

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 CAUHIPE

TOMO II RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO DO PROJETO

KL Serviços e Engenharia Ltda

FORTALEZA
SETEMBRO DE 1996

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 CAUHIPE

**TOMO II - RELATÓRIO DE CONCEPÇÃO GERAL
DAS OBRAS DO BARRAMENTO**

Lote 02157 - Prep Scan Index ()

Projeto Nº 0197/02

Volume

Qtd. A4 53

Qtd. A3

Qtd. A2

Qtd. A1

Qtd. A0 6

Outros A4 & COCOP



KL - SERVIÇOS E ENGENHARIA LTDA

AV. SENADOR VIEIRA, 111 - FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL
FONE: (85) 3766 2611 - FAX: (85) 3766 2612
CDD: 07.025.644.0001-5 - CEP: 61.010-000
FORTALEZA - CEARÁ
CNPJ: 07.025.644/0001-5

FORTALEZA
FEVEREIRO / 97

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	5
1.0 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	7
2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	11
2 1 - INTRODUÇÃO	11
2 2 - ALTERNATIVAS DE VERTEDOURO	11
3 - CONCLUSÃO.....	44
ANEXOS.....	45
- PLANILHAS	
- DESENHOS	

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Projeto da Barragem Cauhipe, está sendo elaborado para a COGERH, pela Empresa KL - Serviços e Engenharia Ltda. Os trabalhos previstos serão realizados em duas fases

FASE A: Consiste no diagnóstico e anteprojeto, compreendendo

- Elaboração dos estudos Preliminares,
- Elaboração dos Estudos Básicos;
- Elaboração do Estudo de Concepção Geral das Obras do Barramento

FASE B Consiste no detalhamento do Projeto a nível executivo.

No final da Fase A, que agora se encontra, estão sendo apresentados os Tomos I e II, compreendendo

TOMO I - Relatório dos estudos Básicos.

Volume 1 - Hidrologia

Volume 2 - Topografia

Volume 2A - Textos

Volume 2B - Desenhos

Volume 3 - Geotecnia

TOMO II - Relatório de Concepção Geral das Obras do Barramento.

Neste Tomo II, está sendo apresentado o Relatório de Concepção Geral das Obras do Barramento

1 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000003

1.0 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Cauhipe está localizada no município de Caucaia, a aproximadamente 30 (trinta) km da capital do Estado à Centro - Oeste da sede do município de Caucaia, seguindo pela estrada que vai para um vilarejo conhecido por Boqueirão dos Cunhas

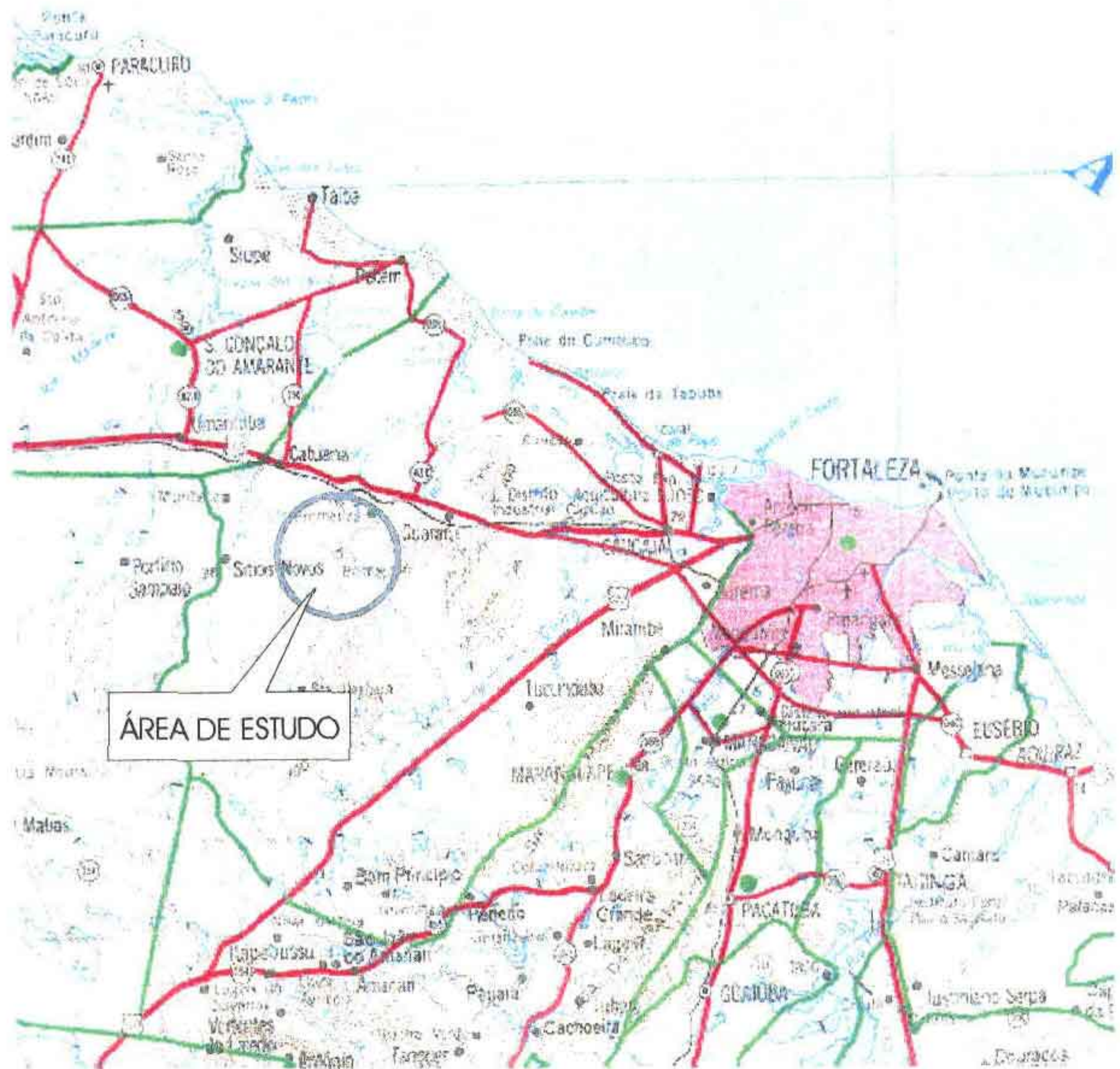
O acesso ao local da obra é feito pela BR-222, partindo-se de Fortaleza até a localidade conhecida por Primavera, em seguida toma-se uma estrada vicinal, sentido Norte - Sul até o Boqueirão dos Cunhas, percorrendo-se cerca de 10 (dez) Km, a partir daí caminha-se mais 1 (um) km, no sentido inverso, chegando na ombreira esquerda da barragem

A figura 1 1 mostra a localização da área em relação ao contexto estadual e a figura 1 2 mostra a localização dentro do município

Figura 1.1
Localização da Área de estudo
no contexto estadual

ÁREA DE ESTUDO





ÁREA DE ESTUDO

BARRAGEM CAUHIPE
 Figura 1.2 - Mapa de Localização e Acesso

2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

2 - CONCEPÇÃO DO PROJETO

2.1 - INTRODUÇÃO

O boqueirão em estudo é amplo, de topografia suave e, a rocha de fundação tem profundidade variando de 1,0m nas ombreiras e 3,0m na calha do rio. Na ombreira direita o gnaíse é muito fraturado com baixas taxas de recuperação (em torno de 10%) e, na ombreira esquerda esta rocha melhora de qualidade, apresentando recuperação média de 60% na altura da cota 35,00.

De acordo com os Estudos Hidrológicos o volume médio anual é de 25,969hm³, porém, este potencial hidráulico é limitado pela topografia do vale que permite uma acumulação máxima 21,700hm³ excluída a revanche.

Analisando-se os condicionantes topográficos e geotécnicos concluiu-se que a estrutura de barramento mais adequada seria uma barragem de terra e, a melhor localização para o vertedouro seria na ombreira esquerda, até porque, também nesta ombreira, são mais favoráveis do ponto de vista topográfico, o retorno das águas de sangria ao leito natural do rio.

Com os dados de regularização obtidos dos Estudos Hidrológicos e, diante da limitação topográfica em termos de acumulação, realizou-se um estudo de alternativas de vertedouro com o objetivo de selecionar o mais econômico do ponto de regularização e, considerando que o potencial de demanda deste reservatório é significativo em virtude dos investimentos ora realizados a jusante, como o Porto do Pecém.

2.2 - ALTERNATIVAS DE VERTEDOIRO

Na concepção geral das obras a estrutura de barramento foi definida em função da utilização dos materiais disponíveis para a construção. Diante do volume de rocha a ser escavado no vertedouro para quaisquer alternativas, a opção de barragem de enrocamento com núcleo impermeável é a mais conveniente.

Com o coroamento fixado na cota 39,00, que é a altitude máxima no boqueirão, desenvolveu-se três alternativas de vertedouro que tiveram suas dimensões ditadas ou por condicionantes geotécnicos, conforme dados do perfil geotécnico do boqueirão, apresentada no desenho 01/05, 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 natural escavado e dois vertedouros com soleira livre, sendo um retilíneo e outro em labirinto

A - Vertedouro em canal natural escavado

Para fins de comparação de custos versus regularização, foi desenvolvida esta alternativa, fixando-se a soleira na cota 35,00 em função dos condicionantes geotécnicos. As dimensões do canal foram definidas em função da lâmina de sangria, tendo como cota limite de coroamento a cota 39,00 e, conhecida a folga em função do "fetch"

Este vertedouro teria uma largura de 85,00m, lâmina máxima de 2,57m e, o reservatório acumula 5 934.910m³ com uma regularização de 0,092m³/s e, um custo estimado de R\$ 1.000.000,00.

O pré-dimensionamento e verificação dos condicionantes acima referidos seguiram a metodologia que se segue. A geometria definida a seguir orientou a estimativa de quantitativos para a avaliação de custos desta alternativa

CREAGER

$Cd = 2,18$

Tr 1000 anos

Qp afluyente $708 \text{ m}^3/\text{s}$

L (m)	Qp (m^3/s)	Cota da soleira (m)	Cota de pico	Lâmina máxima (m)
100,00	389,56	36,45	37,57	1,12
110,00	400,92	36,47	37,57	1,10
120,00	410,89	36,50	37,57	1,07
130,00	419,54	36,54	37,58	1,04
140,00	428,58	36,56	37,58	1,02
150,00	437,20	36,58	37,58	1,00

GEOMETRIA DO MAÇICO, VERTEDOURO e TOMADA D'ÁGUA

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1038 mm por ano

- Área da bacia hidrográfica = 94 km^2

- Linha de fundo = $71,75 \text{ km}$

LARGURA DO VERTEDOURO

$Qm = 525,28 \text{ m}^3/\text{s}$ (descarga de projeto)

$L = 85 \text{ m}$ (adotado)

$Ho = 2,57 \text{ m}$

FOLGA (F)

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

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

$$vo = 1,5 + 2ho$$

$$f = 0,75ho + (vo^2/2g)$$

RESUMO HIDROLÓGICO

VAZÕES REGULARIZADAS PARA VÁRIAS DIMENSÕES

q afluente médio anual = 25,969 hm³/ano

Cota (m)	K (hm ³)	fk=K/m	% LIB	LIB	%EV	EV (hm ³ /ano)	%SG	SG	dM/dK	Q90 (m ³ /s)
34,0	4,045	0,16	8,40	2,167	3,80	0,969	87,80	22,607	---	0,073
35,0	5,935	0,23	10,70	2,742	5,20	1,333	84,20	21,663	0,304	0,092
36,0	8,928	0,34	14,20	3,646	7,10	1,816	78,80	20,274	0,302	0,121
37,0	12,595	0,49	18,00	4,631	9,00	2,322	73,00	18,774	0,269	0,154
38,0	16,865	0,65	22,70	5,837	10,90	2,803	66,40	17,084	0,282	0,195

LABIRINTO COM W = variável $w=10$ $b=19$ e n =variável (10 .. 15)

Tr 1000 anos

Q_p afluente 708 m³/s

L (m)	Q_p (m ³ /s)	Cota da soleira (m)	Cota de pico	Lâmina máxima (m)
100,00	495,98	36,82	37,58	0,76
110,00	511,87	36,86	37,58	0,72
120,00	525,28	36,89	37,58	0,69
130,00	536,62	36,93	37,58	0,65
140,00	546,71	36,96	37,58	0,62
150,00	555,77	36,98	37,58	0,60

LABIRINTO COM W = variável $w=10$ $b=19$ e n =variável (10 .. 15)

Tr 10000 anos

Q_p afluente 1393 m³/s

L (m)	Q_p (m ³ /s)	Cota da soleira (m)	Cota de pico	Lâmina máxima (m)
100,00	914,40	36,82	38,21	1,39
110,00	954,85	36,83	38,17	1,31
120,00	992,24	36,89	38,13	1,24
130,00	1020,54	36,93	38,11	1,18
140,00	1046,78	36,96	38,08	1,12
150,00	1071,60	36,98	38,06	1,08

CREAGER $C_d = 2,18$
 Tr 1000 anos
 Qp afluyente $708 \text{ m}^3/\text{s}$

L (m)	Qp (m^3/s)	Cota da soleira (m)	Cota de pico	Lâmina máxima (m)
100,00	389,56	36,45	37,57	1,12
110,00	400,92	36,47	37,57	1,10
120,00	410,89	36,50	37,57	1,07
130,00	419,54	36,54	37,58	1,04
140,00	428,58	36,56	37,58	1,02
150,00	437,20	36,58	37,58	1,00

GEOMETRIA DO MAÇICO, VERTEDOIRO e TOMADA D'ÁGUA:

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1038 mm por ano

- Área da bacia hidrográfica = 94 km^2

- Linha de fundo = 71,75 km

LARGURA DO VERTEDOIRO

$Q_m = 525,28 \text{ m}^3/\text{s}$ (descarga de projeto)

$L = 85 \text{ m}$ (adotado)

$H_o = 2,57 \text{ m}$

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

$$h_o = \text{alt da onda} = 1,030 \text{ m}$$

$$L = \text{"fetch"} = 3,5 \text{ km}$$

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

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

logo

$$h_o = 1,03 \text{ m}$$

$$v_o = 3,56 \text{ m/s}$$

$$F = 1,42 \text{ m}$$

REVANCHE

Para cálculo da "revanche" utilizou-se a fórmula

$$R = H_o + F$$

onde

$$H_o = \text{lâmina de sangria} = 2,57 \text{ m}$$

$$F = \text{folga} = 1,42 \text{ m}$$

$$R = 3,99 \text{ m}$$

COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula.

$$cc = cs + R$$

onde

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

$$cs = \text{cota da soleira do sangradouro} = 35,00$$

$$R = \text{revanche} = 3,99$$

000016

logo

cc = 38,99

Adotou-se a cota do coroamento = 39,00

(adotada em função da limitação topográfica)

ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

Para determinação da altura máxima utilizou-se a seguinte fórmula

$$Hb = cc - CLR$$

onde:

cc = cota do coroamento = 39,0

CLR = cota do leito do rio = 27,63

Hb = 11,37 m

LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece.

$$b = 1,1 \times (Hb)^{1/2} + 0,9$$

$$b = 4,61$$

Adotou-se b = 5,00 m

TALUDES

- Montante

Cota 39 até o terreno 2,5 :1

- Jusante

Cota 39 até o terreno 2 :1

RIP - RAP

Espessura do Rip-Rap

O rip-rap foi dimensionado através da fórmula:

000017

$$e = Cv^2$$

onde

e = espessura do rip-rap (m)

C = coeficiente, função da inclinação do talude

e do peso específico da rocha = 0,031

vo = velocidade das ondas (m/s) = 3,56 m

$$e = 0,39 \text{ m}$$

Adotou-se a espessura do rip-rap = **0,45 m**

Espessura da Transição

$$e_t = e/2$$

onde

e_t = espessura da transição

$$e_t = 0,225 \text{ m}$$

Adotou-se a transição de **0,30 m**

TOMADA D'ÁGUA

O diâmetro foi calculado pela fórmula:

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

onde

Q = descarga regularizada = 0,092 m³/s

$$\pi = 3,1416$$

logo

$$D = 0,289 \text{ m}$$

Diâmetro adotado **300 mm**

velocidade do escoamento

$$v = Q/a = 1,30 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 4,88E+05$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor $f = 0,0175$ a perda por atrito é calculada pela expressão:

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,252 \text{ m}$$

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

$$h_a = (K_c + K_r + k_s)(v^2 / 2g) = 0,177 \text{ m}$$

e a perda total será. 0,429 m

Como a cota do eixo da galeria = 31,5

O nível mínimo operacional será = 31,93

B - Vertedouro com soleira livre - retilíneo

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". O fundo do canal de acesso seria também na cota 35,00, 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, numa extensão de 15,00m e, a partir daí a escavação seria parcial, em degraus, deixando que as águas de sangria completasse a escavação definitiva. O muro vertedouro com soleira na cota 36,35 seria implantado ao longo do eixo topográfico numa largura total de 150,00m.

A largura do vertedouro foi limitada pelos condicionantes geotécnicos, isto é, foi aproveitada toda a faixa que atravessa um substrato rochoso competente com os esforços gerados pela estrutura vertente. A lâmina máxima de sangria foi assim definida pela largura do vertedouro e, considerando a cota limite para o coroamento - cota 39,00

Este vertedouro teria uma largura de 150,00m, lâmina máxima de 1,21m e, o reservatório acumularia 10.400 000m³ com uma regularização de 0,133m³/s e, um custo estimado de R\$ 2.000.000,00.

O pré-dimensionamento e verificação dos condicionantes acima referidos seguiram a metodologia que se segue. A geometria definida a seguir orientou a estimativa de quantitativos para a avaliação de custos desta alternativa.

GEOMETRIA DO MAÇICO, VERTEDOIRO e TOMADA D'ÁGUA

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1038 mm por ano

- Área da bacia hidrográfica = 94 km²

- Linha de fundo = 71,75 km

LARGURA DO VERTEDOIRO

$Q_m = 437,20 \text{ m}^3/\text{s}$ (descarga de projeto)

$L = 150 \text{ m}$ (adotado)

$H_o = 1,21 \text{ m}$

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

$h_o = \text{alt da onda} = 1,03 \text{ m}$

$L = \text{fetch} = 3,5 \text{ km}$

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

$F = \text{folga em m}$

logo

$h_o = 1,03 \text{ m}$

$v_o = 3,56 \text{ m/s}$

$F = 1,42 \text{ m}$

REVANCHE

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

$R = H_o + F$

onde

$H_o = \text{lâmina de sangria} = 1,21 \text{ m}$

$F = \text{folga} = 1,42 \text{ m}$

$R = 2,63 \text{ m}$

COTA DO COROAMENTO DA BARRAGEM

Calculou-se a cota do coroamento pela fórmula

$cc = cs + R$

onde

$cc = \text{cota do coroamento}$

$cs = \text{cota da soleira do sangradouro} = 36,35$

$R = \text{revanche} = 2,63$

logo

$cc = 38,98$

Adotou-se a cota do coroamento = **39,00**

ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

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

$$Hb = cc - CLR$$

onde

$$cc = \text{cota do coroamento} = 39,0$$

$$CLR = \text{cota do leito do rio} = 27,63$$

$$Hb = 11,37 \text{ m}$$

LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece

$$b = 1,1 \times (Hb)^{1/2} + 0,9$$

$$b = 4,61$$

Adotou-se $b = 5,00 \text{ m}$

TALUDES

- Montante

Cota 39 até o terreno 2,5 : 1

- Jusante

Cota 39 até o terreno 2 : 1

RIP - RAP

Espessura do Rip-Rap

O rip-rap foi dimensionado através da fórmula:

$$e = Cvo^2$$

onde:

$e = \text{espessura do rip-rap (m)}$

C = coeficiente, função da inclinação do talude

e do peso específico da rocha = 0,031

v_o = velocidade das ondas (m/s) = 3,56 m

e = 0,39 m

Adotou-se a espessura do rip-rap = 0,45 m

Espessura da Transição

$e_t = e/2$

onde

e_t = espessura da transição

$e_t = 0,225$ m

Adotou-se a transição de 0,30 m

VERTEDOIRO - GEOMETRIA DA CRISTA-BACIA DE TRANSIÇÃO

DETERMINAÇÃO DA EXTENSÃO DA CRISTA

$L = Q_s / C_d (H)^{3/2}$, onde

H = lâmina de sangria = 1,214 m

Q_m = descarga de projeto = 437,2 m³/s

L = 150,00 m

NR = 34,5

VELOCIDADE DE APROXIMAÇÃO/CARGA CINÉTICA

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

onde

$h_a = V_a^2 / 2g$

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

$$V_a = q / P+h_o,$$

logo

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

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

dados . $P = 1,85 \text{ m}$

$$H_o = 1,213635499 \text{ m}$$

$$q = Q/L = 2,914666709 \text{ m}^3/\text{s.m}$$

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

$$(P+H_o) = 3,06$$

ho	P + ho	Va	ha	P + Ho
0,50	2,35	1,240	0,078	2,428
0,70	2,55	1,143	0,067	2,617
0,80	2,65	1,100	0,062	2,712
0,90	2,75	1,060	0,057	2,807
1,16	3,02	0,996	0,048	3,06

$$V_a = \mathbf{0,996 \text{ m/s}}$$

$$h_a = \mathbf{0,048 \text{ m}}$$

$$h_o = \mathbf{1,166 \text{ m}}$$

SOLEIRA :PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

logo ,

$$h_a / H_o = h_a/H_o = 0,041$$

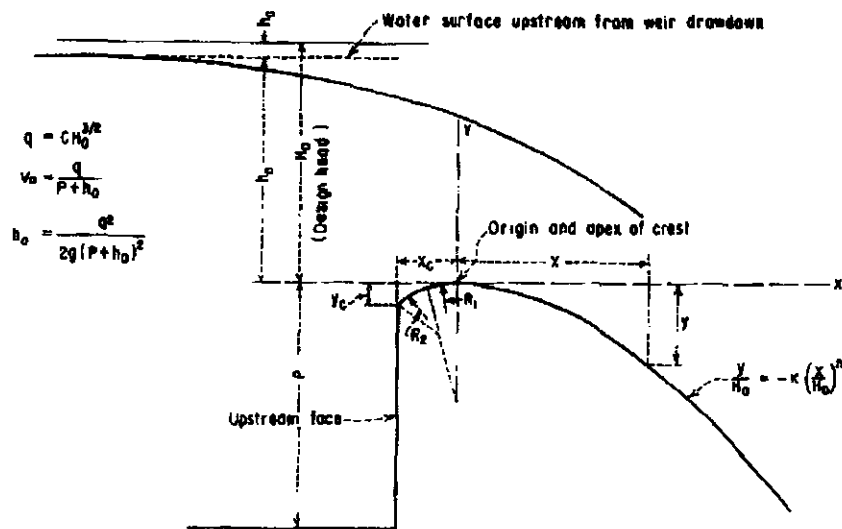
e os parâmetros para definição da crista, serão

(vide figura 9-21 , pgs 366 e 367 do "Design of Small Dams"

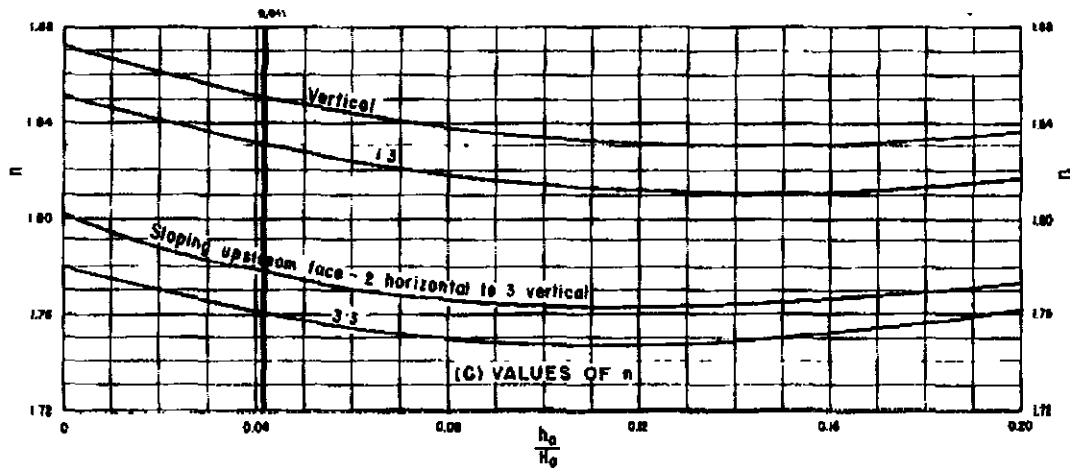
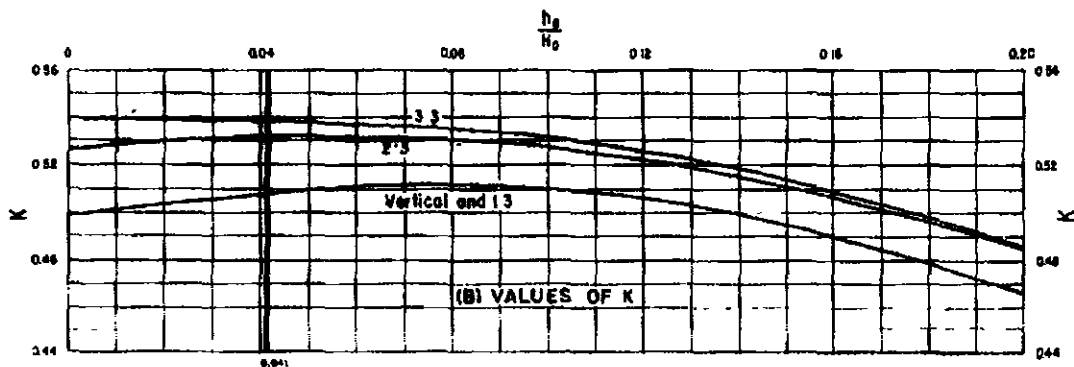
$$X_c/H_o = 0,267$$

$$Y_c/H_o = 0,114$$

DESIGN OF SMALL DAMS

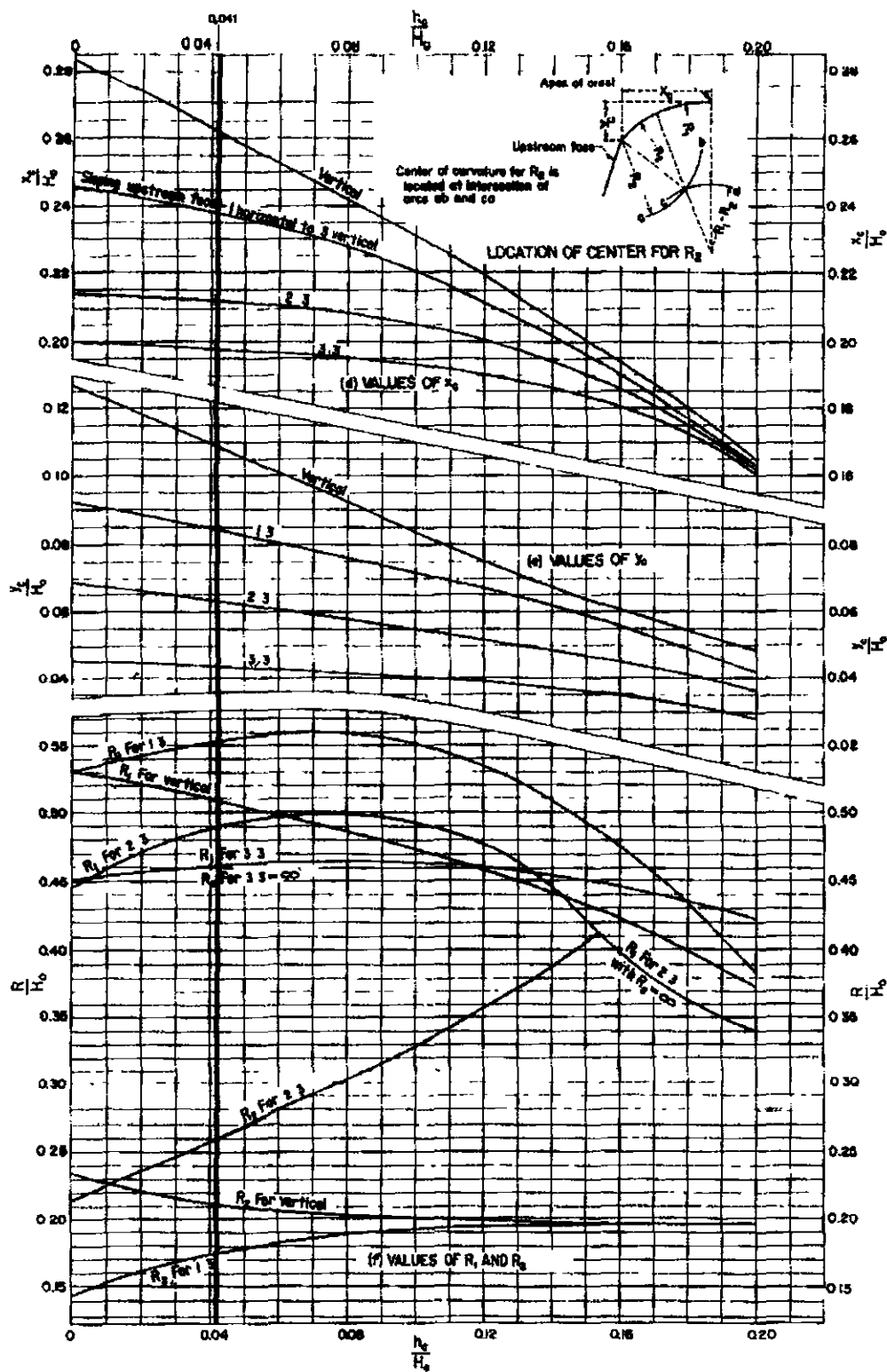


(A) ELEMENTS OF NAPPE-SHAPED CREST PROFILES



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

SPILLWAYS



for definition of nappe-shaped crest profiles. 288-D-2407. (Sheet 2 of 2).

0000-7

$$R1/Ho = 0,548$$

$$R2/Ho = 0,216$$

$$k = 0,505$$

$$n = 1,855$$

COORDENADAS DO PONTO C

$$X_c = 0,324 ; Y_c = 0,138$$

RAIOS DOS CÍRCULOS A MONTANTE DA CRISTA

$$R1 = 0,665072254 , R2 = 0,262145268$$

SENDO A EXPONENCIAL DE JUSANTE DEFINIDA PELA EXPRESSÃO

$$Y/Ho = - K (X/Ho)^n$$

esta toma-se,

$$Y /1,21 = -0,505 (X/1,21)^{1,855} \quad (II)$$

DETERMINAÇÃO DO PONTO P - INTERSEÇÃO EXPONENCIAL/RETA

Arbitrando-se um coeficiente angular de -0,909 para a reta, vem :

(II) simplificada

$$Y = - 0,427952833 (X) ^{1,855} \quad (III)$$

$$dY/dX = -0,793852506(X) ^{0,855} \quad (IV)$$

declividade da reta

$$dY/dX = -1/1,1 = -0,909 \quad (V)$$

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

$$X_t = 1,17$$

que substituindo em (III) , resulta

$$Y_t = - 0,57$$

PONTO DE ORIGEM DA CURVA REVERSA - PONTO B

Equação da reta

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

$$X_b = -1 Y_b + 0,604 \text{ (VI)}$$

Raio mínimo da curva reversa

$$R > 0.3048(10)^x ,$$

onde

$$x = 3,291 (v+6,4 H)+ 16 / (11,85 \times H + 64)$$

sendo

$$H = 2,907 \text{ m}$$

$$v = (2gH)^{1/2} = 7,552 \text{ m/s}$$

$$x = 1,04$$

$$R > 3,318 \text{ m}$$

$$R = 4 \text{ m}$$

$$\text{alfa} = \text{arctg}(dY/dX) = -0,785$$

$$\sin(\text{alfa}) = -0,707 \qquad \cos(\text{alfa}) = 0,707$$

$$\text{alfa}/2 = -0,393$$

$$\text{tg}(\text{alfa}/2) = -0,414$$

$$BPI = R \text{tg}(\text{alfa}/2) = 1,657$$

$$y' = BPI \sin(\text{alfa}) = 1,172 \text{ m}$$

$$Y_b = - (P - y') \qquad Y_b = -0,810$$

que substituindo em (VI), resulta

$$X_b = -1 Y_b + 0,604$$

$$X_b = 1,431$$

PONTO FINAL DA CURVA REVERSA - PONTO D

$$Y_d = -P, \text{ logo}$$

$$Y_d = -1,85$$

$$X_d = X_b + B \cdot \text{PICOS}(\alpha) + B \cdot \text{PI}$$

$$X_d = 4,111$$

COORDENADAS DA SOLEIRA DO VERTEDOURO

X (m)	Y(m)	
-0,324040678	-0,138354447	Ponto C
0	0	Eixo
0,1	-0,005975798	Exponencial
0,2	-0,021617554	"
0,3	-0,0458623 "	"
0,4	-0,078201879	"
0,5	-0,118300142	"
0,6	-0,165907674	"
0,7	-0,220827304	"
0,8	-0,282896668	"
0,9	-0,351978196	"
1	-0,427952833	"
1,17179	-0,574267544	Ponto T
1,43083	-0,809760294	Ponto B
4,12153	-1,85	Ponto D

000030

BACIA DE TRANSIÇÃO

$$v_1 = 7,552 \text{ m/s}$$

$$L = 150,000 \text{ m}$$

$$Q = 437,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = 2,915 \text{ m}^3/\text{s m}$$

$$y_1 = q/v_1 = 0,386$$

$$NF = v_1/(g \cdot y_1)^{1/2} = 3,881$$

$$y_2 = y_1 \left(\frac{(1 + 8NF^2)^{1/2} - 1}{2} \right) = 1,127$$

Com o valor de NF encontra-se o valor da relação L/y_2

(OPEN - CHANNEL HYDRAULICS , pg 398 , Fig 15-4)

Para $NF = 3,881$

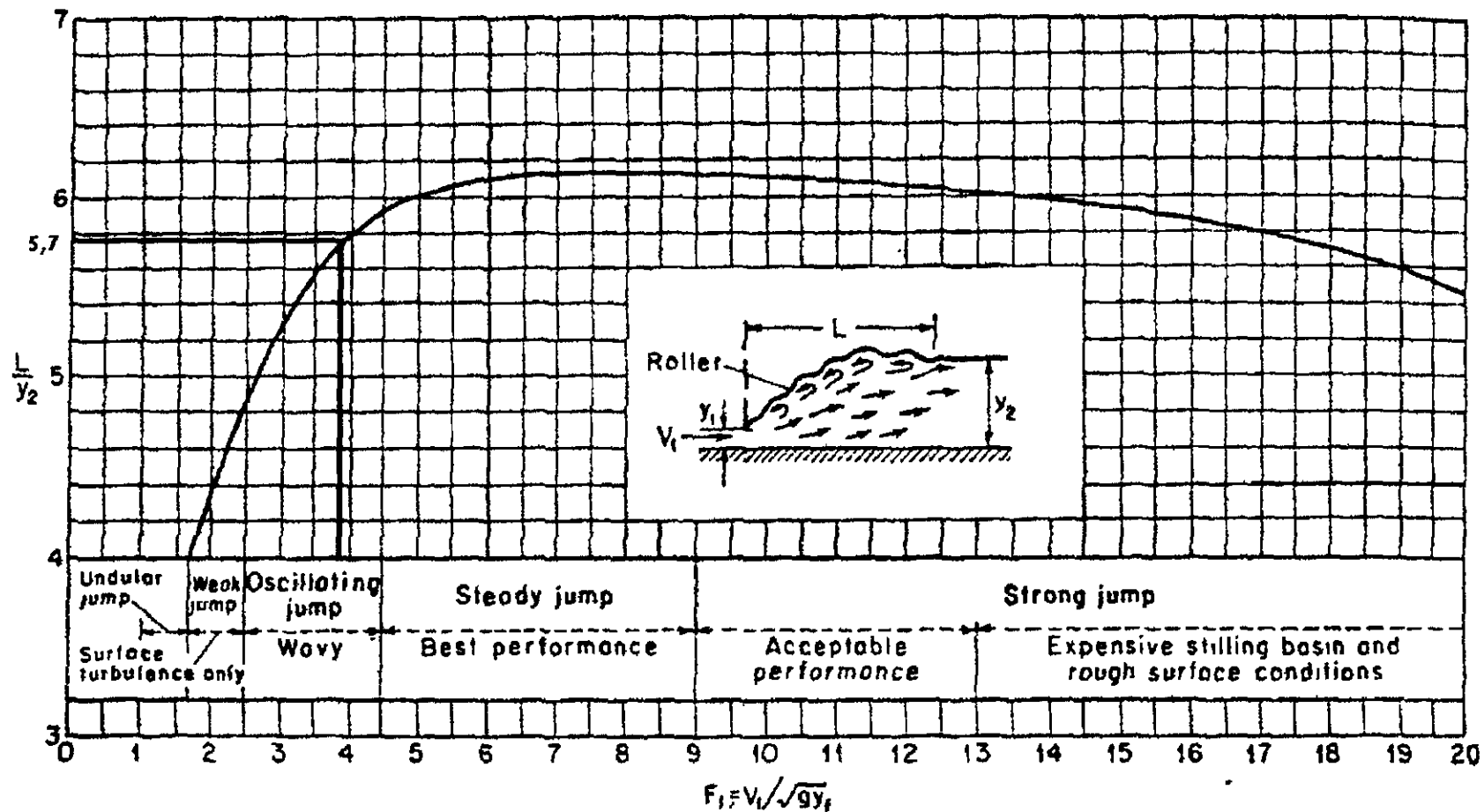
tem-se,

$$L / y_2 = 5,70$$

logo

$$L = 6,650 \text{ m}$$

sendo L o comprimento da bacia de transição Adotou-se $L = 10\text{m}$



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].)

28/10/00

TOMADA D'ÁGUA

O diâmetro foi calculado pela fórmula:

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

onde:

$$Q = \text{descarga regularizada} = 0,122 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\pi = 3,1416$$

logo

$$D = 0,333 \text{ m}$$

Diâmetro adotado = **400 mm**

velocidade do escoamento:

$$v = Q/a = 1,05 \text{ m/s}$$

o número de Reynolds vem a ser

$$Re = (v \cdot D) / \nu = 5,25E+05$$

pelo diagrama de Moody, o coeficiente de atrito tem o valor $f = 0,0155$

a perda por atrito é calculada pela expressão

$$h_f = f(l \cdot v^2) / (2g \cdot D) = 0,109 \text{ m}$$

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

$$h_a = (K_c + K_r + K_s)(v^2/2g) = 0,115 \text{ m}$$

e a perda total será 0,224 m

Como a cota do eixo da galeria = 31,5

O nível mínimo operacional será = 31,72

C - Vertedouro com soleira livre - labirinto

Esta opção ampliaria ao máximo os níveis de acumulação e regularização, uma vez que permite a redução da lâmina de sangria. O fundo do canal de acesso seria também na cota 35,00, 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 36,89 e, a estrutura seria limitada a montante pelo eixo topográfico numa largura total de 120,00m

Este vertedouro teria assim, uma largura de 120,00m, lâmina máxima de 0,69m e, o reservatório acumularia 11 000.000m³ com uma regularização de 0,150m³/s e, um custo estimado de R\$ 2.100.000,00.

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA

Utilizou-se a média das precipitações do Posto de Fortaleza = 1038 mm por ano

- Área da bacia hidrográfica = 94 km²

- Linha de fundo = 71,75 km

LARGURA DO VERTEDOIRO

$Q_m = 525,28 \text{ m}^3/\text{s}$ (descarga de projeto)

$L = 120 \text{ m}$ (adotado)

$H_o = 0,69 \text{ m}$

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

$$h_o = \text{alt da onda} = 1,030 \text{ m}$$

$$L = \text{fetch} = 3,5 \text{ km}$$

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

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

logo

$$h_o = 1,03 \text{ m}$$

$$v_o = 3,56 \text{ m/s}$$

$$F = 1,42 \text{ m}$$

REVANCHE

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

$$R = H_o + F$$

onde

$$H_o = \text{lâmina de sangria} = 0,69 \text{ m}$$

$$F = \text{folga} = 1,42 \text{ m}$$

$$R = 2,11 \text{ m}$$

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 = 36,89

R = revanche = 2,11

logo.

$$cc = 39,00$$

Adotou-se a cota do coroamento = **39,00**

ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (Hb)

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

$$Hb = cc - CLR$$

onde

cc = cota do coroamento = 39,0

CLR = cota do leito do rio = 27,63

$$Hb = 11,37 \text{ m}$$

LARGURA DA CRISTA (b)

A largura da crista foi determinada pela fórmula de Preece

$$b = 1,1 \times (Hb)^{1/2} + 0,9$$

$$b = 4,61$$

Adotou-se b = **5,00 m**

TALUDES

- Montante

Cota 39 até o terreno 2,5 : 1

- Jusante

Cota 39 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

e do peso específico da rocha = 0,031

v_o = velocidade das ondas (m/s) = 3,56 m

e = 0,39 m

Adotou-se a espessura do rip-rap = **0,45 m**

Espessura da Transição

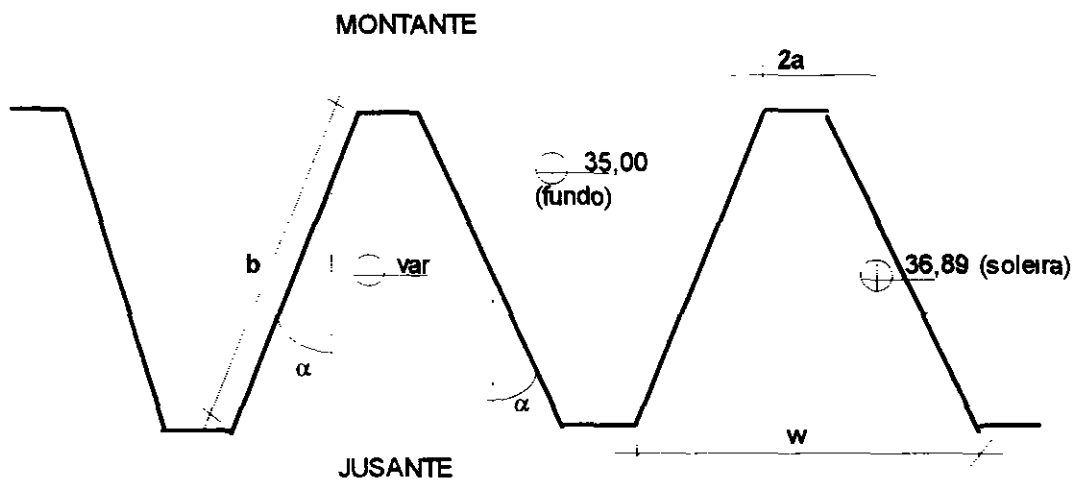
$$e_t = e/2$$

onde

e_t = espessura da transição

e_t = 0,225 m

Adotou-se a transição de **0,30 m**



$$Q_{1000} = 525,28 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_{10000} = 992,24$$

$$a = 0,6$$

$$b = 19$$

$$a = 11,5$$

$$\text{sen } a = 0,199$$

$$p = 2,5$$

$$\text{no módulos} = 12$$

1) MÉTODO DE MAGALHÃES

limitações

$$a) 1 < l/w < 8$$

$$b) 0,2 < h/p < 0,6$$

$$c) w/p > 2$$

$$d) a / a_{\text{max}} > 0,8$$

cálculo de l

$$l = 4a + 2b = 40,4$$

cálculo de w

$$w = 4a + 2bsena = 9,9760$$

cálculo de a max

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

logo,

$$\text{sen a max} = 0,2469$$

$$a \text{ max} = 14,2959$$

cálculo de h

$$h = (Q/Cd*L)^{2/3} = 0,9152$$

Verificações

$$a = 0,8044 \quad \text{OK}$$

a max

$$l/w = 4,0497 \quad \text{OK}$$

$$w / p = 3,9904 \quad \text{OK}$$

h	h/p	Cd	Qmódulo	Qtotal
0,500	0,200	8,327	29,371	352,452
0,750	0,300	7,530	48,792	585,501
1,000	0,400	6,644	66,282	795,387
1,250	0,500	5,980	83,369	1000,428
1,500	0,600	5,360	98,226	1178,717

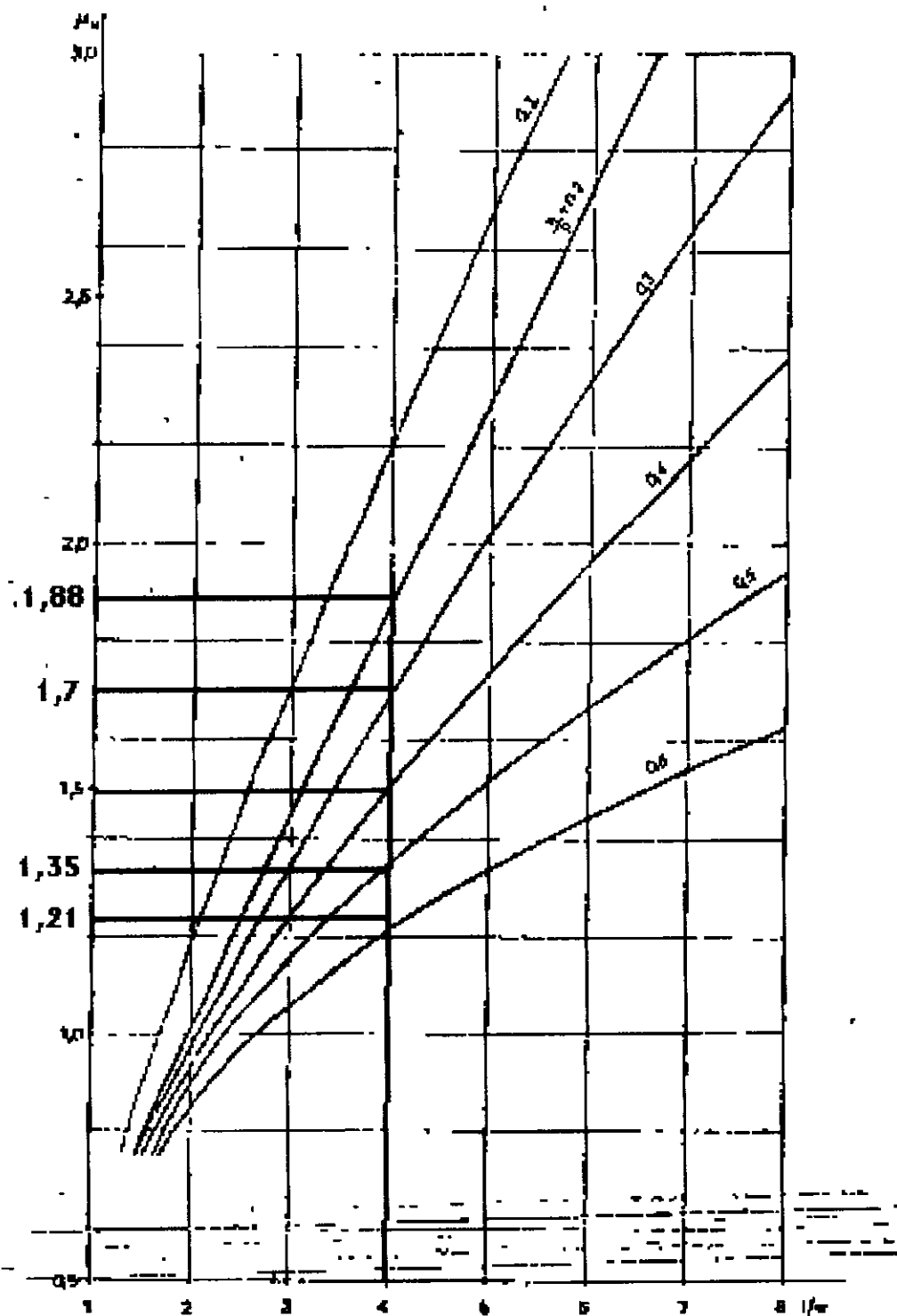
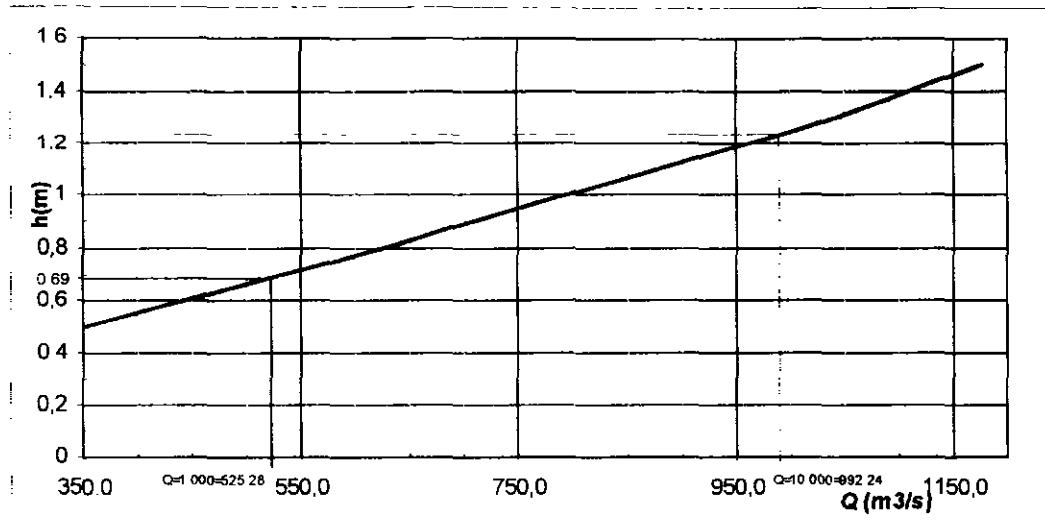


FIGURA 4 - COEFICIENTE DE VAZÃO DE SOL FIBRAS COM A FORMA TRAPEZOIDAL EM PLANTA



II) METODO DE HAY & TAYLOR

$$Q_n = C_o \cdot w \cdot h^3 / 2 \text{ (Estrutura Linear)}$$

$$Q_l = r \cdot Q_n, \text{ sendo } r = Q_l / Q_n \text{ (Vazão linear)}$$

$$C_o = 2,1$$

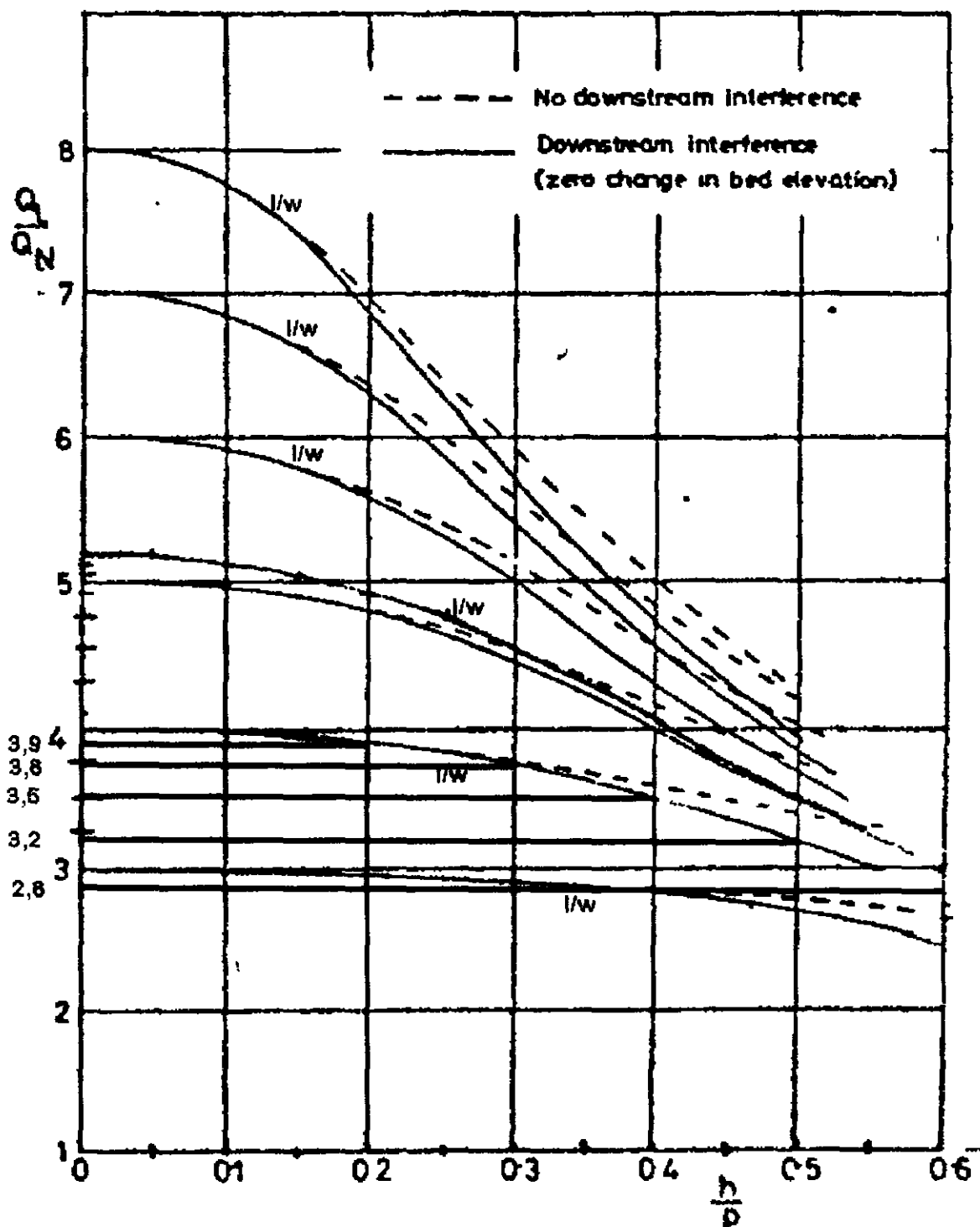
limitações

$$w/p > 2$$

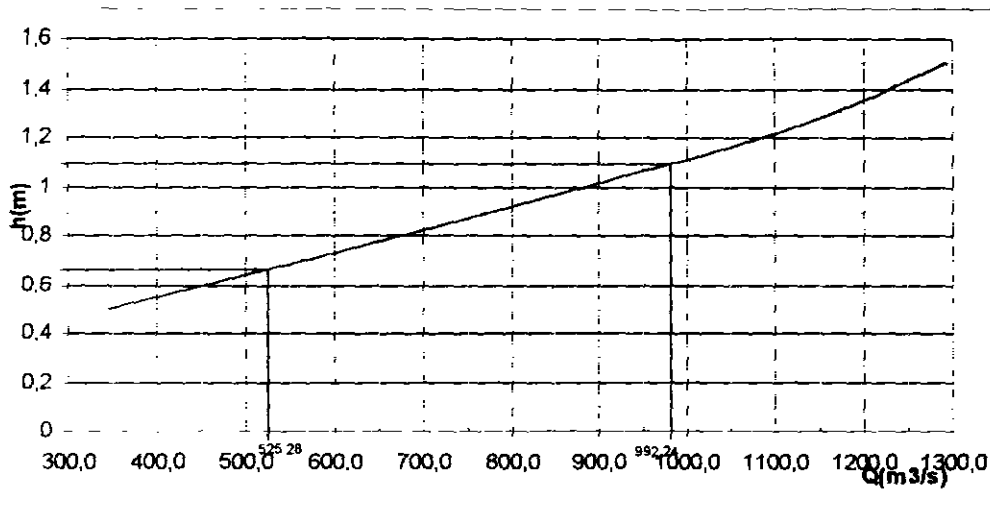
$$a > 0,75 \text{ a max}$$

Verificação

h	h/p	r = Q _l / Q _n	Q _n	Q _l
0,500	0,200	3,900	88,882	346,638
0,750	0,300	3,800	163,286	620,487
1,000	0,400	3,500	251,395	879,883
1,250	0,500	3,200	351,335	1124,273
1,500	0,600	2,800	461,842	1293,159



DESIGN CHART 2: FOR TRAPEZOIDAL PLAN FORM WEIRS CONSTRUCTED WITHOUT APRONS, $w \cdot p \geq 2$, SIDE WALL ANGLE $\alpha = 0.75 \alpha_{\max}$



AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	ACUMULAÇÃO (m ³)	REGULARIZAÇÃO		CUSTO DO VERTEDOIRO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)	CUSTO DO VOLUME ANUAL REGULARIZADO R\$/(hm ³ /ano)	CUSTO DE ACUMULAÇÃO (R\$/m ³)
		(m ² /s)	(hm ² /ano)				
ESPESSA (CANAL)	5 934 910,00	0,092	2,862	1 017 893,63	1 899 856,03	663 921,33	0 320
RETILÍNEO (CREAGER)	10 400 000,00	0,133	4,137	1 341 564 50	2 896 853,00	651 912,82	0 259
LABIRINTO	11 000 000 00	0,150	4,666	1 534 486,63	2 899 421,23	621 448,60	0 264

3 - CONCLUSÃO

3 - CONCLUSÃO

Para eleger a alternativa de vertedouro há que se considerar o custo capital de implantação das obras e a otimização do reservatório em termos de regularização. Do quadro anterior, a avaliação das alternativas, verificou-se

- 1 O vertedouro de soleira deve ser descartado pela sua limitação em termos de acumulação,
- 2 Sob o ponto de vista de regularização o vertedouro tipo labirinto amplia as possibilidades de regularização quer do ponto de vista quantitativo, quer do ponto de vista financeiro, uma vez que o custo capital de regularização e acumulação são inferiores aos da alternativa de vertedouro em perfil "Creager" retilíneo

Diante do exposto, sugerimos que a alternativa C - Barragem com vertedouro tipo labirinto seja desenvolvida na elaboração do Projeto Executivo.

ANEXOS
- PLANILHAS
- DESENHOS

- PLANILHAS

000047

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRADOURO (CANAL)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT.	VR UNIT	VR TOTAL
1 0	Administração e Fiscalização				
1 1	Mobilização (1 5% de 2,3,4 e 5)	ud	1,00	27 140,80	27 140,80
1 2	Desmobilização (1 5% de 2,3,4 e 5)	ud	1,00	27 140,80	27 140,80
1 3	Divulgação (0 5% de 2,3,4 e 5)	ud	1,00	9 046,93	9 046,93
1 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras (1 5% de 2,3,4 e 5)	ud	1,00	27 140,80	27 140,80
	Total do Item				90 469,33
2 0	Serviços Preliminares				
2 1	Caminhos de serviços com faixa de 6 m, para acesso as obras e jazidas	Km	10,00	1 313,67	13 136,70
2 2	Desmatamento e destocamento de arvores do local da barragem sangradouro e empréstimo, (0.15Km < D < 0,30)	ha	6,00	780,00	4 680,00
2 3	Limpeza superficial de camada vegetal, nas áreas de implantação da barragem e jazida	ha	3,00	260,00	780,00
	Total do Item				18 596,70
3 0	Barragem				
3 1	Escavação e carga de material de 1a categoria (fundação)	m3	6 000,00	1,04	6 240,00
3 2	Escavação e carga de material de 3a categoria (fundação), 50 <DMT< 100m	m3	3 000,00	10,99	32 970,00
3 3	Escavação e carga de material de 1a categoria (jazidas)	m3	20 000,00	1,07	21 400,00
3 4	Compactação em solo	m3	20 000,00	0,86	17 200,00
3 5	Escavação e carga de material de 1a categoria (areia)	m3	6 000,00	1,07	6 420,00
3 6	Filtro horizontal em barragens	m3		6,02	0,00
3 7	Filtro vertical em barragens	m3	6 000,00	4,99	29 940,00
3 8	Brita produzida para transições	m3	9 000,00	14,69	132 210,00
3 9	Enrocamentos laterais	m3	85 000,00	4,34	368 900,00
3 10	Execução das transições	m3	6 200,00	16,12	99 944,00
3 11	Transporte de material de 1a categoria utilizando-se caminhão basculante	m3xKm	4 000,00	0,93	3 720,00
3 12	Transporte de material de 3a categoria utilizando-se caminhão basculante	m3xKm	4 300,00	1,16	4 988,00
3 13	Revestimento de coroamento com ou cascalho, inclusive extração, medido no terreno, e=0,20 m	m2	6 490,00	2,03	13 174,70
	Total do Item				737.106,70
4.0	Sangradouro (Espessa)				
4 1	Escavação e carga de material de 1a	m3	15 210,00	1,39	21 157,11
4 2	Escavação, carga e transporte p/maciço de material de 3a categoria, 400 < DMT < 600m	m3	84 700,00	11,65	986 585,60
4 3	Concreto simples, preparo e lançamento consumo de 150kg de cimento por m3, usando-se brita, com 12% de pedra de mão	m3	90,00	112,79	10 150,92
	Total do Item				1 017.893,63

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRADOIRO (CANAL)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VR UNIT	VR. TOTAL
5 0	Tomada D'Água (Espessa)				
5 1	Escavação manual de valas, material de 1a categoria, 1,50 <H<3,00m	m3	120,00	4,93	591,24
5 2	Escavação manual de valas, material de 3a categoria, 1,50 <H<3,00m	m3	210,00	8,54	1 793,61
5 3	Concreto armado com fck = 15MPa para estruturas de montante, galena, bacia de dissipação	m3	45,00	115,43	5 194,22
5 4	Forma plana de madeira comum	m2	450,00	16,78	7 552,35
5 5	Fornecimento, preparo e colocação de AÇO CA-50	kg	3 500,00	1,42	4 959,50
5 6	Concreto para regularização (150 kg de cimento/m3)	m3	25,00	107,63	2 690,68
5 7	Reaterro	m3	40,00	4,59	183,60
5 8	Junta de vedação tipo O-22	m	24,00	37,71	905,11
5 9	Enrocamento da bacia de dissipação	m3	5,00	11,43	57,14
5 10	Tubulações em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 300 mm, inclusive assentamento, para tomada d'água	m	40,00	127,90	5 116,00
5 11	Registro de acionamento direto, volante e by-pass de d=300mm-Barbara, ou similar	ud	1,00	1 737,23	1 737,23
5 12	Valvula borboleta completa, diâmetro de 300mm, com acionamento manual para volante	ud	1,00	4 500,00	4 500,00
5 13	Grade de aço de 2,10 x 2,60 e dispositivo de calagem inclusive assentamento assessorio	ud	1,00	509,00	509,00
	Total do Item				35 789,67
	TOTAL GERAL				1 899.856,03

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRADOURO (CREAGER)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VR. UNIT	VR. TOTAL
1 0	Administração e Fiscalização				
1 1	Mobilização (1 5% de 2,3,4, 5 e 6)	ud	1,00	38 526,47	38 526,47
1 2	Desmobilização (1 5% de 2,3,4,5 e 6)	ud	1,00	38 526,47	38 526,47
1 3	Divulgação (0 5% de 2,3,4 ,5 e 6)	ud	1,00	12 842,16	12 842,16
1 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras	ud	1,00	38 526,47	38 526,47
	Total do Item 1				128.421,57
2 0	Serviços Preliminares				
2 1	Estradas de acesso com faixa de domínio de 10,0m, greide colado, pista de rolamento de 6,0m de largura e 0,15m de espessura revestida em picarra compactada, com valetas de drenagem, incluindo obras d arte e os aterros a estas associadas	km	5,00	7 783,97	38 919,85
2 2	Caminhos de serviços com faixa de domínio de 6 0 m	km	2,00	1 398,00	2 796,00
2 3	Desmatamento e destocamento da area da barragem, sangradouro e empréstimos	ha	14,00	780,00	10 920,00
2 4	Expurgo na area da jazida com bota-fora de ate 50m medido no corte	m³	9 100,00	0,96	8 736,00
2 5	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	370,00	444,50	164 465,00
	Total do Item 2				225 836,85
3.0	Barragem				
3 1	Escavação, carga, trasnporte e descarga com bota-fora ate 300m de material de 1ª categoria da fundação	m³	43 870,00	1,92	84 230,40
3 2	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1a categoria da jazida ate 1,2km	m³	45 480,00	1,92	87 321,60
3 3	Espalhamento, umedecimento e compactação do material argiloso na barragem e fundação	m³	45 480,00	0,90	40 932,00
3 4	Fornecimento, inclusive, extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e adensamento de areia para os filtros	m³	17 750,00	2,16	38 340,00
3 5	Espalhamento e compactação do enrocamento(material das escavações do vertedouro)	m³	94 550,00	4,47	422 638,50
3 6	Fornecimento, inclusive britagem e execução das transições	m³	8 510,00	9,55	81 270,50
3 7	Regularização de taludes	m²	31 530,00	3,06	96 324,15
3 8	Fornecimento do revestimento para o coroamento, pedrisco ou cascalho, inclusive extração, carga transporte descarga e espalhamento, esp = 0,20m	m³	260,00	6,35	1 651,00
	Total do Item 3				852 708,15
4 0	Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação (Barragem e Sangradouro)				
4 1	Preparo limpeza e tratamento superficial das areas da fundação em rocha	m²	7 815,00	3,20	25 008,00
4 2	Perfuração com equipamento rotativo diametro BX	m	480,00	140,00	67 200,00
4 3	Fornecimento de cimento e aplicação de injeção para impermeabilização da rocha de fundação	kg	4 800,00	1,75	8 400,00
4 4	Ensaio de perda d'agua	ud	50,00	60,00	3 000,00
	Total do Item 4				103.608,00

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRA DOURO (CREAGER)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VR UNIT	VR. TOTAL
5 0	Sangradouro				
5 1	Escavação , carga, descarga e transporte até 0,40km de material de 1a categoria	m³	76 937,50	1,92	147 720,00
5 2	Escavação, carga, descarga e transporte ate 1,2km em material de 3a categoria	m³	88 500,00	12,40	1 097 400,00
5 3	Concreto simples, preparo e lançamento consumo de 150 kg de cimento por m3, usando se brita com 12% de pedra de mão	m³	750,00	98,37	73 778,25
5 4	Concreto estrutural com consumo de 300kg/m3 e fck = 15MPa	m³	96,00	111,93	10 745,28
5 5	Forma plana de madeira comum	m²	200,00	16,97	3 393,00
5 6	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50	kg	3 240,00	2,23	7 225,20
5 7	Fornecimento e assentamento de Junta de Vedação Funçenband tipo O-22	m	36,00	26,01	936,47
5 8	Reaterro compactado manualmente	m³	90,00	4,07	366,30
	Total do Item 5				1 341 564,50
6.0	Tomada D'Água				
6 1	Escavação manual de valas, material de 1a categoria 1,50<H<3,00 m	m³	1 390,00	11,97	16 638,30
6 2	Escavação manual de valas, material de 3a categoria 1,50<H<3,00 m	m³	40,00	32,42	1 296,80
6 3	Concreto estrutural com fck = 15MPa caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m³	49,00	111,93	5 484,57
6 4	Forma plana de madeira comum	m²	205,00	16,97	3 477,83
6 5	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50/60	kg	2 114,00	2,23	4 714,22
6 6	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento/ m3	m³	23,00	98,37	2 262,53
6 7	Reaterro compactado manualmente	m³	25,00	4,59	114,75
6 8	Fornecimento e assentamento de Junta de vedação Funçenband tipo O-22	m	18,00	40,42	727,56
6 9	Colocação de rocha na bacia de dissipação, inclusive, carga, transporte e descarga	m³	12,00	4,47	53,64
6 10	Fornecimento e montagem de Tubulações em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 400 mm para tomada d água	m	25,00	127,90	3 197,50
6 11	Fornecimento e montagem de Registro de acionamento direto, volante e by-pass com d=400mm	ud	1,00	1 737,23	1 737,23
6 12	Fornecimento e montagem da Válvula borboleta completa, diâmetro de 400mm, com acionamento manual por volante	ud	1,00	4 500,00	4 500,00
6 13	Fornecimento e montagem de Grade de aço de 1,40 x 1,20m e dispositivo de calagem, inclusive assessórios	ud	1,00	509,00	509,00
	Total do Item 6				44 713,93
	Total Geral				2.696 853,00

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRADOURO (LABIRINTO)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VR UNIT	VR TOTAL
1.0	Administração e Fiscalização				
1 1	Mobilização (1 5% de 2,3,4 , 5 e 6)	ud	1,00	41 420,30	41 420,30
1 2	Desmobilização (1 5% de 2,3,4,5 e 6)	ud	1,00	41 420,30	41 420,30
1 3	Divulgação (0 5% de 2,3,4 ,5 e 6)	ud	1,00	13 806,77	13 806,77
1 4	Instalação e manutenção de canteiro de obras	ud	1,00	41 420,30	41 420,30
	Total do Item 1				138 067,68
2 0	Serviços Preliminares				
2 1	Estradas de acesso com faixa de domínio de 10,0m, greide colado, pista de rolamento de 6,0m de largura e 0,15m de espessura revestida em picarra compactada, com valetas de drenagem, incluindo obras d arte e os aterros a estas associadas	km	5,00	7 783,97	38 919,85
2 2	Caminhos de serviços com faixa de domínio de 6,0 m	km	2,00	1 398,00	2 796,00
2 3	Desmatamento e destocamento da área da barragem, sangradouro e empréstimos	ha	14,00	780,00	10 920,00
2 4	Expurgo na área da jazida com bota-fora de até 50m medido no corte	m³	9 100,00	0,96	8 736,00
2 5	Desmatamento racional da bacia hidráulica	ha	370,00	444,50	164 465,00
	Total do Item 2				225.836,85
3 0	Barragem				
3 1	Escavação, carga, transporte e descarga com bota-fora até 300m de material de 1ª categoria da fundação	m³	43 870,00	1,92	84 230,40
3 2	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1a categoria da jazida ate 1,2km	m³	45 480,00	1,92	87 321,60
3 3	Espalhamento, umedecimento e compactação do material argiloso na barragem e fundação	m³	45 480,00	0,90	40 932,00
3 4	Fornecimento, inclusive, extração, carga, transporte, descarga, espalhamento e adensamento de areia para os filtros	m³	17 750,00	2,16	38 340,00
3 5	Espalhamento e compactação do enrocamento(material das escavações do vertedouro)	m³	94 550,00	4,47	422 638,50
3 6	Fornecimento, inclusive britagem e execução das transições	m³	8 510,00	9,55	81 270,50
3 7	Regularização de taludes	m²	31 530,00	3,06	96 324,15
3 8	Fornecimento do revestimento para o coroamento, pedrisco ou cascalho, inclusive extração, carga transporte descarga e espalhamento, esp = 0,20m	m²	260,00	6,35	1 651,00
	Total do Item 3				852 708,15
4.0	Tratamento e Injeção da Rocha de Fundação (Barragem e Sangradouro)				
4 1	Preparo limpeza e tratamento superficial das áreas da fundação em rocha	m²	7 815,00	3,20	25 008,00
4 2	Perfuração com equipamento rotativo diametro BX	m	480,00	140,00	67 200,00
4 3	Fornecimento de cimento e aplicação de injeção para impermeabilização da rocha de fundação	kg	4 800,00	1,75	8 400,00
4 4	Ensaio de perda d'água	ud	50,00	60,00	3 000,00
	Total do Item 4				103 608,00

000052

CUSTOS DA BARRAGEM COM SANGRA DOURO (LABIRINTO)

ORDEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID	QUANT	VR. UNIT.	VR. TOTAL
5 0	Sangradouro				
5 1	Escavação , carga, descarga e transporte até 0 40km de material de 1a categoria	m³	61 550,00	1,92	118 176,00
5 2	Escavação, carga, descarga e transporte ate 1 2km em material de 3a categoria	m³	70 800,00	12,40	877 920,00
5 3	Concreto para regularização, com consumo de 150 kg de cimento por m3	m³	360,00	98,37	35 413,56
5 4	Concreto estrutural com consumo de 300kg/m3 e fck = 15MPa	m³	2 173,00	111,93	243 223,89
5 5	Forma plana de madeira comum	m²	5 502,00	16,97	93 341,43
5 6	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50	kg	73 340,00	2,23	163 548,20
5 7	Fornecimento e assentamento de Junta de Vedação Fungenband tipo O-22	m	96,00	26,01	2 497,25
5 8	Reaterro compactado manualmente	m³	90,00	4,07	366,30
	Total do Item 5				1 534.486,63
6 0	Tomada D'Agua				
6 1	Escavação manual de valas, material de 1a categoria 1 50<H<3 00 m	m³	1 390,00	11,97	16 638,30
6 2	Escavação manual de valas, material de 3a categoria 1 50<H<3,00 m	m³	40,00	32,42	1 296,80
6 3	Concreto estrutural com fck = 15MPa caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m³	49,00	111,93	5 484,57
6 4	Forma plana de madeira comum	m²	205,00	16,97	3 477,83
6 5	Fornecimento, preparo e colocação de aço CA-50/60	kg	2 114,00	2,23	4 714,22
6 6	Concreto para regularização com consumo de 150 kg de cimento/ m3	m³	23,00	98,37	2 262,53
6 7	Reaterro compactado manualmente	m³	25,00	4,59	114,75
6 8	Fornecimento e assentamento de Junta de vedação Fungenband tipo O-22	m	18,00	40,42	727,56
6 9	Colocação de rocha na bacia de dissipação, inclusive, carga, transporte e descarga	m³	12,00	4,47	53,64
6 10	Fornecimento e montagem de Tubulações em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 400 mm para tomada d aqua	m	25,00	127,90	3 197,50
6 11	Fornecimento e montagem de Registro de acionamento direto, volante e by-pass com d=400mm	ud	1,00	1 737,23	1 737,23
6 12	Fornecimento e montagem da Válvula borboleta completa, diâmetro de 400mm, com acionamento manual por volante	ud	1,00	4 500,00	4 500,00
6 13	Fornecimento e montagem de Grade de aço de 1,40 x 1,20m e dispositivo de calagem, inclusive assessorios	ud	1,00	509,00	509,00
	Total do Item 6				44 713,93
	Total Geral				2 899 421,23

- DESENHOS

RELAÇÃO DE PLANTAS

- 01/06 - PERFIL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO**
- 02/06 - MAPA GEOLÓGICO DO BOQUEIRÃO**
- 03/06 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE VERTEDOURO
A - SOLEIRA ESPESSA**
- 04/06 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE VERTEDOURO
B - SOLEIRA DELGADA / RETILÍNEA**
- 05/06 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE VERTEDOURO
C - SOLEIRA DELGADA / LABIRINTO**
- 06/06 - SEÇÕES DA BARRAGEM E VERTEDOURO**