

Dados da ART Agência/Código do Cedente 065-48/015117596 Nosso Número:

Tipo:EXECUÇÃO DA OBRA Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS123294 Profissional: LAURA PIZZOLOTTO DE CONTI E-mail: lauradeconti@hotmail.com
RNP: 2202066381 Título: Engenheira Agrônoma
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante

Nome: SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E-mail:
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 12 ANDAR Telefone: CPF/CNPJ:
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro.: CENTRO HISTÓRICO CEP: 90020021 UF:RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE
Endereço da Obra/Serviço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 12 ANDAR CPF/CNPJ:
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: CENTRO HISTÓRICO CEP: 90020021 UF:RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Dimensão(m²): Vlr Contrato(R\$): 1,00 Honorários(R\$):
Data Início: 01/08/2013 Prev.Fim: 01/08/2014 Custo da obra(R\$): 1,00 Ent.Classe: SENGE/RS

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto e Execução	Barragem	1,00	UN
Projeto e Execução	RDH - BARRAGEM	1,00	UN
Projeto e Execução	Açudes	2,00	UN
Projeto e Execução	RDH - AÇUDE	2,00	UN
Levantamento	Topografia *	1,00	UN

FINALIZE A ART PARA GERAR O CÓDIGO DE BARRAS.

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima LAURA PIZZOLOTTO DE CONTI Profissional	De acordo SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE Contratante
--------------	---	--

Vazão Máxima

Dados Hidrológicos:

- Área da Bacia de Contribuição (S) ----- 100 ha = 1 km²
- Área da Bacia de Acumulação ----- 9,48 ha = 0,0948 km²
- Precipitação Pluviométrica máxima em 24 horas (H) ----- 240 mm
- Coeficiente de Deflúvio (R) ----- 0,25

Cálculo:

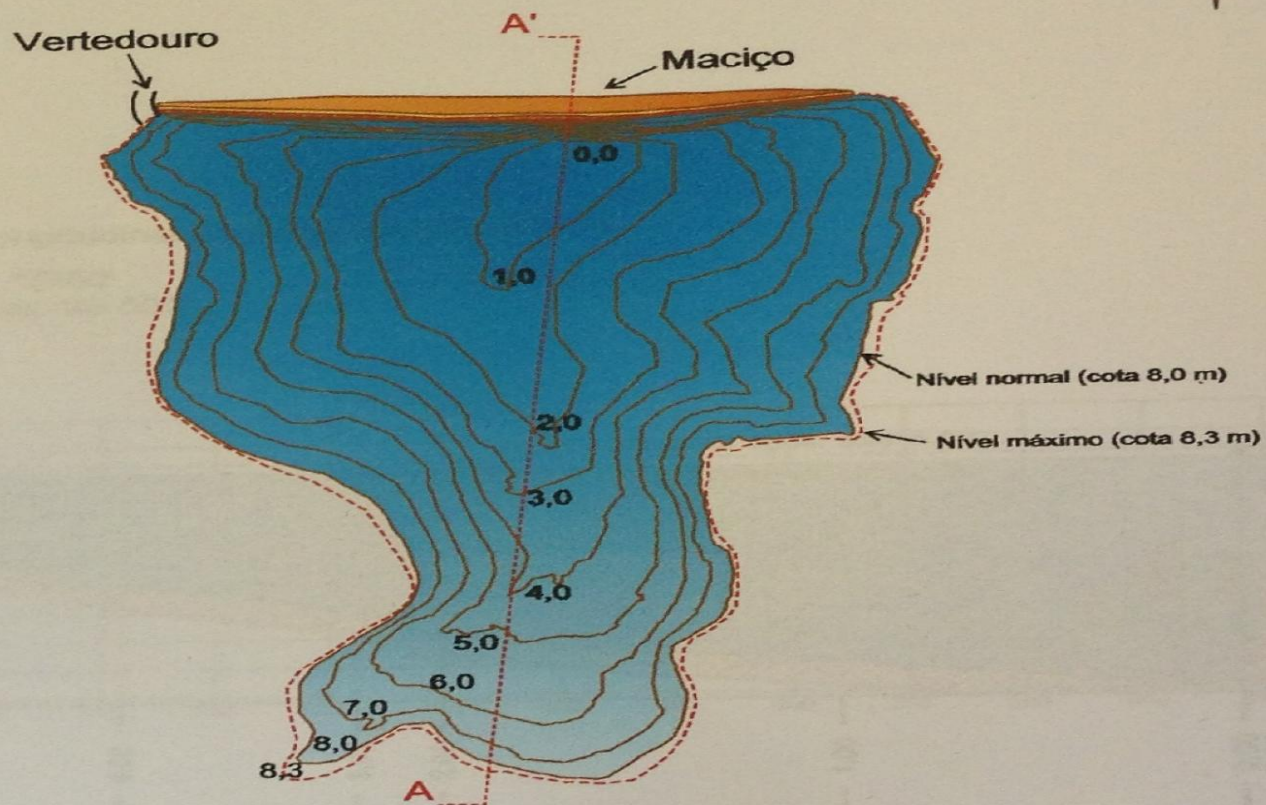
$$Q_{\text{máx}} = [(S \times H \times R) / 86.400] \times 1000$$

$$Q_{\text{máx}} = [(1 \times 240 \times 0,25) / 86.400] \times 1000$$

$$Q_{\text{máx}} = 0,694 \text{ m}^3/\text{s}$$

Localização: São Borja

Planta Baixa da
Bacia de Acumulação
Escala: 1/7.500



CÁLCULO DO VOLUME DE ÁGUA

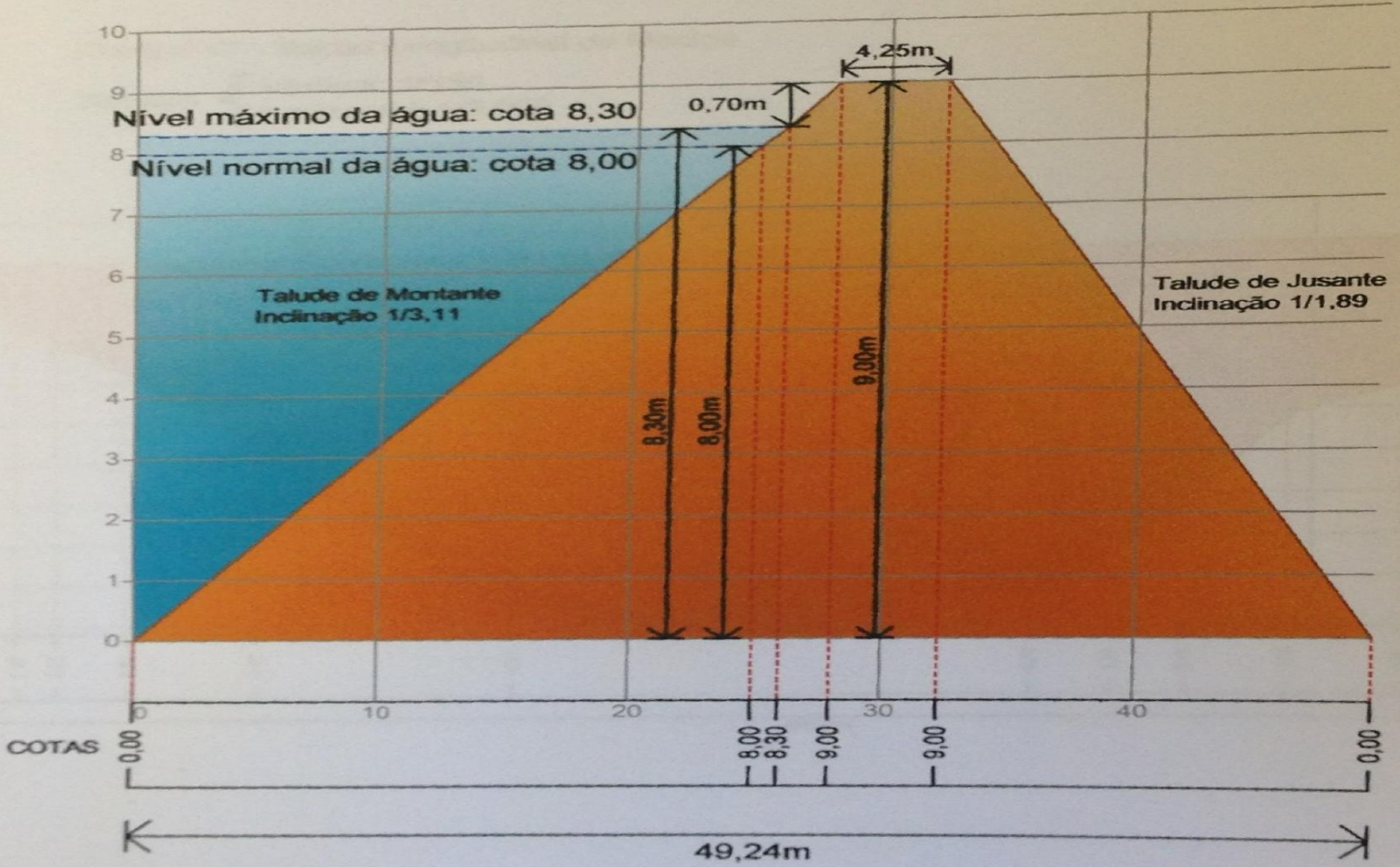
COTAS (m)	AREAS (m ²)	VOLUMES PARCIAIS (m ³)	VOLUMES TOTAIS (m ³)
0,00	-	-	-
1,00	9.139,69	4.569,84	4.569,84
2,00	34.978,42	22.059,05	26.628,89
3,00	67.531,92	51.255,17	77.884,06
4,00	95.368,10	81.450,01	159.334,07
5,00	130.434,57	112.901,34	272.235,41
6,00	177.362,25	153.898,41	426.133,82
7,00	214.772,30	196.067,28	622.201,10
8,00	245.442,85	230.107,58	852.308,67
8,30	257.889,92	75.499,92	927.808,59

← Nível normal (cota 8,0 m)
← Nível máximo (cota 8,3 m)

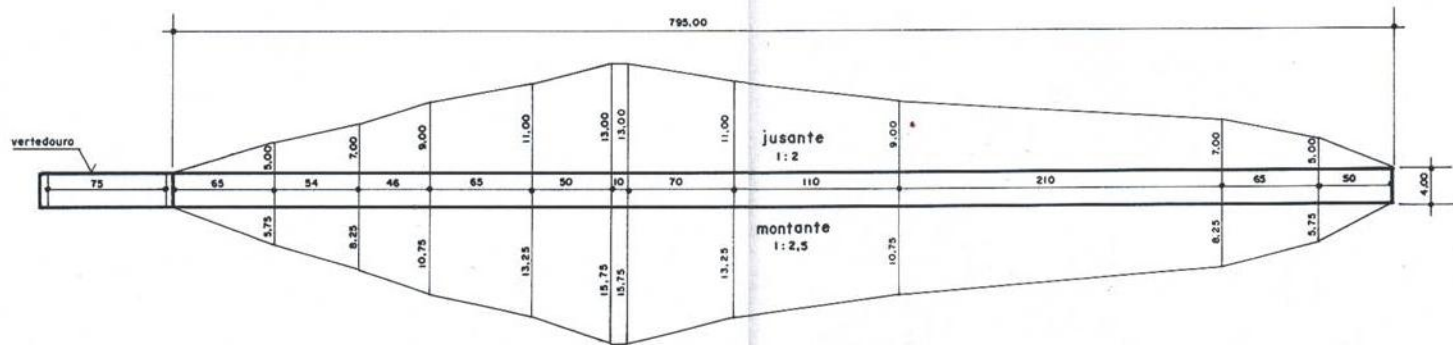
Corte B B' - Seção Transversal do Maciço

Seção Transversal do Maciço

Escalas { Vertical: 1/100
Horizontal: 1/400



Planta Baixa do Maciço



planta baixa do maciço

ESC. L-1: 3.000
T-1: 500

BARRAGEM DE TERRA - OBRA NOVA

MEMORIAL DESCRITIVO

LOCALIZAÇÃO

Localidade: Estância Alvorada- Barragem Alvorada- Quaraí RS

PROPRIETÁRIO

RESPONSABILIDADE TÉCNICA

VAZÃO MÁXIMA

Dados hidrológicos:

- Área da bacia contribuinte	(S)	3,70	km ²
- Área da bacia de acumulação	(H)	0,38	km ²
- Precipitação pluviométrica máx. em 24 h		0,30	m
- Coeficiente de deflúvio	(R)	0,60	

Cálculo:

- Fórmula empregada: $Q_{\text{máx}} = (S \times H \times R) : 86.400,$
 $Q_{\text{máx}} = :3700.000 \times 0,3 \times 0,6 : 86.400 = 7,70 \text{m}^3/\text{s}$

VERTEDOURO

- Lâmina d'água	(ho)	0,30	m
- Largura (seção trapezoidal)	(L)	35,00	m

Cálculo:

Fórmula empregada: $L = Q_{\text{máx}} : (0,35 \text{ ho} \sqrt{2g \text{ ho}}),$

$$L = 35,00 : (0,35 \times 0,3 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,3}) = 33,00 \text{m}$$

Adotamos: $L = 35,00 \text{m}$

Eng. Civil Rejane B. de Al
Chefe da Divisão
Outorga e Fiscaliza
Id. 14708

CANAL DE FUGA

Dados:

Qmáx:	7,70	m ³ /s
b (desenvolvimento):	35,00	m
H (lâmina d'água):	0,30	m
I (declividade):	0,008	m/m
$\varnothing = 33,68^\circ$		
Comprimento:	400,00	m

Área e perímetro da secção:

$$\begin{aligned} - A &= b \times h + h^2 \cotg \varnothing = 10,635 \text{ m}^2 \\ - B &= b + 2h \times \cotg \varnothing = 35,90 \text{ m} \end{aligned}$$

Perímetro molhado:

$$- P = b + 2h \sqrt{1 + \cotg^2 \varnothing} = 36,08 \text{ m}$$

Raio hidráulico:

$$- R = A : P = 0,29$$

Velocidade de escoamento (fórmula de Bazin):

$$\begin{aligned} - c &= 87 \times \sqrt{R} : (m + \sqrt{R}), \text{ com } m = 1,3 \text{ (canais em terra)} = 25,48 \\ - V &= c \sqrt{RI} = 25,48 \times \sqrt{0,29 \times 0,008} = 1,23 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Velocidade crítica e compatibilidade de vazões:

$$\begin{aligned} - V_c &= 3,12 (\sqrt{A : B}) = 3,12 \text{ m/s} && \text{(regime tranquilo)} \\ - Q_{cf} &= A \times V = 18,05 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{máx} \end{aligned}$$

A zona de implantação do canal de fuga apresenta-se bastante rochosa. A corrente líquida, proveniente do canal de fuga, praticamente escoará, sob leito rochoso até atingir o leito da sanga.

ORLA DE SEGURANÇA

- Borda livre

(R)

1,10 m

Cálculo:

- Fórmula empregada: $R = 0,75 \times h + (v^2 : 2g)$, sendo

h = altura das ondas (m)

v = velocidade das ondas produzidas pelos ventos (m/s)

- Fórmula de Stevenson:

$$h = 0,75 + 0,34 \sqrt{L} - 0,26 \sqrt[3]{L}, \text{ sendo}$$

$$L = 0,60 \text{ km (recoo do alague)}$$

$$h = 0,75 + 0,34 \sqrt{0,60} - 0,26 \sqrt[3]{0,60} = 0,78 \text{ m}$$

- Fórmula de Gaillard:

$$V = 1,50 + 2h = 1,50 + 2 \times 0,78 = 3,06 \text{ m/s}$$

$$R = 0,75 \times 0,78 + (3,06^2) : 2 \times 9,81 = 1,09 \text{ m}$$

Adotado: 1,10m

MACIÇO

- No local de assentamento do maciço será executada decapagem a uma profundidade suficiente para retirar toda a camada superficial (terra vegetal). Será construído um núcleo central constituído de uma cava, com as dimensões constante do projeto, a qual será enchida com solo compactado especial (argila), com baixo coeficiente de permeabilidade.

- Será executada compactação com rolo pé-de-carneiro, em camadas de, no máximo, 0,20 m de espessura.

- Talude de montante: terá uma inclinação de 1:3 será protegido com enrocamento de pedras irregulares com uma espessura de 0,30 m, calculada pela fórmula: $c = C \times V^2$, com "C" para taludes de 1:3 igual a 0,028; "v" a velocidade das ondas, já calculadas: $c = 0,028 \times 3,06^2 \sim 0,30 \text{ m}$

- Talude de jusante: terá uma inclinação de 1:2 sendo protegido ao pé com filtro (ver projeto). Será totalmente revestido com grama para proteção das intempéries. Está prevista a construção de um filtro de alívio para prevenir os efeitos de entubamento (piping) ocasionado pela percolação da água pelas fundações, conforme pode ser visto no projeto.

- Coroamento: Para determinação da largura do coroamento foi adotada a fórmula:

$$b = 1,1 \sqrt{8,00} + 1 = 4,11\text{m, adotado: } 4,00\text{m}$$

- Movimento de terra da barragem	45.174,00m ³
- Altura do maciço	8,00m
- Comprimento do maciço	450,00m

CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO

- Nível mínimo de água na cota:	93,20	0,00m
- Nível normal de água na cota:	100,00	6,80m
- Nível máximo de água na cota:	100,30	7,10m
- Volume normal de água na cota 100,00		1.176.405,50 m ³
- Área a irrigar: 102,50 ha		

OBSERVAÇÕES

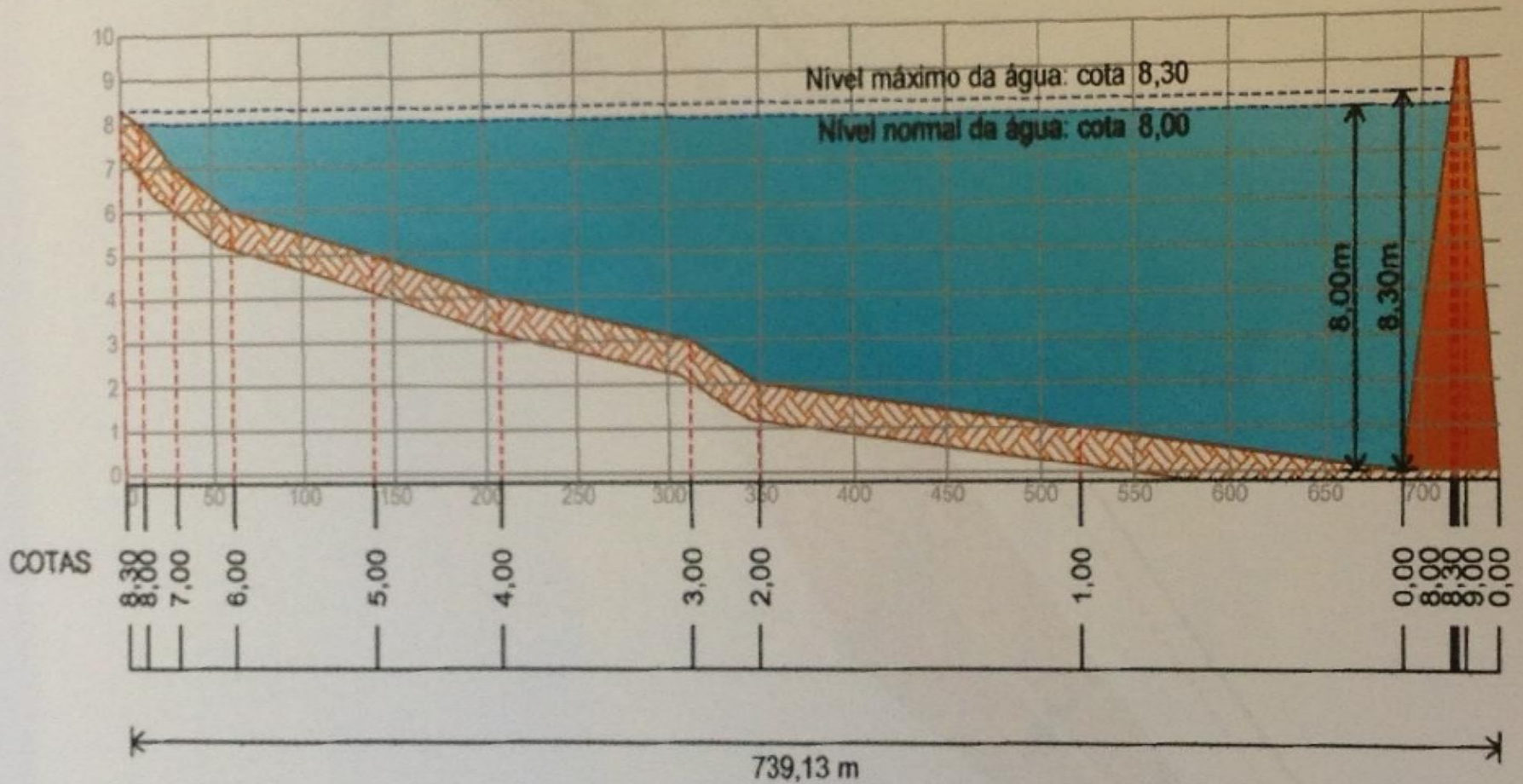
- As propriedades lindeiras não serão atingidas por nenhuma particularidade da obra (alague, maciço, canal de fuga, etc...).

- A sanga onde se localiza a barragem não tem curso d'água permanente.

Perfil Longitudinal da Bacia de Acumulação

Corte A A' - Perfil Longitudinal da Bacia de Acumulação

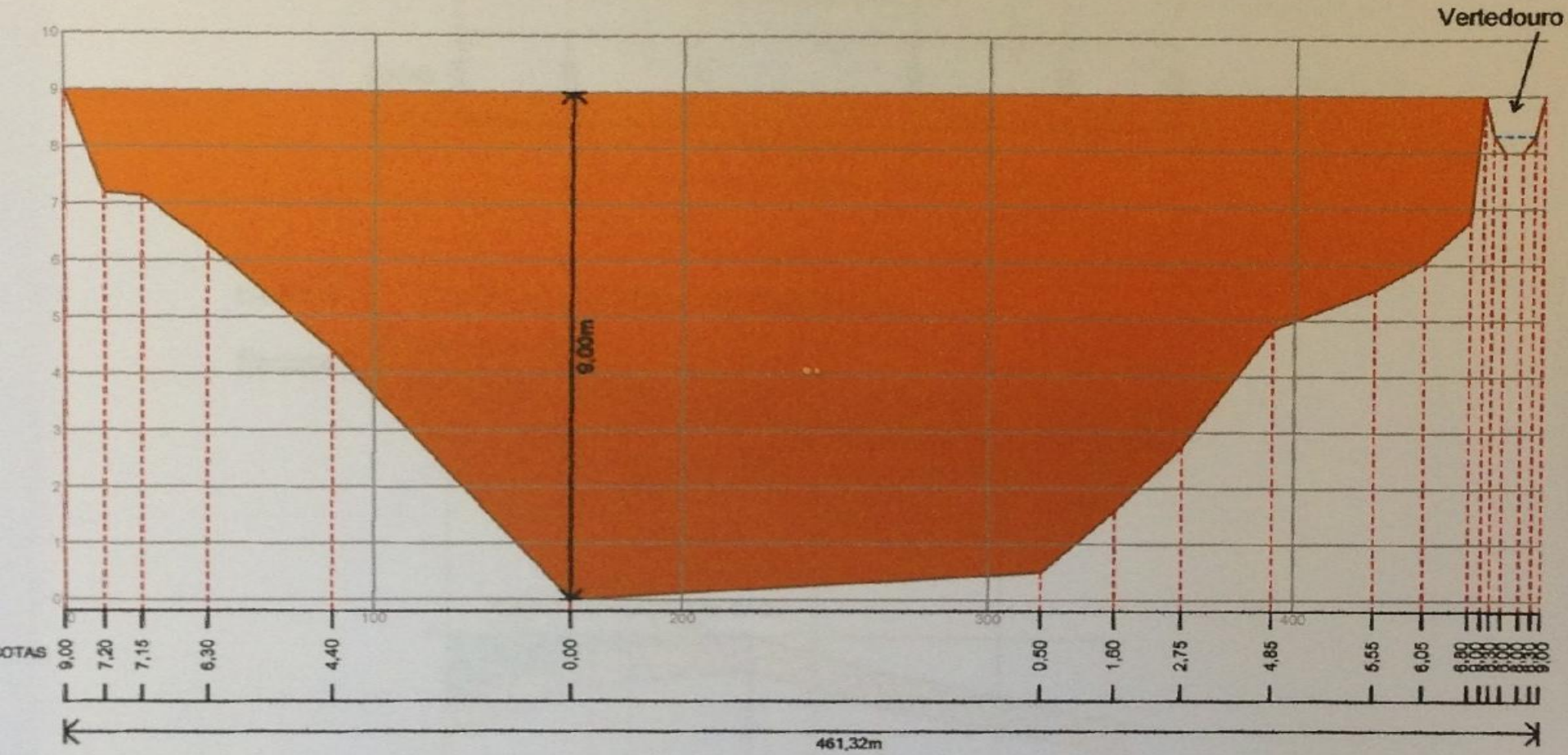
Escalas { Vertical: 1/250
Horizontal: 1/5.000



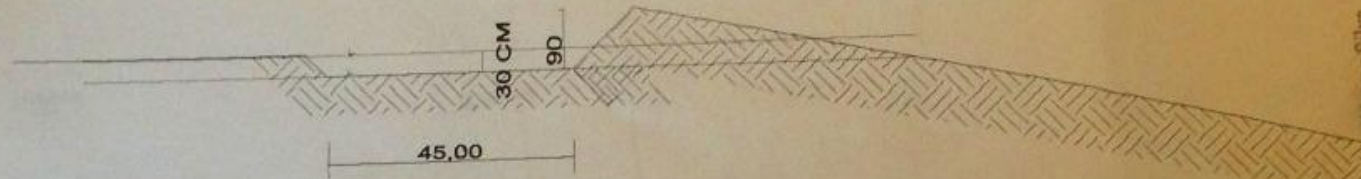
Perfil Longitudinal do Maciço

Corte C C' - Seção Longitudinal do Maciço

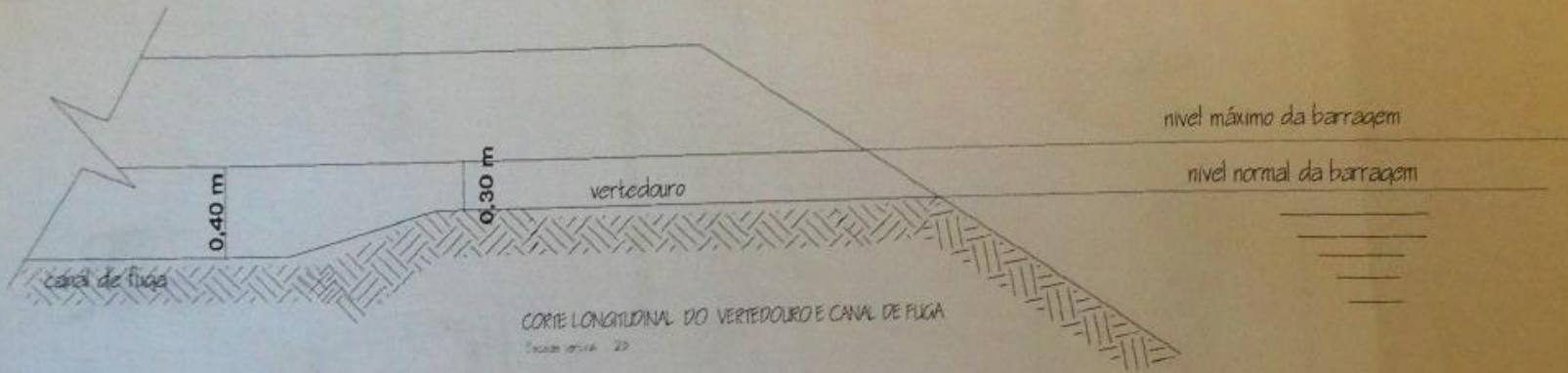
Escalas { Vertical: 1/150
Horizontal: 1/3.000



Seção Transversal e Perfil Longitudinal do Vertedouro



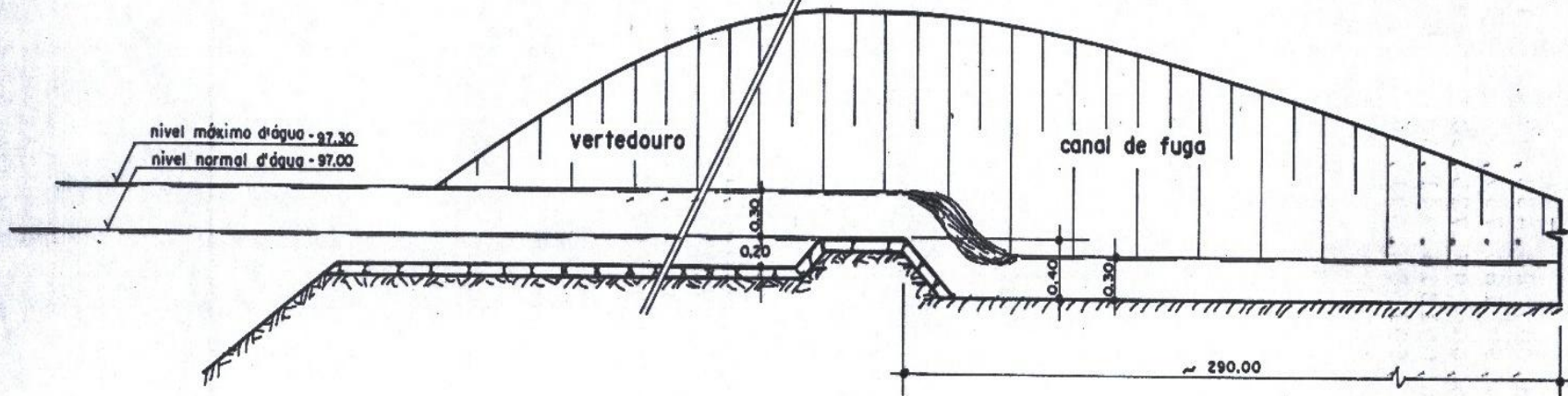
CORTE TRANSVERSAL DO VERTEDOIRO



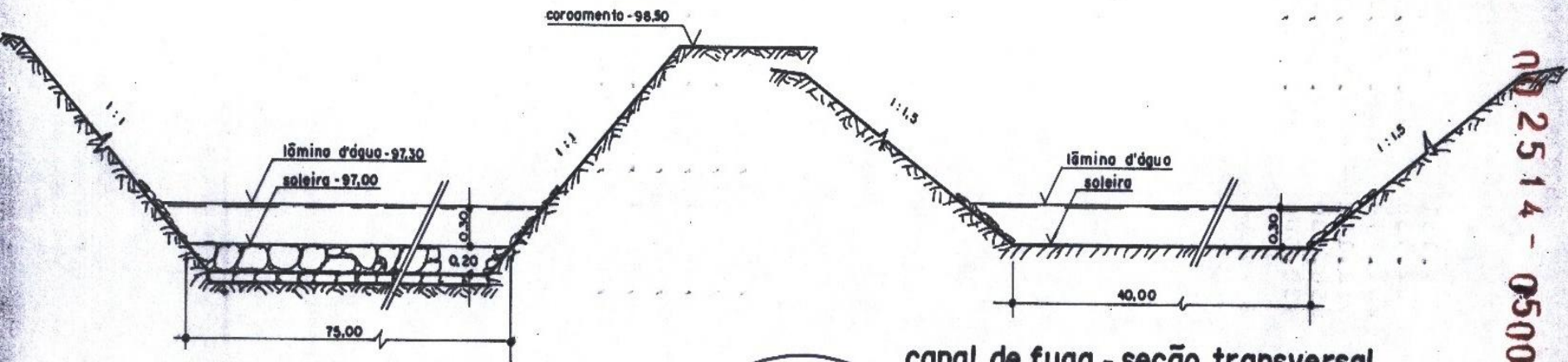
CORTE LONGITUDINAL DO VERTEDOIRO E CANAL DE FUGA

Eng. Civil Rejane B. de Abreu e Silva
Chefe da Divisão de
Ouro Preto e Fiscalização/SEMA
Id. 1470830

Seção Transversal e Perfil Longitudinal do Vertedouro



perfil longitudinal



canal de fuga - seção transversal

vertedouro - seção transversal

Nº 2514 - 0500 - 05 - 43

BARRAGEM DE TERRA	escala	1:50
	data	31 MAR 2005
	nº	LCB-325

- vertedouro
 - canal de fuga

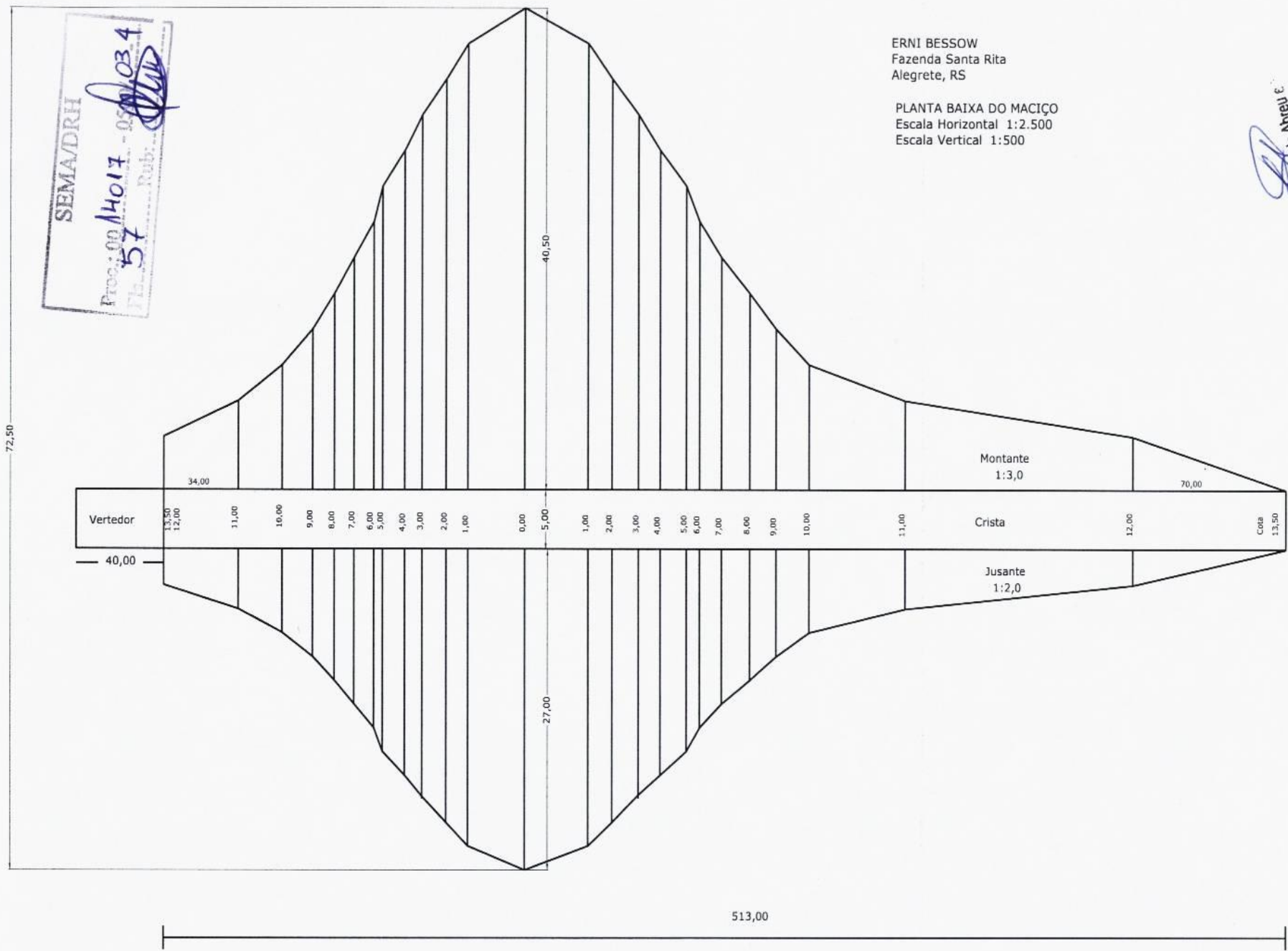
SEMA/DRH

Proc.: 00/14017 - 05/03/14
Fls.: 57 Rubr.:

ERNI BESSOW
Fazenda Santa Rita
Alegrete, RS

PLANTA BAIXA DO MACIÇO
Escala Horizontal 1:2.500
Escala Vertical 1:500

Eng.º Civil R. Hélio de Azevedo, 11 - Bairro: Maracá - Caixa Postal 96060-900 - Alegrete, RS

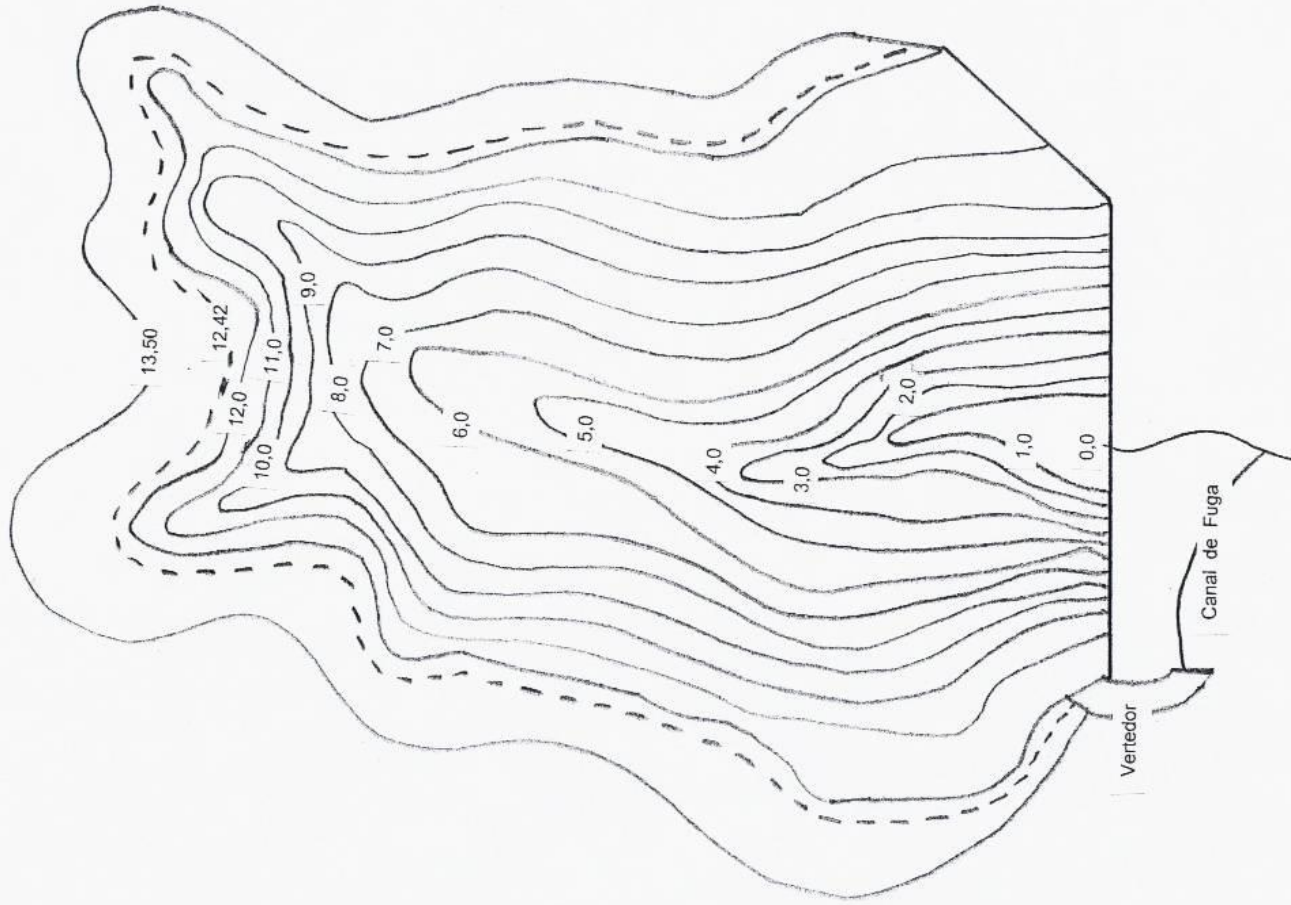


Planta baixa Maciço da Barragem

BACIA DE ACUMULAÇÃO - PLANTA BAIXA

1 : 5.000

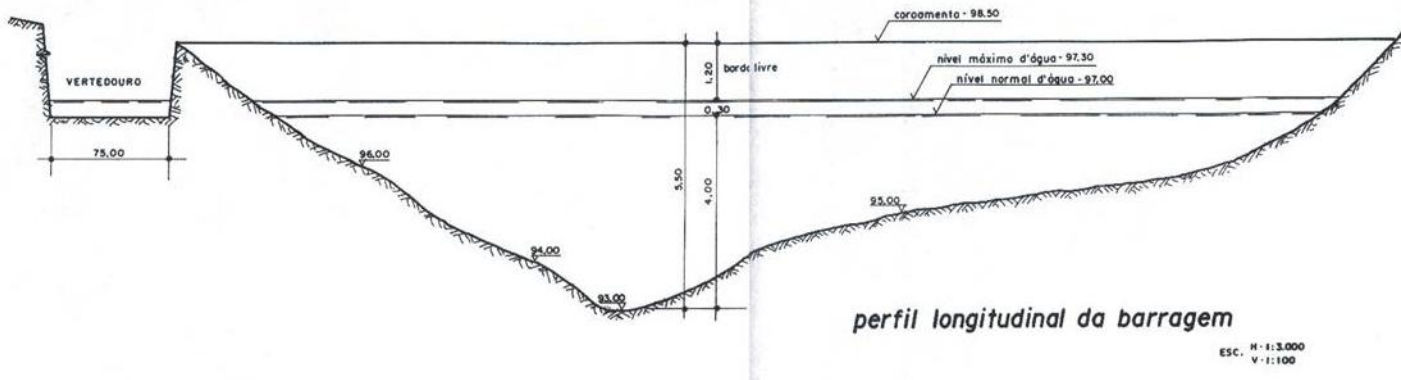
SEMA
Proc. 1407 Percebo 634
Fis. 18 Rub. 14k



Perfil longitudinal da Barragem

002514-0590-05-2

39 (H)

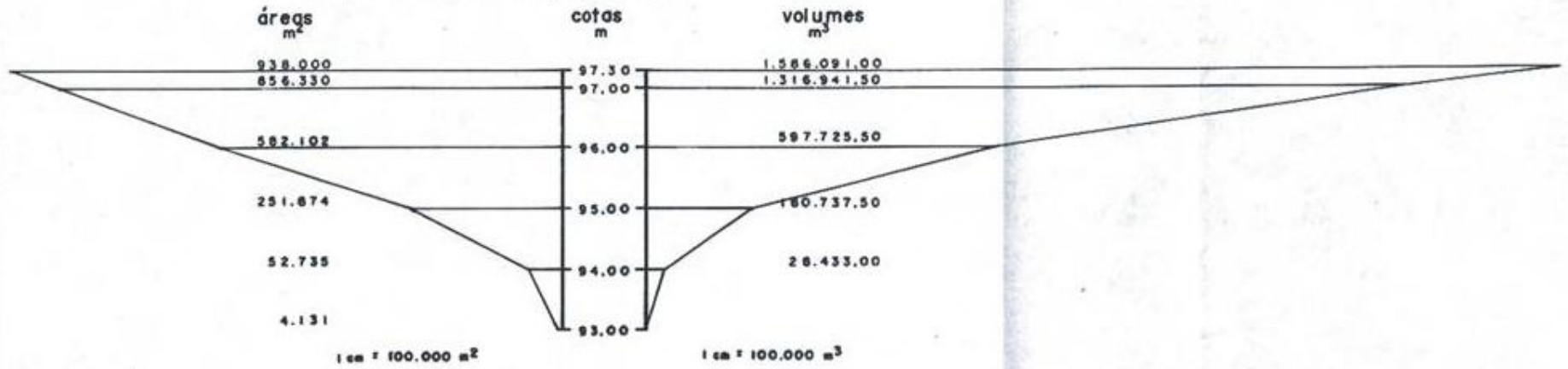


perfil longitudinal da barragem

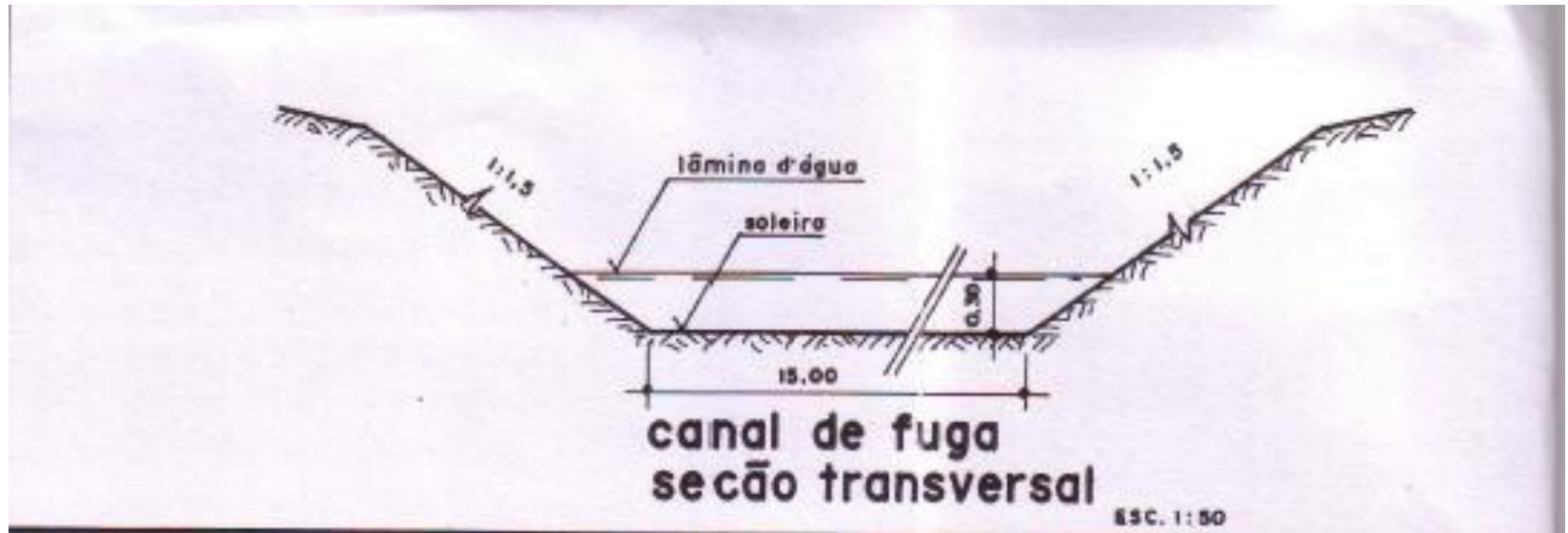
ESC. H.: 1:3.000
V.: 1:100

Capacidade do Lago

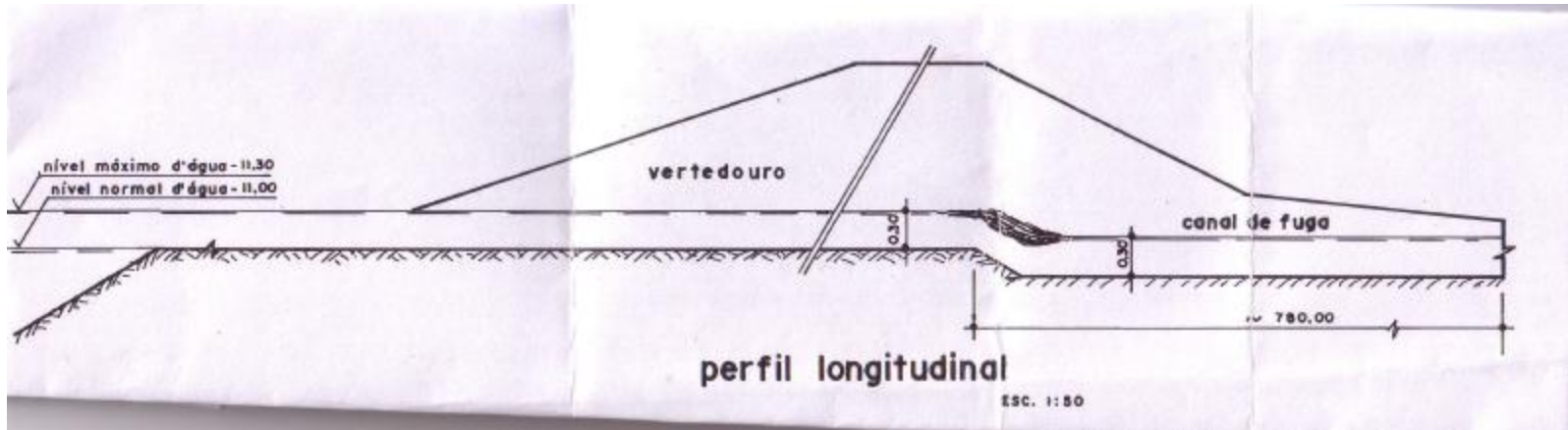
diagrama das capacidades

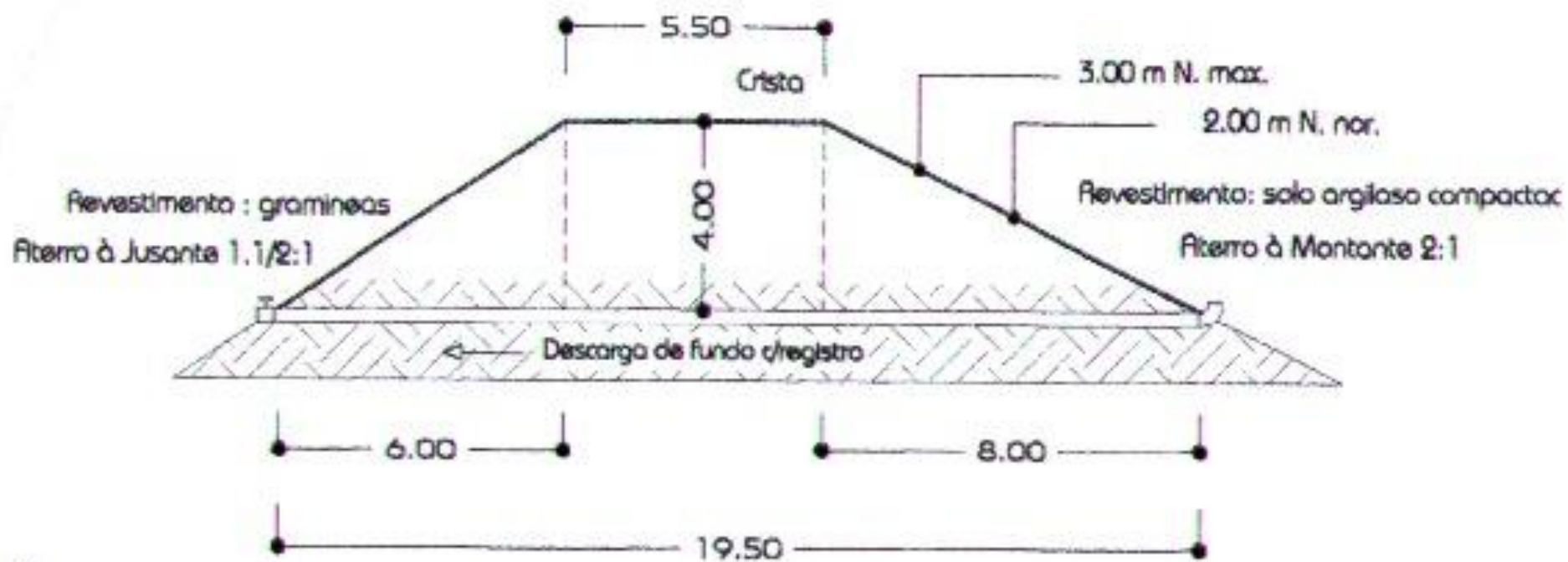


Seção Transversal e Longitudinal Canal de Fuga



Seção Transversal e Longitudinal Canal de Fuga

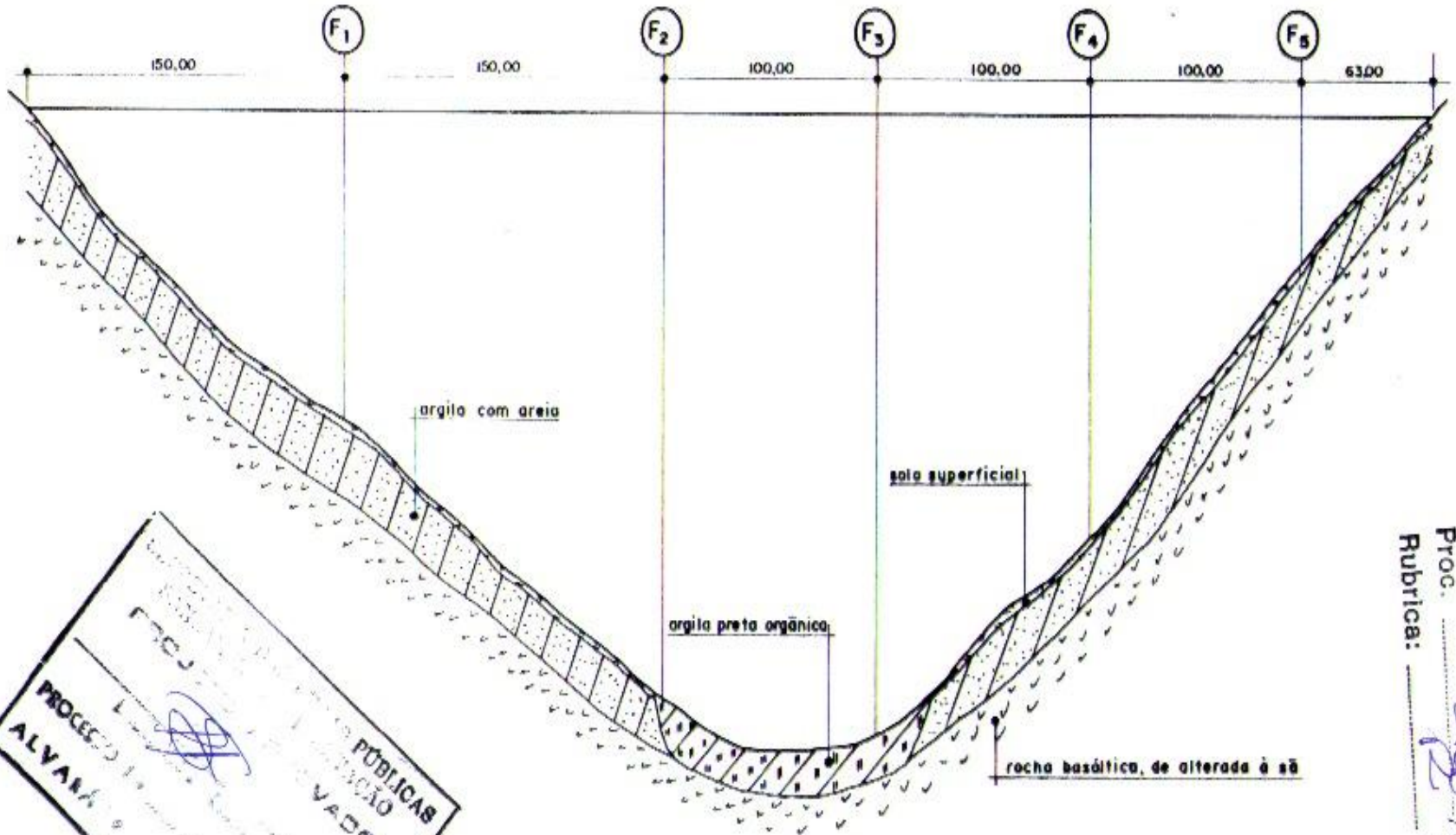




SEÇÃO TRANSVERSAL DO MACIÇO

ESCALA: 1/200

Sondagem



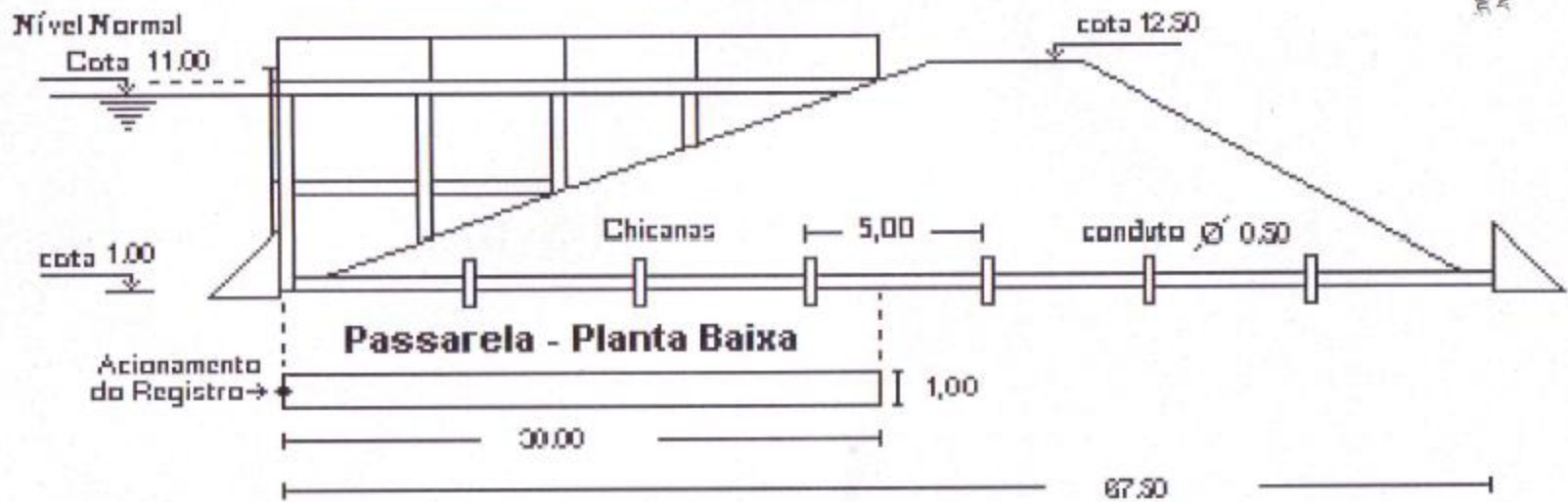
PROCESO PÚBLICAS
ALVARO VADO
1786/99

Seção de Protocolo e Arquivo
Proc. 122.00/983
Rubrica: [Signature] Fls. 06

S O P S H

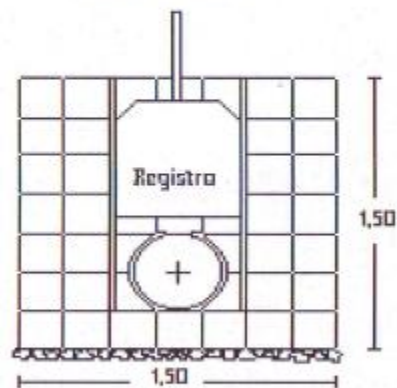
TOMADA D'ÁGUA - SEÇÃO TRANSVERSAL

Eng. Civil Régiane B. de Abreu e Silva
Chefe da Divisão de Obriga e Frentes
Matrícula 126789/50

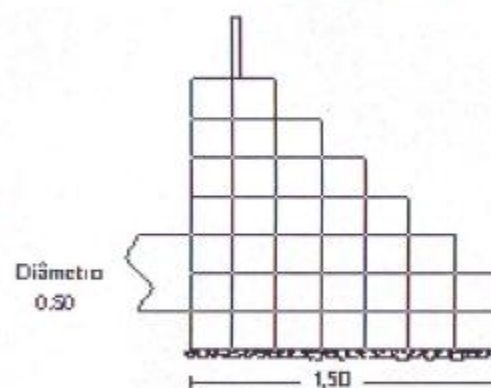


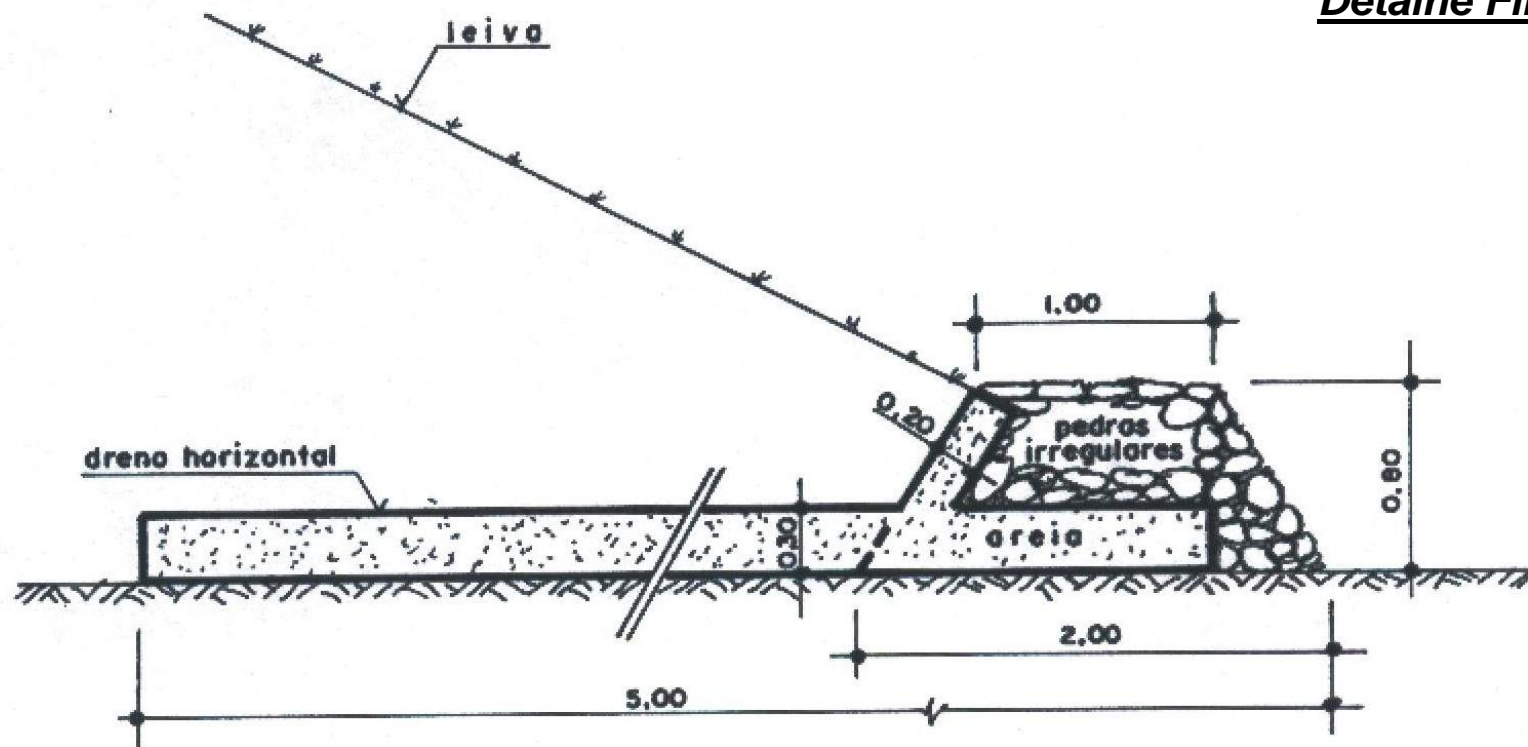
TOMADA D'ÁGUA - TERMINAIS DE MONTANTE E JUSANTE

Vista Frontal



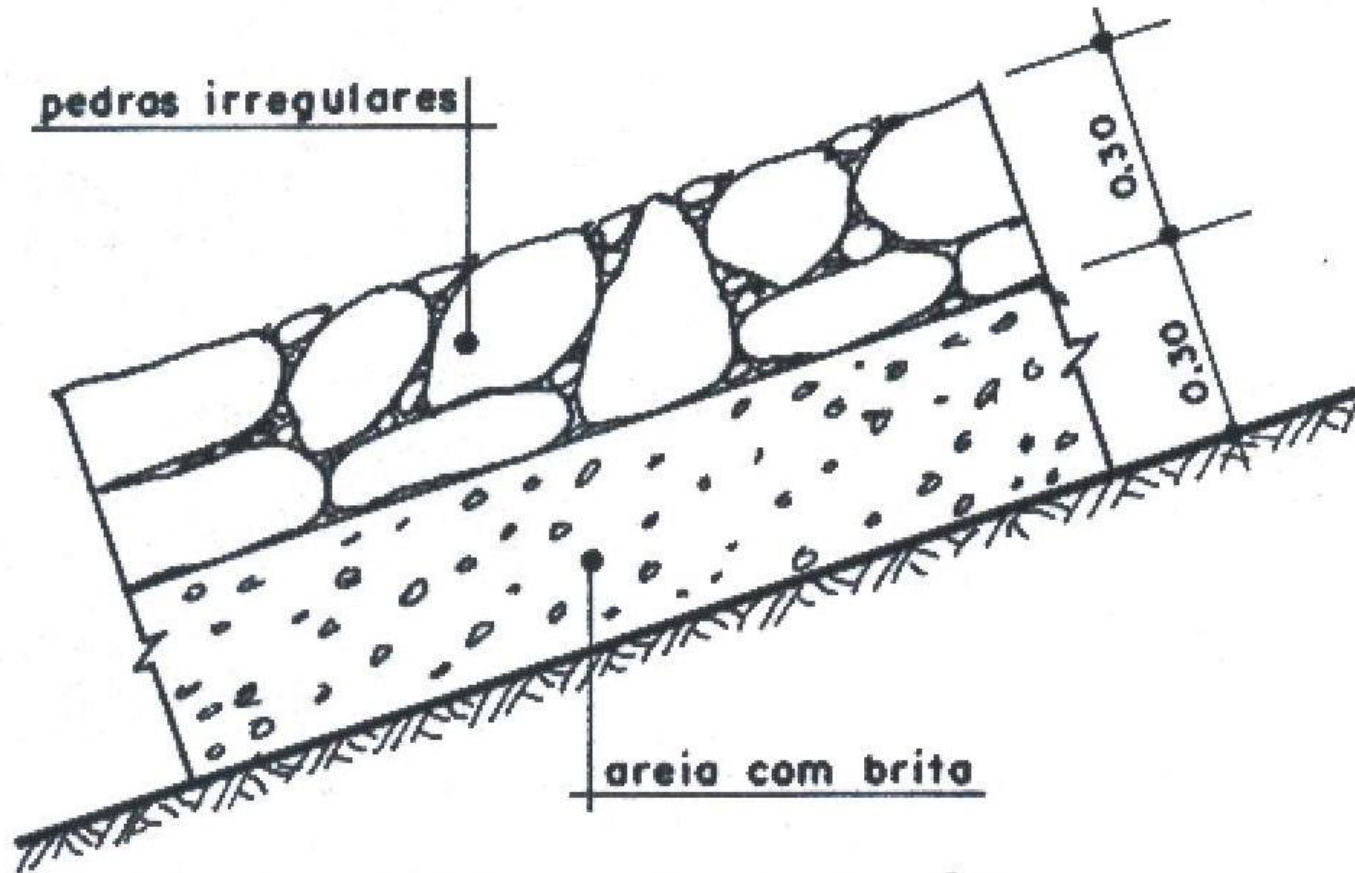
Vista Lateral





*filtro
detalhe 2*

ESC. 1: 50



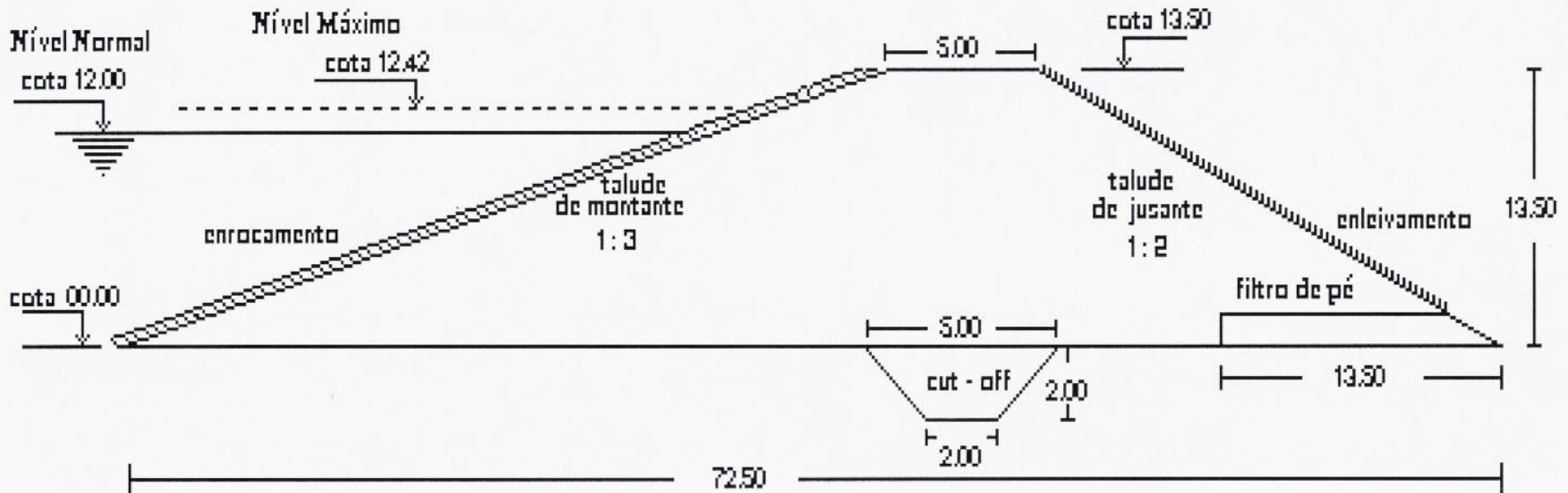
**enrocamento
detalhe 1**

ESC. 1:25

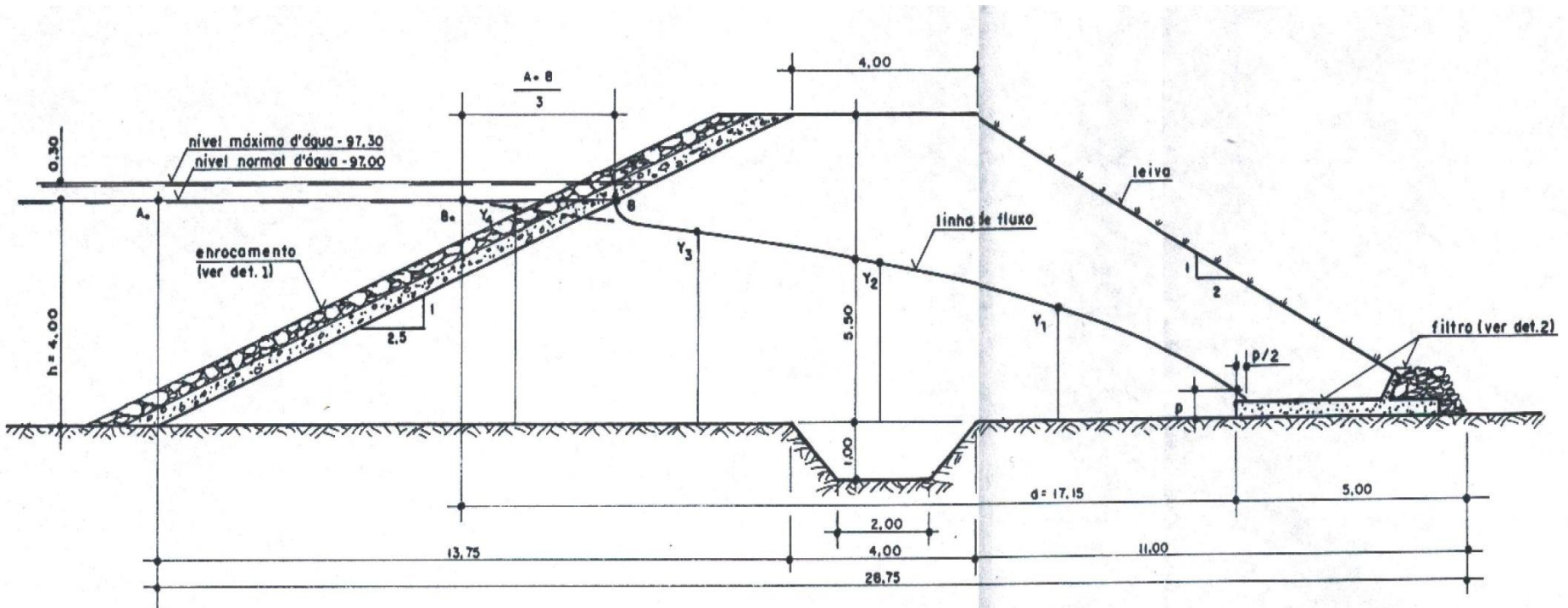
Seção transversal na parte mais alta barragem

SEMA
Proc. 4407 000639
Fls. 20 Rub. 12

MACIÇO - SEÇÃO TRANSVERSAL NA MAIOR ALTURA



Seção transversal na parte mais alta barragem



seção transversal da barragem

ESC. 1:125

CÁLCULO DE ESTABILIDADE DO MACIÇO

BARRAGEM DE TERRA E AÇUDE

I - MEMORIAL DESCRITIVO

1 - Identificação

- Proprietário : PINHEIRINHO PINHEIRO
- Proprietário das Terras : O mesmo.
- Local : Inhanduí.
- Município : Alegrete, RS.

2 - Cálculo através do Método Sueco

De acordo com resultados de Análise de Solo fornecidos pela Fundação de Ciência e Tecnologia :

$$\delta_s = \text{massa específica aparente seca máxima} = 1.556,0 \text{ kg/m}^3$$

$$h = \text{umidade ótima} = 21,8 \%$$

$$\sigma = \text{massa específica real dos grãos} = 2.614,0 \text{ kg/m}^3$$

$$C = \text{coesão} = 18,79 \text{ kPa} = 0,1879 \text{ kg/cm}^2 = 1.879,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\theta = \text{ângulo de atrito interno} = 36,2^\circ \Rightarrow \text{tg } \theta = 0,732$$

2.1 - Os taludes serão considerados como estáveis para Fatores de Segurança iguais ou superiores a 1,5.

$$\text{Fator de Segurança} = FS = \frac{(C \times L) + (N - U) \times \text{tg } \theta}{T} \geq 1,5$$

L = perímetro de ruptura = $2 \pi R \Delta / 360$
 R = raio do círculo de ruptura
 Δ = ângulo central do círculo de ruptura

N = componente normal do peso de solo por metro de fatia
 T = componente tangencial do peso de solo por metro de fatia

$N = W \cos \alpha$ $T = W \sin \alpha$

α = ângulo entre a vertical com origem no centro do círculo de ruptura e o raio que passa pelo centro da fatia

$W = \delta \times A$ (peso por metro de fatia)

A = área da fatia em m^2

δ :
 acima da linha freática = δ_u ($\delta_{\text{umidade ótima}}$)

$\delta_u = \delta_s (1 + h) = 1.800,0 \text{ kg/m}^3$

abaixo da linha freática = δ_{sat} (δ_{saturado})

$\delta_{\text{sat}} = \delta_{\text{água}} \times n + \delta_s$
 $\delta_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$
 $n = \text{porosidade} = e / (1 + e)$
 $e = \text{índice de vazios} = (\sigma - \delta_s) / \delta_s$
 $e = 0,7686$ $n = 0,4346$

$\delta_{\text{sat}} = 1.912,0 \text{ kg/m}^3$

U = pressão neutra resultante = $\delta_{\text{água}} \times h \times b_0$

h = carga hidráulica na base da fatia

$b_0 = 2 \pi R \psi / 360$
 R = raio do círculo de ruptura
 ψ = ângulo entre os raios que passam pelas extremidades da fatia.

- É admitida como situação crítica o rebaixamento rápido do nível água desde o nível normal ao da comporta.
- O círculo de ruptura é locado no pé do talude, de acordo com indicações de Fellenius, sendo a seção considerada como homogênea.

[Assinatura]
 Eng. Civil Régio B. de Abreu e Silva
 Chefe da Divisão de Obras e Fiscalização
 Matrícula 17208820

3 - Talude de Montante

3.1 - Perímetro de ruptura

$$R = 32,46 \text{ m} \quad \Delta = 110,0^\circ \quad L = 62,31 \text{ m}$$

3.2 - Determinação das componentes normais e tangenciais por metro de largura da fatia

Fatia	α ($^\circ$)	W (kg/m)	N (kg/m)	T (kg/m)
1	57	13.650	7.434	11.447
2	47	86.967	59.311	63.603
3	35	152.283	124.742	87.345
4	25	183.585	166.384	77.586
5	16	189.437	182.098	52.215
6	6	183.276	182.271	19.157
7	2	169.225	169.121	-5.905
8	11	147.680	144.966	-28.178
9	20	118.197	111.068	-40.425
10	30	79.526	68.871	-39.763
11	39	28.838	22.411	-18.148
Σ	----	----	1.238.677	178.934

3.3 - Determinação da Pressão Neutra Resultante

Fatia	ψ ($^\circ$)	b_0 (m)	h (m)	U (kg/m)
1	9	5,1	---	---
2	13	7,3	2,43	17.896
3	11	6,2	9,22	57.457
4	10	5,6	15,18	85.999
5	9	5,1	19,75	100.701
6	9	5,1	19,26	98.203
7	9	5,1	17,80	90.758
8	9	5,1	15,60	79.541
9	9	5,1	12,48	63.633
10	10	5,6	8,65	49.005
11	12	6,8	4,21	28.621
Σ	----	----	----	671.814

3.4 - Fator de Segurança

$$FS = \frac{(1.879,0 \text{ kg/m}^2 \times 62,31 \text{ m}) + (1.238.677,0 \text{ kg/m} - 671.814,0 \text{ kg/m}) \times 0,732}{178.934,0 \text{ kg/m}}$$

178.934,0 kg/m

[assinatura]
Eng. Caio Rogério de Abreu e Silva
Título de Técnico de Otopneumática
Matrícula 1208992

Estabilidade

4 - Talude de Jusante

4.1 - Perímetro de ruptura

$$R = 24,62 \text{ m} \quad \Delta = 105,0^\circ \quad L = 45,11 \text{ m}$$

4.2 - Determinação das componentes normais e tangenciais por metro de largura da fatia

Fatia	α ($^\circ$)	W (kg/m)	N (kg/m)	T (kg/m)
1	61	7.803	3.782	6.824
2	50	55.353	35.580	42.402
3	37	92.903	74.195	55.910
4	25	111.745	101.275	47.225
5	16	111.719	107.391	30.793
6	7	103.641	102.868	12.630
7	3	85.200	85.083	-4.459
8	12	71.066	69.513	-14.775
9	22	47.224	43.785	-17.690
10	31	16.934	14.515	-8.721
Σ	-----	-----	637.987	150.139

4.3 - Determinação da Pressão Neutra Resultante

Fatia	ψ ($^\circ$)	b_o (m)	h (m)	U (kg/m)
1	9	3,8	2,9	11.215
2	15	6,4	7,1	45.763
3	12	5,1	8,1	41.766
4	10	4,3	8,0	34.376
5	10	4,3	7,5	32.227
6	9	3,8	6,8	26.297
7	9	3,8	6,2	23.977
8	10	4,3	4,7	20.195
9	10	4,3	3,4	14.609
10	11	4,7	1,8	8.508
Σ	-----	-----	-----	258.933

4.4 - Fator de Segurança

$$(1.879,0 \text{ kg/m}^2 \times 24,62 \text{ m}) + (637.987,0 \text{ kg/m} - 258.933,0 \text{ kg/m}) \times 0,732$$

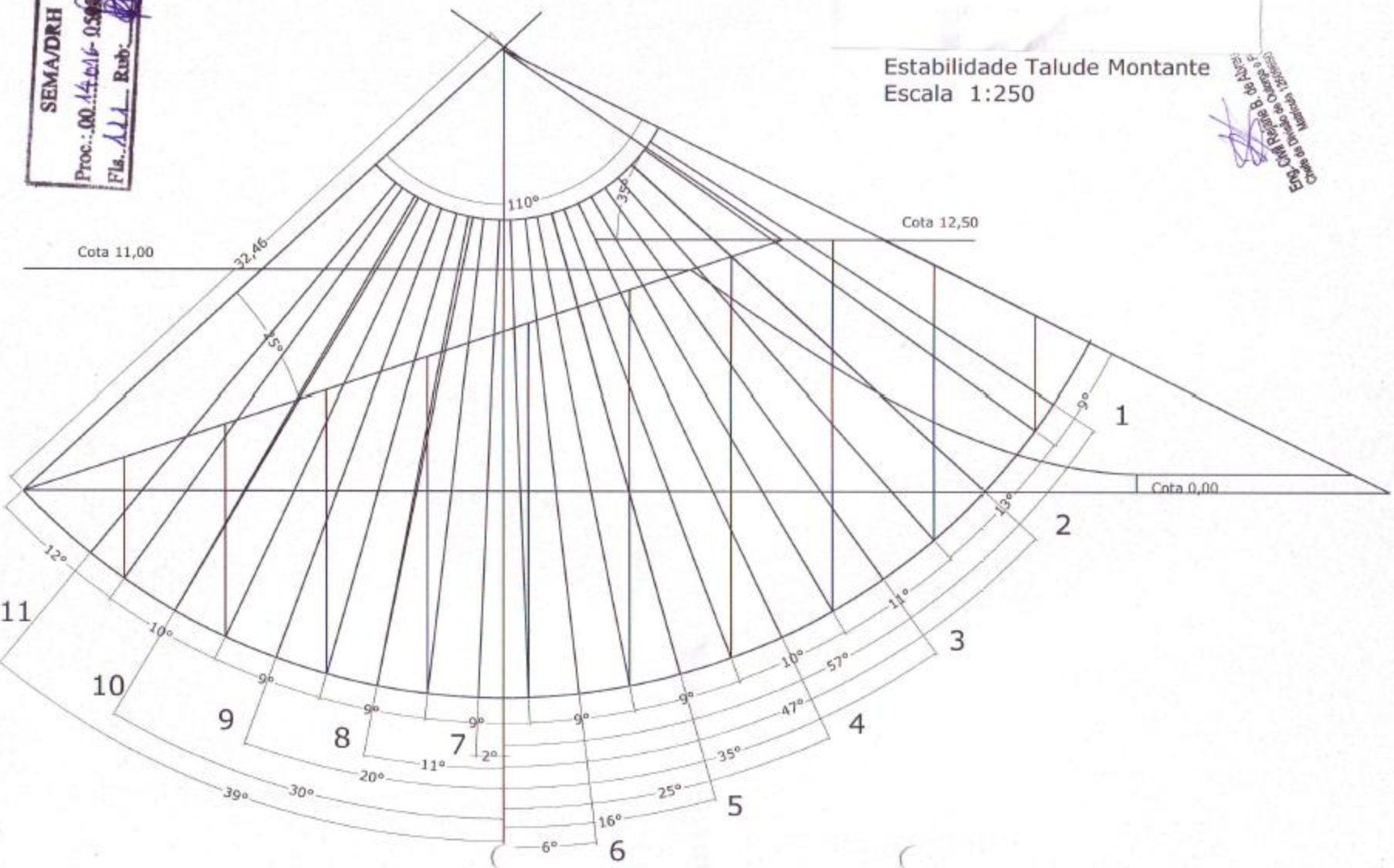
FS =

150.139,0 kg/m

SEMA/DRH
 Proc.: 00.14.016-038/03-1
 Fls. 111 Rub:

Estabilidade Talude Montante
 Escala 1:250

Eng. Civil Rogério B. de Aguiar
 CREA de Minas Gerais nº 122022
 Matrícula 122022

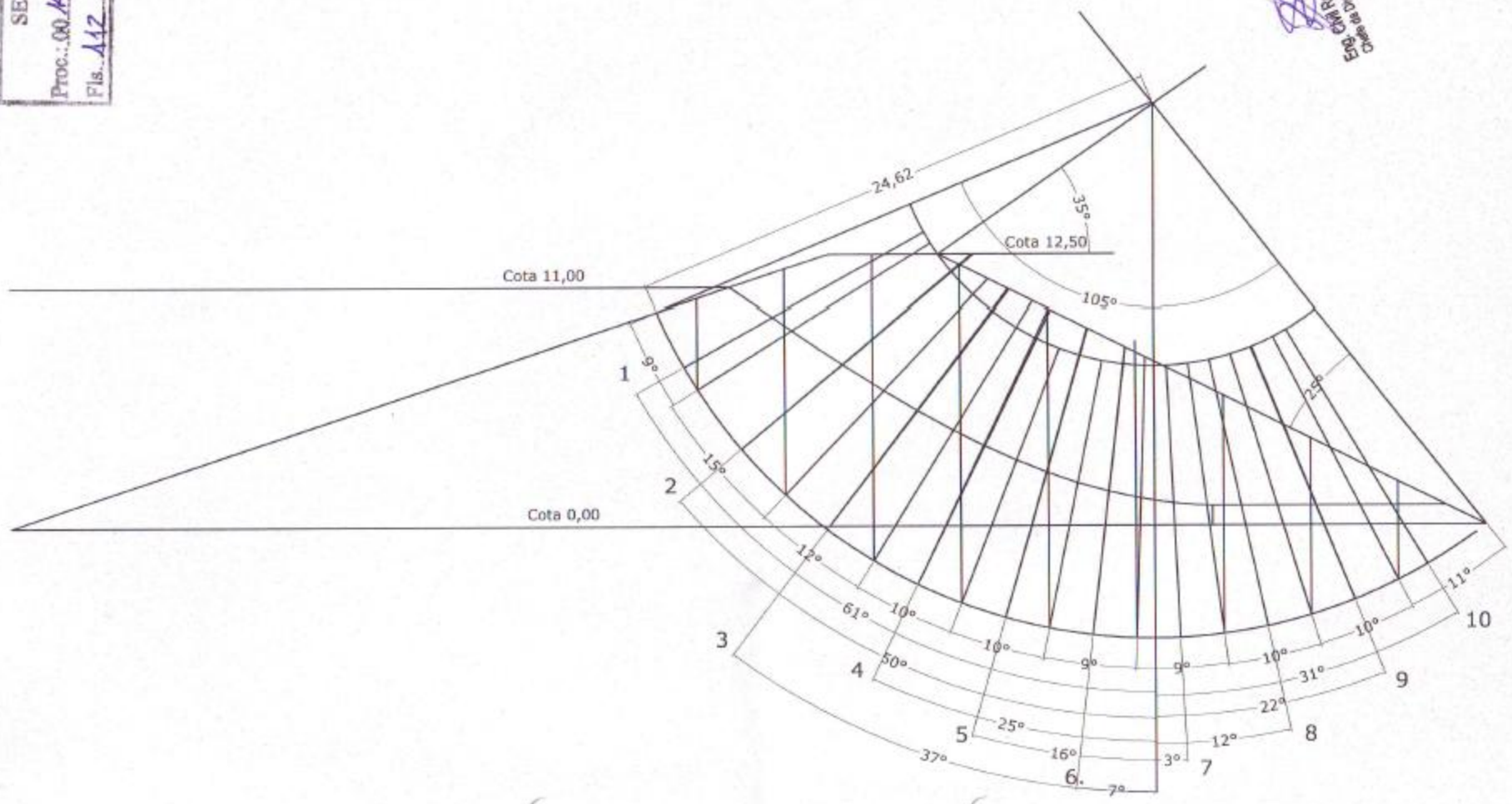


Estabilidade

SEMA/DRH
Proc.: 00.140.16 - 0.500/CB-1
Fls. 112 Rubr: *[Signature]*

Estabilidade Talude de Jusante
Escala 1:250

[Signature]
Eng. Civil Sérgio B. de Moura e Sá
MARCAS (2008/0)



Estabilidade

ENSAIOS EM AMOSTRA DE SOLO

Cliente: 

Material ensaiado: uma amostra deformada de solo, entregue à CIENTEC e declarada pelo Cliente como procedente da Fazenda Santa Tereza, localidade de Guassu Boi, município de Alegrete/RS. No Laboratório de Mecânica de Solos da CIENTEC a amostra foi identificada com o número 10014/1.

Solicitação do Cliente: ensaio de compactação, determinação dos limites de liquidez e plasticidade, análise granulométrica, determinação da permeabilidade e ensaio de cisalhamento direto.

Data do recebimento do material: 17 de novembro de 2003.

Período da realização dos ensaios: 18 de novembro a 18 de dezembro de 2003.

Métodos:

- descrição do solo segundo ASTM D 2488/1993;
- compactação segundo NBR 7182/1988;
- limite de liquidez segundo NBR 6459/1984;
- limite de plasticidade segundo NBR 7180/1988;
- massa específica dos grãos segundo NBR 6508/1984;
- análise granulométrica segundo NBR 7181/1988;
- permeabilidade baseada no trabalho de BJERRUM, L. HUDER, J. Measurement of the Permeability of Compacted Clays. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING, 4º, London, 1957. Proceedings... London, Butterworths, 1957. V.1, p.6-8;
- cisalhamento direto segundo ASTM D 3080/1990.

RESULTADOS:

A amostra de solo foi preparada com secagem prévia até a umidade higroscópica.

1- Descrição e identificação do solo – procedimento visual táctil

- CH (argila com areia de alta plasticidade);
- composição granulométrica com cerca de 25% areia fina à grossa, dimensão máxima de areia grossa e 75% de finos (partículas menores que 0,075mm);
- fração fina (partículas menores que 0,42mm), no estado úmido apresenta dilatância nula, alta tenacidade e alta plasticidade, no estado seco mostra resistência muito alta;
- reação nula com HCl e cor marrom escuro na condição úmida.

2 - Ensaio de compactação

A amostra, após o umedecimento, permaneceu por um período de 12 horas dentro de saco plástico, para uniformização da umidade de ensaio.

Foi aplicada a energia normal do proctor, sem reuso do material, na moldagem dos corpos-de-prova em cilindros pequenos.

A curva de compactação e os resultados da massa específica aparente seca máxima ($\rho_{d(máx.)}$) e umidade ótima ($\omega_{ótima}$) estão apresentados na Figura 1.

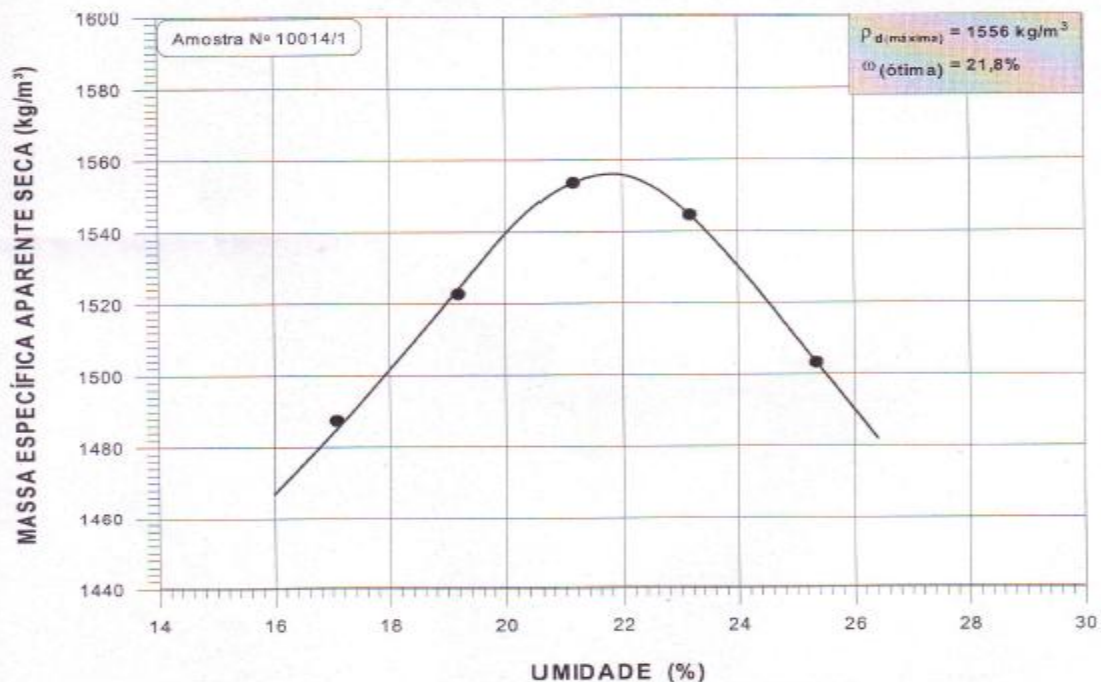


Figura 1 - Curva de compactação da amostra 10014/1.

3 - Limites de liquidez e plasticidade

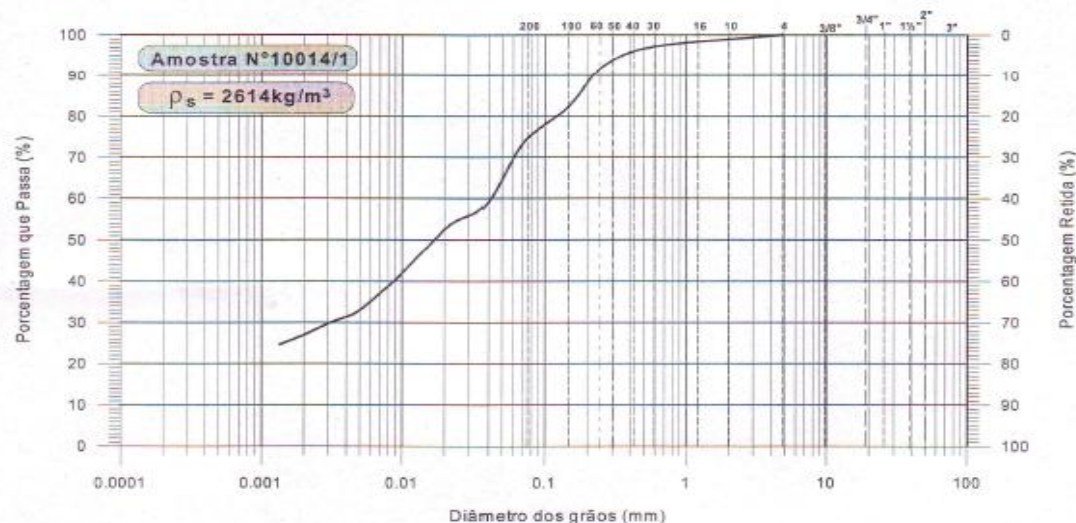
Limite de liquidez (%): 48

Limite de plasticidade (%): 25

Índice de plasticidade (%): 23

4 - Análise granulométrica

É apresentada na Figura 2 a curva granulométrica com o respectivo resultado da massa específica dos grãos (ρ_s).



ABNT (NBR 6502/1995)	Argila		Silte		Areia			Pedregulho		
	27%		43%		Fina	Média	Grossa	Fino	Médio	Grosso
	0,002mm	0,06mm	0,2mm	0,6mm	2,0mm	6,0mm	20,0mm	60,0mm		

ASTM (D 2488 - 90)	Argila e Silte		Areia			Pedregulho	
	74%		Fina	Média	Grossa	Fino	Grosso
	0,075mm	0,425mm	2,0mm	4,75mm	20,0mm	75,0mm	

Figura 2 – Curva granulométrica da amostra 10014/1.

5 - Ensaio de permeabilidade

O corpo-de-prova contendo 100% em massa de material que passa na peneira 4,76mm (nº 4) foi moldado por pisoteamento, obedecendo-se à condição de 95% do grau de compactação (GC), definido como a relação entre a massa específica aparente seca (ρ_d) do corpo-de-prova ensaiado e a massa específica aparente seca máxima ($\rho_{d(max)}$) do ensaio de compactação.

São apresentados, no Quadro 1, os índices físicos do corpo-de-prova e o valor do coeficiente de permeabilidade.

A variação de umidade ($\Delta\omega$) é a diferença entre a umidade de moldagem (ω) e a umidade ótima ($\omega_{ót.}$) do ensaio de compactação.

Quadro 1 – Índices físicos e coeficiente de permeabilidade.

Amostra	10014/1
Massa específica aparente seca (ρ_d) kg/m ³	1478
Índice de vazios (e)	0,769
Grau de compactação (GC) (%)	95,0
Umidade de moldagem (ω) (%)	21,8
Variação de umidade ($\Delta\omega$) (%)	0,0
Coeficiente de permeabilidade ($K_{20°C}$) (cm/s)	$1,77 \times 10^{-7}$

6 - Ensaio de cisalhamento direto

A amostra foi ensaiada na condição inundada, apresentando na moldagem as dimensões de 6,0cm de diâmetro e 2,07cm de altura. A velocidade de ensaio foi de 0,016mm/minuto.

O corpo-de-prova contendo 100% em massa de material que passa na peneira 4,76mm (nº 4) foi moldado estaticamente, obedecendo-se à condição de 95% do grau de compactação (GC).

No Quadro 2 são apresentadas as tensões normais de ensaio com os seus correspondentes índices físicos iniciais e finais.

No Quadro 3 são apresentadas as tensões normais de ensaio com as suas correspondentes tensões cisalhantes de pico, deslocamentos horizontais e verticais na ruptura, bem como os parâmetros de resistência ao cisalhamento.

São apresentados, na forma gráfica, os seguintes resultados:

- variação de altura dos corpos-de-prova em função da raiz quadrada do tempo, relativos aos incrementos de tensões normais determinados em cada ensaio, na Figura 3;
- curva de tensão cisalhante em função do deslocamento horizontal na Figura 4;
- curva de deslocamento vertical em função do deslocamento horizontal na Figura 5;
- tensão cisalhante em função da tensão normal na Figura 6.

Quadro 2 – Índices físicos iniciais e finais da amostra 10014/1.

Tensão Normal (σ_n) (kPa)		50		100		150	
		Iniciais	Finais	Iniciais	Finais	Iniciais	Finais
Índices	m_d (g)	86,07	-	86,06	-	86,32	-
	ω (%)	21,73	28,62	21,74	27,18	21,63	26,17
	$\Delta\omega$ (%)	-0,07	-	-0,06	-	-0,17	-
Físicos	ρ_h (kg/m ³)	1796	1961	1791	2038	1789	1960
	ρ_s (kg/m ³)	1475	1542	1471	1615	1471	1524
	GC (%)	94,8	-	94,5	-	94,5	-
	e	0,772	-	0,777	-	0,778	-
	S_r (%)	73,56	-	73,13	-	72,73	-

Quadro 3 – Resultados do ensaio de cisalhamento direto da amostra 10014/1.

Tensão normal (σ_n) (kPa)	Tensão Cisalhante (τ) (kPa)	Deslocamento Horizontal (ΔH) (mm)	Deslocamento Vertical (ΔV) (mm)	Parâmetros de Resistência ao cisalhamento	
				Coesão (C) (kPa)	Ângulo de atrito interno (ϕ)(°)
50	53,64	3,80	-0,440	18,79	36,2
100	95,66	5,20	-0,620		
150	126,93	6,20	-0,583		

(+)= expansão

(-)= recalque

1Kgf/cm² = 100KPa

RELATÓRIO DE ENSAIO

10014/29021

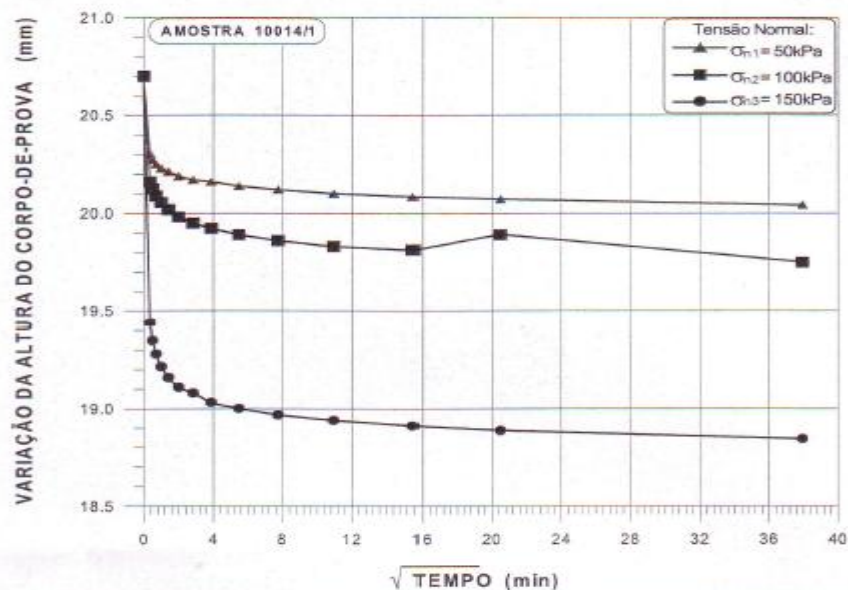


Figura 3 – Gráfico da variação da altura do corpo-de-prova em função da raiz quadrada do tempo da amostra 10014/1.

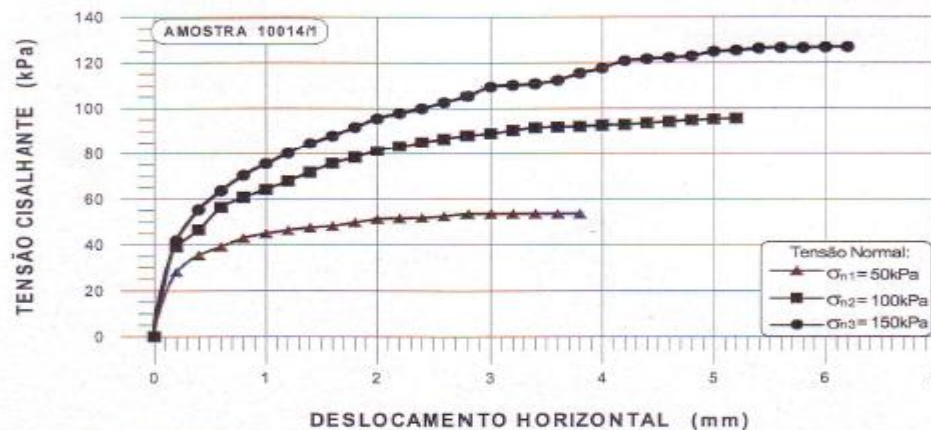


Figura 4 – Gráfico das tensões cisalhantes em função do deslocamento horizontal da amostra 10014/1.

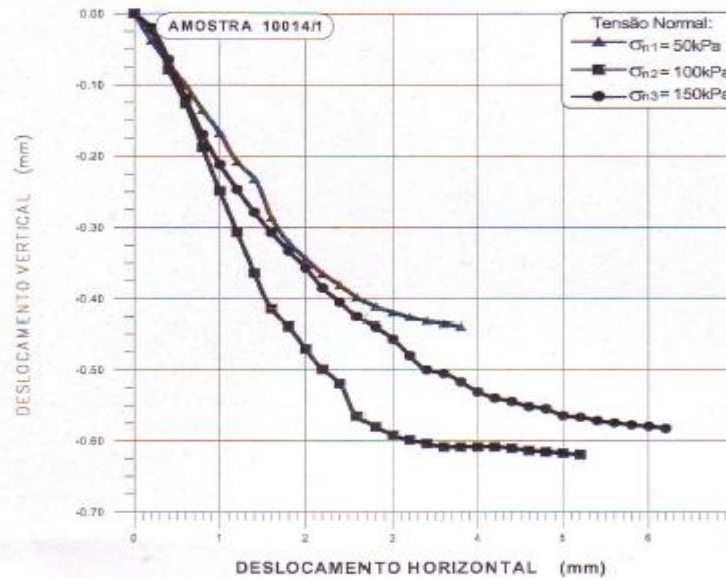


Figura 5 – Gráfico do deslocamento vertical em função do deslocamento horizontal da amostra 10014/1.

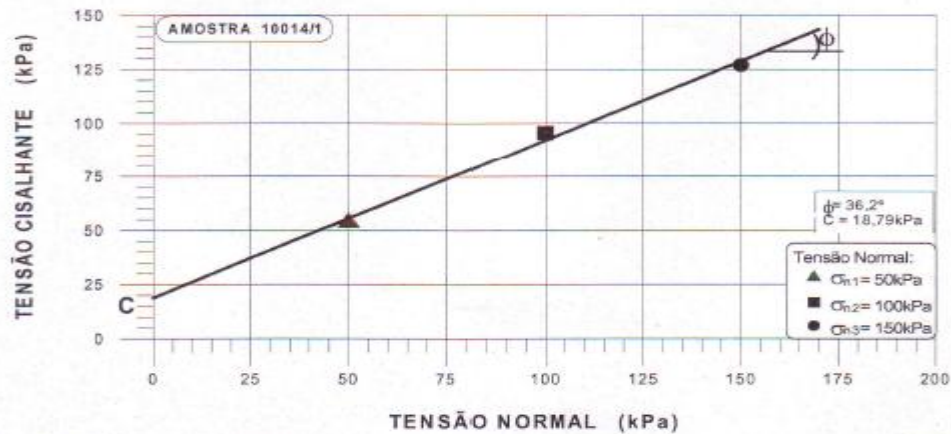



Figura 6 – Gráfico das tensões cisalhante em função da tensão normal da amostra 10014/1.

Ensaio de Sondagem barragem

Proc. 00.14016-05/2003-9
Fls. 121 Rub. 

RELATÓRIO DE ENSAIO

10014/29021

SIMBOLOGIA:

m_d → massa seca;

ω → teor de umidade;

ρ_h → massa específica aparente úmida;

ρ_d → massa específica aparente seca;

e → índice de vazios;

S_r → grau de saturação.

Porto Alegre, 23 de dezembro de 2003.

