1	6	5.6	23.78	46.609	44.328	14.403
7	10	0.174533333	3.4	5.6	5	18.02	35.319	34.783	6.133
8	3	0.05236	3.6	5	4.2	16.56	32.458	32.413	1.699
9	-4	-0.06981333	4	4.2	3	14.4	28.224	28.155	-1.969
10	-11	-0.19198667	3.7	3	1.5	8.325	16.317	16.017	-3.113
11	-16	-0.27925333	3.7	1.5	0	2.775	5.439	5.228	-1.499
								241.1526	79.26923

TALUDE DE MONTANTE
CONDICAO DE CARREGAMENTO -

F.S. = 1.509

FINAL DE CONSTRUCAO

800000

fatia	alfa	radia	base	h1	h2	area	peso	normal	tang
1	71	1,239186667	1,1	0	3	1,65	3,234	1,053	3,058
2	60	1,0472	3,1	3	9	18,6	36,456	18,228	31,572
3	48	0,83776	2,7	9	12,5	29,025	56,889	38,066	42,277
4	40	0,698133333	3	12,5	13,4	38,85	76,146	58,331	48,946
5	33	0,57596	2,1	13,4	13,8	28,56	55,978	46,947	30,488
6	21	0,36652	4	13,8	13,6	54,8	107,408	100,274	38,492
7	16	0,279253333	3,3	13,6	13	43,89	86,024	82,692	23,712
8	8	0,139626667	3,6	13	11,8	44,64	87,494	86,643	12,177
9	1	0,017453333	4,1	11,8	9,8	44,28	86,789	86,776	1,515
10	-8	-0,139626667	3,7	9,8	7,4	31,82	62,367	61,760	-8,680
11	-16	0,27925333	3,8	7,4	4,5	22,61	44,316	42,599	-12,215
12	-22	-0,38397333	1,9	4,5	2,7	6,84	13,406	12,430	-5,022
13	-26	-0,45378667	2,3	2,7	1,4	4,715	9,241	8,306	4,051
14	-30	-0,5236	1,3	1,4	0	0,91	1,784	1,545	-0,892
								645,6492	201,3748

TALUDE DE JUSANTE
 CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO -

F.S. = 1,832

REGIME PERMANENTE

fatia	alfa	radia	base	h1	h2	area	peso	normal	tang
1	71	1,239186667	1,1	0	3	1,65	3,234	1,053	3,058
2	60	1,0472	3,1	3	9	18,6	36,456	18,228	31,572
3	48	0,83776	2,7	9	12,5	29,025	56,889	38,066	42,277
4	40	0,698133333	3	12,5	13,4	38,85	76,146	58,331	48,946
5	33	0,57596	2,1	13,4	13,8	28,56	55,978	46,947	30,488
6	21	0,36652	4	13,8	13,6	54,8	107,408	100,274	38,492
7	16	0,279253333	3,3	13,6	13	43,89	86,024	82,692	23,712
8	8	0,139626667	3,6	13	11,8	44,64	87,494	86,643	12,177
9	1	0,017453333	4,1	11,8	9,8	44,28	86,789	86,776	1,515
10	-8	-0,139626667	3,7	9,8	7,4	31,82	62,367	61,760	-8,680
11	-16	0,27925333	3,8	7,4	4,5	22,61	44,316	42,599	-12,215
12	-22	-0,38397333	1,9	4,5	2,7	6,84	13,406	12,430	-5,022
13	-26	-0,45378667	2,3	2,7	1,4	4,715	9,241	8,306	-4,051
14	-30	-0,5236	1,3	1,4	0	0,91	1,784	1,545	-0,892
								645,6492	201,3748

TALUDE DE JUSANTE
 CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO -

F.S. = 1,584158

FINAL DE CONSTRUÇÃO

000039

VII – CUBAÇÕES

000040

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
SEÇÕES CREAGER

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
M	9	0,0000		0,0000	0,0000
M	8	249,5724	54,0000	6.738,4548	6.738,4548
M	7	415,8354	20,0000	6.654,0780	13.392,5328
M	6	475,3806	20,0000	8.912,1600	22.304,6928
M	5	519,4247	20,0000	9.948,0530	32.252,7458
M	4	555,2719	20,0000	10.746,9660	42.999,7118
M	3	576,1134	20,0000	11.313,8530	54.313,5648
M	2	589,6471	20,0000	11.657,6050	65.971,1698
M	1	606,6074	20,0000	11.962,5450	77.933,7148
	0	609,7551	20,0000	12.163,6250	90.097,3398
J	1	611,9209	20,0000	12.216,7600	102.314,0998
J	2	598,9677	20,0000	12.108,8860	114.422,9858
J	3	594,7346	20,0000	11.937,0230	126.360,0088
J	4	578,1301	20,0000	11.728,6470	138.088,6558
J	5	552,6312	20,0000	11.307,6130	149.396,2688
J	6	518,7326	20,0000	10.713,6380	160.109,9068
J	7	466,0492	20,0000	9.847,8180	169.957,7248
J	8	397,2499	20,0000	8.632,9910	178.590,7158
J	9	0,0000	38,0000	7.547,7481	186.138,4639

000042

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
AREIA

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2+18			0,0000	0,0000
	-1		2,0000	0,0000	0,0000
	0		20,0000	0,0000	0,0000
	1		20,0000	0,0000	0,0000
	2	5,6800	20,0000	56,8000	56,8000
	3	9,5110	20,0000	151,9100	208,7100
	4	12,2895	20,0000	218,0050	426,7150
	5	16,8454	20,0000	291,3490	718,0640
	6	17,1759	20,0000	340,2130	1.058,2770
	7	21,0210	20,0000	381,9690	1.440,2460
	8	23,8889	20,0000	449,0990	1.889,3450
	9	26,6292	20,0000	505,1810	2.394,5260
	10	28,9435	20,0000	555,7270	2.950,2530
	11	30,4521	20,0000	593,9560	3.544,2090
	12	32,3718	20,0000	628,2390	4.172,4480
	13	34,0771	20,0000	664,4890	4.836,9370
	14	35,4416	20,0000	695,1870	5.532,1240
	15	40,9361	20,0000	763,7770	6.295,9010
	16	38,0510	20,0000	789,8710	7.085,7720
	17	38,3017	20,0000	763,5270	7.849,2990
	18	38,7837	20,0000	770,8540	8.620,1530
	19	40,1843	20,0000	789,6800	9.409,8330
	20	42,4907	20,0000	826,7500	10.236,5830
	21	44,7347	20,0000	872,2540	11.108,8370
	22	43,1535	20,0000	878,8820	11.987,7190
	23	40,6871	20,0000	838,4060	12.826,1250
	24	37,5543	20,0000	782,4140	13.608,5390
	25	34,4451	20,0000	719,9940	14.328,5330
	26	29,9676	20,0000	644,1270	14.972,6600
	27	25,4196	20,0000	553,8720	15.526,5320
	28	21,6664	20,0000	470,8600	15.997,3920
	29	18,6598	20,0000	403,2620	16.400,6540
	30	15,5727	20,0000	342,3250	16.742,9790
	31	12,2596	20,0000	278,3230	17.021,3020
	32	9,2488	20,0000	215,0840	17.236,3860
	33	6,0937	20,0000	153,4250	17.389,8110
	34		20,0000	60,9370	17.450,7480
	35		20,0000	0,0000	17.450,7480
	38		0,0000	0,0000	17.450,7480
	38+12		12,0000	0,0000	17.450,7480

**CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO**

BRITA

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2+18			0,0000	0,0000
	-1		2,0000	0,0000	0,0000
	0		20,0000	0,0000	0,0000
	1		20,0000	0,0000	0,0000
	2	4,2110	20,0000	42,1100	42,1100
	3	4,5332	20,0000	87,4420	129,5520
	4	4,7935	20,0000	93,2670	222,8190
	5	4,5282	20,0000	93,2170	316,0360
	6	4,5060	20,0000	90,3420	406,3780
	7	4,5291	20,0000	90,3510	496,7290
	8	4,4882	20,0000	90,1730	586,9020
	9	4,5069	20,0000	89,9510	676,8530
	10	4,5060	20,0000	90,1290	766,9820
	11	4,4892	20,0000	89,9520	856,9340
	12	4,5008	20,0000	89,9000	946,8340
	13	5,9121	20,0000	104,1290	1.050,9630
	14	4,5177	20,0000	104,2980	1.155,2610
	15	4,5364	20,0000	90,5410	1.245,8020
	16	4,5823	20,0000	91,1870	1.336,9890
	17	4,5273	20,0000	91,0960	1.428,0850
	18	4,5285	20,0000	90,5580	1.518,6430
	19	4,5147	20,0000	90,4320	1.609,0750
	20	4,5520	20,0000	90,6670	1.699,7420
	21	4,5181	20,0000	90,7010	1.790,4430
	22	4,3545	20,0000	88,7260	1.879,1690
	23	4,5215	20,0000	88,7600	1.967,9290
	24	4,5284	20,0000	90,4990	2.058,4280
	25	4,7583	20,0000	92,8670	2.151,2950
	26	4,5176	20,0000	92,7590	2.244,0540
	27	4,6029	20,0000	91,2050	2.335,2590
	28	4,4348	20,0000	90,3770	2.425,6360
	29	4,4561	20,0000	88,9090	2.514,5450
	30	4,4780	20,0000	89,3410	2.603,8860
	31	4,5090	20,0000	89,8700	2.693,7560
	32	4,5180	20,0000	90,2700	2.784,0260
	33	4,5139	20,0000	90,3190	2.874,3450
	34		20,0000	45,1390	2.919,4840
	35		20,0000	0,0000	2.919,4840
	38		0,0000	0,0000	2.919,4840
	38+12		12,0000	0,0000	2.919,4840

**CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO**

RIP-RAP

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2+18			0,0000	0,0000
	-1	1,5820	2,0000	1,5820	1,5820
	0	2,9081	20,0000	44,9010	46,4830
	1	5,2475	20,0000	81,5560	128,0390
	2	8,1788	20,0000	134,2630	262,3020
	3	11,0284	20,0000	192,0720	454,3740
	4	12,8055	20,0000	238,3390	692,7130
	5	14,3416	20,0000	271,4710	964,1840
	6	14,7757	20,0000	291,1730	1.255,3570
	7	14,4645	20,0000	292,4020	1.547,7590
	8	15,2733	20,0000	297,3780	1.845,1370
	9	16,4437	20,0000	317,1700	2.162,3070
	10	17,3200	20,0000	337,6370	2.499,9440
	11	18,0786	20,0000	353,9860	2.853,9300
	12	18,4093	20,0000	364,8790	3.218,8090
	13	19,3099	20,0000	377,1920	3.596,0010
	14	19,8075	20,0000	391,1740	3.987,1750
	15	20,1255	20,0000	399,3300	4.386,5050
	16	20,8961	20,0000	410,2160	4.796,7210
	17	21,4540	20,0000	423,5010	5.220,2220
	18	24,2203	20,0000	456,7430	5.676,9650
	19	25,1860	20,0000	494,0630	6.171,0280
	20	26,2673	20,0000	514,5330	6.685,5610
	21	26,0142	20,0000	522,8150	7.208,3760
	22	26,0929	20,0000	521,0710	7.729,4470
	23	26,2594	20,0000	523,5230	8.252,9700
	24	23,8168	20,0000	500,7620	8.753,7320
	25	22,1710	20,0000	459,8780	9.213,6100
	26	20,2007	20,0000	423,7170	9.637,3270
	27	18,1903	20,0000	383,9100	10.021,2370
	28	16,6641	20,0000	348,5440	10.369,7810
	29	15,4563	20,0000	321,2040	10.690,9850
	30	12,9664	20,0000	284,2270	10.975,2120
	31	11,2853	20,0000	242,5170	11.217,7290
	32	9,6528	20,0000	209,3810	11.427,1100
	33	7,8769	20,0000	175,2970	11.602,4070
	34	5,9009	20,0000	137,7780	11.740,1850
	35	5,0709	20,0000	109,7180	11.849,9030
	38	1,1303	0,0000	0,0000	11.849,9030
	38+12		12,0000	6,7818	11.856,6848

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
ROCK-FILL

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2+18			0,0000	0,0000
	-1		2,0000	0,0000	0,0000
	0		20,0000	0,0000	0,0000
	1		20,0000	0,0000	0,0000
	2	5,0965	20,0000	50,9650	50,9650
	3	6,0728	20,0000	111,6930	162,6580
	4	6,6179	20,0000	126,9070	289,5650
	5	6,0235	20,0000	126,4140	415,9790
	6	6,0020	20,0000	120,2550	536,2340
	7	5,9404	20,0000	119,4240	655,6580
	8	5,9046	20,0000	118,4500	774,1080
	9	5,9411	20,0000	118,4570	892,5650
	10	5,9132	20,0000	118,5430	1.011,1080
	11	5,8679	20,0000	117,8110	1.128,9190
	12	5,8948	20,0000	117,6270	1.246,5460
	13	4,5362	20,0000	104,3100	1.350,8560
	14	5,9982	20,0000	105,3440	1.456,2000
	15	6,0930	20,0000	120,9120	1.577,1120
	16	6,2900	20,0000	123,8300	1.700,9420
	17	6,0535	20,0000	123,4350	1.824,3770
	18	6,0592	20,0000	121,1270	1.945,5040
	19	5,9805	20,0000	120,3970	2.065,9010
	20	6,0450	20,0000	120,2550	2.186,1560
	21	5,9847	20,0000	120,2970	2.306,4530
	22	5,9128	20,0000	118,9750	2.425,4280
	23	6,0220	20,0000	119,3480	2.544,7760
	24	6,0541	20,0000	120,7610	2.665,5370
	25	6,0343	20,0000	120,8840	2.786,4210
	26	5,9790	20,0000	120,1330	2.906,5540
	27	6,0246	20,0000	120,0360	3.026,5900
	28	6,0308	20,0000	120,5540	3.147,1440
	29	5,8650	20,0000	118,9580	3.266,1020
	30	5,9592	20,0000	118,2420	3.384,3440
	31	6,0417	20,0000	120,0090	3.504,3530
	32	6,0161	20,0000	120,5780	3.624,9310
	33	5,9704	20,0000	119,8650	3.744,7960
	34		20,0000	59,7040	3.804,5000
	35		20,0000	0,0000	3.804,5000
	38		0,0000	0,0000	3.804,5000
	38+12		12,0000	0,0000	3.804,5000

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
TALUDES (MONTANTE)

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
M	-2			0,0000	0,0000
M	-1	2,5518	20,0000	25,5180	25,5180
M	0	4,4462	20,0000	69,9800	95,4980
M	1	7,7881	20,0000	122,3430	217,8410
M	2	12,6468	20,0000	204,3490	422,1900
M	3	16,7246	20,0000	293,7140	715,9040
M	4	19,2320	20,0000	359,5660	1.075,4700
M	5	21,4504	20,0000	406,8240	1.482,2940
M	6	21,8367	20,0000	432,8710	1.915,1650
M	7	21,3634	20,0000	432,0010	2.347,1660
M	8	22,6278	20,0000	439,9120	2.787,0780
M	9	24,2980	20,0000	469,2580	3.256,3360
M	10	25,5411	20,0000	498,3910	3.754,7270
M	11	26,6454	20,0000	521,8650	4.276,5920
M	12	27,1186	20,0000	537,6400	4.814,2320
M	13	28,3405	20,0000	554,5910	5.368,8230
M	14	29,0524	20,0000	573,9290	5.942,7520
M	15	29,5611	20,0000	586,1350	6.528,8870
M	16	30,6500	20,0000	602,1110	7.130,9980
M	17	31,4193	20,0000	620,6930	7.751,6910
M	18	35,5542	20,0000	669,7350	8.421,4260
M	19	36,8555	20,0000	724,0970	9.145,5230
M	20	38,4169	20,0000	752,7240	9.898,2470
M	21	38,0421	20,0000	764,5900	10.662,8370
M	22	38,1481	20,0000	761,9020	11.424,7390
M	23	38,4383	20,0000	765,8640	12.190,6030
M	24	34,9148	20,0000	733,5310	12.924,1340
M	25	32,5620	20,0000	674,7680	13.598,9020
M	26	29,7499	20,0000	623,1190	14.222,0210
M	27	26,8980	20,0000	566,4790	14.788,5000
M	28	24,7738	20,0000	516,7180	15.305,2180
M	29	23,0388	20,0000	478,1260	15.783,3440
M	30	19,4153	20,0000	424,5410	16.207,8850
M	31	17,0310	20,0000	364,4630	16.572,3480
M	32	14,6996	20,0000	317,3060	16.889,6540
M	33	12,1531	20,0000	268,5270	17.158,1810
M	34	9,3003	20,0000	214,5340	17.372,7150
M	35	7,5358	20,0000	168,3610	17.541,0760
M	38	1,9064	20,0000	94,4220	17.635,4980
M	39		0,0000	0,0000	17.635,4980

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
TALUDES (JUSANTE)

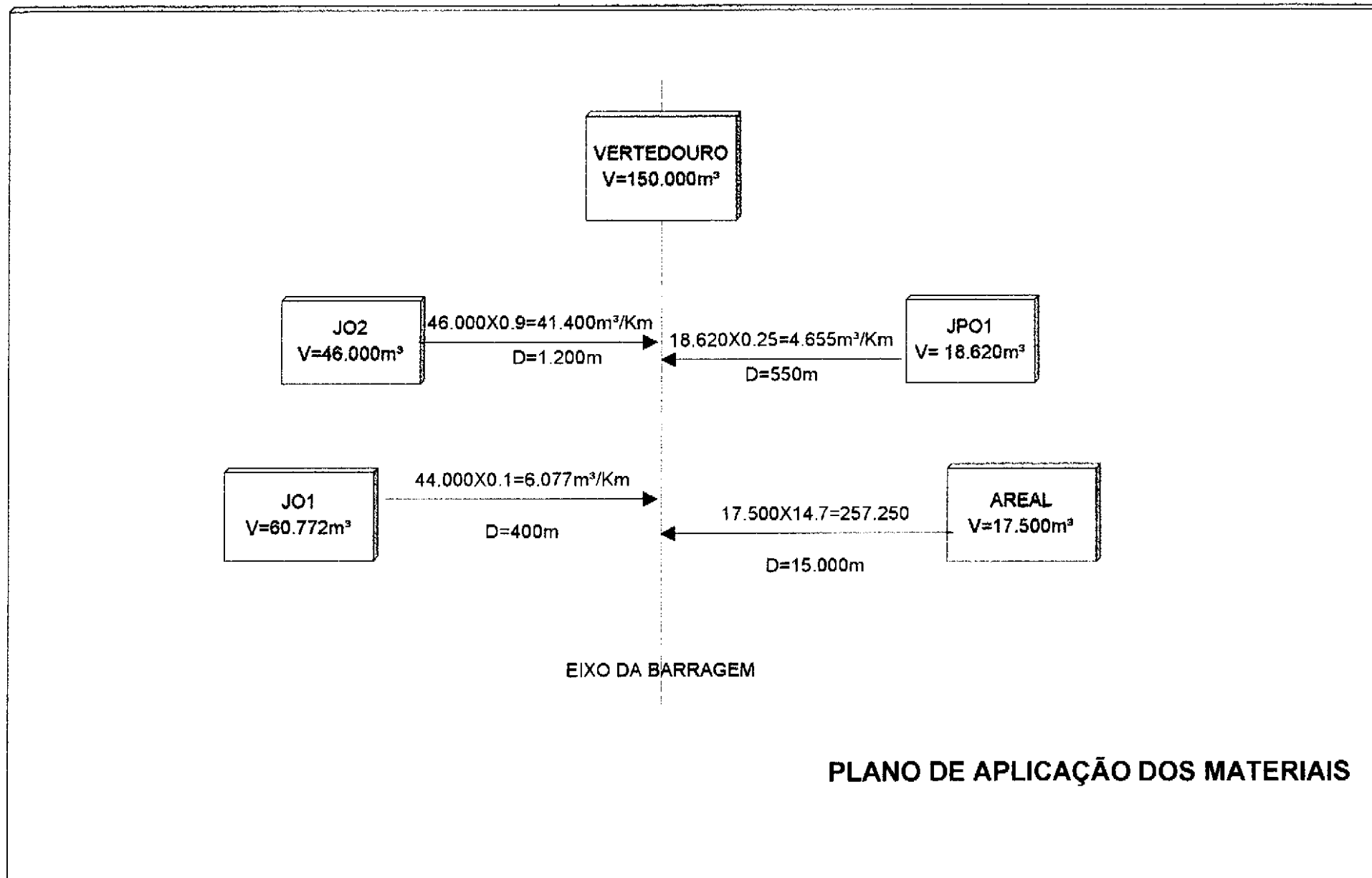
M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
J	-2			0,0000	0,0000
J	-1	2,4245	20,0000	24,2450	24,2450
J	0	4,7011	20,0000	71,2560	95,5010
J	1	8,0749	20,0000	127,7600	223,2610
J	2	11,1069	20,0000	191,8180	415,0790
J	3	14,4160	20,0000	255,2290	670,3080
J	4	16,9638	20,0000	313,7980	984,1060
J	5	18,4275	20,0000	353,9130	1.338,0190
J	6	19,9667	20,0000	383,9420	1.721,9610
J	7	22,5125	20,0000	424,7920	2.146,7530
J	8	24,8901	20,0000	474,0260	2.620,7790
J	9	26,8129	20,0000	517,0300	3.137,8090
J	10	28,5683	20,0000	553,8120	3.691,6210
J	11	29,5855	20,0000	581,5380	4.273,1590
J	12	30,9740	20,0000	605,5950	4.878,7540
J	13	32,1080	20,0000	630,8200	5.509,5740
J	14	33,0321	20,0000	651,4010	6.160,9750
J	15	34,2492	20,0000	672,8130	6.833,7880
J	16	36,3123	20,0000	705,6150	7.539,4030
J	17	35,9602	20,0000	722,7250	8.262,1280
J	18	36,1926	20,0000	721,5280	8.983,6560
J	19	36,9574	20,0000	731,5000	9.715,1560
J	20	38,9708	20,0000	759,2820	10.474,4380
J	21	39,6234	20,0000	785,9420	11.260,3800
J	22	39,3281	20,0000	789,5150	12.049,8950
J	23	37,5451	20,0000	768,7320	12.818,6270
J	24	35,3072	20,0000	728,5230	13.547,1500
J	25	32,8597	20,0000	681,6690	14.228,8190
J	26	29,4304	20,0000	622,9010	14.851,7200
J	27	25,9766	20,0000	554,0700	15.405,7900
J	28	23,3201	20,0000	492,9670	15.898,7570
J	29	20,9487	20,0000	442,6880	16.341,4450
J	30	18,6907	20,0000	396,3940	16.737,8390
J	31	16,2789	20,0000	349,6960	17.087,5350
J	32	14,6907	20,0000	309,6960	17.397,2310
J	33	11,6416	20,0000	263,3230	17.660,5540
J	34	8,5300	20,0000	201,7160	17.862,2700
J	35	7,5050	20,0000	160,3500	18.022,6200
J	38	1,8593	20,0000	93,6430	18.116,2630
J	39		0,0000	0,0000	18.116,2630

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
REV. PRIMÁRIO

M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2+18			0,0000	0,0000
	-1	1,1400	2,0000	1,1400	1,1400
	0	1,1400	20,0000	22,8000	23,9400
	1	1,1400	20,0000	22,8000	46,7400
	2	1,1400	20,0000	22,8000	69,5400
	3	1,1400	20,0000	22,8000	92,3400
	4	1,1400	20,0000	22,8000	115,1400
	5	1,1400	20,0000	22,8000	137,9400
	6	1,1400	20,0000	22,8000	160,7400
	7	1,1400	20,0000	22,8000	183,5400
	8	1,1400	20,0000	22,8000	206,3400
	9	1,1400	20,0000	22,8000	229,1400
	10	1,1400	20,0000	22,8000	251,9400
	11	1,1400	20,0000	22,8000	274,7400
	12	1,1400	20,0000	22,8000	297,5400
	13	1,1400	20,0000	22,8000	320,3400
	14	1,1400	20,0000	22,8000	343,1400
	15	1,1400	20,0000	22,8000	365,9400
	16	1,1400	20,0000	22,8000	388,7400
	17	1,1400	20,0000	22,8000	411,5400
	18	1,1400	20,0000	22,8000	434,3400
	19	1,1400	20,0000	22,8000	457,1400
	20	1,1400	20,0000	22,8000	479,9400
	21	1,1400	20,0000	22,8000	502,7400
	22	1,1400	20,0000	22,8000	525,5400
	23	1,1400	20,0000	22,8000	548,3400
	24	1,1400	20,0000	22,8000	571,1400
	25	1,1400	20,0000	22,8000	593,9400
	26	1,1400	20,0000	22,8000	616,7400
	27	1,1400	20,0000	22,8000	639,5400
	28	1,1400	20,0000	22,8000	662,3400
	29	1,1400	20,0000	22,8000	685,1400
	30	1,1400	20,0000	22,8000	707,9400
	31	1,1400	20,0000	22,8000	730,7400
	32	1,1400	20,0000	22,8000	753,5400
	33	1,1400	20,0000	22,8000	776,3400
	34	1,1400	20,0000	22,8000	799,1400
	35	1,1400	20,0000	22,8000	821,9400
	38	1,1400	0,0000	0,0000	821,9400
	38+12		12,0000	6,8400	828,7800

CÁLCULO DE VOLUMES
BARRAGEM MALCOZINHADO
(CUT-OFF)

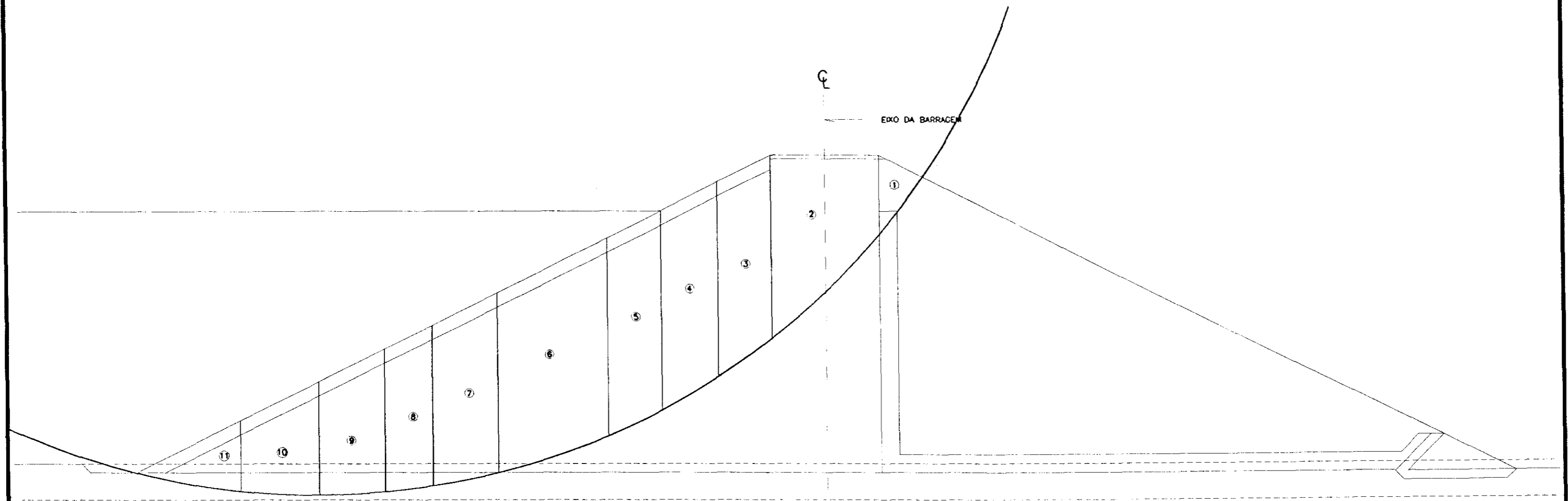
M/J	ESTACA	ÁREA (m ²)	DISTÂNCIA (m)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUM. (m ³)
	-2			0,0000	0,0000
	-1	4,8469	20,0000	48,4690	48,4690
	0	31,0722	20,0000	359,1910	407,6600
	1	25,1217	20,0000	561,9390	969,5990
	2	39,1708	20,0000	642,9250	1.612,5240
	3	43,4526	20,0000	826,2340	2.438,7580
	4	37,2594	20,0000	807,1200	3.245,8780
	5	27,2210	20,0000	644,8040	3.890,6820
	6	30,3531	20,0000	575,7410	4.466,4230
	7	31,2486	20,0000	616,0170	5.082,4400
	8	31,9035	20,0000	631,5210	5.713,9610
	9	141,9480	20,0000	1.738,5150	7.452,4760
	10	85,9461	20,0000	2.278,9410	9.731,4170
	11	80,6730	20,0000	1.666,1910	11.397,6080
	12	81,4771	20,0000	1.621,5010	13.019,1090
	13	94,6480	20,0000	1.761,2510	14.780,3600
	14	81,8191	20,0000	1.764,6710	16.545,0310
	15	87,1033	20,0000	1.689,2240	18.234,2550
	16	119,3728	20,0000	2.064,7610	20.299,0160
	17	122,9144	20,0000	2.422,8720	22.721,8880
	18	179,3593	20,0000	3.022,7370	25.744,6250
	19	242,9367	20,0000	4.222,9600	29.967,5850
	20	92,5512	20,0000	3.354,8790	33.322,4640
	21	43,6464	20,0000	1.361,9760	34.684,4400
	22	43,4995	20,0000	871,4590	35.555,8990
	23	94,1390	20,0000	1.376,3850	36.932,2840
	24	106,3840	20,0000	2.005,2300	38.937,5140
	25	78,7778	20,0000	1.851,6180	40.789,1320
	26	76,3422	20,0000	1.551,2000	42.340,3320
	27	70,8035	20,0000	1.471,4570	43.811,7890
	28	76,0799	20,0000	1.468,8340	45.280,6230
	29	110,4644	20,0000	1.865,4430	47.146,0660
	30	180,3308	20,0000	2.907,9520	50.054,0180
	31	99,7108	20,0000	2.800,4160	52.854,4340
	32	23,5647	20,0000	1.232,7550	54.087,1890
	33	34,1843	20,0000	577,4900	54.664,6790
	34	11,2200	20,0000	454,0430	55.118,7220
	35	34,5879	20,0000	458,0790	55.576,8010
	36	4,5200	20,0000	157,4000	55.734,2010



VIII – ANEXOS

000053

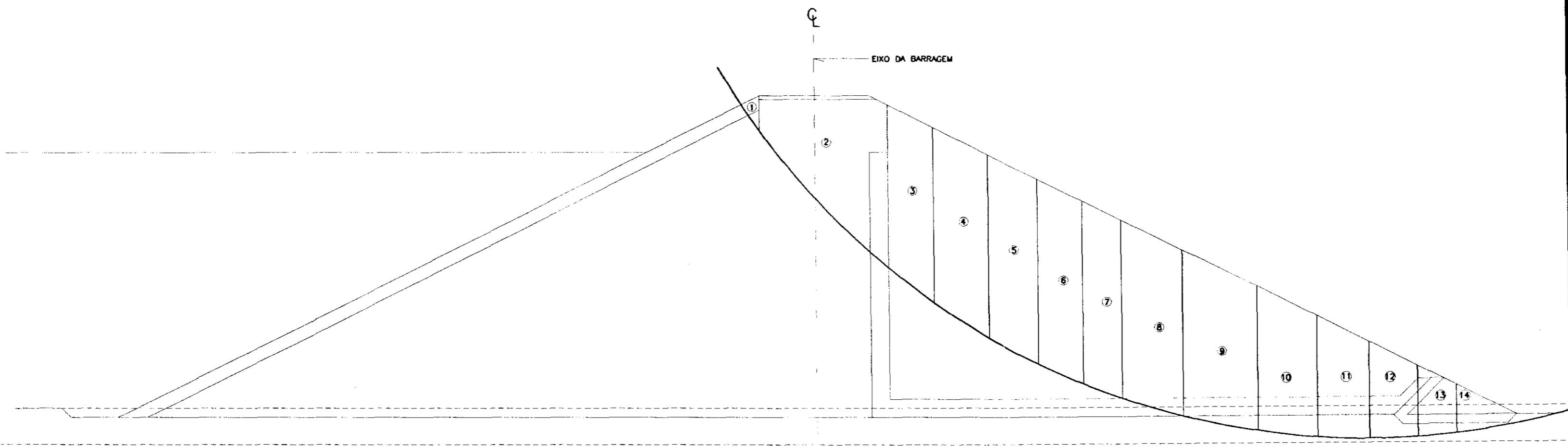
R = 41m
 $\bar{B} = 0.10$
Fs = 1.69



REGIME PERMANENTE-MONTANTE

000054

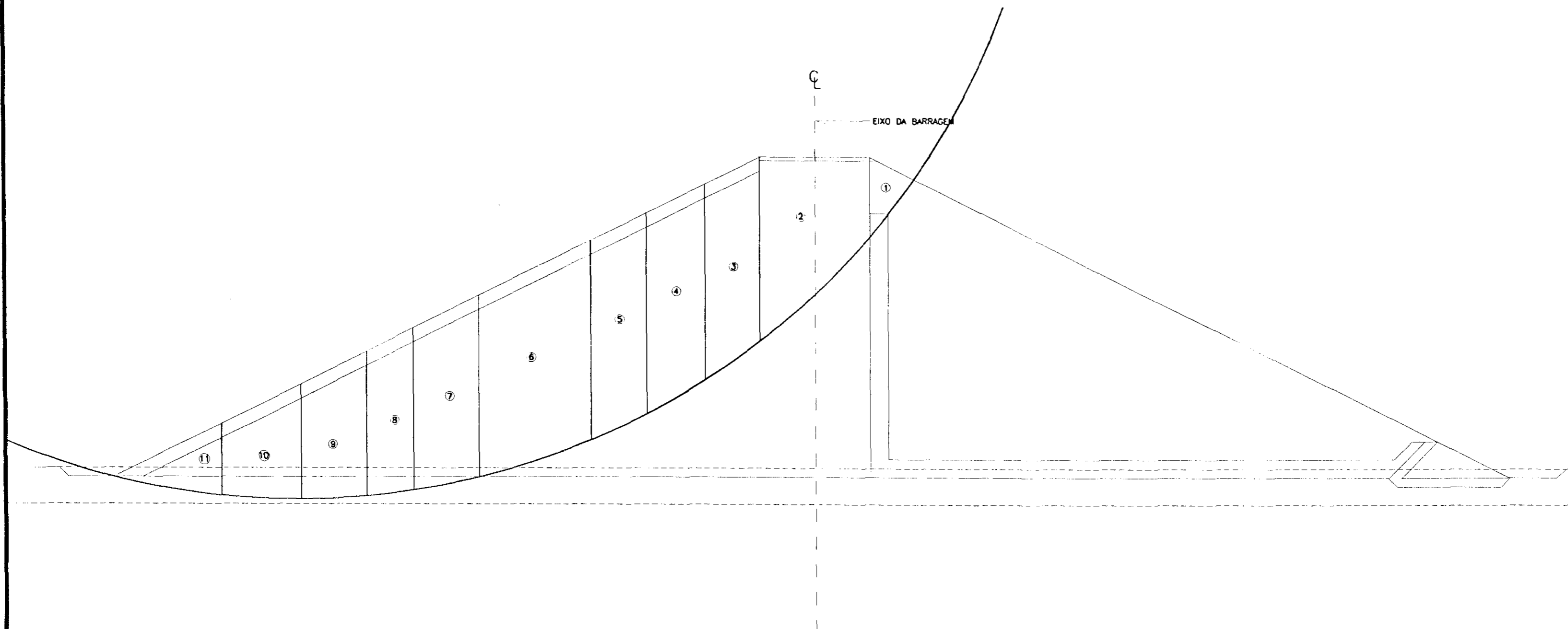
R = 41m
 $\bar{B} = 0.10$
 $F_s = 1.83$



REGIME PERMANENTE-JUSANTE

000055

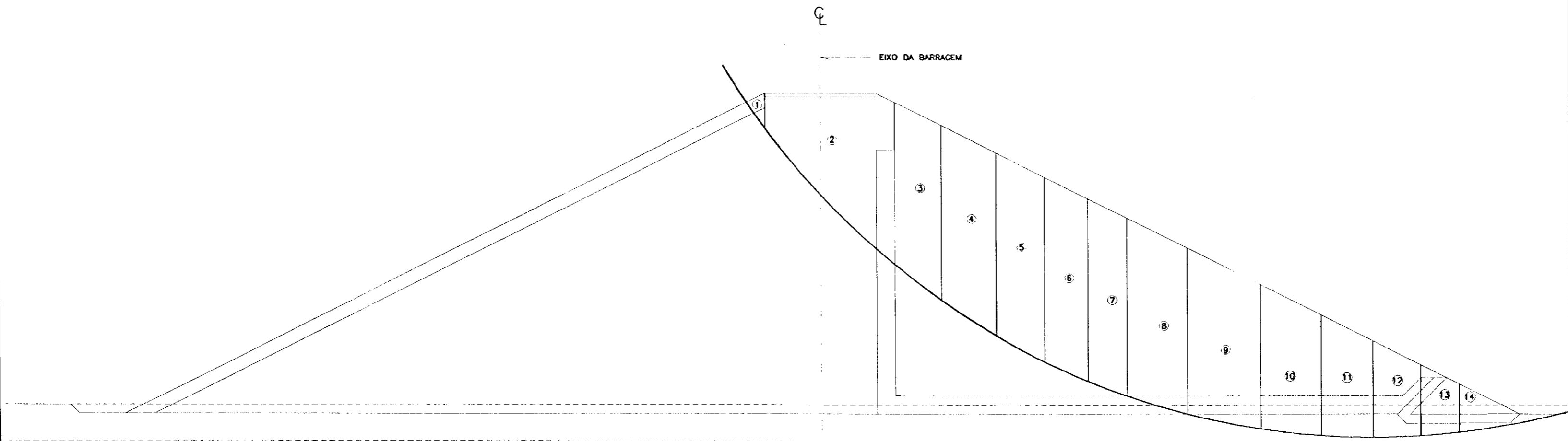
R = 41m
 $\bar{B} = 0.10$
Fs = 1.51



FINAL DE CONSTRUÇÃO--MONTANTE

000056

R = 41m
 $\bar{B} = 0.15$
Fs = 1.58



000057

FINAL DE CONSTRUÇÃO-JUSANTE