



## **Folha de Dados**

**IDGED:**

0001/02/03

**LOTE:**

0015

**AUTOR:**

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICO – SRH; SIRAC; PROURB

**TÍTULO:**

PROJETO UBALDINHO

**SUBTÍTULO:**

TOMO 2 PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM VOLUME 3 QUANTIFICAÇÕES,  
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E MEMÓRIAS DE CÁLCULO

FOLHA DE DADOS - GED/SRH

TIPO DE DOCUMENTO: Projeto  
 Identidade GED: 0001102103  
 Lote: 00015  
 Nº de Registro: 95/0004  
 Autores: SIRAC / SRH / PROURB - ce  
 Programa: PROURB - ce  
 Título: Projeto Ubaldinho  
 Sub-Título 1: Projeto básico da barragem  
 Sub-Título 2: Quantificações, Especificações Técnicas e memórias de cálculos  
 Nº de páginas: 275  
 Volume: III  
 Tomo: II  
 Editor: SRH  
 Data de Publicação (mês/ano): 1993  
 Local de Publicação: Fontaleza

Localização da Obra

Tipo de Empreendimento:

<input checked="" type="checkbox"/> Barragem	<input type="checkbox"/> Açude	<input type="checkbox"/> Adutora	<input type="checkbox"/> Canal / Eixo de Transp.	<input type="checkbox"/> Outro
Rio / Riacho Barrado:		Fonte Hídrica:		
_____		_____		

Rio Riacho São Miguel  
 Bacia: Yaguaripe  
 Sub-bacia: Solgado  
 Municípios: Centro  
 Distrito: Ubaldinho  
 Microregião: Serfão do Solgado  
 Estado: Ceará



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO**  
**PRO-URB / CE**

**PROJETO UBALDINHO**

**TOMO 2: PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM**  
**VOLUME 3: QUANTIFICAÇÕES, ESPECIFICAÇÕES**  
**TÉCNICAS E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS**

Lote: 00015 - Prep (X) Scan (X) Index ( )  
Projeto Nº 0001/02/03  
Volume 1  
Qtd A4 265 Qtd A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_



**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

**CIRO FERREIRA GOMES**

**GOVERNADOR**

**SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE**

**MARFISA MARIA DE AGUIAR FERREIRA**

**SECRETÁRIA**

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**JOSÉ MOREIRA DE ANDRADE**

**SECRETÁRIO**

**BANCO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PEDRO BRITO DO NASCIMENTO**

**PRESIDENTE**

**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DO CEARÁ**

**PRO-URB/CE**

**MARCONI MARTINS MORONI DA SILVEIRA**

**GERENTE GERAL**



95/0004  
EX 12

**SUMÁRIO**

0001/02/03

## SUMÁRIO

1. QUANTITATIVOS E CUSTOS .....	04
2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DA BARRAGEM UBALDINHO .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	12
2. CONDIÇÕES GERAIS E SERVIÇOS PRELIMINARES .....	14
3. LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS ÁREAS DAS FUNDAÇÕES .....	31
4. SISTEMA DE REBAIXAMENTO E DRENAGEM .....	39
5. TRATAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE .....	42
6. ESCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO DA GALERIA DA TOMADA D'ÁGUA .....	52
7. EQUIPAMENTO HIDRÁULICO/MECÂNICO .....	54
8. TUBOS DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL .....	58
9. COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS .....	62
10. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM .....	65
11. LIMPEZA SUPERFICIAL E EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO .....	69
12. ATERRO EXPERIMENTAL .....	71
13. LANÇAMENTO, CONTROLE DE UMIDADE E COMPACTAÇÃO .....	74
14. INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO (SE PREVISTA) .....	83

000005

15. SERVIÇOS EM CONCRETO .....	85
16. ARGAMASSA DE CIMENTO .....	101
17. FORMAS E ESCORAMENTOS .....	103
18. ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO .....	106
19. MANUTENÇÃO .....	110
3. MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO .....	112
3.1. MEMÓRIA DE CÁLCULO DO MACIÇO .....	113
3.2. MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SANGRADOURO .....	159
3.3. MEMÓRIA DE CÁLCULO DA TOMADA D'ÁGUA .....	221
3.4. PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO .....	261
4. CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO .....	265
5. EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS .....	268
6. INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA .....	271

1 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

0230-01/10

000007



## 1 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

Os custos das obras do projeto são apresentados, a seguir, em planilhas que se referem as seguintes etapas: Instalação e Mobilização, Barragem, Sangradouro, Tomada D'água, Estrada e Ponte. É mostrado também um Quadro Resumo dos custos.

Nas planilhas são apresentadas as especificações, os quantitativos, os preços unitários e os preços totais para cada serviço.

Todos os volumes indicados nas planilhas foram medidos nas seções, para os materiais lançados e compactados, e no corte para os volumes escavados.

Os preços unitários utilizados são originários da Tabela de Preços da Secretaria de Recursos Hídricos e de pesquisas de mercado para o mês de referência - setembro de 1993.

## QUADRO RESUMO DOS PREÇOS

ORÇAMENTO		SRH	Projeto		Barragem Ubaldinho	
			Localid.	Cedro (CE)		
Planilha de Quantitativos e Custos			DATA BASE	31/jan/94	1 US\$ = Cr\$	458,65
					1 URV = Cr\$	458 16
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇOS		TOTAL (Cr\$)
				UNITÁRIO		
				(US\$)	(Cr\$)	
	QUADRO RESUMO DOS PREÇOS					
1	ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO	ud	1 00	104 165 43	47 775 476 55	47 775 476,55
2	TRABALHOS PREPARATÓRIOS	ud	1 00	96 654,72	44 330 687 33	44 330 687,33
3	BARRAGEM	ud	1 00	1 069 669 82	490 604 060 90	490 604 060 90
4	SANGRADOURO	ud	1 00	696 817 39	319 595 297 76	319 595 297 76
5	TOMADA D'ÁGUA	ud	1 00	116 992 22	53 658 480 28	53 658 480 28
6	ESTRADA	ud	1 00	66 580 09	30 536 957 13	30 536 957 13
7	PONTE	ud	1 00	217 751 73	99 871 832 80	99 871 832 80
	TOTAL GERAL				Cr\$	1 086 372 792,75
					US\$	2 368 631 40
					URV	2 371 16

000009

ORÇAMENTO		SRH	Projeto Barragem Ubaldinho			
Planilha de Quantitativos e Custos			Localid Cedro (CE)	DATA BASE 31/jan/94	1 US\$ = Cr\$ 458,85	1 URV = Cr\$ 458,16
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇOS		TOTAL (Cr\$)
				(US\$)	(Cr\$)	
<b>1</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO E FISCALIZAÇÃO</b>					
1.1	Instalação e manutenção do canteiro de obras (1.5% de 2,3,4,5,6 e 7)	ud	1.00	33.966,99	15.578.959,74	15.578.959,74
1.2	Mobilização (1.5% de 2,3,4,5,6 e 7)	ud	1.00	33.966,99	15.578.959,74	15.578.959,74
1.3	Desmobilização (1,5% de 2,3,4,5,6 e 7)	ud	1.00	33.966,99	15.578.959,74	15.578.959,74
1.4	Divulgação (0,1% de 2,3,4,5,6 e 7)	ud	1.00	2.264,47	1.038.597,32	1.038.597,32
	TOTAL DO ITEM 1					47.775.476,55
<b>2</b>	<b>TRABALHOS PREPARATÓRIOS</b>					
2.1	Caminhos de serviços com faixa de 6m para acesso as obras e jazidas (construção e manutenção)	km	5.00	322,40	147.868,76	739.343,80
2.2	Desmatamento e destocamento do local da barragem sangradouro e empréstimos, compreendendo derrubada aranha, queima enfiamento e requeima incluindo transporte até 300m	ha	16.00	651,42	298.773,78	4.780.380,53
2.3	Expurgo de material (remoção da camada vegetal) nas áreas de implantação da barragem e sangradouro com botafora de até 300m medido no corte	m³	8.722,00	1,52	697,15	6.080.524,86
2.4	Expurgo de material (remoção da camada vegetal) nas áreas de empréstimo, com transporte a lâmina até 50m sem botafora medido no corte	m³	27.408,00	1,12	513,89	14.079.160,70
2.5	Desmatamento parcial da bacia hidráulica	ha	60,00	677,76	310.854,82	18.651.277,44
	TOTAL DO ITEM 2					44.330.612,13
<b>3</b>	<b>BARRAGEM</b>					
3.1	Fundação					
3.1.1	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 1ª categoria, com botafora até 300m	m³	15.466,80	1,36	623,75	9.647.633,04
3.1.2	Escavação, carga, transporte e descarga de material de 2ª categoria com botafora até 300m	m³	3.314,00	2,09	958,58	3.176.729,15
3.1.3	Sistema de rebaixamento do lençol freático	Hp n	121.620,00	0,40	183,46	22.312.405,20
3.1.4	Escavação de material de 1ª categoria abaixo do lençol freático com escoramento	m³	1.002,00	2,80	1.284,22	1.286.788,44
3.2	Injeções de impermeabilização					
3.2.1	Mobilização, instalação e deslocamento dos Equipamentos para injeção (1,5% de 3.2.2 a 3.2.4)	ud	1,00	2.115,00	970.044,75	970.044,75
3.2.2	Perfuração com Sonda rotativa diâmetro BX	m	1.500,00	75,00	34.398,75	51.598.125,00
3.2.3	Ensaio de perda d'água do tipo "LUGEON"	ud	340,00	25,00	11.465,25	3.898.525,00
3.2.4	Fornecimento e injeção de Cimento	sc	500,00	40,00	18.346,00	9.173.000,00
3.3	Macipo					
3.3.1	Aterro compactado, compreendendo escavação, carga, descarga e transporte até 300m, umedecimento, espalhamento, homogeneização e compactação	m³	209.173,60	1,95	894,37	187.078.069,70
3.3.2	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de areia, utilizando-se caminhão basculante	m³	8.231,00	1,63	747,60	6.153.491,48
3.3.3	Corte em abertura de seção controlada, no aterro compactado em material de 1ª categoria com reaproveitamento do macipo	m³	8.231,00	2,85	1.307,15	10.759.172,23

000010

ORÇAMENTO		SRH	Projeto	Barragem Ubaldinho		
			Localid	Cedro (CE)		
			DATA BASE	31/jan/94	1 US\$ = Cr\$	458,65
Planilha de Quantitativos e Custos					1 URV = Cr\$	458,16
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇOS		TOTAL (Cr\$)
				(US\$)	(Cr\$)	
3 3 4	Britagem de rocha com pedra transportada de uma distância de 4 0 km, inclusive extração	m <sup>3</sup>	7 102 70	14,00	6 421,10	45 807 146,97
3 3 5	Carga, descarga e transporte até 300m de brita	m <sup>3</sup>	7 102 70	4,00	1 834,60	13 030 613 42
3 3 6	Enrocamento de pedra jogada, incluindo extração, carga colocação e espalhamento do material com transp até 300m	m <sup>3</sup>	11 890 00	9,50	4 357,18	51 806 810 75
3 3 7	Transporte complementar de material de 1ª categoria,	m <sup>3</sup> km	146 421 52	0,50	229,33	33 578 115 07
3 3 8	Transporte complementar de material de 3ª categoria,	m <sup>3</sup> km	43 922 70	0,65	298,12	13 094 345 13
3 3 9	Preparação e Regularização de taludes	m <sup>2</sup>	20 500 00	0,72	330,23	6 769 674 00
3 3 10	Canaleta de Ombreira com pedra argamassada	m	360 00	25,00	11 466 25	4 127 850 00
3 3 11	Caixas pluviais no talude de jusante em conc simples 10 MPa	m	635 00	25,00	11 466,25	7 281 068 75
3 3 12	Meio-fio de pedra	m	1 150 00	4,99	2 288 66	2 631 963 03
3 3 13	Revestimento do coroamento com pedrisco ou cascalho inclusive extração carga descarga espalhamento e compactação medido no terreno e=0 30m	m <sup>2</sup>	612 00	15,00	6 879 75	4 210 407 00
3 3 14	Plantio de grama ou plantas regionais (saia macambira, etc)	m <sup>2</sup>	6 830 00	0,77	353 16	2 412 082 80
	TOTAL DO ITEM 3					490 604 060,90
<b>4</b>	<b>SANGRADOURO</b>					
4 1	Escavação					
4 1 1	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	43 672 00	1,36	623,76	27 241 021 41
4 1 2	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 2ª categoria	m <sup>3</sup>	13 101 60	2,09	958,58	12 558 912 08
4 1 3	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 3ª categoria	m <sup>3</sup>	30 837 90	9,00	4 127 85	127 294 225,52
4 2	Concreto					
4 2 1	Concreto simples de regularização fck=10MPa	m <sup>3</sup>	90 00	66,04	30 289 25	2 726 032 14
4 2 2	Concreto ciclópico 200 kg/m <sup>3</sup> com 12% de pedra de mão para os muros	m <sup>3</sup>	162,00	67,77	31 082,71	5 035 399 10
4 2 3	Concreto armado (fck = 15MPa) inclusive forma, desforma e ferragem para labirinto do sangradouro	m <sup>3</sup>	925,00	309,63	142 011 80	131 360 914 54
4 2 4	Junta FUNGEBAND tipo O-22, fornecimento e montagem	m	235 00	38,82	17 804 79	4 184 126 36
4 2 5	Reaterro compactado manualmente com reaproveitamento do material escavado para os muros laterais	m <sup>3</sup>	671,00	2,44	1 119,11	750 920 13
4 2 6	Perfuração com sonda rotativa diâmetro NX para atritamento	m	95,00	150,00	68 797,50	6 535 762 50
4 2 7	Fornecimento e execução de tirante em aço CA 50B de 32mm para até 18,0 toneladas	m	105 00	35,00	16 052,75	1 685 538 75
4 2 8	Brita para dreno incluindo extração, carga, britagem, descarga e espalhamento	m <sup>3</sup>	5,50	14,00	6 421,10	35 316,05
4 2 9	Dreno de PVC d=200 mm	m	60,00	6,80	3 118,82	187 129 20
	TOTAL DO ITEM 4					319 595 297,76

000011

ORÇAMENTO		SRH	Projeto	Barragem Ubaldinho		
			Localid	Cedro (CE)		
Planilha de Quantitativos e Custos			DATA BASE	31/jan/94	1 US\$ = Cr\$	458,65
					1 URV = Cr\$	458,16
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇOS		TOTAL (Cr\$)
				UNITÁRIO		
				(US\$)	(Cr\$)	
<b>5</b>	<b>TOMADA D'AGUA</b>					
5.1	Escavação					
5.1.1	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 1ª categoria	m³	216,00	1,36	623,76	134.733,02
5.1.2	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 2ª categoria	m³	324,00	2,09	958,58	310.579,43
5.1.3	Escavação, carga, descarga, transporte até 300m de material de 3ª categoria	m³	540,00	9,00	4.127,85	2.229.039,00
5.2	Concreto					
5.2.1	Concreto estrutural com consumo de 300kg de cimento por m³ para caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m³	379,53	98,13	45.007,32	17.081.629,87
5.2.2	Concreto simples, com consumo de 150kg de cimento por m³ para regularização	m³	41,00	66,04	30.289,25	1.241.859,09
5.2.3	Enrocamento de pedra jogada, incluindo extração, carga, colocação e espalhamento	m³	4,80	9,50	4.357,18	20.914,44
5.2.4	Fornecimento, dobramento e aplicação de aço CA-50	kg	18.998,40	1,42	651,28	12.373.334,95
5.2.5	Forma de madeira, incluindo fornecimento, colocação e desforma	m²	1.053,00	13,96	6.402,75	6.742.099,96
5.3	Juntas de Vedação					
5.3.1	Junta FUNGEBAND tipo O-22, incluindo fornecimento e montagem	m	30,00	38,82	17.804,79	534.143,79
5.4	Equipamento Hidráulico/Mecânico (incl. fornec., instalação e teste)					
5.4.1	Tubo em Ferro Fundido de diâmetros DN 600mm	m	85,00	113,16	51.900,83	4.411.570,89
5.4.2	Registro de acionamento direto, volante sem "by-pass", PN-10 em FoFo DN 600mm	ud	2,00	3.779,38	1.733.412,64	3.466.825,27
5.4.3	Crvo de aço para tubulações de DN 600mm	ud	1,00	944,84	433.350,87	433.350,87
5.4.4	Grade de aço para proteção da boca de montante, 1,77 x 0,75 m	ud	1,00	5.400,00	2.476.710,00	2.476.710,00
5.4.5	Extremidade ponta flange	ud	2,00	978,07	448.591,81	897.183,61
5.4.6	Extremidade ponta bolsa	ud	1,00	778,88	357.233,31	357.233,31
5.4.7	Extremidade bolsa flange	ud	2,00	695,74	319.101,15	638.202,30
5.4.8	Toco	m	0,50	1.347,74	618.140,95	309.070,48
	<b>TOTAL DO ITEM 5</b>					<b>53.658.480,28</b>
<b>6</b>	<b>ESTRADA</b>					
6.1	Maciço					
6.1.1	Aterro compactado compreendendo escavação, carga, descarga e transporte até 300m, umedecimento, espalhamento, homogeneização e compactação	m³	11.102,25	1,95	894,37	9.929.491,58
6.1.2	Britagem de rocha com pedra transportada de um distância 4,0 km, inclusive extração	m³	478,15	14,00	6.421,10	3.070.248,97
6.1.3	Carga, descarga e transporte até 300m de bnta	m³	478,15	4,00	1.834,60	877.213,99
6.1.4	Regularização do talude da estrada	m²	4.280,00	0,72	330,23	1.413.375,84

000012

ORÇAMENTO		SRH	Projeto	Barragem Ubaldinho		
Planilha de Quantitativos e Custos			Localid	Cedro (CE)		
			DATA BASE	31/jan/94	1 US\$ = Cr\$	458,65
					1 URV = Cr\$	458,16
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID	QUANT	PREÇOS		TOTAL (Cr\$)
				(US\$)	(Cr\$)	
6 1 5	Sub-base, compreendendo escavação, carga, descarga e transporte até 300m, umedecimento, espalhamento, homogeneização e compactação	m³	1 260,00	6,40	2 935,36	3 698 553,60
6 1 6	Base, compreendendo escavação, carga, descarga e transporte até 300m, umedecimento, espalhamento, homogeneização e compactação	m³	1 260,00	6,80	3 118,82	3 929 713,20
6 1 7	Transporte complementar em material de 1ª categoria	m³ km	9 535,60	0,50	229,33	2 186 751,47
6 1 8	Imprimação, incluindo fornecimento, preparo e aplicação de materiais	m²	765,00	0,45	206,39	157 890,26
6 1 9	Tratamento superficial duplo, incluindo fornecimento, preparo e aplicação de materiais	m²	765,00	2,55	1 169,56	894 711,49
6 1 10	Plantio de grama ou plantas regionais (salsa, macambira, etc)	m²	4 380,00	0,77	353,16	1 546 842,99
6 1 11	Calhas pluviais nos taludes com concreto simples 10 MPa	m	247,00	25,00	11 466,25	2 832 163,75
	TOTAL DO ITEM 6					30 536 957,13
7	<b>PONTE</b>					
7 1	Superestrutura					
7 1 1	Concreto estrutural fck = 20MPa	m³	371,30	111,17	50 988,12	18 931 889,14
7 1 2	Formas de madeira plastificada, incluindo fornecimento, colocação e desforma	m²	1 641,00	20,58	9 439,02	15 489 426,80
7 1 3	Aço CA - 50, incluindo fornecimento, dobramento e colocação	kg	39 387,00	1,42	651,28	25 652 083,52
7 1 4	Aparelho de apoio em borracha de neoprene fretada, incluindo fornecimento e assentamento	dm³	25,00	189,41	86 872,90	2 171 822,41
7 1 5	Argamassa epóxica de regularização e nivelamento, incluindo fornecimento e assentamento	dm³	12,00	2,17	995,27	11 943,25
7 1 6	Escoramento, incluindo fornecimento, colocação e desmonte	m³	6 339,00	8,80	4 036,12	25 584 964,66
7 2	Meso Estrutura					
7 2 1	Concreto estrutural fck = 20MPa	m³	34,20	111,17	50 988,12	1 743 793,72
7 2 2	Formas de madeira plastificada, incluindo fornecimento, colocação e desforma	m²	153,00	20,58	9 439,02	1 444 169,60
7 2 3	Aço Ca - 50, incluindo fornecimento, dobramento e colocação	kg	4 641,00	1,42	651,28	3 022 604,40
7 3	Infraestrutura					
7 3 1	Concreto estrutural fck = 20MPa	m³	30,20	111,17	50 988,12	1 539 841,24
7 3 2	Aço CA - 50, incluindo fornecimento, dobramento e colocação	kg	1 350,00	1,42	651,28	879 232,05
7 4	Acabamentos					
7 4 1	Drenos de PVC d= 100mm	ud	14,00	5,29	2 426,26	33 967,62
7 4 2	Cantoneiras 100x100x100mm, incluindo fornecimento e assentamento	kg	274,50	5,64	2 586,79	710 072,76
7 4 3	Pintura da barreira com tinta mineral	m²	290,50	9,41	4 315,90	1 253 767,93
7 4 4	Revestimento asfáltico e = 7cm, incluindo fornecimento, preparação e aplicação	m²	650,50	4,70	2 155,66	1 402 253,66
	TOTAL DO ITEM 7					99 671 832,80
	TOTAL GERAL					1 086 372 792,75

000013

2 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA EXECUÇÃO DAS  
OBRAS DO PROJETO DA BARRAGEM UBALDINHO

0230-01/10

000014

1. INTRODUÇÃO



## 1. INTRODUÇÃO

As obras a que se referem as presentes Especificações Técnicas, compreendem as obras civis e hidromecânicas do Projeto Executivo da Barragem Ubaldinho, situado no município de Cedro, no Estado do Ceará.

As presentes especificações têm por objetivo o estabelecimento das condições técnicas básicas que, juntamente com os Desenhos do projeto e eventuais instruções complementares de campo por parte da Projetista e da FISCALIZAÇÃO, deverão ser obedecidas durante a construção das Obras, a fim de garantir o comportamento das mesmas de acordo com as hipóteses de projeto, e dos parâmetros assumidos nos cálculos.

2. CONDIÇÕES GERAIS E SERVIÇOS PRELIMINARES

## 2. CONDIÇÕES GERAIS E SERVIÇOS PRELIMINARES

### 2.1 DEFINIÇÕES

Nestas especificações, ou em quaisquer documentos ou instrumentos dos quais elas façam parte, os termos abaixo terão os seguintes significados e interpretações:

#### SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

É o órgão público contratante responsável pelo empreendimento em questão, dispondo de todos os títulos de propriedades correspondentes. É de sua responsabilidade a definição e a delimitação dos serviços a serem executados.

- PROJETISTA

É a empresa responsável pela elaboração do projeto das obras.

- FISCALIZAÇÃO

Equipe atuando sob a autoridade da SRH, indicada para exercer a FISCALIZAÇÃO das obras.

- EMPREITEIRA

É a empresa responsável pela execução de todos os serviços especializados, mediante Contrato assinado com a SRH.

A EMPREITEIRA ou seu representante deverá estar permanentemente no canteiro, enquanto durarem os trabalhos, e responderá pela correta execução dos mesmos, sob todos os pontos de vista.

Este representante na obra deve estar qualificado para receber as instruções da FISCALIZAÇÃO e executá-las em nome da EMPREITEIRA, assim como para assinar relatórios e mediações.

- FABRICANTE

Empresa encarregada do fornecimento, na base de um contrato com a SRH ou com a EMPREITEIRA, de materiais, máquinas e equipamentos, inclusive estruturas pré-fabricadas, completas ou parciais.

- CONTRATANTE

É a SRH, órgão público responsável pelo empreendimento em questão.

## 2 2 NORMAS GERAIS

Fazem parte das presentes Especificações todas as Normas, Regulamentos, Especificações, Métodos e Terminologias da Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT, em sua mais recente edição, publicadas até a data de lançamento da concorrência para construção da barragem.

Na falta de Normas Brasileiras, para assuntos específicos, serão adotadas normas, regulamentos e padrões técnicos de outras organizações nacionais e/ou estrangeiras de aceitação universal, a critério da FISCALIZAÇÃO e após aprovação da CONTRATANTE.

As especificações, normas, métodos, padrões ou códigos de associações ou órgãos abaixo relacionados, quando mencionados, poderão ser citados apenas pelo uso das abreviações transcritas a seguir:

- American Association of State Highway Officials - AASHO
- American Concrete Institute - ACI;
- American Institute of Electrical Engineers - AIEE;
- American National Standard Institute - ANSI;
- American Institute of Steel Construction - AISC;
- American Railways Engineers Association - AREA;
- American Society of Civil Engineers - ASCE;
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Engineers - ASHRAE;
- American Society of Mechanical Engineers - ASME;
- American Society for Testing Materials - ASTM;
- American Water Works Association - AWWA;
- American Welding Society - AWS;
- Associação Brasileira de Normas OTécnicas - ABNT;
- Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP;
- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE;
- Associação Brasileira de Mecânica de Solos - ABMS;
- Association Française de Normalisation - AFNOR;
- British Standards - BS;
- California Department of Water Resources - CDWR;
- Comité Européen du Béton - CEB;
- Concrete Reinforcing Steel Institute - CRSI;
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER;
- Deutsche Industrie Normen - DIN;
- Electricité de France - EDF;
- International Organization for Standardization - ISO;

- Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE;
- Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (São Paulo);
- Internacional Committee on Large Dams - ICOLD;
- Internacional Electrotechnical Commission - IEC;
- National Board of Fire Underwriters - NBFU;
- National Electric Code - NEC;
- National Electrical Manufacturers Associations - NEMA;
- Society of Nondestructive Tests - SNTT;
- United States Army Corps of Engineers - USACE;
- United States Bureau of Reclamation - USBR;
- United States Federal Specifications - USFS.

## 2 3 SERVIÇOS NÃO MEDIDOS

Além daqueles especificamente citados no texto dos diversos capítulos que compõem este volume, os custos dos serviços relacionados a seguir deverão ser considerados e distribuídos nos preços unitários e taxas apresentadas para a execução das diversas etapas das obras e não serão medidos e, tampouco, pagos separadamente. Para tal, a EMPREITEIRA deverá inspecionar o local, afim de melhor quantificar a participação de cada item nos custos da obra.

- a) Desmatamento da área de instalação do canteiro de obras e remoção de todo o material, para locais convenientes, inclusive estocagem do solo vegetal para futuro emprego em áreas a serem reflorestadas;
- b) Montagem e desmontagem de andaimes e escoramentos auxiliares, construção de acessos, passagens e pontes provisórias ou de emergência e outros serviços ou obras de caráter transitório, não relacionados no Projeto e/ou nas Especificações;
- c) Dimensionamento de estruturas provisórias para construção das obras;
- d) Locação de áreas para construção das obras;
- e) Proteção dos materiais de construção e materiais auxiliares, em estoque, contra roubo, fogo, chuva e intempéries; obediência às prescrições brasileiras nos depósitos de explosivos, gasolina, óleo, ligantes betuminosos e outros fluidos inflamáveis, provimento de segurança geral à obra;
- f) Orientação do tráfego durante o período de construção, inclusive, iluminação e posicionamento dos guardas de trânsito, quando necessário; destruição das vias e restabelecimento do estado original, quando indicado pela FISCALIZAÇÃO;

- g) Relocação e nivelamento do eixo do projeto, marcação de off-set e todos os serviços topográficos necessários ao controle geométrico das diversas etapas de trabalho;
- h) Todos os serviços de drenagem necessários à retirada da água superficial nas áreas de construção, bem como a manutenção dos taludes de cortes e/ou de aterros;
- 1) Todos os testes de materiais julgados necessários e exigidos pela FISCALIZAÇÃO, inclusive ensaios de campo e de laboratório. A EMPREITEIRA deverá instalar laboratório para ensaios de solos, agregados e concreto, de acordo com o constante no Item 2.5. deste capítulo, dimensionando sua equipe de modo a tornar possível a realização de todos os ensaios de controle, de acordo com estas Especificações. Os custos de instalação, operação e manutenção do laboratório deverão estar incluídos no custo de cada fase ou tipo de serviço sujeito a controle na obra;
- j) Aluguel ou aquisição de áreas destinadas a jazidas e/ou pedreiras, indicadas ou não no Projeto, e que, por conveniência da EMPREITEIRA, e com a aprovação da FISCALIZAÇÃO, venham a ser utilizadas, em qualquer das fases de construção da Barragem e/ou para construção e/ou conservação de desvios e/ou caminhos de serviços.

## 2 4 FISCALIZAÇÃO

A SRH manterá FISCALIZAÇÃO permanente sobre todos os trabalhos para assegurar o cumprimento do projeto e das especificações durante a construção. Essa FISCALIZAÇÃO será exercida por equipe especializada, dirigida por engenheiros inteirados das premissas do projeto e dos dimensionamentos respectivos que terão a seu cargo decisões sobre certos pormenores de grande importância para o bom comportamento da obra. Tais decisões serão apoiadas na observação local, completada, sempre que necessário, por investigações específicas de campo e laboratório e, sobretudo, na compreensão global do projeto e das funções de cada um dos elementos do projeto.

São funções da FISCALIZAÇÃO:

- a) Zelar pela fiel execução das obras com pleno atendimento às especificações respectivas;
- b) Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles por ela julgados não satisfatórios;
- c) Assistir à EMPREITEIRA na escolha dos métodos executivos mais adequados;
- d) Exigir da EMPREITEIRA a modificação de técnicas de execução inadequadas, a critério da FISCALIZAÇÃO, e a recomposição dos serviços não satisfatórios;
- e) Revisar eventualmente os projetos e normas técnicas, adaptando-os a situações específicas de local e momento;

- f) Exigir todos os ensaios necessários ao controle da construção da obra e interpretá-los devidamente.

Os agentes da FISCALIZAÇÃO da SRH terão poderes suficientes para impedir ou mandar suspender os trabalhos desde que eles não estejam sendo realizados de acordo com estas Especificações. A EMPREITEIRA poderá contestar por escrito, se assim o entender, de impedimento ou suspensão dos trabalhos mas, até que o assunto seja resolvido pelo delegado mais categorizado da SRH junto às obras, a EMPREITEIRA acatará a decisão do agente da FISCALIZAÇÃO. Em qualquer caso a contestação não poderá ser utilizada como motivo para justificação de atrasos ou para qualquer outra reivindicação.

Qualquer omissão ou falta por parte da FISCALIZAÇÃO em reprovar ou rejeitar qualquer trabalho ou material que não satisfaça às condições das Especificações, não implicará na sua aceitação, devendo a EMPREITEIRA remover, á sua custa, e a qualquer momento, qualquer trabalho ou material condenado pela FISCALIZAÇÃO, por estar em desacordo com as especificações, e reconstruir ou substituir o mesmo sem direito a qualquer pagamento extra.

## 25 LABORATÓRIO

O laboratório para ensaios de controle de execução da obra, cuja instalação, operação e manutenção competem à EMPREITEIRA, deverá ser dividido em três seções distintas.

- a) Seção de ensaios de solos, geologia e agregados. Esta será subdividida, pelo menos, em dois setores: um para depósito e preparo de amostras de solos e agregados, com um mínimo de 20m<sup>2</sup>, e outro para ensaios propriamente ditos. O segundo setor terá uma área destinada a ensaios de compactação e moldagem de corpos de prova diversos, com não menos de 15m<sup>2</sup>, independentemente da área destinada a ensaios de caracterização que, por sua vez, também não será inferior a 10m<sup>2</sup>. A área mínima da seção de ensaios de solos será, portanto, de 45m<sup>2</sup>. Para geologia (sondagens), destinar uma área mínima de 10m<sup>2</sup> ;
- b) Seção de ensaios de cimento, argamassa e concreto, com 20m<sup>2</sup> de área mínima;
- c) Seção de cálculo e desenho com 10m<sup>2</sup> de área mínima.

As instalações deverão ter pisos cimentados, com laje de impermeabilização, e as bancadas, além de perfeitamente niveladas, deverão ter fundações tais que não transmitam vibrações excessivas quando da realização de ensaios, tais como compactação. Deverão permitir o trabalho com iluminação natural durante o dia e ser dotadas de iluminação artificial suficiente para permitir o trabalho após o entardecer.

A ventilação deverá ser tal que permita o trabalho em condições normais de conforto, sem perturbar a manipulação de balanças e outros equipamentos sensíveis.

Será dotado de tanque elevado, com capacidade mínima de dois mil litros, e disporá de instalação elétrica capaz de

atender à utilização simultânea dos aparelhos cujo funcionamento dependa da mesma.

Os equipamentos de que deverá dispor o laboratório, durante um período correspondente àquele em que os mesmos serão necessários ao controle de materiais e execução dos serviços programados, são relacionados no quadro 1 a seguir.

Além do equipamento relacionado no quadro 1, a EMPREITEIRA deverá providenciar qualquer outro necessário à realização de ensaios previstos pelas Especificações Técnicas, e/ou no contrato, de acordo com as recomendações a seguir apresentadas.

- a) A EMPREITEIRA deverá ter, à disposição da FISCALIZAÇÃO, além dos equipamentos anteriormente referidos e do pessoal especializado necessário à operação dos mesmos, todos os meios materiais e de transporte necessários à realização dos ensaios.
- b) Os equipamentos e materiais de laboratório serão novos ou em boas condições de utilização, de acordo com as normas da ABNT e/ou outras previstas pelas Especificações Técnicas e/ou pelo projeto, devendo ser, também, de fabricação já consagrada e/ou aceita pela FISCALIZAÇÃO.
- c) A EMPREITEIRA manterá os equipamentos de laboratório em perfeitas condições de funcionamento e, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, deverá substituir, às suas próprias custas, equipamentos defeituosos e/ou danificados, mantendo sempre um estoque mínimo de acessórios e materiais de consumo, de acordo com determinação da FISCALIZAÇÃO.
- d) A EMPREITEIRA deverá, também, fornecer todos os meios para retirada e transporte de amostras, ainda de acordo com as normas da ABNT e/ou outra especificada.
- e) O laboratório de que trata esta seção deverá estar em condições de funcionamento, para a realização dos ensaios especificados, antes do início dos trabalhos.

## 2.6 TERMOS GERAIS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Consideram-se incluídas, nos preços unitários estabelecidos para os diversos itens do quadro de quantidades, todas e quaisquer obras, de natureza provisória, não constantes do projeto e/ou destas Especificações Técnicas.

Serão elaborados e apresentados à SRH, relatórios mensais, contendo os boletins de medições, os quais deverão conter as quantidades dos serviços com suas unidades específicas de medição realizados no período.

O pagamento se processará após a apresentação do relatório mensal à SRH.



**QUADRO 1 - RELAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO**

Item	ESPECIFICAÇÃO	QUANT. MÍNIMA
1	Conjuntos para determinação da densidade de campo pelo método do frasco de areia, inclusive acessórios para determinação do teor de umidade.	8
2	Conjuntos completos para análise granulométrica por peneiramento, por via seca e via úmida.	4
3	Conjuntos completos para determinação dos Limites de Atterberg.	3
4	Conjuntos completos para ensaios de compactação.	4
5	Conjuntos completos para ensaios de sedimentação e massa específica real dos solos.	6
6	Equipamentos completos (estufas, cápsulas, balanças, bandejas, provetas etc.), capazes de atender à solicitação do laboratório, nos setores de solos, ligantes e misturados	-
7	Conjuntos completos para ensaios de finura e de pega de cimento.	1
8	Moldes para corpos de prova cilíndricos de concreto.	50
9	Prensa para rompimento de corpos de prova de argamassa e concreto, capacidade de 100 toneladas.	1
10	Acessórios necessários ao preparo de traços de concreto e de argamassa, moldagem e cura de corpos de prova etc.	-
11	Conjunto completo para ensaio de abatimento em concreto. ("Slump test")	1
12	Conjunto completo para ensaio colorimétrico em areias.	2
13	Frasco de Chapman.	6
14	Equipamentos complementares necessários ao funcionamento do laboratório nos setores de agregados, cimento e concreto (estufas, balanças, cápsulas, bandejas etc.)	-

A EMPREITEIRA deverá ter em conta que os itens relacionados no quadro de quantidades devem cobrir todos os custos das diversas etapas do projeto e obras correspondentes.

As quantidades de trabalho previstas, constantes dos volumes do projeto são indicações de ordem de grandeza dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma, quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos.

Não serão admitidas solicitações de indenizações, salvo nos casos especificados e estabelecidos nos documentos de contrato.

Todos os serviços serão medidos e pagos conforme unidades e preços unitários contidos na planilha de orçamentação das obras.

À SRH reserva-se o direito de revisar e complementar o projeto e as normas técnicas, sem que tais revisões entretanto introduzam alterações sensíveis quanto à natureza dos serviços durante a construção. Tais revisões serão apresentadas em desenhos e instruções escritas e não poderão servir como justificativa de acréscimos nos preços unitários ou de atrasos.

A EMPREITEIRA poderá, justificando detalhadamente por escrito, propor alterações de pormenores construtivos que entender convenientes, só podendo as mesmas serem executadas depois da aprovação escrita da SRH. A demora na aprovação ou a não aprovação da alteração proposta, por parte da SRH, não poderá servir de justificativa a atrasos no cumprimento dos prazos estabelecidos ou a outra qualquer reivindicação.

Todas as dimensões, cotas e quantidades dos documentos do projeto, deverão ser verificadas pela EMPREITEIRA, antes do início dos serviços.

## 27 ENSAIOS ESPECIAIS E SONDAJENS COMPLEMENTARES

Ensaio especiais em laboratório e/ou no campo, tais como de adensamento e cisalhamento serão objeto de negociação à parte e/ou serão contratados com terceiros. O mesmo procedimento será aplicado a sondagens a percussão e/ou rotativas (com ou sem determinação de perda d'água), a critério da CONTRATANTE.

## 28. MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

Os serviços gerais de mobilização, no início da obra e durante a execução da mesma, e de desmobilização, quando do término dos trabalhos, compreendem mas não se limitam às seguintes providências a serem tomadas pela EMPREITEIRA:

- transporte de todo o equipamento, de propriedade da EMPREITEIRA ou de suas subempreiteiras, até o local da obra e sua posterior retirada, para o local de origem ou outro, acampamentos, vila residencial e/ou acessos e adjacências;

- movimentação de todo pessoal da EMPREITEIRA e de suas subempreiteiras até o local da obra, em qualquer tempo, e posterior regresso a seus locais de origem, inclusive transporte diário de empregados da Vila Residencial e/ou Acampamento até o canteiro de obras e respectivo retorno diário;
- viagens e estadas, em qualquer tempo, de pessoal administrativo, de consultoria, de supervisão ou qualquer outro ligado à EMPREITEIRA e a serviço da obra.

Incluem, outrossim, todos os serviços indiretos de administração e coordenação, necessários à execução das obras, realizados no local da obra ou fora dele, tais como:

- planejamento, controle e coordenação;
- serviços de administração em geral, de contabilidade, de almoxarifado, de pessoal, de tesouraria, de secretaria, de expediente, de compras, de arquivo, de contratação, etc;
- preenchimento de cargos de chefia e direção de trabalhos especializados;
- complementações do projeto, investigações adicionais de qualquer natureza.

A mobilização e desmobilização serão pagas em forma de verba, em parcelas mensais, de conformidade com o preço constante na planilha de orçamento das obras, e de acordo com o pessoal e os equipamentos efetivamente colocados no local da obra. Vale salientar, que o pagamento deste item só será completado ao final das obras, após a total desmobilização da EMPREITEIRA.

## 2.9 IMPLANTAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO CANTEIRO DAS OBRAS

A EMPREITEIRA terá a seu cargo a implantação, operação e manutenção de todas as instalações, máquinas, ferramentas, veículos e pessoal necessários à correta e completa execução das obras, globalmente indicadas como instalações do canteiro de obras.

O pagamento relativo a implantação, operação e manutenção do canteiro de obras será efetuado, em parcelas mensais, de acordo com o percentual de estruturas efetivamente prontas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. O preço deste serviço, composto em forma de verba, deverá incluir todos os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para projetar construir e manter as estruturas do canteiro de acordo com as especificações constantes neste documento.

### 2.9.1 Plano De Construção

O plano de construção do canteiro, bem como de sua eventual ampliação em função das necessidades de prazos de execução das

obras, será de inteira responsabilidade da EMPREITEIRA, que o apresentará para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

As instalações de produção e de apoio à obra no local compreenderão, mas não se limitarão, as seguintes:

- central de concreto;
- silos e depósitos de materiais;
- central de ar comprimido;
- central de britagem;
- instalações para beneficiamento de agregados;
- instalações de água potável e água industrial;
- pátio de pré-moldados;
- oficinas de carpintaria;
- pátios de montagens do canteiro;
- oficinas de montagens do canteiro;
- pátios de treinamento;
- "posto" de combustível e lubrificantes;
- pátio de estruturas tubulares;
- instalações para explosivos;
- instalações para fornecimento de energia à construção;
- escritórios centrais e de campo, quer da EMPREITEIRA, quer da FISCALIZAÇÃO, quer da CONTRATANTE;
- laboratórios de solos e concreto;
- almoxarifados;
- oficinas de manutenção de máquinas e equipamentos mecânicos;
- ambulatórios;
- veículos para movimentação da fiscalização.

As edificações, qualquer que seja sua finalidade, deverão obedecer aos padrões correntes, devendo seus projetos serem submetidos à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

## 2.9.2 Operação e Manutenção

A EMPREITEIRA fará a operação do canteiro de obras de acordo com as necessidades dos serviços, prazos e qualidade dos trabalhos, compreendendo inclusive quaisquer providências de caráter geral, no local das obras e que expressamente especificadas neste item, venham a ser solicitadas pela CONTRATANTE ou pela FISCALIZAÇÃO.

A EMPREITEIRA fará a manutenção das edificações, instalações, ferramentas, máquinas e demais equipamentos do canteiro de obras, inclusive montagens, desmontagens, movimentação, lubrificação, substituição de peças quebradas ou gastas por novas e demais serviços do gênero, de maneira a manter todas as edificações, instalações, ferramentas, máquinas e equipamentos em perfeitas condições de uso, a critério da FISCALIZAÇÃO.

### 2 9 3 Estradas de Serviço

Além das estradas permanentes de acesso ou internas ao local das obras, será de responsabilidade da EMPREITEIRA a construção e manutenção de todas as estradas e caminhos de serviço que forem necessários para acesso às várias frentes de trabalho, movimentação de máquinas e veículos, extração de materiais e seu transporte das jazidas a obra, etc.

As estradas e caminhos de serviços serão construídos com projeto e especificações da EMPREITEIRA, submetidos à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

A EMPREITEIRA terá a seu cargo todo o serviço de conservação de estradas, pontes, áreas de estacionamento, permanentes ou provisórias, construídas ou não pela EMPREITEIRA, bem como de todas as rodovias estaduais e municipais de acesso e internas ao local das obras, compreendendo, mas não se limitando a recomposição de trechos com buracos, desobstrução de bueiros, proteção de taludes, etc.

A EMPREITEIRA deverá fornecer, instalar e manter sinalização apropriada, de acordo com os padrões do DNER, nas estradas e pontes cuja construção e/ou manutenção forem de sua responsabilidade.

A EMPREITEIRA será também responsável pelos eventuais prejuízos de tráfego intenso que seus próprios veículos ou veículos de seus fornecedores ou subcontratados possam acarretar às estruturas, pavimentação e infra-estruturas de vias públicas ou particulares.

Não haverá pagamento em separado à EMPREITEIRA pela execução e manutenção das estradas de serviço, devendo estes custos serem incluídos nos preços globais do canteiro de obras.

### 2 9 4 Energia Elétrica

Caberá à EMPREITEIRA dimensionar e construir todas as estações e subestações abaixadoras que julgar necessárias para atender às instalações do canteiro de obras, a partir das linhas de alta tensão próximas, ou instalando seus próprios geradores.

A EMPREITEIRA será ainda responsável pelo dimensionamento, fornecimento e operação de instalações de geração de emergência, necessárias à continuidade de suprimento às instalações, durante eventuais falhas no fornecimento normal de energia.

Todas as instalações deverão obedecer aos padrões e normas da COELCE, que aprovará os projetos da EMPREITEIRA e autorizará as ligações a seu sistema de transmissão, a pedido da FISCALIZAÇÃO.

Todo e qualquer gasto de energia elétrica nos acampamentos e canteiros e na execução dos serviços correrá por conta da EMPREITEIRA, sendo que o custo relativo será incluído no preço global do canteiro de obras.

A CONTRATANTE e a FISCALIZAÇÃO terão o direito de interligar-se às redes de distribuição de energia elétrica da

EMPREITEIRA para todos os usos necessários às suas próprias instalações de canteiro. Nenhuma remuneração será paga em separado a EMPREITEIRA pelo consumo de energia elétrica daquelas instalações.

### 2 9 5 Abastecimento de Água Potável e Industrial

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA, o fornecimento de água potável em todas as instalações e dependências do canteiro, inclusive aquelas da CONTRATANTE e da FISCALIZAÇÃO, bem como em todas as frentes de serviços, sendo o ônus incluído no preço total do canteiro de obras.

À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de exigir à EMPREITEIRA testes de potabilidade da água, quando necessário, sem ônus para a CONTRATANTE.

Será ainda da responsabilidade da EMPREITEIRA a captação, recalque, adução e eventual tratamento de toda a água necessária para o atendimento industrial dos seguintes itens e demais que forem necessários, a critério da FISCALIZAÇÃO:

- lavagem de veículos e equipamentos;
- lavagem de agregados para concreto;
- lavagem de fundações;
- preparo de concreto;
- cura de concreto;
- limpeza de furos de drenagem, injeções e sondagens;
- refrigeração do equipamento industrial;
- alimentação dos equipamentos de perfuração;
- umedecimento contra poeira, das estradas de serviço.

O abastecimento de água potável poderá ser feito a partir da mesma captação de água industrial, construindo estação de tratamento, constando, essencialmente, de unidade de coagulação, filtração, floculação, correção final de pH e desinfecção.

### 2 9 6 Rede de Esgoto

A EMPREITEIRA será responsável pela construção e manutenção da rede de esgoto do canteiro de obras, assegurando, por seus próprios meios, o lançamento de água servidas, resíduos e esgotos, com tratamento prévio, de modo a garantir e conservar a salubridade da região.

### 2 9 7 Ambulatórios

Será da responsabilidade da EMPREITEIRA o atendimento médico de seus empregados e respectivos dependentes, pelo que,

segundo orientação da CONTRATANTE, providenciará convênios entre o INSS e os hospitais das cidades vizinhas.

A EMPREITEIRA operará ainda um ambulatório central, junto ao acampamento, onde serão atendidos os trabalhadores em casos de pequenos acidentes e enfermidades menos graves, sendo que os casos graves serão encaminhados aos hospitais das cidade vizinhas.

A EMPREITEIRA construirá, ainda no canteiro, um posto de pronto-socorro, onde serão prestados os primeiros socorros em situações de emergência.

O posto de pronto-socorro será atendido por um enfermeiro qualificado, à disposição permanente nas horas de trabalho. A gerência do ambulatório e de todos os serviços de assistência médica será exercida por um médico, que prestará serviço ao canteiro em todos os dias de trabalho.

## **2 10 IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DO ACAMPAMENTO E DA VILA RESIDENCIAL**

Para alojamento do pessoal destacado para construção da Barragem, a EMPREITEIRA construirá acampamento para solteiros e vila residencial, junto ao local das obras.

A EMPREITEIRA será responsável pela operação e manutenção, em perfeitas condições de uso, de todas as instalações, bem como pela disciplina de seu pessoal. A EMPREITEIRA terá ainda a seu cargo pagamento de quaisquer taxas, tarifas ou impostos, tais como contas de luz, água, telefone etc., cobrados por órgãos municipais, estaduais ou federais, a título de fornecimento ou serviços prestados.

Das casas da vila residencial poderão ser cobrados aluguéis, a serem oportunamente fixados em comum pela EMPREITEIRA e pela CONTRATANTE, em função da categoria funcional dos usuários. Estes serão responsáveis pelo pagamento de impostos, taxas, tarifas e quaisquer outros ônus incidentes sobre os imóveis ou decorrentes de seu uso, como: contas de luz, água, gás, telefone, taxa de conservação de ruas, de remoção de lixo, de pavimentação, imposto predial, tarifa de utilização da rede de esgotos, etc. Caberá à EMPREITEIRA zelar pelo fiel cumprimento dessas obrigações. No caso de cobranças por débitos em aberto, a responsabilidade será exclusivamente da EMPREITEIRA, desde que o usuário inadimplente seja ou tenha sido funcionário da mesma.

A EMPREITEIRA terá ainda a seu cargo a manutenção da vila residencial, compreendendo, mas não se limitando, aos seguintes serviços:

- cobrança pela EMPREITEIRA dos aluguéis a serem pagos pelos usuários;
- controle pela EMPREITEIRA do pagamento, pelo usuários, de todas as taxas, tarifas, impostos, etc., cobrados pelos órgãos municipais, estaduais ou federais;
- manutenção da infra-estrutura da vila residencial, com os serviços de reparos que forem necessários durante o uso, bem como das próprias residências;

- pintura nova e reparos gerais, quando da entrega das habitações a CONTRATANTE.

Os custos dos materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários à implantação e manutenção do acampamento e da vila residencial não serão objeto de pagamento em separado, uma vez que esses custos, caso não sejam remunerados diretamente pelos beneficiários desses serviços, deverão estar incluídos no preço global para mobilização e desmobilização.

## 2.11 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

No prazo de 8 (oito) dias contados a partir da data de assinatura do contrato, a CONTRATANTE entregará à EMPREITEIRA o local e as áreas destinadas à obra, bem como os marcos de referência para a locação planialtimétrica das obras.

Na ocasião, será assinado, por ambas as partes, um termo de recebimento que especificará as condições do local, a situação dos trabalhos eventualmente já executados e a descrição dos marcos topográficos com suas coordenadas e níveis. A partir dessa entrega, a EMPREITEIRA será inteiramente responsável pelo local, nos termos previstos no contrato.

Todos os marcos de referência entregues pela CONTRATANTE deverão ser protegidos e preservados pela EMPREITEIRA durante e execução dos trabalhos. Caso a remoção de algum marco se torne necessária para prosseguir os trabalhos, deverá o mesmo ser substituído por um novo marco, em local próximo, aprovado pela FISCALIZAÇÃO, que será amarrado aos demais existentes.

A EMPREITEIRA, sob sua responsabilidade, executará a locação das obras e qualquer outro serviço topográfico eventualmente necessário, a partir dos marcos de referência recebidos. Todos os danos decorrentes de erros de locação ou nivelamento, bem como eventuais ônus de reconstrução, que em virtude deles se fizerem necessários, serão, entretanto, debitados à EMPREITEIRA, que deverá, assim, verificar previamente todos os dados e elementos fornecidos pela CONTRATANTE.

Após obedecidas as recomendações anteriores e as especificações utilizadas na locação das obras, explicitados aqui, será executada a locação dos pontos definidores da obra indicados nas plantas de locação ou outros apontados pela FISCALIZAÇÃO.

As obras serão consideradas locadas topograficamente, após terem sido efetuadas pelo menos, duas locações. Ficando entretanto a critério da FISCALIZAÇÃO, a adoção final do número de repetições de cada locação.

Tomando-se como ponto de partida o estudo executado pela PROJETISTA, encontraremos implantados no campo uma linha de base e os eixos principais do maciço e sangradouro, nos quais estão inseridos os marcos (RN's) caracterizadores do estudo topográfico. Identificados dois destes marcos de amarração, indicados pela FISCALIZAÇÃO do projeto, inicia-se a locação da obra tomando-se como zero horizontal o marco a ré, como nas irradiações à obra. Os marcos de amarração deverão ser protegidos e se fincará um mourão à 50 cm.



## 2.12. DESMATAMENTO E DESTOCAMENTO

Consiste em uma série de serviços de limpeza das áreas onde se implantarão as obras previstas no projeto e do reservatório, após a devida liberação do IBAMA ou outro órgão responsável.

Na área de implantação das obras será feita a eliminação da vegetação rasteira ou arbustiva, sendo os detritos acumulados em áreas de bota-fora previamente determinadas pela FISCALIZAÇÃO.

Proceder-se-á, a seguir, a derrubada de árvores e o conseqüente destocamento. Os troncos deverão ser transportados para as áreas já delimitadas, onde permanecerão até posterior decisão sobre os seus destinos finais.

Na área do reservatório os serviços serão executados para eliminação da vegetação rasteira e arbustiva exclusivamente. Os detritos serão depositados em área a ser designada pela FISCALIZAÇÃO.

Os resultados obtidos por este tipo de serviço deverão ser apreciados através do controle visual e serão constituídos por uma superfície limpa e uniforme em condições de permitir a realização dos serviços que devem ser executados sobre a mesma.

Todo o solo vegetal removido deverá ser armazenado em pilhas de estoque para futura reutilização em trabalhos de reflorestamento e paisagismo.

O desmatamento e limpeza das áreas de construção e empréstimo serão medidas em hectares, até o metro quadrado inteiro mais próximo, de área efetivamente desmatada e limpa. Não se medirão áreas localizadas além dos limites definidos pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento do desmatamento e limpeza será efetuado pelo preço unitário constante da planilha de orçamento das obras.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e material necessários à execução dos serviços, conforme especificados neste item.

A FISCALIZAÇÃO não autorizará, mais de uma vez, o pagamento dos serviços de desmatamento e limpeza de uma mesma área, de modo que cabe à EMPREITEIRA a responsabilidade de fazer com que esses serviços sejam efetuados nos períodos apropriados, para que o terreno se conserve limpo até o término da obra.

## 2.13. LIMPEZA FINAL

Antes da aceitação final da obra, ou de partes dela, a EMPREITEIRA limpará o local, removerá os equipamentos instalados e todos os elementos temporários, materiais de construção e equipamentos, resíduos e detritos, e deixará o local limpo e apresentável.

Todos os revestimentos, pisos, esquadrias e estruturas serão limpos cuidadosamente, usando-se em cada caso a técnica mais adequada. Todas as manchas e salpicos de tinta serão

cuidadosamente removidos e todas as partes metálicas móveis perfeitamente lubrificadas.

No fim dos serviços, as instalações do canteiro e do acampamento de solteiros serão removidas, as edificações provisórias demolidas, as máquinas e equipamentos desmontados, as peças encaixadas, os materiais em sobra colocados a disposição da CONTRATANTE e as áreas restauradas a contento da FISCALIZAÇÃO.

A limpeza final e remoção de todas as instalações provisórias do canteiro e do acampamento serão executadas dentro do prazo especificado para o término de toda a obra, com as exceções solicitadas e/ou aprovadas por escrito pela FISCALIZAÇÃO.

Os custos relativos a mão-de-obra, equipamentos e materiais, necessários à realização dos serviços de limpeza, final da obra, não serão objeto de pagamento em separado, devendo os mesmos serem incluídos no preço global para mobilização e desmobilização.

**3. ESCAVAÇÃO, LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL  
DAS ÁREAS DAS FUNDAÇÕES**

---

### **3. ESCAVAÇÃO, LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL DAS ÁREAS DAS FUNDAÇÕES**

#### **3.1 ESCAVAÇÕES E PREPARO DAS FUNDAÇÕES**

Todas as escavações deverão ser levadas até as linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projetos ou indicados pela FISCALIZAÇÃO, e acompanhadas por técnicos da Executante

Essas profundidades foram fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, e poderão ser alteradas durante a construção, objetivando que sejam alcançadas as condições previstas no projeto.

Os limites das escavações poderão ser alterados pela Executante e FISCALIZAÇÃO em função das condições locais, caso a rocha ou outros materiais, apresentem características diferentes das previstas nas considerações do projeto e nos desenhos.

A disposição e compactação dos materiais sobre as fundações serão autorizadas após a inspeção da FISCALIZAÇÃO.

#### **3.2 ÁREA SOB AS FUNDAÇÕES NAS OMBREIRAS**

As escavações deverão compreender a remoção dos solos húmidos, bem como os matacões soltos ou parcialmente enterrados, areias, siltes inconsolidados e camadas de solos compressíveis, até a exposição do substrato rochoso ou rocha alterada de fundação. O material removido deverá ser depositado em bota-foras ou depósitos, como determinados pela fiscalização.

Após a remoção dos materiais, será regularizado e compactado o terreno, nas regiões entre os blocos ou onde ocorrem solos, isto antes de receber a primeira camada de material a ser compactado.

#### **3.3 ÁREA SOB O TAPETE DRENANTE DE JUSANTE**

Os objetivos do tratamento superficial das fundações são:

- a) Regularizar a superfície da fundação a fim de permitir a lançamento e compactação do material de aterro;
- b) Obter uma espessura de transição entre o tapete drenante do maciço de jusante e a fundação, suficientemente impermeável de modo a aumentar efetivamente o caminho de percolação dos fluxos pela fundação.

3.3.1 As fundações do tapete interno poderão situar-se em horizonte de solo aluvionar arenoso e/ou em rocha alterada, dependendo do material ter ou não resistência adequada as cargas impostas pela barragem naquela área.

No caso de situar-se em solo aluvionar arenoso, as escavações deverão avançar até encontrar a camada onde o material "in situ" se apresente "visual-tactilmente" com grau de compactação (GC) > 95% referidos ao ensaio Normal de Compactação.

As dúvidas que recaírem sobre a liberação e aceitação de eventuais regiões deverão ser referidas a partir de ensaio de compactação Hilf-Proctor.

Segue-se como critério de aceitação que a média entre os GC de três ensaios adjacentes seja superior a 95%, sendo os ensaios realizados no máximo a cada 400 m<sup>2</sup>.

3.3.2 Quando a superfície final da fundação situar-se em solo aluvionar, recomenda-se envolvê-la e a seguir compactá-la com, pelo menos, 4 passadas de rolo vibratório.

3.3.3 A superfície da fundação do tapete quando situar-se em rocha alterada, deve ser regularizada suficientemente (através de desmonte mecânico cuidadoso) de modo a permitir o lançamento do material de aterro, não se fazendo necessário a remoção de saliências bem como retalhamento de taludes abruptos ou negativos que ocorram no maciço rochoso.

3.3.4 Após as escavações, a FISCALIZADORA deverá apontar as regiões em que julgar necessário a execução de tratamento localizados, que deverão ser submetidas à apreciação da PROJETISTA para que forneça à Obra as recomendações necessárias.

3.3.5. A fundação será liberada para compactação após inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

#### **3.4. ÁREA SOB O ESPALDAR DE JUSANTE EM SOLO ARGILOSO PROVENIENTE DAS ESCAVAÇÕES OBRIGATÓRIAS E EMPRÉSTIMOS**

O objetivo básico do tratamento das fundações na área sob o espaldar de jusante é o de delimitar onde garantidamente as camadas subjacentes possuem características de resistência suficientes de modo a evitar qualquer comprometimento de estabilidade do talude de jusante da barragem.

3.4.1 As fundações do espaldar de jusante poderão situar-se em horizontes de solo aluvionar e/ou rocha alterada.

3.4.2 No caso fundação situar-se em solo aluvionar, as escavações de limpeza e remoção do material inconsistente deverá atingir a profundidade em que o substrato atenda ao critério indicado no item 3.2.1.

3.4.3 Quando a fundação situar-se em rocha alterada, a superfície desta deverá ser suficientemente regularizada, de modo a permitir o lançamento das camadas de material granular proveniente das escavações obrigatórias. Dispensa-se a remoção de saliências bem como o restabelecimento de taludes abruptos ou negativos que ocorrem no maciço rochoso.

3.4.4 A superfície do espaldar de jusante quando situar-se em rocha alterada deverá ser limpa apenas por meio de jatos de ar.

3.4.5 As depressões existentes deverão ser preenchidas com material de granulometria próxima a da transição graúda, proveniente das escavações obrigatórias.

3.4.6 Caixas de falha, contatos geológicos e fraturas constituídos de material alterado relativamente permeável e sujeitos a erosão, deverão ser removidos manual ou mecanicamente até se atingir material são, com características de resistência e permeabilidade previstas em Projeto.

3.4.7 A determinação dessas áreas será feita por inspeção visual pela FISCALIZAÇÃO.

3.4.8 A fundação será liberada para lançamento e compactação das primeiras camadas após inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

### 3.5 ÁREA SOB O ESPALDAR DE MONTANTE EM MATERIAL IMPERMEÁVEL E TRINCHEIRA

Deve-se procurar obter para fundação da zona de impermeabilização, além das características de resistência necessárias, horizonte que se apresente suficientemente impermeável de modo a reduzir a contribuição de fluxos d'água para fundação.

Os objetivos de limpeza e tratamento superficial das fundações do núcleo impermeável são:

- a) remover o material inconsistente e regularizar a superfície da fundação a fim de evitar recalques diferenciais, concentrações de tensões, etc, que poderiam dar origem a trincas no maciço do núcleo;
- b) proteger o material do núcleo do risco de erosão que poderia ocorrer devido a um mau-contato com a fundação, devido à presença de fraturas abertas, etc.

Os objetivos mencionados em "a" poderão ser atingidos através de retaludamentos (mecânicos ou a fogo cuidadoso), com concreto, escavações de regularização, etc. Recomenda-se que após o retaludamento seja da ordem de 1(H):1(V).

Solicita-se que a regularização da fundação do núcleo impermeável sobre rocha alterada, quando necessária seja executada através de um tapete de concreto, com uma espessura média da ordem de 0,30m para melhor distribuição das tensões para fundação.

Na medida do possível, deverá ser evitada a escavação a fogo em áreas contíguas às áreas onde já se executou o acerto de taludes, a regularização e tratamento da superfície com concreto e argamassa de cimento.

3.5.1 O objetivo das escavações das fundações sob a área do núcleo impermeável deverão situar-se em horizonte de rocha alterada ou são. A profundidade de escavação da trincheira (CUT-OFF), onde será implantado o núcleo, será delimitada pela profundidade do horizonte do maciço rochoso, devendo ser removido todo material

superficial inconsistente, solos aluvionares, bem como blocos rochosos soltos.

**3.5.2.** As escavações em solos arenosos aluvionares para implantação da trincheira, notadamente na região da calha do rio, poderão ser executadas em presença de água, através do auxílio de um sistema de bombeamento, como descrito no item anterior.

No caso da escavação ser executada em presença d'água, a drenagem da vala deverá ser feita comcomitante a escavação, devendo a CONSTRUTORA tomar precauções visando evitar erosão dos taludes da escavação, através do lançamento de camadas de material filtrante (pedrisco e brita) nos pontos de drenagem provisória.

Se, durante a Escavação, o N.A. do lençol freático à época estiver suficientemente baixo que dispense o emprego de bombeamento, bastando o emprego de um sistema de drenagem superficial no interior da própria cava; a escavação no solo aluvionar arenoso poderá ser executada segundo talude com declividades da ordem de 1(V):2(H).

**3.5.3** Taludes naturais na direção montante-jusante, com inclinação superior a 1(V):0,5(H) ou negativos, deverão ser retaludados com concreto (concreto dental) até taludes da ordem de 1(V):1(H) ou mais suaves, para evitar o uso de formas.

**3.5.4** Caixas de falha, contatos geológicos, cruzando a região do núcleo no sentido montante-jusante, e preenchidos com material alterado, permeável erodível, deverão ser escavadas até uma profundidade equivalente a 3 vezes a sua espessura, sendo a seguir encoberto com argamassa.

**3.5.5** Cavidades, fendas e fraturas nos taludes da trincheira deverão ser desobstruídos e limpos com jatos de ar, após o que serão convenientemente preenchidos com argamassa.

**3.5.6** A superfície da fundação sob o núcleo impermeável deverá ser regularizada quando necessário, por meio de um tapete de concreto de espessura média da ordem de 0,30m, que deverá preencher as cavidades e depressões, suavizando a superfície final.

**3.5.7** O traço do concreto a ser utilizado no tratamento das fundações deverá ser fixado em obra pela FISCALIZAÇÃO.

**3.5.8** A delimitação das áreas a serem tratadas com concreto dental, calda ou argamassa será feita em obra pela FISCALIZAÇÃO.

**3.5.9** A fundação será liberado para lançamento e compactação após inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

## **36 ÁREAS DAS ESCAVAÇÕES OBRIGATÓRIAS DA BARRAGEM E SANGRADOURO**

### **3.6.1 GENERALIDADES**

Cortes são segmentos de projeto cuja implantação requer escavação do material constituinte do terreno natural, ao longo de eixos definidos e no interior dos limites das seções do projeto ("off-set").

As operações de cortes compreendem:

- a) escavação dos materiais constituintes do terreno natural até as cotas e dimensões da terraplenagem indicados no projeto;
- b) transporte dos materiais escavados para aterros ou botaforas;
- c) retirada das camadas de má qualidade visando ao preparo das fundações de aterro. O volume a ser retirado constará do projeto. Esses materiais serão transportados para locais previamente indicados, de modo que não causem transtorno à obra, em caráter temporário ou definitivo

### 3.6.2 MATERIAIS

Os materiais ocorrentes nos cortes serão classificados em conformidade com as seguintes definições:

escavação dos materiais constituintes do terreno natural

#### a) MATERIAIS DE 1ª CATEGORIA

Compreendem solos em geral, residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 metros, qualquer que seja o teor de umidade que apresentem.

#### b) MATERIAIS DE 2ª CATEGORIA

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização do maior equipamento de escarificação exigido contratualmente; a extração eventualmente poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior a 2m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15m e 1,00m.

#### c) MATERIAIS DE 3ª CATEGORIA

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00m, ou de volume igual ou superior a 2m<sup>3</sup>, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem somente com o emprego contínuo de explosivos.

### 3.6.3 EQUIPAMENTO

A escavação de cortes será executada mediante a utilização racional de equipamento adequado, que possibilite a execução dos serviços sob as condições especificadas e produtividade requerida.

A seleção do equipamento obedecerá às seguintes indicações:

- a) corte em solo - serão empregados tratores equipados com lâminas, escavo-transportadores, ou escavadores conjugados com transportadores diversos. A operação incluirá, complementarmente, a utilização de tratores e motoniveladoras, para escarificação, manutenção de caminhos de serviço e áreas de trabalho, além de tratores para a operação de "pusher";



- b) corte em rocha - serão utilizadas perfuratrizes pneumáticas ou elétricas para o preparo das minas, tratores equipados com lâmina para operação de limpeza da praça de trabalho e escavadores conjugados com transportadores, para a carga e transporte do material extraído. Nesta operação serão utilizados explosivos e detonadores adequados à natureza da rocha a escavar e às condições do canteiro

### 3 6 4 EXECUÇÃO

- a) A escavação de cortes subordinar-se-á aos elementos técnicos fornecidos ao Executante e constantes das notas de serviço elaboradas em conformidade com o projeto;
- b) A escavação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza;
- c) O desenvolvimento da escavação se processará mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição dos materiais extraídos. Assim, apenas serão transportados, para constituição dos aterros, os materiais que pela classificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de execução dos aterros. em conformidade com o projeto.

## 3.7. ÁREAS DAS FUNDAÇÕES PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONCRETO

### 3.7.1 OBJETIVOS

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas, que juntamente com os Desenhos de Projeto e Instruções Complementares de Campo da FISCALIZAÇÃO, deverão ser obedecidas na execução de todos os trabalho relativos às estruturas de concreto simples e armado.

### 3 7 2 ESCAVAÇÃO E PREPARO DAS FUNDAÇÕES

As escavações das áreas das fundações das estruturas de concreto, deverão seguir as indicações das linhas, declividade e taludes mostrados nos Desenhos de Projetos ou indicados pela FISCALIZAÇÃO.

Na escavação a fogo será de total responsabilidade da executante o correto manuseio dos explosivos e a execução dos trabalhos de escavação.

Durante as escavações, à medida em que se aproximar dos limites finais, os métodos a fogo serão correspondente modificados de modo a preservar a integridade da superfície final, em função de sua utilização posterior. As últimas explosões não devem causar trincas ou qualquer outra alteração às superfícies finais, o que poderia torná-las impróprias para a utilização prevista.

Após as escavações nos limites e nas cotas dos desenhos de projeto, ou na indicada pela FISCALIZAÇÃO, as superfícies devem ser limpas com jato de ar, para a remoção da poeira, da lama, dos fragmentos de rocha, etc, para a FISCALIZAÇÃO examinar se aceitáveis como fundações para as estruturas permanentes.

Caso a fundação nos níveis indicados nos desenhos de projeto não seja considerada satisfatória pela FISCALIZAÇÃO, a Executante deverá aprofundar as escavações até novos níveis e limpar as superfícies para inspeção. Este procedimento deverá ser repetido até que seja atingida uma fundação satisfatória.

A superfície final da fundação deverá ser regularizada com o preenchimento das irregularidades por concreto, e o mesmo ter características semelhantes a do concreto da estrutura que aí será assentada.

As áreas de fundação das estruturas deverão ser lavadas e limpas por meio de jato de água e/ou ar, e a Executante deverá evitar ocorrências de água estagnada nas áreas de fundação.

### 3.7.3 LIBERAÇÃO DAS FUNDAÇÕES

Todas as superfícies finais de escavação, após a limpeza e o preparo das mesmas, deverão ser vistoriadas e liberadas para lançamento pela Projetista e FISCALIZAÇÃO.

### 3.8 MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de preparo das fundações em rocha, ou sejam, limpeza e tratamento superficial, deverão ser medidos em m<sup>2</sup> de superfície efetivamente pronta e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento será efetuado pelo preço unitário constante na planilha de orçamento das obras. Estes preços deverão incluir o custo referente a mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para a execução dos serviços.

A medição e o pagamento das escavações necessárias para o preparo das fundações da barragem serão efetuadas de acordo com as especificações contidas no capítulo 6 deste volume.

**4. SISTEMA DE REBAIXAMENTO E DRENAGEM**

#### 4. SISTEMAS DE REBAIXAMENTO E DRENAGEM

Este capítulo apresenta algumas premissas básicas para a execução prevista do sistema de rebaixamento do N.A., durante a escavação da trincheira (CUT-OFF) e seu fechamento.

Para execução das escavações do núcleo, na região da calha do rio, será necessário a implantação de um sistema de rebaixamento do lençol freático, conforme indicado no Item 3.4.2

Tal sistema poderá ser executado através de ponteiros filtrantes ou poços locados com um espaçamento conveniente de modo a se obter o rebaixamento necessário para execução das escavações e implantação do aterro compactado.

O dimensionamento do sistema de rebaixamento, nº de ponteiros ou poços, bem como seu espaçamento e profundidade, deverá ser definido em obra conjuntamente com a PROJETISTA, a partir de ensaio de recuperação em poços (pelo menos 10, locados a montante do local da trincheira), a serem executados pela EMPREITEIRA.

Estes ensaios de permeabilidade em poços deverão ser executados e interpretados segundo o procedimento proposto pelo USBR EARTH MANUAL - E-19 (WELL PERMEAMETER METHOD).

Deve ser prevista a utilização de bombas para esgotamento de vala durante a escavação, bem como dos poços de rebaixamento, caso necessário.

Finalizada a escavação, a superfície de fundação deve ser examinada cuidadosamente, bem como os taludes de escavação, para determinar os locais onde ocorrem as surgências d'água. Nestes locais deve ser executado um sistema de drenagem com bombeamento provisório.

O número de poços e/ou valetas de drenagem necessários é determinado por inspeção da FISCALIZAÇÃO.

Qualquer poço de drenagem no interior da trincheira escavada, deverá ser revestido por tubos de concreto, sendo o primeiro metro de tubo perfurado.

O poço deve ser fixado com argamassa de cimento e preenchido parcialmente com brita e areia.

Devem ser deixados tubos de 2" no interior do poço, imersos na brita, a fim de possibilitar sua injeção com calda a posteriori.

As valetas, que conduzem a água aos poços, devem ter largura em torno de 30 cm e serem preenchidas com brita e areia. Estas devem ser transversais ao eixo da barragem.

Em cada poço deve ser instalada uma bomba adequada para retirada contínua da água.

Depois que a compactação atingir uma cota acima do NA estático nos poços, o bombeamento deverá ser interrompido.

A brita no interior do poço será injetada com calda de cimento e o poço preenchido com argila compactada por meio de sapo mecânico.

O rebaixamento do lençol d'água, mediante um sistema de poços ou de ponteiros filtrantes, será medido, para fins de pagamentos com base no número efetivo de horas de funcionamento do sistema, multiplicado pela potência consumida (Hp.h), de acordo com a aprovação da FISCALIZAÇÃO .

O pagamento será efetuado pelo preço unitário, em termos de (Hp.h), constante da planilha de orçamento das obras.

Os preços unitários deverão incluir o custo referente a mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para o fornecimento, instalação, manutenção e operação do sistema.

Não será objeto de pagamento em separado qualquer tipo de ensaio ou teste necessário à implantação e ao funcionamento do sistema.

5. TRATAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE

## 5. TRATAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE

### 5.1 INTRODUÇÃO

A campanha de investigações geotécnicas realizada para elaboração do projeto não forneceu informações conclusivas sobre a necessidade de tratamento da rocha de fundação da barragem com injeções de cimento, objetivando a melhoria de sua estanqueidade.

Assim, preventivamente definiu-se a execução de uma linha de injeção ao longo do eixo da trincheira de vedação.

A cortina estender-se-á lateralmente e sua profundidade será, em princípio, a indicada nos desenhos de projeto. A profundidade e a extensão lateral finais da cortina serão função das tomadas de calda nos furos, em atendimento aos critérios explicitados no Item 5.6.. Os furos de injeção nas ombreiras poderão ser inclinados dependendo da orientação das descontinuidades observadas.

Portanto a presente especificação tem o objetivo de estabelecer as condições técnicas a serem observadas na execução do tratamento do maciço rochoso da fundação da barragem.

Os detalhes executivos referentes aos serviços de injeção de impermeabilização serão apresentados no escopo desta especificação de maneira genérica, devendo ser detalhada e otimizada através de instruções de campo, a ser elaborada pela FISCALIZAÇÃO a partir das condições geológicas locais, quando da abertura das fundações.

A FISCALIZAÇÃO poderá variar o espaçamento, cancelar ou solicitar a execução de furos adicionais em função dos resultados obtidos nos furos iniciais.

### 5.2. EQUIPAMENTOS

#### 5.2.1 EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO

O equipamento de perfuração será do tipo rotativo com avanço hidráulico e barrilete duplo giratório com caixa de mola, onde as profundidades a perfurar permitirem sem redução da bitola em mais do que 5%. Entretanto, a cada furo de injeção, será exigida a extração de testemunhos da rocha, requerendo portanto o uso de equipamento rotativo. Os furos serão de diâmetro BX.

#### 5.2.2 Equipamento de Ensaio de Perda D'água

São os seguintes os equipamentos utilizados nos ensaios de perda d'água:

- a) Bomba - A bomba deve ser capaz de produzir uma vazão de 60 a 80 l/min sob pressão de 10 atm.
- b) Obturadores - Prevê-se o uso de obturadores de borracha de fuso, simples e duplos. Entretanto, à luz dos

resultados iniciais, poderá ser exigido pela FISCALIZAÇÃO o emprego de outros obturadores.

- c) Estabilizadores de Pressão - Devem ser capazes de estabilizar a pressão de tal forma que as leituras manométricas não oscilem em mais do que 10% do valor almejado. Sugere-se a utilização de dois estabilizadores em linha.
- d) Manômetros - Utilizar-se-ão dois manômetros ou um piezômetro e um manômetro, independentemente conectáveis à tubulação, um para baixas pressões e outro para altas pressões. O manômetro de baixas pressões terá capacidade máxima de 5 atm e será graduado de 0,1 em 0,1 atm, podendo-se utilizar também um piezômetro. O manômetro de altas pressões terá capacidade máxima de 50 atm e será graduado de 1 em 1 atm. A utilização de salvamanômetros fica à critério do executor.
- e) Hidrômetro - Deve ser graduado de litro em litro e ter seu interior livre de impurezas ou sujeiras que induzam perdas de carga significativas.
- f) Tubulações - As tubulações, luvas, cotovelos etc. devem estar em bom estado de conservação sem obstruções ou oxidações que possam reduzir a seção de fluxo. Entre a bomba e o furo de ensaio a tubulação deverá ter diâmetro compreendido entre 1" e 1 ½" e estar capacitada a resistir a pressões de até 15 atm.

### 5.2.3 Equipamentos de Injeção

Para a injeção será utilizado equipamento igual ao especificado para os ensaios de perda d'água, acrescido dos seguintes componentes:

- a) Misturadeira - A mistura das caldas de cimento será feita em misturadeira do tipo alta turbulência, capaz de transmitir à calda na periferia do tanque velocidades superiores a 10 m/s, com capacidade mínima de 500 litros. A entrada para a misturadeira será provida de hidrômetro com precisão da ordem de 5 litros. As vazões de entrada de água e saída de calda da misturadeira devem ser tais que propiciem seu enchimento ou descarga em cerca de 1 ½ minutos. A calda deverá estar homogênea ou em suspensão após 2 minutos de mistura. Em suma, a misturadeira deverá ser capaz de produzir 500 litros de calda a cada 5 ou 6 minutos.
- b) Peneira de Filtragem - Da misturadeira ao agitador, a calda deverá passar por peneira, bitola 12 a 16 mm, de fácil remoção para limpeza.
- c) Agitador - O agitador terá a mesma capacidade da misturadeira e será equipado com agitador de pás que imprima à calda na sua periferia velocidade não inferior a 2 m/s.
- d) Sifão - Do agitador para a bomba, a calda passará por tubulação em sifão, instalada próxima ao centro do agitador e em altura não inferior a 0.20 metros do seu



fundo, evitando desta forma, que se enviem para a bomba as parcelas mais grosseiras de calda.

- e) Derivação - Na saída da tubulação para o furo de injeção deve existir derivação, dotada de registros adequados, que permita a injeção simultânea de dois furos.
- f) Bomba - Bomba para injeção com capacidade mínima para injetar 100 l de calda ou argamassa por minuto, a 10 Kg/cm<sup>2</sup>, em furos distantes até 200m da central.

#### 5.2.4 Equipamento para Ensaio de Controle de Caldas

Deverão estar disponíveis, no local de execução das injeções, os equipamentos necessários para a condução dos ensaios de controle de qualidade das caldas, especificados no Item 5.5 a saber:

- cones tipo Corps of Engineers CRD-C79-59 com tubo de saída modificado;
- provetas de 1000 ml, com 33 cm de altura útil e graduadas de 10 em 10 ml;
- cronômetros;
- equipamentos para determinação do início de pega pelo método MB-1 da ABNT.

### 5.3 MATERIAIS

#### 5.3.1 Água

A água usada nas caldas deverá ser limpa e isenta de quantidades prejudiciais de óleo, ácido, álcalis, sais ou material orgânico, bem como de quaisquer sólidos estranhos. Recomenda-se observar o limite máximo de 5 g/l de matéria orgânica ou de material em suspensão. No caso de se suspeitar da qualidade da água quanto a outras substâncias nocivas, a mesma será comprovada em primeira instância, através de sua interferência nos ensaios de pega de cimento, em comparação com água satisfatória.

#### 5.3.2 Cimento

Será empregado o cimento Portland comum, satisfazendo os requisitos da EB-1 da ABNT. Se o cimento contiver pedaços endurecidos ou quaisquer corpos estranhos, a FISCALIZAÇÃO deverá exigir o peneiramento do mesmo com a peneira nº 100 (USBR), e comprovar suas qualidades de pega mediante os ensaios padrões.

#### 5.3.3 Caldas

No presente caso, as caldas serão de água e cimento somente. As proporções de água para cimento serão dadas em volume, por exemplo: 0,7:1 significa uma parte por volume de cimento para 0,7 partes por volume de água, correspondendo, aproximadamente, a 1 saco de cimento para 24,5 litros de água. 0

peso específico do cimento solto é tomado nestes cálculos como  $1,43 \text{ t/m}^3$ .

Prevê-se o emprego de caldas com relação água/cimento variando entre 1:1 e cerca de 0,5:1.

Em casos de tomadas excepcionais e a critério da FISCALIZAÇÃO poderão ser misturados aditivos, areia ou outros à calda, como estabelecido no Item 5.4.2..

## 5 4 EXECUÇÃO DE INJEÇÕES

### 5 4.1 Perfuração

Os furos terão diâmetro BX. Cada trecho de furo deverá ser lavado por circulação de água até que o efluente saia limpo.

### 5 4.2 Injeção de Calda

A injeção realizar-se-á por estágios ascendentes em trechos com comprimentos da ordem de 3 metros. O comprimento de cada estágio será fixado pela FISCALIZAÇÃO com base nos trechos de furo nos quais se possa conseguir uma vedação com os obturadores. Caso se mostre inviável a obturação devido às características da rocha (fraturada, alterada, etc) a injeção poderá, a critério da FISCALIZAÇÃO, ser descendente em trechos da ordem de 3 metros reperfurando-se os trechos injetados após a cura.

Até que se reuna um maior número de informações relativas à injetabilidade da formação local, a injeção de cimento será prosseguida até que se atinja a pressão máxima de 0,25 atm vezes a profundidade, em metros, do ponto médio do trecho injetado.

A injeção de um trecho será considerada terminada, isto é, terá sido atingida a nega, quando sob a pressão máxima a absorção de calda for menor do que 2 litros/metro em 10 minutos. Ao atingir a nega, a pressão não deve ser aliviada imediatamente. Deverão ser aguardados alguns minutos, com o trecho isolado através do fechamento dos registros, durante os quais normalmente ocorre o alívio natural da pressão.

As relações água/cimento a utilizar nas injeções serão as seguintes:

- calda 1:1 até absorção de 50 Kg cimento/metro ou até a nega.
- calda 0,7:1 até absorção de 125 Kg cimento/metro ou até a nega.
- calda x:1 até a nega, sendo x:1 no interior da região de menor curvatura da curva característica das caldas, tal como definida no Item 5.5.1.

As caldas serão progressivamente engrossadas segundo a sequência acima, até a ocorrência da nega. Caso, com a calda x:1 e após a injeção de 350 Kg de cimento/metro não se atinja a nega, deverão ser adicionados outros materiais (e.g. areia, pozolana, bentonita) ao cimento, injetando-se até à nega, com paralisações até a pega a cada 200 Kg de sólidos/metro injetados. Caso, após a

injeção de 400 Kg de sólidos/metros (isto é, dois ciclos de injeção) não se atinja a nega, a FISCALIZAÇÃO deverá estudar as providências a tomar que poderão envolver caldas com aditivos diversos, mesmo em proporção mais densas do que a região de menor curvatura da curva característica, injeção simultânea de furos especialmente posicionados etc. Após a injeção de argamassas dever-se-á injetar calda 1:1 para preencher os vazios da mesma.

Para cada furo deverá ser redigido um boletim de injeção onde constarão:

- Número e locação do furo
- Método de perfuração e diâmetro
- Profundidade e cota
- Nível d'água do furo
- Data de perfuração e injeção
- Método de injeção e de obturação
- Pressão de injeção e trecho injetado
- Quantidade de calda injetada para cada traço utilizado
- Tempo de duração de cada estágio de injeção
- Observações pertinentes (perdas d'água de circulação, artesianismos, desmoronamentos, interrupções e seus motivos etc.)

## 5.5. ENSAIOS DE CONTROLE DA CALDA

Logo no início dos serviços e sempre que os ensaios de controle os sugerirem, será realizada uma bateria de ensaios de escoamento e de ensaios de sedimentação, em misturas de água/cimento (em volume) nas seguintes proporções: 0,4:1; 0,5:1; 0,8:1; 1:1; e 2:1. Os resultados de tais ensaios serão plotados em gráfico (curva característica das caldas) no qual caracterizar-se-ão o ponto de menor curvatura e a região de aceitação.

Serão conduzidos, para cada partida de cimento, três ensaios de pega nas caldas utilizadas, seguindo o método NB-1 da ABNT.

Serão conduzidos rotineiramente, com vistas à verificação da calda, uma vez em cada furo, durante a execução das injeções, com calda na suposta região de aceitação (relação x:1, ver Item 5.4.2), coletada diretamente da tubulação de injeção, dois ensaios de caracterização, a saber:

- ensaios de escoamento, para determinação do tempo de escoamento (TE), definido como tempo em segundos necessário para que um litro de calda escoe através do funil especificado no Item 5.2.4. O mesmo funil deverá ser utilizado durante toda a execução do programa de injeções.
- ensaio de sedimentação para determinação do fator de sedimentação (FS), definido como a relação em

porcentagem entre a altura (DH) de água limpa observada sobrenadando a calda na proveta padrão de 1000 ml após repouso de 120 minutos e a altura inicial da suspensão (H).

Caso a calda ensaiada não se encontre no interior da região de aceitação, serão feitos ajustes de dosagem. Novos ensaios serão executados na calda ajustada e a injeção será prosseguida com a mesma.

Devem ser evitadas condições extremas de temperatura durante a execução dos ensaios de caracterização. Sua execução à sombra, entretanto, é suficiente para os fins aos quais eles se destinam.

## 5.6 CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DA GEOMETRIA DA CORTINA

### 5.6.1 Profundidade da Cortina

Os furos de injeção aprofundar-se-ão até que a tomada de calda seja menor que 2 l/m/10 min (nega) ou até uma profundidade correspondente a 70% da altura de coluna d'água máxima na boca do furo de injeção. Ficando porém a FISCALIZAÇÃO livre para, à luz do resultado das injeções, exigir profundidades maiores ou menores.

A princípio, para efeito de cálculos do nº de sacos de cimento consumido nas aplicações, foi adotado as profundidades de 9,00m no trecho das ombreiras (Estacas 0 a 2+10 e 15 a 20) e 12,00m no trecho central (Estacas 2+10 a 15).

### 5.6.2 Distribuição dos Furos de Injeção em Planta

A localização e as características geométricas dos furos para injeção, estão contidas no Desenho 5.2- Linha de Injeção de Cimento no Tomo 2 / Volume 4 e no Plano de Impermeabilização da Fundação no Tomo 2 / Volume 3, e que deverá ser complementado com as Instruções de campo da FISCALIZAÇÃO, elaboradas na Obra.

Está prevista a execução de uma linha de injeção ao longo do eixo da trincheira de vedação, desde a Estaca 0 até a 20, composta de furos primários (P) espaçados de 6,00m, de furos secundários (S) espaçados de 6,00m e defasados de 3,00m dos furos primários e de furos Terciários (T) espaçados de 3,00m e defasados de 1,50m dos furos primários e secundários.

A técnica do espaçamento divisional deverá ser empregada durante a execução da cortina de injeção. Assim, numa primeira etapa serão injetados os furos denominados primários, na etapa seguinte, os furos denominados secundários, e finalmente na terceira etapa serão injetados os furos terciários.

Os furos primários e os secundários só serão injetados no caso de apresentarem Perda D'água Específica maior 1 l/min/m/atm, do contrário serão simplesmente obturados.

Os furos primários e secundários injetados serão interpolados por furos terciários, onde caso esses furos apresentem Perda D'água Específica maior que 1 l/min/m/atm serão

injetados, e se apresentarem valores abaixo serão simplesmente obturados.

Caso os furos terciários consumam mais de 50 kg de cimento/m, far-se-á necessário elaborar uma programação especial de injeção para cada caso em função das características das descontinuidades locais. Essa programação específica poderá exigir a execução de outros furos.

A cortina poderá ser totalmente executada em frentes de cerca de 80m para evitar excessivo deslocamento dos equipamentos.

## 5.7 ENSAIOS DE PERDA D'ÁGUA

### 5.7.1 Introdução

Os ensaios de perda d'água serão executados, segundo a metodologia abaixo delineada, na linha do eixo da cortina de injeções conforme estabelecido no Item 5.6.2. Os ensaios visam verificar a qualidade da cortina de injeções no que tange a estanqueidade. Poderão, a critério da FISCALIZAÇÃO, ser executados ensaios de perda d'água em outros locais.

### 5.7.2 Execução dos ensaios

Os ensaios de perda d'água serão executados à medida que se processe a furação, em trechos da ordem de 3 metros. O comprimento de cada trecho será fixado em cada caso com base nos trechos de furo nos quais se possa conseguir uma vedação efetiva com os obturadores. A furação e os ensaios deverão continuar até que alcancem a profundidade máxima da cortina de injeções executada no trecho ou que se atinja um trecho de 3 metros no qual a perda d'água seja inferior a 0,1 l/min/m/atm, prevalecendo a maior dentre estas duas profundidades. Atingida a profundidade final do furo, executar-se-á um ensaio de perda d'água em toda a extensão ensaiada do mesmo. Em qualquer trecho, em rocha sã ou alterada ou ainda em intercalações de solo e rocha, no qual a perda de água seja superior a 1 l/min/m/atm, serão realizados, se possível obtura, ensaios de 50 em 50 cm, de forma a localizar as fendas importantes e determinar suas perda de água.

**Pressões de Ensaio.** As pressões a utilizar nos ensaios de perda d'água serão ajustadas à luz dos resultados iniciais. Sugere-se que seja adotado inicialmente o seguinte critério, composto de 5 estágios:

- 1° estágio: pressão de 0,1 atm.
- 2° estágio: metade da pressão máxima
- 3° estágio: pressão máxima, igual a 0,25 atm vezes a profundidade em metros do ponto médio do trecho de ensaios
- 4° estágio: metade da pressão máxima
- 5° estágio: pressão de 0,10 atm.

As supramencionadas pressões de ensaios correspondem à leitura do manômetro situado na ponta de carga o qual está

associado à vazão e ao comprimento de tubo correspondente em uso, tal como definido a seguir. Assim sendo, será necessário aplicar uma pressão inicial para, em seguida, observada a vazão, ajustar esta pressão acrescentando a ela a perda de carga correspondente.

Em cada estágio a pressão ajustada, tal como especificado anteriormente, será mantida até que se atinja um regime permanente de percolação. Em condições normais, são suficientes 5 leituras no hidrômetro espaçadas de 2 minutos, após a estabilização do manômetro. A FISCALIZAÇÃO poderá, em qualquer caso alterar esta sequência de leituras.

Durante os ensaios de perda d'água deverão ser observados os furos adjacentes bem como a superfície do terreno nas redondezas com vistas a detectar eventuais comunicações existentes.

As perdas de carga serão determinadas impondo vazões constantes em diferentes comprimentos de tubulação posicionada horizontalmente e corresponderão à leitura do manômetro em cada caso.

### 5 7 3 Apresentação dos Resultados

Para cada furo de ensaio de perda d'água deve ser apresentado um boletim contendo todas as informações relativas a:

- posicionamento do furo
- perfil completo padronizado da sondagem rotativa
- data de perfuração e dos ensaios
- dados coletados no campo e elementos utilizados no cálculo de cada trecho ensaiado
- observações gerais

### 5 7 4 Avaliação dos Resultados

Os resultados dos ensaios de perda d'água serão utilizados para verificar a estanqueidade da cortina de injeções executadas. A perda d'água de 1,0 l/min/m/atm sob a pressão máxima de ensaio servirá como parâmetro definidor, conforme delineado no Item 5.6.2.. Resguarda-se, porém, a capacidade da FISCALIZAÇÃO, à luz do desenvolvimento dos trabalhos de injeções e dos resultados dos ensaios, modificar este valor.

## 5.8. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos serviços referentes ao tratamento de sub-superfície será efetuada como descrito a seguir:

- a) A perfuração em rocha será medida em metro linear pronto e aprovado pela FISCALIZAÇÃO
- b) Os ensaios de perda d'água serão medidos em unidades de ensaios com 5 (cinco) estágios da pressão efetivamente executados;
- c) As injeções serão contabilizadas conforme o número de sacos de cimento consumidos nas aplicações.

O pagamento será efetuado pelos preços unitários constantes na planilha de orçamento das obras.

Os preços unitários deverão incluir os custos referentes a mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para o fornecimento, instalação, manutenção e operação dos sistemas de perfuração, de injeção e de execução de ensaios.

**6. ESCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO DA GALERIA DA TOMADA  
D'ÁGUA**

---



## 6. ESCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO DA GALERIA DA TOMADA D'ÁGUA

A vala para implantação da galeria da Tomada D'água deverá ser escavada até a rocha pouco alterada a sã, por meio de equipamento mecânico podendo-se utilizar para regularização dos taludes finais de escavação um fogo de pré-fissuramento.

A galeria deverá ter seu fundo concretado diretamente contra a superfície rochosa de apoio.

A região do contato da galeria com o núcleo impermeável, deverá ser recoberta por camadas de aterro mais úmido, conforme especificado no Item 9.1. até a regularização da praça de compactação no seu topo.

A escavação a céu aberto será medida por metro cúbico de material escavado até as cotas, limites e taludes mostrados nos desenhos, ou estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO. Os levantamentos topográficos serão feitos antes do início e depois da escavação.

A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados, enquanto a escavação está sendo realizada para cálculo das quantidades que corresponde a cada tipo de material.

Nenhuma medição ou pagamento será feito para qualquer escavação que a FISCALIZAÇÃO considere estar em excesso àquela requerida para o adequado desempenho da obra ou pela remoção de material que tenha caído dentro da área escavada.

O pagamento para escavação a céu aberto será feito aos preços unitários aplicáveis do metro cúbico de material classificado indicado na planilha de orçamento das obras.

As distâncias de transporte serão medidas entre os centros de gravidade dos materiais escavados e dos materiais colocados ou depositados.

Os preços unitários indicados na planilha de orçamento das obras para escavação a céu aberto, incluirão os custos de toda mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários para realizar o serviço como aqui especificado, incluindo carregamento, transporte, descarga, e espalhamento dos materiais, quando necessário.

No Desenho 8/1 "Tomada D'água, verifica-se as diversas situações da galeria no trecho de montante, no contato com o filtro vertical e no trecho de jusante.

**7. EQUIPAMENTO HIDRÁULICO/MECÂNICO**

## 7. EQUIPAMENTO HIDRÁULICO/MECÂNICO

### 7.1. ESCOPO

Esta especificação abrange o fornecimento do Equipamento Hidráulico/Mecânico.

O fornecimento compreende:

- Registro de Acionamento Direto, Volante sem "by-pass" PN-10, em F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>, DN 600mm;
- Crivo de Aço para tubulação de 600mm;
- Tubos em Ferro Fundido de DN 600mm;
- Grade de Aço 3,25X3,25m;
- Extremidades - ponta flange, ponta bolsa e bolsa flange;
- Toco;
- fornecimento de peças sobressalentes;
- supervisão de montagem.

No preço apresentado deverão estar incluídos todos os custos referentes ao projeto, fabricação, pintura, prova de testes dos conjuntos da fabrica, embalagem, transporte até o local de instalação e montagem.

### 7.2. GERAL

Todos os materiais e componentes, deverão ser fabricados conforme as normas da ABNT, AWWA, ASTM, ASME e ANSI no que for aplicável. Normas diversas serão aceitas desde que seja comprovada a sua similaridade com as citadas e sejam reconhecidas internacionalmente.

Os materiais e equipamentos, objetos desta especificação, deverão ser fabricados por fornecedores com, no mínimo, dois anos de experiência em produtos iguais, tendo que comprovar os fornecimentos anteriores.

No caso de ser impossível ao concorrente atender a certos detalhes das especificações, devido a técnica de fabricação diferente, o FABRICANTE deverá descrever completamente estes aspectos que estão em desacordo com as especificações.

O FABRICANTE deverá garantir a intercambialidade de peças de unidade idênticas.

O fornecedor deverá executar os testes utilizando pessoal, equipamentos e instrumentos de sua responsabilidade, não cabendo à SRH nenhum ônus na realização dos mesmos.

### 7.3. INSPEÇÃO

Todos os equipamentos serão inspecionados por elementos credenciados pela SRH durante o processo de fabricação, conforme os itens abaixo:

- controle dos materiais empregados de acordo com a especificação aprovada pela SRH. O FABRICANTE deverá fornecer o certificado dos materiais utilizados na construção dos equipamentos;
- acompanhamento dos processos de fabricação dos equipamentos (no FABRICANTE ou nos seus sub-fornecedores);
- acompanhamento dos testes realizados na fábrica;
- verificação da pintura.

Se durante o processo de fabricação, qualquer unidade não atender aos requisitos especificados e propostos, o fornecedor deverá providenciar as alterações necessárias, sem qualquer custo adicional para a SRH.

#### **7 4 DADOS A SEREM APRESENTADOS COM A PROPOSTA**

A proposta de fornecimento deverá conter todos os elementos necessários à sua apreciação em confronto com a presente especificação, sendo considerada essencial a apresentação do abaixo relacionado:

- todos os materiais dos equipamentos, padrões do FABRICANTE, não discriminados por estas especificações;
- descrição completa das instalações para teste que possui, dando suas limitações;
- a norma utilizada para fundição das suas peças e os testes que serão executados de acordo com estas normas;
- outras informações julgadas necessárias para melhor caracterizar o padrão de qualidade dos equipamentos;

Na proposta comercial os preços deverão ser compostos conforme tabela abaixo, em:

- Preços dos equipamentos e acessórios ;
- Peças sobressalentes;
- Supervisão de montagem;
- Os preços deverão incluir projeto, fabricação, testes de fabricação, embalagem, transporte até o local da obra, montagem e testes de campo, seguro e todos os impostos, com exceção do IPI, que deve vir á parte , expressamente declarado;
- Caso os materiais ofertados estejam isentos de qualquer imposto, o proponente deverá declarar explicitamente, sendo que a validade dessa isenção até a data da concorrência será de sua exclusiva responsabilidade.

#### **7 5. SUPERVISÃO DE MONTAGEM E VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO**

O fornecedor deverá fazer a supervisão de montagem no campo, bem como a verificação do funcionamento testemunhada pela SRH.

## 76 DOCUMENTOS TÉCNICOS A SEREM FORNECIDOS PELO FABRICANTE APÓS A CONTRATAÇÃO

Deverão ser fornecidos após o contrato os seguintes documentos técnicos:

- a) 30 dias após o contrato:
  - desenho de montagem dos equipamentos para aprovação ;
- b) 60 dias após o contrato:
  - desenhos definidos de montagem dos equipamentos;
  - desenhos em corte dos equipamentos, com indicação das peças componentes;
  - manuais de operação.
- c) 15 dias após os testes:
  - relatório de testes de cada equipamento hidráulico/mecânico;
  - certificados de materiais;
  - certificados de testes hidrostáticos e de vazamento.

## 77 GARANTIAS

O fornecedor deverá garantir o equipamento contra quaisquer defeito de projeto, material ou fabricação por um período de dois anos a contar da data de término da instalação dos equipamentos. Esta garantia deverá abranger também os componentes fornecidos por terceiros.

Em caso de falhas, no período de garantia, o fornecedor se obriga a efetuar a reposição imediata dos elementos defeituosos sem qualquer ônus para a SRH. Se qualquer peça apresentar defeito e ficar comprovada que a falha foi causada por projeto incorreto, o fornecedor se obriga a substituir essa peça em todas as unidades fornecidas, sem ônus para a SRH.

8. TUBOS DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL

## 8. TUBOS DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL

### 8.1 NORMAS

Onde aplicáveis deverão ser obedecidos os requisitos das seguintes especificações técnicas da ABNT, ISO, ANS, ASTM e AWWA.

No caso do FABRICANTE se apoiar em normas e/ou especificações diferentes das acima mencionadas e que sejam universalmente aceitas, deverão ser claramente citadas e sua aceitação ficará a critério da SRH.

### 8.2. CARACTERIZAÇÃO DO FORNECIMENTO

Os tubos de ferro fundido dúctil com junta elástica e os anéis de borracha com diâmetros nominais de 150 mm (6") até 1200 mm (48"), inclusive, deverão obedecer aos requisitos da EB-303 da ABNT e da TC...5/SC-2 da ISO.

### 8.3 TUBOS DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL

Os tubos de ferro fundido dúctil deverão apresentar:

- a) eixo retilíneo e perpendicular ao plano das extremidades;
- b) seção transversal circular e uniforme;
- c) espessura uniforme.

As superfícies internas e externas dos tubos deverão ser suficientemente lisas e não apresentarem:

- a) falhas e porosidades;
- b) escamas e chapeamento;
- c) rebarbas e mossas;
- d) gotas frias e dobras;
- e) sinais de reparação.

Os tubos de ferro fundido dúctil deverão ser identificados conforme as normas ABNT e ISO 2531.

Pontas e bolsas dos tubos deverão estar convenientemente preparadas e suficientemente lisas e isentas de cantos vivos de modo a não danificar o anel de borracha.

O FABRICANTE deverá anexar informações detalhadas sobre o processamento de montagem da tubulação no campo, estabelecendo quais os cuidados do manuseio, embasamento e ancoragem mínimos, garantindo assim a perfeita estanqueidade da junta.

O FABRICANTE deverá incluir em sua proposta a assistência técnica no campo, durante a montagem da tubulação, instrução à firma de execução dos serviços e aos técnicos da SRH, quando solicitados.

As tolerâncias dimensionais e os limites de ovalização são aplicáveis a qualquer seção do tubo ao longo do comprimento, e

deverá existir intercambialidade entre as extremidades das mesmas.

Os tubos com extremidades flangeadas deverão ser fornecidos conforme abaixo.

- a) os flanges deverão ser fixados aos tubos por rosca e o fornecedor deverá garantir a estanqueidade desta ligação.
- b) tubos com flanges nas extremidades deverão apresentar furação alinhadas, superfícies de vedação paralelas entre si e ortogonais (perpendiculares) ao eixo longitudinal do tubo.

As dimensões, as tolerâncias e detalhes construtivos da junta elástica e do anel de borracha deverão estar cuidadosamente selecionados e já suficientemente experimentados de modo a garantir:

- a) intercambialidade de tubos e conexões de mesmo diâmetro.
- b) perfeita adequação aos tubos e conexões.
- c) fácil montagem.
- d) deflexões máximas previstas na junção de tubos e conexões.
- e) estanqueidade da junta nas condições alinhadas e de deflexão máxima para tubos acoplados com tubos e conexões.

Juntamente com a proposta o FABRICANTE deverá apresentar as "Instruções de Montagem" das juntas elásticas e informar:

- a) esforços máximos de montagens.
- b) equipamentos necessários a montagem.

Deverá ser fornecida a graxa em quantidade suficiente para o montante de todas as juntas. A graxa deverá:

- a) ser insolúvel em água.
- b) não comunicar gosto ou cheiro à água.
- c) não conferir características de estanqueidade à junta.

Os anéis de borracha deverão trazer marcados:

- a) marca do FABRICANTE do anel.
- b) marca do fornecedor do anel.
- c) diâmetro nominal do tubo em que deve ser montado.
- d) dureza Shore.
- e) designação da especificação a que pertence.

Deverão ser fornecidos anéis de borracha em quantidade suficiente para montar todas as juntas elásticas existentes, acrescidas de 5% para substituição em caso de danos durante o acoplamento.

O FABRICANTE deverá apresentar em sua proposta croquis das juntas elásticas (ponta e bolsa), juntas mecânicas (bolsa das conexões contra flange) e anéis de borracha indicando dimensões, tolerância e deflexão máxima.



Os anéis de borracha da junta elástica deverão ser iguais nos tipos ponta e bolsa e junta mecânica.

O FABRICANTE deverá fornecer e garantir os valores mínimos e máximos do torque e aperto dos parafusos dos flanges das juntas mecânicas de modo a:

- a) não permitir vazamento durante os ensaios.
- b) não danificar os anéis de borracha.

#### **8 4 MEDIÇÃO E PAGAMENTO**

O fornecimento e a instalação dos tubos serão medidos em metros lineares ao longo do eixo central da tubulação já testada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento será efetuado de acordo com os preços unitários do metro linear constante das planilhas de orçamentação das obras.

Nos preços unitários previstos deverão estar incluídos fornecimento, instalação, transporte, armazenamento, carga e descarga dos tubos, inclusive testes e supervisão de montagem da tubulação.

9. COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS

## 9. COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS

Previamente ao lançamento das camadas de aterro, deverão ser preenchidos com nata de argamassa de cimento todos os furos de investigação existentes na área. Os poços abertos para investigação deverão ser preenchidos com material impermeável compactado por meio de sapos mecânicos.

### 9.1 MACIÇO TERROSO (NÚCLEO IMPERMEÁVEL)

As camadas iniciais serão lançadas e compactadas de modo a preencher as depressões existentes na fundação até estabelecer-se uma superfície plana regularizada com inclinação máxima de 2% para drenagem, para possibilitar o lançamento e a compactação.

A superfície da rocha ou do concreto superficial de fundação deverá ser umedecida antes do lançamento do solo.

Quando a superfície de fundação situar-se em solo residual, imediatamente antes do lançamento do aterro, a superfície deverá ser umedecida e escarificada a fim de melhorar a aderência entre o aterro e o solo de fundação.

O solo nas primeiras camadas em contato com a fundação (no mínimo 0,50 m acima) deverá ser compactado com umidade acima da ótima (até 1,15  $h_{ot}$ ).

A espessura da camada lançada nestas primeiras camadas não deverá ser superior a 15 cm de material solto, aceitando-se um grau de compactação (GC) para estas camadas maior ou igual a 96%, referido ao ensaio "Hilf-Proctor", sem secamento prévio e reuso do material. Tal critério seria alcançável com um número de passadas do equipamento compactador (rolo pneumático) superior a 4, desde que seja lançado úmido, garantindo a impermeabilidade almejada.

Após a compactação de cada camada, o solo deverá ser mantido sempre úmido por meio de irrigação para evitar trincas por ressecamento.

Para isto, a EMPREITEIRA deverá prever na fase de mobilização e implantação de canteiro, a execução de um açude de pequeno porte, a jusante ou montante do local da obra, com capacidade de reservação suficiente para atender às necessidades hídricas da obra em período de estiagem.

A compactação das pequenas áreas deve ser feita com equipamento de pneus e, onde não for possível o acesso, por meio de sapos pneumáticos.

A compactação em torno de poços de drenagem, estruturas, bem como de instrumentação a ser instalada deve ser cuidadosa. O acerto das camadas é manual e a compactação deverá ser executada por meio de sapos pneumáticos.

Depois da fundação ser regularizada por lançamentos parciais, o solo poderá ser lançado com equipamento adequado.

Após o lançamento das primeiras camadas de regularização da praça, a compactação deverá seguir as especificações para lançamento e compactação do aterro indicada no capítulo 13.

## 9.2. FILTROS E TRANSIÇÕES

O material granular de transição entre o núcleo e o enrocamento, deve atender a faixas granulométricas conforme especificado no critério de filtro.

A superfície da fundação nestes locais, será regularizada a partir das depressões em camadas de espessura variável não superior a 0,30 m.

A compactação deverá ser feita por meio de 4 a 8 passadas de trator de esteira para não danificar a fundação.

O número ideal de passadas, bem como o equipamento será definido pela FISCALIZAÇÃO em função dos resultados de compacidade relativa obtidos no campo.

## 9.3 ENROCAMENTO

A compactação das primeiras camadas de enrocamento a montante e jusante deverá seguir as especificações para lançamento e compactação das zonas de enrocamento apresentadas nos itens 13.1.3. e 13.2.2..

10. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM

## 10. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM

### 10.1 UTILIZAÇÃO E REJEIÇÃO DO MATERIAL ESCAVADO

Todo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem durante as operações de escavação, e será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária, a não ser quando expressamente determinado pela FISCALIZAÇÃO. O material não aproveitável deverá ser depositado em bota-foras que serão formados em áreas aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. Esses bota-foras deverão, uma vez completados, ser estáveis e apresentar taludes uniformes e regulares.

Todos os materiais oriundos das escavações e que possam ser utilizados no maciço da barragem deverão ter seu aproveitamento direto das escavações para o maciço, necessitando por tanto de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do maciço.

Na construção do maciço da barragem serão empregados os materiais argilo-silte-arenosos da área de empréstimo estudada, e os materiais aluvionares do leito do riacho,, areias. Já os materiais rochosos serão obtidos a partir das escavações em rocha, necessárias à implantação do sangradouro, bem como da pedra estudada.

### 10.2 MATERIAL TERROSO PARA MACIÇO

Para a construção do maciço terroso, está previsto a utilização do solo residual proveniente da alteração de rochas metamórficas, de composição argilo-arenosa, identificado na área de empréstimo estudada.

Imediatamente antes da exploração desta área de empréstimo, deverão ser realizados estudos, visando a caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.

Somente será considerado liberado para exploração e lançamento, os materiais que atenderem as seguintes características:

- umidade ótima maior ou igual a 11%;
- percentagem de grãos passando na peneira 200 maior ou igual a 30%;
- deverá ser plástico, pois materiais considerados não plásticos não serão utilizados.

### 10.3 AREIA PARA FILTRO

O material constituinte do Filtro chaminé e tapete drenante será obtido nos bolsões de aluvião arenoso ao longo da calha do Riacho São Miguel, devendo ser rejeitadas pela FISCALIZAÇÃO as jazidas em que ocorram predominantemente pedregulhos e/ou cascalhos, bem como eventuais bolsões argilosos; e que não atendam a faixa granulométrica especificada para o material, apresentada no critério de filtro.

Ressalta-se que a faixa granulométrica do filtro indicada foi obtida com base na faixa granulométrica dos empréstimos investigados até o momento. Em qualquer caso o teor de finos (% passa na # 200) deverá ser inferior a 5%.

Assim sendo, rotineiramente, tanto no avanço em profundidade na exploração da jazida, como no início de exploração de novas frentes de escavação, a FISCALIZAÇÃO deverá investigar se a granulometria do material de empréstimo mantém-se na faixa abrangida pelo critério de filtro especificado.

Nos casos, em que a granulometria do empréstimo não atenda à faixa supra indicada, a FISCALIZAÇÃO não deverá autorizar o lançamento do material na praça de compactação sem prévia consulta à PROJETISTA, para as adaptações de projeto e as recomendações que se fizerem necessárias.

#### 10.4 TRANSIÇÃO GROSSA (Brita e Enrocamento Fino)

Para a construção das zonas de transição, está previsto o beneficiamento a partir da britagem da rocha granítica, proveniente da escavação obrigatória do sangradouro e/ou da pedreira, visando atender as faixas granulométricas indicadas pelo critério de filtro.

Este material poderá a critério do EMPREITEIRO ser obtido a partir do processamento de material rochoso em uma central de britagem e peneiramento existente a 4,0km do sítio da barragem.

#### 10.5 MATERIAIS PARA ENROCAMENTO

O enrocamento deverá ser obtido a partir das escavações obrigatórias no sangradouro, e uma eventual exploração de pedreira em área pré-determinada. A locação da pedreira a ser exploradas durante a obra deverá ser analisada pela EMPREITEIRA de modo a otimizar operacionalmente as fases de desmonte, transporte e lançamento ao longo da obra, devendo-se submeter previamente à aprovação da FISCALIZAÇÃO os locais selecionados, bem como o plano de lavra proposto para exploração da pedreira.

O avanço da exploração da pedreira é condicionado à liberação prévia do plano de fogo pela FISCALIZAÇÃO que deverá observar, se as cargas, retardos e disposição destes no maciço atendem não apenas à produção do volume de blocos requerido, como também aos aspectos de segurança das estruturas contíguas e da própria obra.

Durante a fase de implantação da obra, a FISCALIZAÇÃO com a PROJETISTA, emitirão recomendações mais específicas referentes às escavações em rocha.

## 10 6 MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A extração, carga, descarga e transporte de materiais para o maciço da barragem serão medidos em metros cúbicos de material colocado conforme alinhamentos, cotas e dimensões indicados nos desenhos do projeto. A determinação dos volumes faz-se-á pelo método da média das áreas externas, a intervalos de 20m, ou a outros intervalos, de acordo com o especificado pela FISCALIZAÇÃO. Vale salientar que as medições serão feitas no local de aplicação dos materiais.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.



**11. LIMPEZA SUPERFICIAL E EXPLORAÇÃO  
DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO**

---

## 11. LIMPEZA SUPERFICIAL E EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO

A limpeza das áreas de empréstimos deverá ser feita, parceladamente sem antecipar em muito o início das operações de escavação, mas em tempo hábil para permitir sua rega ou secamento conforme necessário.

Após o desmatamento, a camada superficial contendo raízes e terra vegetal deverá ser raspada e estocada em área previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

A limpeza de cada área de empréstimo deverá ser submetida à aprovação da FISCALIZAÇÃO antes de se iniciar sua exploração.

As escavações nas áreas de empréstimo deverão ser realizadas de tal forma que sempre proporcionem drenagem satisfatória e resultem na produção máxima de materiais adequados aos serviços de aterro.

Todo e qualquer material só será aceito para transporte à barragem se atender ao especificado no capítulo 10. Os materiais definidos em 10.2 só serão aceitos para transporte à Barragem quando suas umidades se enquadrarem em faixas de tolerância a serem estabelecidas pela FISCALIZAÇÃO, de tal forma que ao chegarem às praças de compactação não exijam correções de umidade maiores do que 0,15  $h_{ot}$ . Inicialmente, até que a FISCALIZAÇÃO desenvolva experiência táctil-visual, deverão ser executados ensaios de controle de desvio de umidade em relação à ótima. Para o início dos trabalhos poderão ser utilizadas as seguintes faixas de tolerância: no período diurno, 0,85 a 1,15  $h_{ot}$ ; no período noturno, 0,8 a 1,1  $h_{ot}$ . É necessário levar em conta, na fixação dos limites desta faixa, as perdas por evaporação durante as operações de escavação, transporte e espalhamento. Tais perdas, que deverão ser verificadas na obra através de ensaios de umidade, dependem de fatores locais diversos e situam-se comumente entre 1% e 2% no período diurno e entre 0,5% e 1,0% no período noturno.

Após a conclusão das escavações, as superfícies remanescentes nas áreas de empréstimo deverão ser regularizadas e preparadas para drenagem superficial para prevenção contra a erosão.

000073

12. ATERRO EXPERIMENTAL

## 12. ATERRO EXPERIMENTAL

Pretende-se investigar a utilização adequada dos solos das áreas de empréstimo, que se encontram significativamente secos, por intermédio de aterro experimental.

Assim sendo, após as etapas de limpeza e nivelamento da fundação, em determinado trecho da barragem, tal aterro seria iniciado.

Investigar-se-á a compactação do aterro em diferentes níveis de umidade (0,85 hot a 1,15 hot), verificando-se os graus de compactação obtidos nos vários teores de umidade para diferentes números de passadas crescentes do equipamento de compactação (por exemplo: 4, 6, 8, 10 e 12).

A espessura da camada lançada para construção deste aterro, em princípio, não deve ser superior a 25 cm.

### 12.1 EQUIPAMENTO

Deve-se utilizar no aterro experimental os mesmos equipamentos que serão utilizados na compactação do aterro do núcleo da barragem.

### 12.2. ENSAIOS PRELIMINARES

Para possibilitar a execução do aterro experimental, nas umidades requeridas, serão necessários alguns ensaios preliminares com o material de empréstimo a ser utilizado.

A determinação da umidade ótima do solo de empréstimo deverá ser feita através de ensaio de compactação Hilf-Proctor sem secamento nem reuso do material.

Será feita a determinação dos desvios de umidade, em relação à ótima, do material de empréstimo para avaliação do aumento de umidade que o mesmo deverá sofrer antes de sua utilização.

### 12.3 GEOMETRIA E EXECUÇÃO DO ATERRO

Serão lançadas e compactadas 3 camadas de 25 cm iniciais para cada condição de compactação, sendo a primeira de regularização e as outras 2 para ensaios.

As camadas sucessivas terão umidades crescentes, se porém, for mais conveniente para a execução, poderá ser invertida a ordem das umidades, desde que a(s) primeira(s) camada(s) da nova condição regularize a superfície, deixando-a suficientemente plana para o tráfego dos equipamentos.

O equipamento compactador deverá trabalhar no sentido longitudinal do aterro, executando-se inicialmente o nº mínimo de passadas ao longo de todo o aterro (em todas as praças).

## 12.4 CONTROLE E ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO

A execução do aterro deverá ser acompanhada por controle visual da FISCALIZAÇÃO, além de observar os seguintes aspectos:

- tipo de material lançado;
- umidade do material lançado;
- através da abertura de poços, observar a ocorrência de laminação do material;
- espessura da camada antes e depois da compactação;
- o número de passadas e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- a escarificação para boa ligação com a nova camada.

Deverá ser retirada de cada praça de compactação pelo menos 5 amostras através de 5 cilindros cravados no aterro. Deverá ser coletado o material circundante a estes cilindros para execução de ensaios Hilf-Proctor.

**13. LANÇAMENTO, CONTROLE DE UMIDADE E COMPACTAÇÃO**

### 13. LANÇAMENTO, CONTROLE DE UMIDADE E COMPACTAÇÃO

#### 13.1 LANÇAMENTO

Os equipamentos de construção deverão ter capacidade de transportar o material para a barragem em quantidade suficiente para obter uma produção uniforme e contínua.

##### 13.1.1 MACIÇO TERROSO (NÚCLEO IMPERMEÁVEL)

Imediatamente antes do lançamento de cada camada, a superfície do local ou da camada anterior será examinada pela FISCALIZAÇÃO, a qual poderá exigir o tratamento que julgar necessário quer de acerto de umidade, quer de compactação ou outro qualquer, além das escavações previstas no local.

Todas as superfícies lisas do aterro serão devidamente escarificadas antes do lançamento da camada superior. Os sulcos de escarificação deverão ter direção paralela ao eixo da barragem e profundidade da ordem de 5 centímetros abaixo da superfície compactada.

Seixos equidimensionais com dimensão superior a 5 centímetros deverão ser manualmente removidos da camada espalhada.

Os materiais para o núcleo impermeável e transições da barragem deverão ser lançados orientando-se os equipamentos de transporte em direções aproximadamente paralelas ao eixo da barragem.

Praças de compactação adjacentes deverão ter seus extremos defasados de maneira a evitar juntas contínuas ortogonais ao eixo da barragem que propiciem caminhos preferenciais de percolação

Quando o equipamento de transporte necessitar cruzar o núcleo, deverão ser construídos aterros provisórios de material solto não inferior a 0,5 m, os quais deverão ser removidos posteriormente.

Serão adotadas, em princípio:

- a) as espessuras de solos de 20 cm, antes da compactação de camadas;
- b) o espalhamento e nivelamento da nova camada a ser construída deverá ser efetuado por equipamento leve.

A FISCALIZAÇÃO poderá modificar tais espessuras à luz de observação em aterro-teste ou na praça de compactação ao longo da execução do maciço. Em nenhuma hipótese as camadas terão espessura antes da compactação superior a 30 cm de material solto, medida através de régua e/ou nivelamento topográfico.

As camadas deverão ser lançadas de forma a manter uma inclinação de 1 a 2% caindo para os lados da praça de compactação, a fim de facilitar o escoamento das águas de chuva, evitando-se o máximo possível contaminação das zonas de filtro e transições. Na iminência de chuva e antes de períodos curtos de interrupção (fins de semana, feriados etc.), toda a praça deverá ser alisada pela passagem de rolo liso ou de veículos de rodas

pneumáticas. No caso de se ter que abandonar determinada praça por longo período de interrupção, a área compactada será recoberta por uma camada de solo solto de 50 cm, após registrar-se devidamente a cota alcançada pela compactação, para reencontrá-la, sem qualquer dúvida, no prosseguimento futuro dos trabalhos.

Na retomada dos trabalhos de compactação, deverá ser removido todo o material danificado durante o período, até alcançar o material compactado.

### 13 1 2 FILTROS E TRANSIÇÕES

A seqüência de execução de elementos drenantes será a seguinte:

- a) Filtro Vertical e Transições - Os maciços de solo, serão executados concomitantemente com as camadas de filtro e transição. As camadas do filtro e transição devem ser compactadas com espessura de 2 vezes a espessura das camadas do núcleo;
- b) Tapete drenante (filtro horizontal) - Os trechos do tapete drenante serão lançados para compactação em camadas com espessura máxima de 40 centímetros. As camadas iniciais serão lançadas de modo a tomarem as irregularidades existentes até estabelecer-se uma superfície com inclinação máxima de 2%.

Sob qualquer circunstância não se deverá permitir a descarga de água de drenagem para as zonas de filtro e transições.

Não serão permitidas juntas de construção longitudinais nos filtros de areia e transições.

A FISCALIZAÇÃO deverá liberar o material para lançamento e compactação, solicitando a remoção do material das áreas que encontrem-se contaminadas.

### 13 1 3 ENROCAMENTO

O material do enrocamento deve ser constituído de fragmentos de rocha sã com elevada resistência à abrasão e à decomposição e ser lançado e espalhado de modo que a segregação seja convenientemente controlada, ou seja, os finos fiquem localizados junto à zona de transição e as pedras grandes próximas ao talude. Para isso, o material é lançado junto à transição e empurrado com a lâmina do trator em direção ao talude, de forma que a lâmina vai sendo gradualmente erguida, deixando o material fino e pedras menores e arrastando as maiores em direção à face externa do talude.

O material de enrocamento lançado, deverá ser espalhado por trator de lâmina, tipo D-8, em camadas soltas, cuja espessura não exceda o diâmetro máximo dos blocos de pedra. Este critério para delimitação da espessura da camada poderá vir a ser complementado em Obra pela FISCALIZAÇÃO na medida em que se fizer necessário, procurando sempre manter o conceito exposto nos itens anteriores.



Para assegurar uma livre drenagem, as quantidades de fragmentos de rochas ou outros materiais finos não devem ser introduzidos além daquelas necessárias para encher os vazios maiores, evitando ainda a possibilidade de carreamento dos finos e descalçamentos de blocos.

O lançamento deste material será sempre efetuado sobre um talude ou nas bordas da camada que está sendo lançada.

### 13.2. COMPACTAÇÃO

Os trabalhos de compactação serão orientados de forma a garantir um maciço compactado, essencialmente uniforme, isento de descontinuidades e de laminações e possuidor de características de resistência, comportamento tensão-deformação e permeabilidade iguais ou melhores do que as que serviram de base para o projeto. A garantia de consecução de tal produto será objeto de ensaios, perfurações, amostragem e observações diversas, diretas ou indiretas, de campo ou de laboratório, por parte da FISCALIZAÇÃO.

Os rolos compactadores deverão passar sempre em direção paralela ao eixo da barragem, completando um igual número de passadas sobre cada faixa lançada. Se os rolos tiverem que realizar curvas nas extremidades da área em compactação em dada operação, a área compactada será considerada tão somente com a cobertura pelo rolo em sua translação em linha reta.

Deverá ser mantido um recobrimento mínimo de 0,3 m entre as superfícies atravessadas por passagens adjacentes dos rolos.

Todas as áreas do maciço não acessíveis aos rolos compactadores serão compactadas por outros equipamentos, aprovados previamente pela FISCALIZAÇÃO, que permitam a obtenção de compactação equivalente à dos rolos inicialmente indicados.

Cada camada compactada deverá ser liberada pela FISCALIZAÇÃO por controle táctil-visual, salvo recomendação em contrário, antes do lançamento da camada adjacente.

#### 13.2.1 MATERIAL DO NÚCLEO

A compactação das primeiras camadas deverá seguir as recomendações do Item 9.1.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir a escarificação ou remoção de qualquer camada que se mostrar inadequada ao entrosamento com a camada seguinte a ser lançada.

Após a compactação de uma camada, a FISCALIZAÇÃO deverá verificar táctil-visualmente se as condições de compactação estão dentro das especificações e fazer remover toda a camada que não atender a essas características.

O esquema de tráfego deve ser planejado de forma que a FISCALIZAÇÃO possa controlar de maneira eficiente o número de passagens do equipamento de compactação, bem como evitar compactação excessiva.

A cobertura do aterro com material solto deverá ser executada sempre que houver paralisação por razões executivas para evitar a formação de trincas por ressecamento no aterro.

Quando estas ocorrerem, o solo compactado deverá ser escavado e removido.

A compactação será com equipamento de impacto e patas tipo Hysten Tamping de 25 t, trabalhando com velocidade de 10 a 15 Km/h e efetuado 6 (seis) passadas. A escarificação deverá ser feita com grade de disco pesada, diâmetro de 30". Os rolos devem estar providos de limpadores convenientemente dispostos de modo a impedir que os solos fiquem ligados aos mesmos.

Caso seja necessário poderão ser introduzidas juntas transversais ao eixo da barragem. Neste casos cada face de junta deverá ser cortada, escarificada e umidecida antes de dar continuidade ao aterro, sendo que o estudo das praças de compactação deverão impedir o aparecimento de juntas que cruzem totalmente o aterro no sentido montante/jusante. A inclinação máxima de tais juntas deverá ser de 1(v) : 3(h).

Dentro do maciço de terra compactada não serão permitidos desníveis transversais de mais do que 10 camadas.

As características de compactação a serem atingidas são apresentadas a seguir, sendo rejeitadas as camadas que não as atenderem.

O grau de compactação (GC) mínimo será de 96%, referido ao ensaio de compactação Proctor Normal e a média estatística mensal  $\geq 98\%$ .

A unidade de compactação poderá variar no intervalo de 0,85 a 1,15 hot, sendo hot o teor ótimo de umidade obtido a partir de ensaio de compactação Proctor Normal, sem secagem prévia e sem reuso do material.

O número necessário de passadas do equipamento compactador visando atender às características de compactação especificadas serão fixados em Obra pela FISCALIZAÇÃO e PROJETISTA a partir da análise dos resultados do aterro experimental.

No contato do núcleo argiloso com os filtros, onde o rolo pé-de-carneiro não cobre adequadamente a faixa a compactar, poderá ser utilizado Rolo Liso Vibratório de 10 t, tipo CA-25, mantendo-se os mesmos critérios de compactação.

O controle de construção e qualidade do aterro será feito pela FISCALIZAÇÃO de campo e pelo Laboratório de campo.

Poderá ser empregada a metodologia do ensaio Hilf em equipamento e com procedimento padrão Normal para determinação do grau de compactação e desvio de umidade.

As decisões imediatas de aprovação ou não de cada camada compactada devem ser tomadas pela equipe de FISCALIZAÇÃO com base na observação táctil-visual experiente de um bom produto compactado. Na fase inicial dos trabalhos e para servir de base de aferição dos critérios tácteis-visuais dos membros da equipe de FISCALIZAÇÃO, será necessário observar um critério de rejeição quantitativo, baseado em ensaios. O primeiro critério de rejeição, aplicado na praça de compactação, refere-se ao desvio de umidade, determinado por ensaio sobre a camada espalhada, antes da compactação aplicando-se as exigências do intervalo aceitável de umidade. Imediatamente após a compactação de cada

camada será executado o ensaio de controle tipo Hilf para determinar o grau de compactação e o desvio de umidade.

Numa fase posterior dos trabalhos, quando a aferição dos critérios tácteis-visuais estiver, no entender da FISCALIZAÇÃO, estabelecida, o número de ensaios de controle poderá ser fixado em 1 (um) ensaio a cada 500 (quinhentos) m<sup>3</sup> de aterro compactado. Em qualquer momento, porém, a FISCALIZAÇÃO, seja por constatar variação nas características do material ou seja por qualquer outro motivo a seu critério, poderá intensificar ou reduzir o volume de ensaios de controle.

Periodicamente, com frequência mensal ou a ser estabelecida pela FISCALIZAÇÃO, serão traçadas curvas de distribuição e de frequência, relativas ao período e acumuladas, das porcentagens de compactação obtidas para cada um dos materiais ora enfocados e, quando se verificar que a média for inferior a 98%, proceder-se-á revisão dos métodos de compactação, das tolerâncias de umidade ou de ambos. O mesmo se fará quando se obtiver desvio padrão do grau de compactação maior do que 3%.

Os dados de controle estatístico da compactação dos aterros a serem encaminhados nos boletins de controle da obra deverão seguir a nomenclatura do ensaio de Proctor: umidade do aterro maior que a umidade ótima, desvio de umidade positivo. Com esta nomenclatura serão traçadas também com a mesma periodicidade do especificado no parágrafo anterior, curvas de frequências, relativas ao período e acumuladas, dos desvios de umidade.

Um controle táctil-visual será exercido pela FISCALIZAÇÃO, visando a liberação das camadas compactadas e deverá observar:

- o tipo de material lançado;
- uniformidade do material lançado e de sua umidade;
- controle de espessura da camada antes da compactação;
- o controle da homogeneização e acerto da umidade da camada a ser compactada;
- a deformação sofrida pela camada, durante a passagem do equipamento de compactação, visando detectar entumescimento excessivo ("borrachudos"), desenvolvimento de tricas ou outras anomalias de compactação;
- o número de passadas e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- a verificação da ocorrência de laminações;
- a observação sistemática da homogeneidade do aterro e da "ligação" entre camadas por meio de poços de aproximadamente 1 m de profundidade.

Visando não apenas aferir o controle de compactação a ser executado táctil-visualmente pela FISCALIZAÇÃO, mas principalmente investigar a dispersão existente no valor do GC e do desvio de umidade em uma camada, deverá ser programada a execução de pelo menos 10 ensaios de compactação com energia normal, 10 determinações de umidade e 10 ensaios Hilf-Proctor em uma camada compactada, ao início do lançamento e compactação das primeiras camadas em 3 diferentes praças de compactação.

A seu critério, em função de alteração no tipo de material lançado etc., a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar novos conjuntos de ensaios com o mesmo objetivo.

Dois ensaios de controle pelo método de Hilf serão feitos para cada 1.000m<sup>3</sup> de aterro compactado.

O ensaio Hilf será executado com 5 pontos, seguindo-se a técnica usual.

Os dados de controle estatístico a serem encaminhados nos boletins de controle da obra, deverão sempre se referir ao GC e  $h_{ot}$  relativos ao Proctor Normal.

Poderão ser programados, a critério da FISCALIZAÇÃO e PROJETISTA a retirada de blocos indeformados, durante a elevação do aterro do núcleo impermeável, para execução de ensaios de laboratório, visando documentar a qualidade geotécnica do aterro compactado.

### 13.2.2 Compactação de Enrocamento

A rocha a ser utilizada nos enrocamentos provém das escavações obrigatórias do sangradouro e eventuais pedreiras a serem abertas nas áreas próximas à Obra.

Não há em princípio, qualquer restrição à utilização destes materiais, cabendo apenas um monitoramento visual na jazida de modo a não permitir a presença de materiais indesejáveis.

A espessura de material lançado solto para compactação na zona de enrocamento deverá ser variável, de modo a permitir manter os blocos maiores na zona mais externa do maciço, em camadas inclinadas com espessura variando segundo o diâmetro máximo da pedra (espessura =  $D_{max}$ ), até uma espessura máxima de 0,8 m.

O espalhamento do material do enrocamento deverá ser feito com trator de esteira.

A FISCALIZAÇÃO exercerá controle táctil-visual do enrocamento compactado objetivando um produto acabado composto por fragmentos e/ou blocos bem embricados e sem vazios grandes. Os blocos maiores deverão resultar uniformemente distribuídos e os menores deverão preencher os vazios. Para o enrocamento, caso a FISCALIZAÇÃO julgue insatisfatório o produto resultante, poderá ser exigida a remoção de todo o trecho ou de determinados blocos, a adição de blocos, a arrumação braçal com alavanca de certos blocos ou outra qualquer medida.

Durante os trabalhos de compactação, poderão ser escavadas cavas, a critério da FISCALIZAÇÃO, para determinação do peso específico do enrocamento "in situ".

### 13.2.3 COMPACTAÇÃO DAS ZONAS DE FILTRO E TRANSIÇÕES

Os materiais das zonas de filtro e transições serão compactados com rolo liso vibratório de peso superior a 5 toneladas e capaz de regular a frequência de vibração entre cerca de 1000 e 1300 ciclos por minuto. Poder-se-á aceitar, a critério da FISCALIZAÇÃO e com base em ensaios comprobatórios, 000083

utilização de trator pesado de esteiras (tipo D7 ou equivalente) deslocando-se em alta velocidade. A espessura da camada lançada de 40 cm no máximo e o número de passadas do equipamento de 4, no mínimo.

A FISCALIZAÇÃO exercerá rigoroso controle qualitativo táctil-visual visando a liberação das camadas de areia compactadas. Tal controle táctil-visual deverá atender para:

- o tipo de material lançado;
- a uniformidade do material lançado;
- o respeito aos métodos executivos e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- a qualidade da zona de contato com os demais materiais do maciço e com a fundação.

O controle quantitativo far-se-á através da execução sistemática dos seguintes ensaios:

- densidade de campo ( $\delta_c$ ) com metodologia ASTM D-1556 ou ASTM D-2167;
- densidade mínima de referência ( $\delta_{min}$ ) com metodologia ASTM D-2049.

Serão executados em complementação ao controle quantitativo, os seguintes ensaios:

- densidade máxima de referência ( $\delta_{max}$ ) obtida em material seco, compactado utilizando o equipamento e a sistemática do ensaio padronizado de compactação Proctor Normal (ABNT - MB-33);
- ensaio de granulometria com metodologia ABNT - MB-32.

O número de ensaios de densidade de campo ( $\delta_c$ ) e de densidade mínima de referência ( $\delta_{min}$ ) será estabelecido pela FISCALIZAÇÃO à luz da variação das características dos materiais disponíveis e dos resultados acumulados de controle de compactação. Recomenda-se que, inicialmente, se execute um par de ensaios a cada 100 m<sup>3</sup> de areia compactada e a cada 500 m<sup>3</sup> de solo areno-siltoso compactado.

O número de ensaios de densidade máxima de referência ( $\delta_{max}$ ) e de granulometria também será estabelecido pela FISCALIZAÇÃO, recomendando-se que, inicialmente, se execute 1 ensaio a cada 200 m<sup>3</sup> de areia e a cada 1500 m<sup>3</sup> de solo arenoso, colocados.

A densidade da areia compactada deverá atender à seguinte relação:

$$\delta_c - \delta_{min} = 0,21 \text{ t/m}^3$$

Este valor poderá ser verificado, a critério da FISCALIZAÇÃO, para a areia local. Almeja-se uma densidade relativa superior a cerca de 65%.

As camadas que não atingirem a densidade inferior especificada deverão ser recompactadas segundo metodologia a ser estabelecida pela FISCALIZAÇÃO.

000084

Os dados de controle quantitativo serão registrados em relatórios que apresentarão, a cada lote de 12 ensaios sistemáticos previstos no "b", além dos valores individuais, os seguintes elementos:

- curvas de distribuição da densidade de campo ( $dd_c$ ) e da densidade mínima de referência ( $dd_m$ ) para o lote de 12 ensaios consecutivos;
- curvas de distribuição de densidade de campo ( $dd_c$ ) e de densidade mínima de referência ( $dd_m$ ) para todos os ensaios disponíveis;
- a faixa de curvas granulométricas obtidas concomitante com o lote de 12 ensaios.

A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de comprovar, a seu contento, o eventual esmagamento de grãos durante a compactação conforme julgar indicado pela aparência visual do material compactado. Em tal caso, fará ensaios de granulometria antes e após a compactação em uma área restrita.

#### 13 2 4 COMPACTAÇÃO DAS ZONAS DE ABRAÇO DO MACIÇO COM AS OBRAS DE CONCRETO

Nas zonas de abraço os cuidados com o lançamento e compactação e as dimensões de camadas de filtro e transição devem ser redobrados para garantir maior segurança contra caminhos preferenciais de percolação.

### 13.3. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O lançamento, o umedecimento, a homogeneização e a compactação dos diversos materiais componentes do maciço da barragem serão medidos em metros cúbicos de material colocado conforme os alinhamentos, cotas e dimensões indicadas nos desenhos do projeto. A determinação dos volumes dos aterros faz-se-á pelo método da média das áreas externas, a intervalos de 20m, ou a outros intervalos, de acordo com o especificado pela FISCALIZAÇÃO.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

000085

14. INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO (SE PREVISTA)

000086

## 14. INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO (SE PREVISTA)

A instrumentação a ser instalada está especificada quanto ao tipo e localização dos instrumentos, nos desenhos do projeto.

A critério da FISCALIZAÇÃO poderá ser estendida a outras seções da barragem.

### 14.1 PIEZÔMETRO DE RESPOSTA RÁPIDA (PIEZÔMETROS PNEUMÁTICOS)

A instalação do piezômetro deverá ser iniciada quando o aterro atingir aproximadamente 1,0 m acima da cota de instalação prevista.

Será escavado um poço de diâmetro da ordem de 0,8 m com 1,0 m de profundidade. No fundo do poço será escavada uma cavidade pouco maior que o piezômetro e preenchida com areia grossa limpa e saturada. A seguir coloca-se o piezômetro soterrado na cavidade, envolvendo-o com a mesma areia e inicia-se o preenchimento da vala com material argiloso compactado. Inicialmente (até 30 ou 40 cm acima do aparelho) a compactação deve ser manual, completando-se o poço com compactação mecânica.

A tubulação de leitura dos piezômetros instalados, deverá ser assentada "frouxamente" para se acomodar aos deslocamentos diferenciais.

Nos trechos em que a tubulação corre no interior de material granular (enrocamento; transições) ela deverá ser protegida por tubo de aço galvanizado  $\varnothing \frac{1}{2}$ ". Sendo ainda envolvida por transição de brita corrida quando atravessar o enrocamento.

Indicações específicas de instalação deverão ser submetidas pelo Fornecedor à apreciação da PROJETISTA, incluindo a qualidade do equipamento a ser adquirido.

### 14.2 MARCOS TOPOGRÁFICOS

Serão instalados em pequenas bermas ao longo do talude e coroamento da barragem, para acompanhamento do deslocamento do mesmo, por meio de levantamentos topográficos tendo como marcos de referência pontos indeslocáveis instalados nas ombreiras, fora da área de influência das Obras.

Tais marcos constituem-se de barras de aço de  $\varnothing 1$ " com 0,60 m de comprimento, chumbadas em matacões de dimensão mínima 1,0 m ou em blocos de concreto moldado "in loco" com base de 1,0 m x 1,0 m e altura de 0,80 m assentes sobre o talude.

Imediatamente após a instalação de cada marco, deverá ser feito um levantamento topográfico para estabelecer a posição e a cota inicial do marco.

A instrumentação deverá ser previamente aferida e tão logo instalada deverá ser submetida a testes de modo a possibilitar quaisquer reparos que se façam necessários.

000087



15. SERVIÇOS EM CONCRETO

000088

## **15. SERVIÇOS EM CONCRETO**

### **15.1 GENERALIDADES**

A execução dos serviços objeto desta especificação, bem como os materiais a serem utilizados e seu manuseio, deverão obedecer às Normas, Especificações e Métodos da ABNT em suas edições mais recentes.

Nenhum conjunto de elementos estruturais poderá ser concretado sem verificação prévia, por parte do EMPREITEIRA e da FISCALIZAÇÃO, da perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes, bem como sem prévio exame da correta colocação de canalizações elétricas, hidráulicas, de chumbadores e demais peças que devam ficar embutidas na massa de concreto.

### **15.2 COMPOSIÇÃO DO CONCRETO**

O concreto será composto de cimento Portland ou de alto forno, água, agregado miúdo e agregado graúdo. Poder-se-á utilizar ainda algum tipo de aditivo de comprovada eficiência e que não apresente efeitos colaterais prejudiciais à funcionalidade da obra.

### **15.3 CLASSES DE CONCRETO**

As classes de concreto e resistência de ruptura para todas as estruturas serão indicadas nos desenhos do projeto.

### **15.4 PROPORÇÃO DAS MISTURAS**

A FISCALIZAÇÃO aprovará os traços de concreto a serem utilizados e exercerá o controle sobre a obediência aos mesmos, durante a sua preparação na obra.

Os traços serão modificados, sempre que necessário, a fim de preservar a segurança e qualidade do concreto, sem que isso acarrete em ônus para a CONTRATANTE.

### **15.5 CONSISTÊNCIA DO CONCRETO**

Serão submetidos para aprovação da FISCALIZAÇÃO os fatores água-cimento indicados pela EMPREITEIRA, que deverão ser os mínimos necessários para permitir um adensamento satisfatório do concreto.

A consistência de água de amassamento será modificada, se necessário de uma betonada para outra, para corrigir a variação do teor de umidade dos agregados.

Não será permitido adicionar água com o objetivo de compensar o endurecimento do concreto e atraso do lançamento.

Concreto com excesso ou carência de água será rejeitado.

A EMPREITEIRA não receberá nenhuma compensação por concreto rejeitado.

## 15.6 TRABALHABILIDADE DO CONCRETO

No sentido de atender às condições de concretagem, a EMPREITEIRA deverá determinar, a "priori", a trabalhabilidade que deve ter o concreto a fim de que possa ser elaborado, transportado, lançado e adensado sem perda de homogeneidade.

A medida da trabalhabilidade deverá ser feita por meio de ensaios de abatimento (slump test), e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

## 15.7 MATERIAIS

### 15.7.1. Cimento

O cimento a ser empregado será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer às prescrições da Especificação EB-1 ou equivalente mais atualizada da ABNT.

Poderão ser empregados cimentos de alta resistência inicial, desde que atendam às prescrições da Especificação EB-2 da ABNT e seu uso seja previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Imediatamente após o recebimento na obra, o cimento deverá ser armazenado em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilados e com dispositivos para evitar absorção de umidade. Todos os lugares de armazenamento estão sujeitos à aprovação da FISCALIZAÇÃO e deverão permitir acesso para que o cimento seja inspecionado e identificado.

Para evitar o envelhecimento indevido, após a chegada à obra, a EMPREITEIRA deverá usá-lo na ordem cronológica em que for recebido. Para isso, os silos ou pilhas de cimento deverão ser marcados com data de chegada à obra. Cimento com mais de três meses de armazenamento na obra não deverá ser usado, salvo se os ensaios comprovarem suas condições satisfatórias e a FISCALIZAÇÃO autorizar o seu emprego.

O cimento não deverá ser armazenado em pilhas de mais de 10 sacos por período de até trinta dias, nem mais de 7 sacos por período de maior duração.

O cimento que por qualquer motivo apresentar torrões, será considerado hidratado e só poderá ser usado em concretos não armados e em locais que não exijam do concreto resistência em corpo de prova cilíndricos de 15 x 30 cm, aos vinte e oito dias, maiores que 120 kg/cm<sup>2</sup>. Mesmo assim, sua utilização deverá ser precedida de peneiramento com peneiras de malha de 2,4 mm e de autorização expressa da FISCALIZAÇÃO.

### 15.7.2 Agregados

Os agregados deverão satisfazer às exigências das Especificações EB-4 da ABNT e C-33 da ASTM.

O agregado graúdo deverá ser constituído de seixo rolado, pedregulho natural ou pedra britada, resultante da britagem de rochas estáveis e não deletérias, de diâmetro mínimo igual ou superior a 4,8 mm.

000090

O agregado graúdo deverá ser constituído por pedras duras, resistentes, duráveis e sem quantidades nocivas de impurezas.

O agregado graúdo não deverá ter partículas delgadas planas ou alongadas cuja dimensão máxima seja cerca de 5 vezes a sua dimensão mínima.

O diâmetro máximo do agregado graúdo a ser utilizado nas obras será sempre inferior a 15 cm e, em cada peça, não deverá ser maior do que  $\frac{1}{4}$  da menor dimensão da peça concretada, nem  $\frac{3}{4}$  do espaçamento entre as barras das armaduras.

A menos que a FISCALIZAÇÃO aprove o contrário, o agregado graúdo deverá chegar nas instalações de preparo do concreto em bitolas separadas, respeitando os seguintes limites (peneiras de malhas quadradas):

ABERTURA DE MALHA (mm)	PORCENTAGENS QUE PASSAM, EM PESO PARA AS GRADUAÇÕES INDICADAS			
	4,8 A 19 mm	19 a 38 mm	38 a 76 mm	76 a 152 mm
152	-	-	-	90 - 100
76	-	-	90 - 100	0 - 25
50	-	-	20 - 55	0 - 5
38	-	90 - 100	0 - 10	-
25	-	20 - 45	0 - 5	-
19	90 - 100	0 - 10	-	-
9,5	30 - 55	0 - 5	-	-
4,8	0 - 8	-	-	-
2,4	0 - 2	-	-	-

A FISCALIZAÇÃO poderá, sempre que julgar conveniente, restringir as oscilações de composição granulométrica, fixando limites mais estreitos.

O agregado graúdo a ser utilizado será uma mistura dos tamanhos retro indicados, em porcentagens que forneçam curva contínua.

O agregado graúdo será estocado em pilhas de acordo com suas dimensões nominais e de maneira a evitar segregação, mistura com outros agregados, contaminação por poeira ou outros materiais estranhos devendo ser possibilitada a drenagem livre do excesso de água, através de sistema de drenagem aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Nenhum equipamento que tenha lama, óleo nas esteiras ou pneus deverá ser operado nas pilhas de estocagem.

A descarga do agregado nas pilhas deverá ser feita de maneira a diminuir o fracionamento dos grãos.

Uma quantidade suficiente de agregados será mantida nas pilhas, de modo a possibilitar um lançamento contínuo e a complementação de qualquer camada ou lance de concreto iniciado.

000091

O agregado miúdo deverá ser constituído de areia natural quartzosa ou artificial, resultante do britamento de rochas estáveis, ou da composição de ambas e com diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm.

O agregado miúdo deverá ser constituído de partículas duras, resistentes e duráveis, sem quantidades nocivas de impurezas.

O agregado miúdo não deverá ter partículas delgadas, planas ou alongadas, cuja dimensão seja cerca de 5 vezes a sua dimensão mínima.

A granulometria do agregado miúdo deverá estar dentro dos seguintes limites (peneiras de malhas quadradas):

ABERTURA DE MALHAS	PORCENTAGENS INDIVIDUAIS RETIDAS, EM PESO (%)
4,8	0 - 5
2,4	5 - 15
1,2	10 - 25
0,6	10 - 30
0,3	15 - 35
0,15	12 - 20
0,075	2 - 10

A FISCALIZAÇÃO fará o controle granulométrico periódico do agregado miúdo, rejeitando qualquer lote cuja curva granulométrica se afasta das zonas "ótimas" ou "utilizáveis" definidas na Especificação EB-4 da ABNT.

O agregado miúdo deverá ser armazenado e conservado de modo que seja evitada a introdução de materiais estranhos no concreto.

Nenhum equipamento de tração que tenha lama, óleo nas esteiras ou pneus deverá ser operado nas pilhas de armazenamento. Ao ser depositado ou retirado o material, deverão ser tomadas precauções para evitar sua segregação.

As pilhas de agregado miúdo deverão ser dispostas de maneira que assegurem um período mínimo de 24 horas de drenagem, antes do uso, devendo esse material chegar às instalações de preparo do concreto com umidade superficial uniforme e estável, nunca superior a 8%.

A quantidade armazenada nas pilhas deverá ser suficiente para garantir a colocação contínua do concreto. Essa quantidade deverá ser mantida enquanto for necessário produzir concreto para a execução da obra.

### 1573 ÁGUA

A água utilizada no amassamento do concreto deve provir de fonte, córrego, rio ou de outras ocorrências previamente qualificadas por meio de ensaios efetuados em laboratórios, não devendo ter quantidades prejudiciais de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas ou outras impurezas.

000092

A água potável é considerada de boa qualidade para utilização em concreto.

No caso de dúvidas quanto a água a ser utilizada, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir do EMPREITEIRA a realização, além de análise química, do ensaio de qualidade que deve ser um ensaio comparativo de resistência à compressão de corpos de prova com o mesmo traço, confeccionados respectivamente com a água em questão e com água potável. Não deverá haver redução de resistência superior a 10%.

#### 15 7 4 ADITIVOS

Quando indicado e/ou a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser autorizada a utilização de aditivos impermeabilizantes, aceleradores ou retardadores de pega, redutores de água e incorporadores de ar. A autorização para uso será específica para o tipo, quantidade e peça a ser concretada.

### 15.8 DOSAGEM E MISTURA DO CONCRETO

#### 15 8 1 GENERALIDADES

O concreto será dosado de modo a obter misturas trabalháveis com conteúdos mínimos de água e que, para cada estrutura, sendo devidamente curado, satisfaça às exigências de resistência mecânica e durabilidade prevista no Projeto.

Se for comprovadamente necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverá ser modificada a proporção dos ingredientes para manter a qualidade requerida por esta Especificação, sem ônus para a CONTRATANTE.

#### 15 8 2 DOSAGEM

Todos os materiais que compõem o concreto deverão ser medidos em peso. É facultada a medida em volume dos agregados miúdos e graúdos, desde que sejam observadas rigorosamente as prescrições constantes das normas da ABNT.

Sempre que houver concretagem a intervalos regulares, a umidade dos agregados será determinada por método preciso para efeito da necessária correção da relação água-cimento.

A EMPREITEIRA deverá dispor na obra de equipamento adequado para controle de umidade dos materiais, além de todos os equipamentos necessários para a dosagem racional do concreto e seu controle, inclusive formas cilíndricas metálicas em número suficiente para moldagem de corpos de prova de acordo com as normas da ABNT.

#### 15 8 3 Traço

O traço será determinado em função do tipo de peças a ser concretada e das condições de trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade exigidas.

000093

As especificações detalhadas e as instruções de campo, relativas a cada estrutura, indicarão as resistências e condições de trabalhabilidade aplicáveis aos concretos a serem lançados.

Todas as misturas serão objeto por parte da EMPREITEIRA de cuidadosos estudos de traço com a necessária antecedência. O fabrico do concreto a aplicar em qualquer parte da obra, só poderá ser iniciado depois que o respectivo estudo de traço esteja aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 15.8.4 EQUIPAMENTO

As instalações de preparo do concreto serão feitas sob inteira responsabilidade da EMPREITEIRA, que ao dimensioná-las deverá levar em conta o volume de serviço a executar dentro dos respectivos cronogramas, suas dificuldades, condições locais e tudo o mais que possa influir na sua capacidade de produção.

Os projetos das instalações serão submetidas à aprovação da FISCALIZAÇÃO, que poderá exigir modificações.

A EMPREITEIRA deverá providenciar pesos padrões e todo o equipamento auxiliar necessário para verificação da exatidão de cada balança e dos outros dispositivos de medição. As provas de verificação deverão ser feitas na presença da FISCALIZAÇÃO.

As instalações de dosagem deverão ser tais que a imprecisão na alimentação e mistura dos materiais não exceda 1,5% para a água e cimento e 3% para qualquer tipo de agregado.

As dimensões das betoneiras deverão ser compatíveis com o diâmetro dos agregados.

As betoneiras, assim como todo o equipamento, deverão ser mantidos em perfeitas condições, principalmente no que se refere ao dispositivo de medição de água, que deverá ser de controle automático.

A EMPREITEIRA deverá ter meios para identificar cada mistura, encaminhá-la ao seu destino correto e controlar sua descarga, sem que haja possibilidade de equívoco.

#### 15.8.5 MISTURA

O concreto será misturado até ficar com aparência uniforme e com todos os componentes igualmente distribuídos.

Não será permitido um misturamento excessivo, que necessite de adição de água para preservar a consistência do concreto.

A seqüência de introdução dos componentes na betoneira deverá ser determinada na obra com o propósito de se obter a máxima eficiência.

A betoneira não será sobrecarregada além da capacidade recomendada pelo FABRICANTE e será operada na velocidade indicada na placa que fornece as características da máquina.

A não ser que sejam determinados de outra forma e/ou aprovados pela FISCALIZAÇÃO, os tempos de amassamento não serão inferior a:

000094

CAPACIDADE DA BETONEIRA (m <sup>3</sup> )	TEMPO DE AMASSAMENTO (seg)
0,75	75
1,50	90
2,25	120
3,00	150
3,75	165
4,50	180

Esse tempo será contado desde o momento em que todos os materiais sólidos estiverem na betoneira, sob a condição de que toda a água de dosagem correspondente tenha sido adicionada antes de transcorrer a quarta parte do tempo de amassamento.

O controle de qualidade do concreto misturado pelos caminhões betoneira apresenta alguns problemas que não são comuns a outros tipos de misturadoras de concreto. A não ser que se tomem as devidas precauções, podem ocorrer segregação e variação de consistência, a ponto de se perder o controle da relação água-cimento.

A quantidade de água necessária para que se obtenha a consistência adequada é efetuada por fatores que também influenciam o aumento da temperatura do concreto. Estes fatores são as características dos ingredientes, tempo decorrido entre a central e o local da aplicação, quantidade da mistura, tempo necessário para a descarga e lançamento, condições climáticas etc.

Em circunstâncias diversas, tais como entrega irregular, trajetos muito longos, lançamento pequenos e lentos em temperaturas elevadas, os problemas de se manter um certo grau de uniformidade são muito maiores.

Ao se utilizar caminhões betoneiras serão dadas precauções a fim de se garantir a uniformidade do concreto em todas as betonadas. Essas precauções são as seguintes:

- a) em dias de calor, a temperatura do concreto será mantida, sempre que possível, entre 21 e 27°C;

Isso poderá ser conseguido pelos seguintes meios:

- a1 - utilização de água fria ou gelo na mistura;
- a2 - manutenção dos materiais à temperatura mais baixa possível, por meio de coberturas ou molhando-se as pilhas de agregado para provocar o resfriamento por evaporação;
- a3 - eliminação do uso de cimento quente;
- b) a central de concreto deverá ser equipada com um bom medidor de água entre o tanque e o misturador. O medidor deverá ter mostradores e totalizador;
- c) a água adicional não deverá exceder a quantidade necessária para a relação água-cimento pré-estabelecida, a fim de que se obtenha o "slump" adequado;



- d) como o carregamento dos agregados na usina geralmente é feito com uso de pá mecânica, alerta-se para a possibilidade de se ultrapassar o peso previsto na dosagem. Neste caso deverão ser feitas as devidas correções a fim de se manter o traço desejado;
- e) aferir periodicamente as balanças através do "peso padrão", ou quando a FISCALIZAÇÃO assim o determinar;
- f) durante a colocação do cimento na usina não deverá haver perda do material. Para tanto, sugere-se a utilização de um sistema eficaz, como por exemplo o "pica-saco".

## 15.9. TRANSPORTE DO CONCRETO

### 15.9.1 Generalidades

A condição principal imposta ao sistema de transporte é a de manter a homogeneidade do material.

Para isso o concreto deverá ser transportado da betoneira às formas com a máxima rapidez possível, empregando-se métodos que evitem segregação e perda dos ingredientes, especialmente de água ou nata de cimento.

Qualquer que seja o equipamento adotado, a FISCALIZAÇÃO deverá aprová-lo previamente.

No caso de se empregar bombas para o transporte do concreto, os seguintes cuidados deverão ser tomados:

- a) Os agregados graúdos que permitem um melhor bombeamento são seixo rolado ou pedregulho natural.
- b) O agregado miúdo deverá conter 15 a 20% de material passando na peneira 0,2 mm e 3% na peneira 0,15 mm.
- c) O diâmetro máximo do agregado deverá ser sempre menor do que um terço do diâmetro do tubo.
- d) O consumo mínimo de cimento deverá ser 300 kg/m<sup>3</sup> de concreto.
- e) O abatimento do concreto (slump) deverá estar compreendido entre 6 e 16 cm, dependendo do tipo de bomba a ser utilizada.

Quando forem utilizados caminhões betoneira para transporte do concreto até o local das obras, será verificado periodicamente o desempenho dos mesmos, para determinar a adequação do equipamento e dos métodos aprovados, o número de rotações necessárias ao processo de mistura sem que ocorram excesso e inspeções em seu interior a fim de se verificar o desgaste das hélices ou existência de concreto residual.

Ocorre frequentemente uma considerável perda de slump em concretos transportados por caminhões betoneira, especialmente em dias com temperaturas elevadas. Essa perda deverá ser mantida ao mínimo, limitando-se a velocidade em 20 rotações por minuto e mantendo na usina o slump máximo especificado no traço de modo

que sua perda até o local de lançamento fique dentro da faixa admissível.

Em dias extremamente quentes as operações de mistura e lançamento poderão ser executadas à noite, desde que previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Todos os caminhões betoneira deverão ser equipados com contador de rotações.

O tempo máximo permitido entre a saída do concreto da usina e o lançamento nas formas será de 60 minutos.

Não serão utilizados caminhões betoneiras com capacidade superior ao necessário, para uma determinada concretagem.

## 15.10. LANÇAMENTO

### 15 10 1 Generalidades

Para cada estrutura ou parte dela, e com antecedência adequada a cada caso, a EMPREITEIRA apresentará à FISCALIZAÇÃO, seu plano de concretagem. De forma alguma o plano de concretagem poderá modificar as diretrizes de execução estabelecidas no Projeto.

Para obtenção do bom padrão de concreto a EMPREITEIRA executará sem ônus adicional para a CONTRATANTE, mata-juntas nas formas, bem como espaçadores (pastilhas) entre a ferragem e a forma, para garantia da espessura do recobrimento previsto no projeto e nas normas.

Qualquer concretagem só será iniciada após a FISCALIZAÇÃO proceder o rigoroso exame dos escoramentos, cimbres, formas, armações, chumbadores e circunstâncias locais que possam afetar a qualidade final das estruturas.

A EMPREITEIRA deverá manter um sistema de comunicação rápido entre o local de fabricação do concreto e os de lançamento, para seu uso e da FISCALIZAÇÃO.

### 15 10 2. MEIOS DE LANÇAMENTO

A EMPREITEIRA deverá providenciar equipamentos capazes de lançar adequadamente qualquer concreto especificado.

Os equipamentos e métodos de lançamento só poderão ser utilizados se aprovados pela FISCALIZAÇÃO e deverão ser tais que:

- possibilite o lançamento do concreto o mais próximo possível de sua posição definitiva.
- evitem a segregação dos agregados graúdos na massa do concreto. Se tal acontecer, esses agregados serão espalhados antes que o concreto seja vibrado.
- evitem queda vertical maior do que 1,50 m. Quando a altura da queda for maior que 1,5 m medidas especiais deverão ser tomadas para evitar segregação, tais como abertura de janelas nas formas para diminuir a altura de lançamento e facilitar o adensamento, colocação de

000097

trombas de chapa ou lono no interior das formas, emprego de concreto mais plástico e rico de cimento.

### 15.10 3 Lançamento Convencional

O concreto deverá ser lançado antes de decorridos 30 minutos de seu amassamento. O lançamento do concreto, que deverá ser contínuo e tão rápido quando possível, será feito em camadas horizontais não superiores a 30 cm.

Cada camada deverá ser lançada e adensada antes que a betonada precedente tenha iniciado a pega, a fim de se evitar superfícies de separação entre as duas betonadas.

Nos locais de lançamento deverão ser previstos recursos de proteção do concreto contra chuvas repentinas.

Qualquer concreto que tenha endurecido, de tal modo que não possa ser assegurada sua colocação adequada, será refugado.

Quando os lançamentos terminarem em superfícies inclinadas, a EMPREITEIRA adensará o concreto nessas superfícies, quando ainda plástico, de maneira que seja obtida uma inclinação uniforme e estável.

### 15 10 4 CONCRETO LANÇADO SOBRE TERRA

Se o concreto for lançado sobre terra, a superfície em contato com o concreto deverá estar limpa, compactada e livre de poças d'água.

Antes de qualquer concretagem sobre terra será feito um lastro de pedras ou de concreto magro com espessura de 5 a 15 cm, conforme desenhos do projeto e/ou instruções da FISCALIZAÇÃO.

### 15 10 5 Concreto Lançado Sobre Rocha

As superfícies de rocha sobre as quais o concreto será lançado deverão estar limpas, isentas de óleos, água estagnada ou corrente, lama e detritos. Todas as superfícies de rocha aproximadamente horizontais serão cobertas com uma camada de argamassa de 1 cm de espessura, imediatamente antes do lançamento do concreto. A argamassa terá a mesma proporção cimento-areia do concreto. Para garantir a penetração de argamassa em todas as irregularidades da superfície, ela será espalhada e esfregada sobre rocha, por meio de vassouras duras.

Tratamentos especiais, decorrentes de situações geológicas particulares serão examinados e indicados em cada caso pela FISCALIZAÇÃO.

## 15.11. ADENSAMENTO DO CONCRETO

O concreto deverá ser adensado até a densidade máxima praticável através de processos que provoquem a saída do ar, facilitem o arranjo interno dos agregados e melhorem o contato com as formas e as armaduras.

000098

O adensamento do concreto será feito por meio de vibradores.

Qualquer tipo de vibração a ser utilizada deverá ser previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

Antes do início do lançamento do concreto, todos os vibradores e mangueiras serão inspecionados quanto a defeitos que possam existir.

Os vibradores de imersão deverão ter uma frequência não inferior a 6.000 rpm.

A qualquer momento deverão haver vibradores em número suficiente para assegurar o adensamento satisfatório de todo o concreto lançado.

O vibrador deverá operar no adensamento de cada lance de concreto em posição próxima da vertical, sendo que o tubo vibratório deverá penetrar de 2 a 5 cm na camada anterior.

Os lances adicionais de concreto não serão superpostos até que o concreto lançando anteriormente tenha sido completamente vibrado.

Os tubos vibratórios não deverão ser introduzidos a menos de 10 cm da face das formas para não deformá-la e evitar a formação de bolhas e de calda de cimento ao longo dos moldes.

Deverão ser evitadas vibrações excessivas que possam causar segregação e exudação.

## 15.12. JUNTAS

### 15.12.1 JUNTAS DE CONSTRUÇÃO (JUNTAS FRIAS)

A posição detalhada das Juntas de concretagem deverá constar do plano de concretagem da EMPREITEIRA.

As operações de manipulação do concreto junto às superfícies das camadas deverão ser as mínimas necessárias para produzir não só o adensamento requerido como também uma superfície suficientemente rugosa, que permita sua aderência à camada superposta.

Não será permitida a vibração superficial ou qualquer outra ação que possa tornar excessivamente lisa a superfície das camadas sobre as quais será lançada outra camada.

As "juntas frias" nunca deverão ser posicionadas em locais onde as tensões tangenciais sejam elevadas e não hajam armaduras suficientes para absorvê-las.

As regras gerais para o bom preparo das "juntas frias" são as seguintes:

- a) Retirada de calda ou nata de cimento da superfície, proveniente da subida, por ocasião da vibração de ar, água, cimento e agregados miúdos. Esta retirada deverá ser feita 4 a 12 horas após a concretagem, com jato de ar ou água até uma profundidade de 5 mm e até o aparecimento do agregado graúdo, que deverá ficar limpo.

- b) Esta limpeza deverá repetir-se 24 horas antes da retomada da concretagem, para retirada do pó e dos resíduos, bem como da película superficial hidratada do concreto e carbonatada pela água, depositados nas asperezas das superfícies.
- c) Durante as 24 horas que precedem a retomada da concretagem, a superfície deverá ser saturada de água para que o novo concreto não tenha sua água de mistura, necessária à hidratação do concreto, retirada pela absorção do concreto velho. Deverá seguir-se uma secagem para retirada de eventuais poças d'água.
- d) Ao se retomar a concretagem, deverá ser colocada 1 a 2 centímetros de espessura de argamassa com o mesmo traço do concreto, porém sem o agregado graúdo. Esta camada servirá para evitar formação de vazios entre o agregado graúdo e o concreto velho, já que a pedra terá sempre uma camada de ligação onde de assentar.
- e) Colocar o concreto novo sobre o velho, com especial cuidado no sentido de se evitar a formação de bolsas de pedra, provenientes de falta de homogeneidade devida à mistura deficiente, transporte e colocação irregulares.
- f) No caso de paredes ou outros elementos em que não seja aconselhável o uso de qualquer jato para limpeza das superfícies endurecidas, as formas deverão ser executadas até o nível da junta. O enchimento das formas deverá ser feito até 3 cm acima desse nível, fazendo-se a remoção do excesso no endurecimento. O acabamento poderá ser feito por meio de escovas de pelo duro, ou qualquer outro meio manual adequado, até a completa remoção do concreto defeituoso, das concentrações de nata e argamassa fraca, manchas e quaisquer materiais indesejáveis, completando-se com a lavagem cuidadosa da superfície do concreto, a fim de eliminar todos os materiais soltos.

### 15 12 2 Juntas de Dilatação e Retração

As juntas de dilatação e retração deverão ser construídas segundo orientação da FISCALIZAÇÃO.

Em nenhum caso deverá ser prolongada, através de uma junta, uma peça de aço ou outro material fixo embutido no concreto e não provido de dispositivo especial de expansão.

Qualquer quantidade de concreto que eventualmente transborde sobre as formas e altere a seção da junta deverá ser removida cuidadosamente.

Durante a concretagem, o material de vedação das juntas deverá ser mantido rigorosamente em sua posição

A EMPREITEIRA deverá substituir e consertar à sua custa quaisquer juntas que tenham sido danificadas durante a operação de concretagem.

000100

### 15.13. CURA DO CONCRETO

Todas as superfícies de concreto expostas ao ar livre deverão ser mantidas continuamente úmidas durante 14 dias após o lançamento do concreto.

Nos casos em que as superfícies são protegidas pelas formas, o concreto deverá ser curado por umidecimento durante pelo menos 7 dias.

Nos lugares onde não for possível cobrir o concreto com areia, terra, serragem molhada ou material semelhante, as superfícies de concreto deverão ser permanentemente irrigadas.

A água usada na cura deverá ser limpa e livre de elementos que possam prejudicar, ou descolorir o concreto.

As formas de madeira deverão ser molhadas frequentemente para impedir a abertura de juntas e a evaporação através da madeira.

Quando os moldes forem metálicos, especial atenção deverá ser dada para a vedação das juntas.

As superfícies a serem cobertas com terra só necessitarão ser curadas até ser colocado o aterro.

### 15.14 CONTROLE

A EMPREITEIRA fará todos os estudos e ensaios necessários e a FISCALIZAÇÃO os aprovará se os considerar satisfatórios.

Se os resultados dos ensaios não forem considerados satisfatórios, a EMPREITEIRA demolirá e reconstruirá, às suas custas, as partes das obras que a FISCALIZAÇÃO determinar.

Caso seja constatada a necessidade de verificação "in loco" da qualidade e segurança do concreto aplicado na obra, as despesas com especialistas e ensaios de materiais ou corpos de prova realizados em laboratórios idôneos e aprovados pela FISCALIZAÇÃO, correção por conta da EMPREITEIRA.

Todo os ensaios serão realizados segundo os métodos da ABNT ou da ASTM.

Caberá à EMPREITEIRA:

- Realizar todos os ensaios e investigações preliminares para determinar a qualidade dos materiais e as condições em que poderão ser empregados no concreto.
- Aferir o fator água-cimento na usina fazendo a sua devida correção em função da umidade dos agregados.
- Ensaiar o "slump" do concreto saído da usina em caminhão betoneira e por ocasião da colocação do concreto nas formas.
- Determinar por meio de estudos preliminares e por tentativas sucessivas, as proporções dos materiais para obtenção de concretos econômicos que possuam os requisitos de qualidade estabelecidos nestas Especificações.

000101

- Realizar, na presença da FISCALIZAÇÃO, durante o andamento das obras, todos os ensaios necessários ao controle de qualidade dos materiais e dos concretos produzidos.
- Confeccionar corpos de prova durante o lançamento do concreto.
- Ajustar ou substituir traços de concreto quando necessário e/ou por ordem da FISCALIZAÇÃO.
- Manter um registro de todos os ensaios e resultados obtidos.

Todo o concreto que não atender às Especificações aqui mencionadas serão rejeitados e substituídos sem ônus para a CONTRATANTE.

Com o resultado dos ensaios proceder-se-á a determinação do coeficiente de variação no canteiro de serviço.

O traçado do gráfico de controle dos resultados permitirá uma visão do conjunto dos valores obtidos e a observação das dispersões que ocorrem na qualidade da execução do concreto.

O valor máximo permitido para coeficiente de variação será de 10% (dez por cento), ficando a critério da FISCALIZAÇÃO a necessidade ou não de serem feitos novos estudos de dosagem.

## 15.15. ACABAMENTOS

### 15 15 1 GENERALIDADES

As irregularidades causadas por deslocamento ou má colocação da forma, ou por ligamentos soltos ou madeira defeituosa da forma, bem como "ninhos de abelhas", serão considerados como irregularidades, e deverão ser reparados, onde ocorrerem, sem ônus para a CONTRATANTE.

### 15 15 2 SUPERFÍCIES FEITAS COM FORMAS

As superfícies sobre ou contra as quais deverá ser colocado concreto ou aterro, não necessitarão de tratamento depois da remoção da forma, excetuando os reparos dos "ninhos de abelha" e outro concreto defeituoso, além da cura especificada. As correções das irregularidades nas superfícies, somente serão necessárias nas depressões e somente para aquelas que alteram as características estruturais da obra.

As superfícies não proeminentemente exposta á vista, tais como as superfícies exposta dos muros de arrimo, galerias e passagens necessitarão de retificação não só para o reparo de "ninhos de abelhas", como também das irregularidades de superfícies que entre juntas de formas excedam a 4 mm e que apresentem um desalinhamento gradual de no máximo de 6 mm/metro linear.

As superfícies proeminentemente exposta á vista, necessitarão de retificação não só para o reparo de "ninhos de abelhas", como também das irregularidades de superfícies que

000102

entre juntas de formas excedam a 3 mm e que apresentem um desalinhamento gradual de no máximo 4 mm/metro linear.

### 15 15 3 REPAROS NO CONCRETO

Em princípio não serão admitidos reparos no concreto, mas se excepcionalmente autorizados pela FISCALIZAÇÃO os reparos só poderão ser efetuados por pessoal especializado. A EMPREITEIRA manterá a FISCALIZAÇÃO avisada sobre a época em que qualquer reparo no concreto deverá ser feito. O reparo no concreto só poderá ser efetuado na presença do inspetor da FISCALIZAÇÃO.

As rebatidas deverão ser totalmente removidas das superfícies expostas.

Onde as irregularidades das superfícies excederem aos limites especificados, as saliências deverão ser eliminadas por martelamento ou desbaste.

Os custos de todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos empregados nos reparos do concreto correrão por conta da EMPREITEIRA.

### 15 16. MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O concreto será medido em m<sup>3</sup>, com base nas dimensões definidas nos desenhos do projeto.

O pagamento será efetuado pelos preços unitários do metro cúbico constantes da planilha de orçamento das obras.

Os preços unitários do concreto deverão incluir o custo de todos os materiais necessários assim como o seu preparo, transporte, lançamento, adensamento, acabamento e controle tecnológico.

O pagamento das juntas de dilatação/contração será efetuado a parte, pelo preço do metro linear constante na planilha de orçamento das obras.

000103



16. ARGAMASSA DE CIMENTO

000104

## 16. ARGAMASSA DE CIMENTO

### 16.1 GENERALIDADES

Esta especificação será aplicada a todos os serviços onde houver emprego de argamassa e quando não houver Especificação própria para a mesma.

### 16.2. COMPONENTES

#### 16.2.1 AGREGADOS

Os agregados terão que ser do tipo miúdo, que corresponde á areia natural quartzosa de diâmetro máximo igual a 4,8 mm.

O agregado deve ser Limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, sais, matérias orgânicas, etc.

#### 16.2.2 CIMENTO

Os cimentos a serem empregados serão os do tipo Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer às exigências da EB-1 e EB-2 da ABNT

Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original ou a granel, e deverá ser armazenado em local seco e abrigado; o tempo de armazenagem e a forma de empilhamento, se for o caso, deverão ser tais que não comprometam a sua qualidade.

Sempre que julgar necessário, a FISCALIZAÇÃO poderá exigir apresentação do certificado de qualidade.

#### 16.2.3 ÁGUA PARA AMASSAMENTO

Deverá atender às mesmas exigências do Item 15.7.3

### 16.3. EXECUÇÃO E CONTROLE

Salvo autorização em contrário, dada pela FISCALIZAÇÃO, as argamassas deverão ser preparadas em betoneiras. Sendo permitida a mistura manual. A areia e o cimento deverão ser misturados a seco, até a obtenção de mistura com coloração uniforme, quando então será adicionado água para obtenção de argamassa de boa consistência de modo a permitir o manuseio e espalhamento fáceis à colher de pedreiro.

A argamassa que não tiver sido empregada dentro de 45 minutos após a sua preparação, será rejeitada, não sendo permitido o seu aproveitamento, mesmo que a ela seja adicionado mais cimento.

As argamassas serão controladas pelos ensaios de qualidade dos seus componentes e pela sua dosagem.

000105

17. FORMAS E ESCORAMENTOS

**000106**

## 17. FORMAS E ESCORAMENTOS

### 17.1 FORMAS

#### 17.1.1 GENERALIDADES

As formas serão executadas pela EMPREITEIRA com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Serão usadas aonde quer que sejam necessárias para confinar o concreto e moldá-lo segundo as linhas, dimensões e juntas exigidas pelo projeto.

Quando julgar necessário a FISCALIZAÇÃO exigirá que a EMPREITEIRA apresente o projeto de formas para análises e aprovação.

As formas terão resistência necessária para suportar a pressão resultante do lançamento e vibração do concreto e serão mantidas rigidamente em posição.

As formas serão suficientemente estanques para evitar a perda de argamassa. Toda vedação necessária será feita com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

As formas serão colocadas de tal modo que as marcas horizontais sejam contínuas em toda a superfície.

As formas para as superfícies que serão expostas, deverão ser construídas ou revestidas de material liso como chapas de aço ou madeiras aplainadas, que não apresentem deformações ou falhas.

Onde necessário, serão feitas aberturas nas formas para facilitar a inspeção, limpeza, lançamento e adensamento do concreto.

As formas perdidas, necessárias à execução dos vazios previstos no projeto, deverão ser realizadas com materiais leves e imputrescíveis.

Todas as aberturas temporárias nas formas, por motivos construtivos, estão sujeitas à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

A qualidade de todas as formas será de responsabilidade da EMPREITEIRA e estará sujeita à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 17.1.2 PARAFUSOS DE FIXAÇÃO

Os parafusos maciços de fixação das formas permanecerão embutidos e deverão estender-se da face do concreto, pelo menos 2 diâmetros ou duas vezes a sua dimensão mínima.

Os tirantes ocios empregados na fixação das formas deverão ser preenchidos com concreto, argamassa ou pasta de cimento.

As aberturas localizadas nas superfícies permanentemente expostas ao ar deverão ser enchidas com argamassa seca. Nas paredes cujas faces vão ser cobertas de terra, as formas poderão ser fixadas empregando-se tirantes de arame, que deverão ser cortados rente à superfície do concreto, após a retirada das formas.

### 17 1 3. Limpeza e Untamento das Formas

Por ocasião do lançamento do concreto, as formas estarão isentas de incrustações de argamassa ou outros materiais estranhos. Antes que o concreto seja lançado, as superfícies das formas serão untadas com um tipo de óleo que impeça efetivamente a aderência e não manche as superfícies do concreto. Todos os óleos para formas deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Após o untamento, o óleo em excesso nas superfícies das formas será removido.

A armadura do aço ou outras superfícies que necessitem de aderência de concreto, serão mantidas isentas de óleo.

### 17 1 4 Remoção das Formas

A desforma da estrutura deverá ser realizada nos prazos estipulados pela NB-1, na sequência apresentada nos planos de desforma e descimbramento previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A aprovação do plano de desforma pela FISCALIZAÇÃO não eximirá o EMPREITEIRO de sua responsabilidade nesse serviço.

As formas serão cuidadosamente removidas tão logo o concreto tenha endurecido e adquirido suficiente resistência, para facilitar a cura e possibilitar o preparo, o mais breve possível das imperfeições do concreto, mas nunca serão removidas sem autorização da FISCALIZAÇÃO.

As formas serão retiradas sem produzir movimentos nem choques no concreto, recomendando-se para peças estruturais de importância o emprego de cunhas. A EMPREITEIRA será responsável por avarias no concreto e/ou nas estruturas causadas pela remoção das formas.

## 17 2. ESCORAMENTOS

Os tipos de escoramentos a serem utilizados serão objeto de estudos por parte da EMPREITEIRA, que deverá apresentar, quando do início dos trabalhos, o projeto detalhado das várias soluções propostas, quer sejam em escoramento de madeira ou aço tubular.

A EMPREITEIRA deverá submeter o projeto de escoramento, com os respectivos cálculos justificativos, à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

O escoramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações maiores que 5 mm ou à milésima parte do vão. Para isso, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos à flexão, bem como adotados contraventamentos para obtenção da rigidez necessária.

## 17.3 MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As formas serão medidas em  $m^2$ , com base nas dimensões estipuladas no projeto. O pagamento das formas será efetuado pelo preço unitário de  $m^2$  constante da planilha de orçamento das obras. Esse preço unitário deverá incluir todos os custos com mão-de-obra, equipamentos e materiais, inclusive os gastos com escoramentos e estruturas provisórias necessárias à execução dos serviços.

000108

---

**18. ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO**

## **18. ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO**

### **18.1 CONDIÇÕES PARA ACEITAÇÃO**

As barras e fios de aço deverão satisfazer as condições gerais impostas pela especificação EB-03 da ABNT.

As barras que não satisfizerem essas condições gerais deverão ser rejeitadas. De cada lote aceito será recolhida uma amostra representativa, que será submetida aos ensaios de recebimento.

Caberá à EMPREITEIRA comprovar, através de certificado emitido por laboratório aceito pela FISCALIZAÇÃO, que o aço fornecido atende aos ensaios de tração e dobramento, obedecendo respectivamente aos métodos Brasileiros MB-4 e MB-5.

Caso a FISCALIZAÇÃO ou o próprio laboratório julguem necessário, serão realizados ensaios complementares destinados a verificar a composição química no projeto, tudo às expensas da EMPREITEIRA.

Antes do envio de um carregamento de aço para a obra, a EMPREITEIRA deverá, às suas custas, fornecer à FISCALIZAÇÃO um certificado do FABRICANTE garantindo a qualidade do aço, bem como o atestado de um laboratório aceito pela FISCALIZAÇÃO com os resultados dos ensaios em corpos de prova fornecidos pela EMPREITEIRA. Nenhuma partida poderá ser recebida na obra antes que a FISCALIZAÇÃO a aprove por escrito.

À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de exigir os ensaios que julgar convenientes para comprovar os resultados dos certificados que a EMPREITEIRA entregar.

Quando a qualidade do aço for inaceitável, a juízo da FISCALIZAÇÃO, o mesmo deverá ser retirado da obra por conta do FABRICANTE e a responsabilidade de qualquer atraso, acarretado pela recusa do lote de aço, será de atribuição única e exclusiva da EMPREITEIRA.

## **18.2 EXECUÇÃO E MONTAGEM DA ARMAÇÃO**

### **18.2.1 Limpeza**

As barras de aço destinadas à confecção das armaduras, no momento de seu emprego, deverão estar perfeitamente limpas, retirando-se as crostas de barro, manchas de óleo, graxas e qualquer outro material nocivo.

As barras que sobressaíam das juntas de construção deverão ser limpas e libertas de concreto endurecido, antes de prosseguir com a concretagem.

No caso de, após a Limpeza das barras, verificar-se que ocorreu redução da seção transversal devido à corrosão deverá ser verificada se esta redução é compatível com os padrões e tolerâncias exigidas para aceitação, podendo a FISCALIZAÇÃO, caso julgue necessário, exigir novos ensaios ou substituição do material, sem ônus para a contratante.

000110

### 18.2.2 Corte e Dobramento

O corte e dobramento das barras deverão ser executados a frio, de acordo com os detalhes do projeto e as prescrições da ABNT. Para isso a EMPREITEIRA deverá utilizar a quantidade e tipo de equipamento necessário à execução dos serviços.

### 18.2.3. Emendas

As emendas das barras serão sempre por justaposição e deverão ser executadas de acordo com os detalhes do projeto.

Não serão permitidas emendas por solda.

### 18.2.4. Montagem e Amarração

A armadura será montada no interior das formas na posição e espaçamento indicadas no projeto, de tal maneira que suporte, sem deslocamento, as operações de lançamento e vibração do concreto. Será permitido para esse fim o uso de arame e tarugos de aço. Nas lajes haverá amarração dos ferros em todos os cruzamentos.

As posições corretas das armaduras serão garantidas por espaçadores e suportes, juntamente com as ligações entre as armaduras.

Em geral, os espaçadores e suportes serão de concreto com resistência e durabilidade idênticas às do concreto da obra, podendo ser usados espaçadores e suportes metálicos, deste que não fiquem em contato com as formas e sejam aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Não será permitida a colocação de armadura de aço em concreto fresco e não será permitido o reposicionamento das barras quando o concreto estiver em processo de endurecimento.

O controle quando da execução e montagem da armação será exercido pela FISCALIZAÇÃO que fará a verificação da obediência ao projeto, devendo antes da concretagem de qualquer elemento da obra a armadura ser inspecionada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

### 18.2.5 Chumbadores

Estão previstos chumbadores de barras de aço na armação para ancoragem da laje da base do sangradouro com 32mm de diâmetro e 1,71 metros de comprimento (sem contar o trecho inserido em concreto). O trecho inserido em concreto poderá conter dobra e deverá obedecer ao comprimento de ancoragem de concreto previsto em normas.

O espaçamento entre chumbadores, tanto longitudinal como transversalmente, deverá ser de acordo com o indicado em planta. Existirão pelo menos dois chumbadores por elemento (entre juntas) em ambas as direções.

A perfuração por os chumbadores poderá ser feita com perfuratriz a ar comprimido, (diâmetro NX), preenchendo-se em seguida o furo com nata de cimento (fator água:cimento de 0,5;

000111



caso haja perda de nata, a mesma poderá ser engrossada) e a barra de aço será inserida no furo.

As barras de aço recebem inicialmente um tratamento de limpeza. A remoção de escamas e ferrugem superficial é conseguida com a imersão em solução ácida e aplicação de escova de aço e eventualmente jato de areia.

A fim de manter o vergalhão afastado da superfície do furo para garantir a cobertura com a calda de cimento são usados dispositivos centralizadores de distância de 1,5 a 3,0m.

### 18.2.6 Proteção

Antes e durante o lançamento do concreto as plataformas de serviços deverão estar dispostas de modo a não acarretar deformações nas armaduras. A camada de concreto para cobrimento da armadura não poderá ser inferior a 2,0cm obtidos com o emprego de espaçadores de argamassa (biscoitos) ou outros dispositivos aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Os vergalhões que tenham ficado expostos ao tempo para posterior prosseguimento da obra, deverão ser protegidos com nata de cimento.

### 18.3 MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A armadura será medida em quilogramas (Kg) de barra de aço colocada, segundo as especificações dos desenhos.

O pagamento será efetuado pelo preço unitário do quilograma constante da planilha de orçamento das obras.

O preço unitário da armadura deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, segundo especificado neste item.

19. MANUTENÇÃO

---

000113

## 19. MANUTENÇÃO

As obras de barragem de terra são consideradas como de risco e assim sendo requerem inspeções periódicas no corpo barrante, ombreiras, saída do sistema de drenagem interna e no sítio a jusante do pé da barragem.

Serão apresentados a seguir pontos de maior atenção quando das inspeções à barragem por engenheiro especializado, pertencente a CONTRATANTE ou por ela designado.

### 19.1. TALUDE DE JUSANTE

- a) Leitura periódica da Instrumentação com uma análise criteriosa das observações efetuadas.
- b) Inspeção a jusante da barragem no pé do talude, procurando observar com atenção a limpidez da água porventura efluente e a existência de algum ponto onde haja material argiloso sedimentado, evidenciando possível carreamento de material do corpo da barragem. A canalização da água percolante para avaliar a vazão também é recomendada.

### 19.2. SURGÊNCIAS EVENTUAIS A JUSANTE

Deverá ser inspecionado o sítio a jusante da barragem, em uma extensão de cerca de 100 m, procurando detectar alguma surgência com evidência de erosão interna. Caso ocorra, deve ser providenciada de imediato a execução de um filtro invertido com camadas de areia limpa (20 cm de espessura), brita (20 cm de espessura) e pedras de mão, atendendo ao critério de filtro.

### 19.3 FISSURAMENTOS

Deverá ser inspecionada toda a superfície externa do maciço, em particular, o coroamento com vistas a detectar a ocorrência de fissuramentos. Caso constatados os fissuramentos deverão ser aquilatados, escavando-se poços e trincheiras.

Se for julgado necessário, serão tomadas providências para interceptar e/ou preencher as fissuras.

3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO

3.1 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO MACIÇO

000116

TRILHAS DO MACIÇO

Folha

01 de 08

10

03

APRÃO

ANOS),

FUERA'

( VER

EDOURO).

IZÁVEL

m<sup>3</sup>,

95,0 m,

.VME

ED É'

3.1.1 - PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO

15

000117



UBALDINHO

Vista

Assunto: Projetos Geométricos de Margem

Data

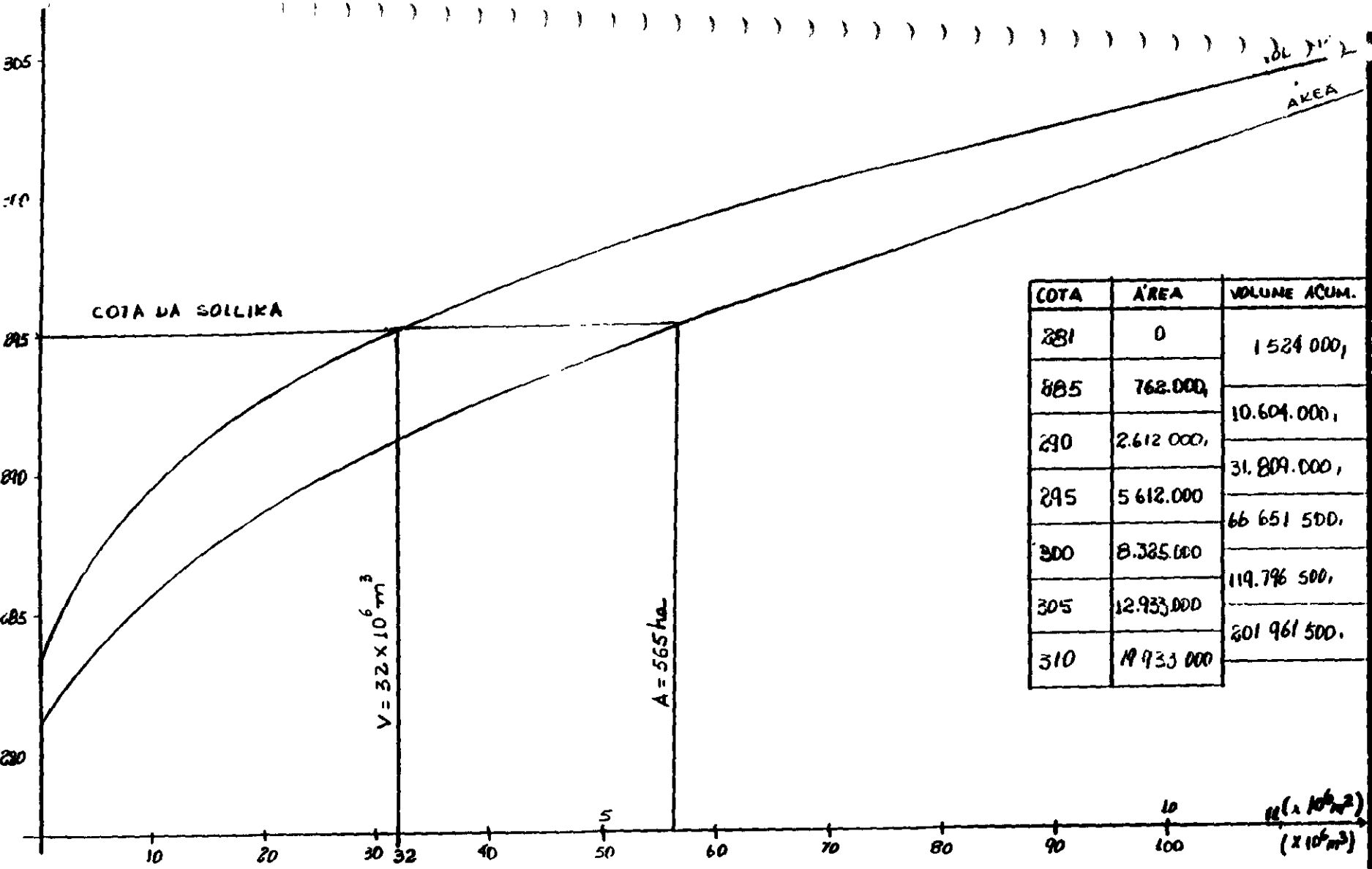
junho/92

Folha

02 de 08

EM MARGEM

OR



COTA	ÁREA	VOLUME ACUM.
281	0	1 524 000,
285	762 000,	10 604 000,
290	2 612 000,	31 809 000,
295	5 612 000	66 651 500,
300	8 325 000	119 796 500,
305	12 933 000	201 961 500,
310	19 933 000	

000118

152 /  
AS  
DS

2 h.

20



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	ASSUNTO	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MALHA
Cálculo		Visto	
		Data	JUNHO / 92
		Folha	04 de 08

ENTÃO,  $f \geq 1,55 \therefore$  ADOTA-SE  $f = 1,60 \text{ m}$

LOGO,  $C_c = 295,00 + 0,97 + 1,60 = 297,57$

ADOPTAR  $C_c = 297,90$

## B) LARGURA DO CORDAMENTO

O CRITÉRIO ADOPTADO PARA A ESCOLHA DA LARGURA DO CORDAMENTO FOI O SUGERIDO POR E. F. PREECE :

$$b \geq 1,1 \sqrt{H} + 1,0, \text{ ODE :}$$

b - LARGURA DO CORDAMENTO (m);

H - ALTURA MÁXIMA DA BARRAGEM (m).

$$H = C_c - C_{\text{LEITO}} = 297,50 - 281,00 = 16,50 \text{ m}$$

$$b \geq 5,52 \therefore$$

ADOPTA-SE  $b = 6,00 \text{ m}$





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO
Cálculo	<del>UBALDINHO</del>	Data	JUNHO / 92
Visto		Folha	05 de 08

### C) TALUDES DO MACIÇO

OS TALUDES DO MACIÇO FORAM PRÉ-DEFINIDOS COM BASE NA DISPONIBILIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO EXISTENTES EM LARGA ESCALA E NA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM:

#### • TALUDES DE MONTANTE

2,5 1,0 (H V) - ENTRE AS COTAS 297,50 E 289,50

3,0 1,0 (H V) - ENTRE AS COTAS 289,50 ATÉ O

TERRENO NATURAL

#### • TALUDES DE JUSANTE

2,5 1,0 (H V) - DA COTA 297,50 ATÉ A COTA 285,00

POR ONDE SE DESENVOLVE UMA BERMA

DE 2,00 M

1,5 1,0 (H V) - DA COTA 285,00 ATÉ O

TERRENO NATURAL

ESTES VALORES FORAM UTILIZADOS NO PROJETO FINAL UMA VEZ QUE OS FATORES DE SEGURANÇA QUANTO À ESTABILIDADE MOSTRARAM-SE SATISFATÓRIOS (VER MEMÓRIA - ESTABILIDADE DOS TALUDES).

000120



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MACIÇO	
Cálculo	<del>feito</del>	Visto	Data	Folha
			JUNHO/92	06 de 08

#### D) TIPO DE MACIÇO

O MACIÇO É DE TERRA, HOMOGÊNEO, E COMPOSTO BASICAMENTE POR MATERIAL ABUNDANTE NA REGIÃO FORMADO A PARTIR DA ALTERAÇÃO DE ROCHAS GRANÍTIICAS E GNAISSÍCAS TIPO ARGILA-ARENA-SILTEOSA, CARACTERIZADO PREDOMINANTEMENTE COMO CL, SEGUNDO A USC.

NO TRECHO CENTRAL DA SEÇÃO HÁ UM FILTRO VERTICAL SEGUIDO DE UM TAPETE HORIZONTAL E COM ENROCAMENTO DE PE' (ROCK-FILL).

O TALUDE DE MONTANTE ESTÁ PROTEGIDO POR UMA CAMADA DE "RIP-RAP".

#### E) ESPESURA DO RIP-RAP E TRANSIÇÃO

O SISTEMA DE PROTEÇÃO DO PARAMENTO DE MONTANTE ADOPTADO É DO TIPO "RIP-RAP" LANÇADO.



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MARRÃO	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUNHO/92	07 de 08

O U.S. BUREAU OF RECLAMATION ADOTA PARA PEQUENAS BARRAGENS UM "RIP-RAP" CONSTITUIDO DE PEDRAS ANGULOSAS, COM ESPESURA E DIÂMETROS DOS BLOCOS VARIANDO DE ACORDO COM A DIMENSÃO DO FETCH.

O FETCH DA BACIA EM ESTUDO É 5,00 KM, PORTANTO A ESPESURA DO "RIP-RAP" SERÁ DE  $e = 0,60$  m

A ESPESURA DA TRANSIÇÃO DEVERÁ OBEDECER A SEGUINTE RELAÇÃO :

$0,30 \leq e_t \leq e_{RIP-RAP} / 2$  , PORTANTO A ESPESURA DA TRANSIÇÃO SERÁ . 0,30 m .



Obra BARRAGEM UBALDINHO	Assunto PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DO MARGEM		
Cálculo <del>Feito</del>	Visto	Data JUNHO / 92	Folha 08 de 08

## BIBLIOGRAFIA

1. CARVALHO, L.H., CURSO DE BARRAGENS DE TERRA, VOLUME 1; DNOCS, FORTALEZA, 1984;
2. U.S.B.R., DISEÑO DE PRESAS PEQUEÑAS, CAMPAÑA EDITORIAL CONTINENTAL, MÉXICO, 1974;
3. ESTEVES, V.P., BARRAGENS DE TERRA, UNIVERSIDADE DA PARAÍSA, CAMPINA GRANDE, 1964.

000123

**3.1.2 - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES**



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Data	JUNHO/92
<i>Revisão</i>	Visto	Folha	01 de 03

### 3.1.2 - CÁLCULO DO FILTRO E TRANSIÇÕES

O filtro e as transições foram avaliados pelos critérios de Terzaghi, ou seja, Critérios de proteção contra o carreamento das partículas finas.

As características granulométricas dos materiais são:

MATERIAL	D10	D15	D60	D85
CL (NÚCLEO)	-	0,002	0,04	0,60
AREIA	0,20	0,32	1,3	1,5
GRITA	4,5	5,8	38,0	85,0

Os critérios a serem observados são

Os seguintes:

I) maciço x filtro

a) Terzaghi

$$a1) \frac{D_{15 \text{ filtro}}}{D_{15 \text{ maciço}}} \geq 5 \Rightarrow \frac{0,32}{0,002} = 160 \text{ (correto)}$$

000125  
000126



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	FILTRO E TRANSIÇÕES
Cálculo	Visto	Data	Folha
Pedra		JUNHO/92	02 de 03

$$a_2) \frac{D_{15} \text{ filtro}}{D_{85} \text{ MACIÇO}} \leq 5 \Rightarrow \frac{0,32}{0,60} = 0,53 \text{ (correto)}$$

b) Coeficiente de uniformidade.

$$\frac{D_{60} \text{ filtro}}{D_{10} \text{ filtro}} \leq 20 \Rightarrow \frac{1,3}{0,2} = 6,5 \text{ (correto)}$$

## II) Transição x Filtro

$$a_1) \frac{D_{15} \text{ Brita}}{D_{15} \text{ filtro}} > 5 \Rightarrow \frac{5,8}{0,32} = 18,13 \text{ (correto)}$$

$$a_2) \frac{D_{15} \text{ Brita}}{D_{85} \text{ filtro}} < 5 \Rightarrow \frac{5,8}{1,5} = 3,87 \text{ (correto)}$$

$$b) \frac{D_{60} \text{ Brita}}{D_{10} \text{ Brita}} < 20 \Rightarrow \frac{38,0}{4,5} = 8,44 \text{ (correto)}$$

Portanto todas as condições foram atendidas.



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	FILTRO E TRANSIÇÕES	
Cálculo		Visto	Data	Folha
Adriana			JUNHO/92	03 de 03

## BIBLIOGRAFIA

1. U.S.E.R., Diseño de Presas Pequeñas, Campaña Editorial continental, México, 1974
2. Esteves, V.P., Barragem de Terra. Universidade da Paraíba, Campina Grande, 1964.



**3.1.3 - ESTABILIDADE DOS TALUDES**



Obra	Assunto		
BARRAGEM UBALDINHO	MACIÇO - ESTABILIDADE DOS TALUDES		
Cálculo	Viso	Data	Folha
		JUL/92	01 de 33

### 3.1.3 - CÁLCULO DA ESTABILIDADE DOS TALUDES

O CÁLCULO DA ESTABILIDADE DOS TALUDES DO MACIÇO DA BARRAGEM SÃO MIGUEL FOI REALIZADO PELO MÉTODO DAS FATIAS, O QUAL CONSISTE EM ESTUDAR UMA SUPERFÍCIE DE RUPTURA CIRCULAR, DIVIDINDO-SE EM FATIAS

A SEÇÃO CONSIDERADA PARA O CÁLCULO DA ESTABILIDADE FOI A SEÇÃO MÁXIMA, UMA VEZ QUE DETÉM AS CONDIÇÕES MAIS DESFAVORÁVEIS

OS PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA CONSIDERADOS NOS CÁLCULOS FORAM OBTIDOS ATRAVÉS DE OBSERVAÇÕES EM ENSAIOS DE CISALHAMENTO LENTO REALIZADOS EM AMOSTRAS DE MATERIAIS ARGILOSOS SEMELHANTES PARA ANÁLISE DE ESTABILIDADE EM OUTROS PROJETOS, E DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E DADOS DE OUTROS PROJETOS PARA OS MATERIAIS ARENOSOS, TRANCIÇÕES E ENROCAMENTO.

O QUADRO A SEGUIR MOSTRA OS VALORES DOS PARÂMETROS DOS MATERIAIS



Obra	UBALDINHO	Assunto	MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES
Cálculo		Data	JUL/92
	Visto		Folha 02 de 33

## PARÂMETROS DOS MATERIAIS

MATERIAL	$\phi$ (°)	c (t/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{nat}$ (t/m <sup>3</sup> )
CL	26.80	3,80	1,80
AREIA	30.00	0,0	1,90
TRANSIÇÃO	33.00	0,0	1,95
ENROCAMENTO	35.00	0,0	2,00
ALUVIÃO	18,00	0,0	1,80

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 DESESTABILIZADORAS QUANTO AO COLAPSO DO MACIÇO.

$$FS = \frac{\sum (N - U) \tan \phi + \sum c}{\sum T}$$

ONDE:

FS = FATOR DE SEGURANÇA

N = FORÇA NORMAL À SUPERFÍCIE DE RUPTURA

U = FORÇA PORO-PRESSÃO NORMAL A SUPERFÍCIE

000130

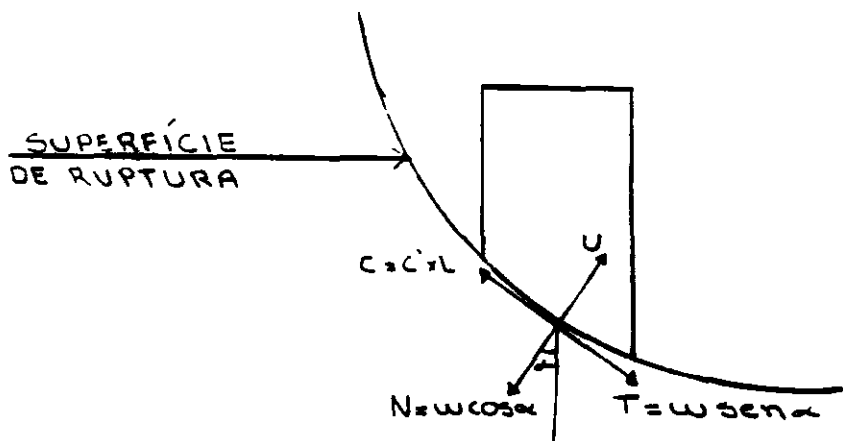


Obra	UBALDINHO	Assunto	MALICO-ESTABILIDADE DE TALUDES
Cálculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	03 de 33

$C =$  FORÇA COESIVA

$T =$  FORÇA TANGENCIAL

O ESQUEMA ABAIXO MOSTRA O BALANÇO DAS FORÇAS NUMA FATIA.



FORAM ESTUDADOS DIVERSOS CÍRCULOS DE RUPTURA TANTO PARA O TALUDE DE MONTANTE COMO O DE LUSANTE, BUSCANDO-SE A SUPERFÍCIE DE RUPTURA MAIS CRÍTICA, ISTO É, COM O MENOR FATOR DE SEGURANÇA

PARA AMBOS OS TALUDES O CÍRCULO QUE APRESENTA-SE O MAIS CRÍTICO É O PROFUNDO, QUE ROMPE PELA FUNDAÇÃO E SURGE NO PÉ DO TALUDE



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES	
BARRAGEM					
Cálculo	Visto		Data	Folha	
			JUL/92	04 de 33	

FORAM CONSIDERADOS OS SEGUINTE CASOS :

. TALUDE DE MONTANTE

- OPERAÇÃO NORMAL
- REBAIXAMENTO RÁPIDO
- FINAL DE CONSTRUÇÃO

. TALUDE DE JUSANTE

- OPERAÇÃO NORMAL
- FILTRO INOPERANTE
- FINAL DE CONSTRUÇÃO

NO QUADRO A SEGUIR SERÃO APRESENTADOS OS RESULTADOS, RODADOS NO COMPUTADOR, PARA AS SUPERFÍCIES DE RUPTURAS CRÍTICAS ESTUDADAS DE CADA PARÂMETRO :



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DOS TALUDES
Cálculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	05 de 33

## QUADRO RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS:

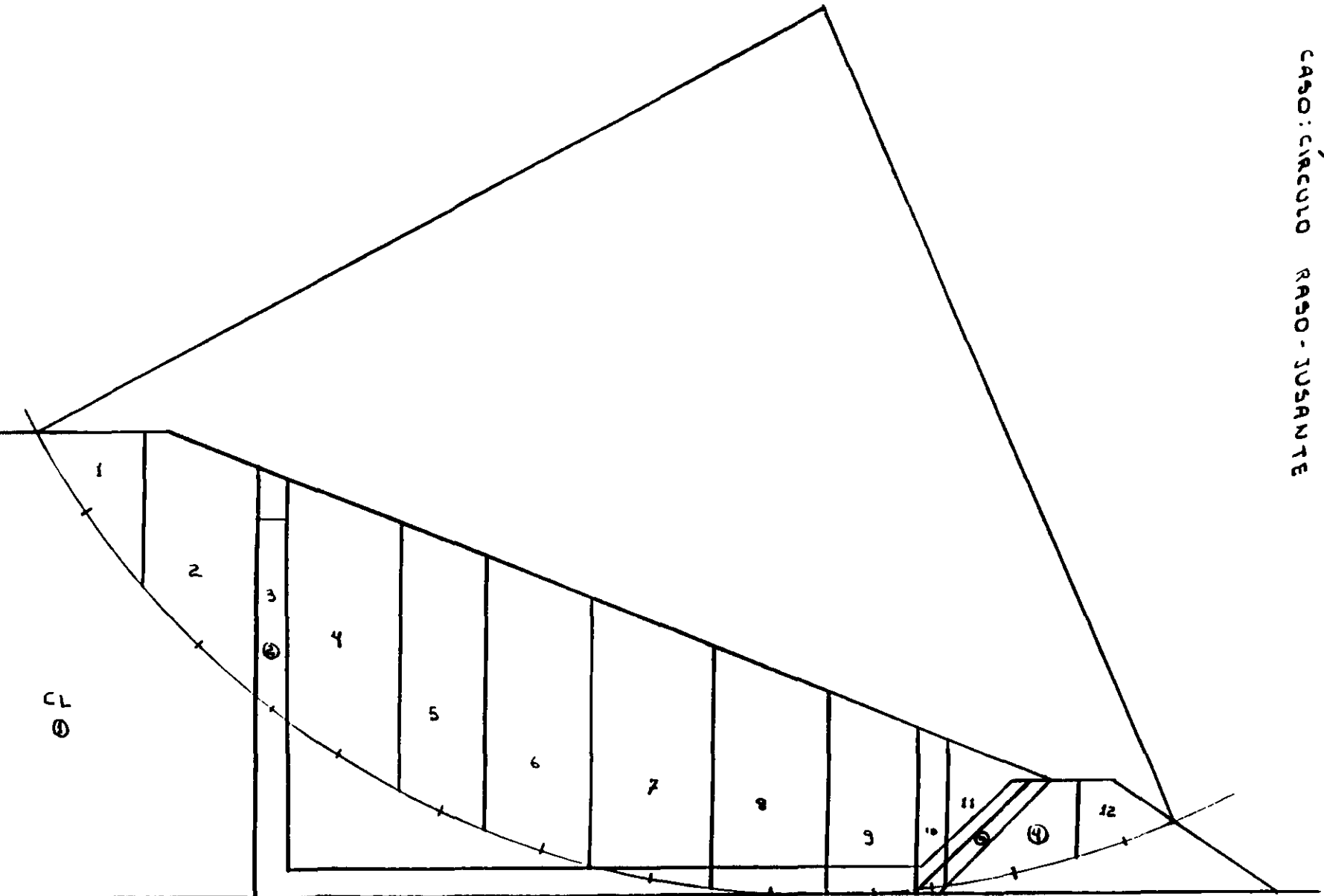
TALUDE	CASO	F S	
CÍRCULO RASO	JUSANTE	OPERAÇÃO NORMAL	2,452
		FILTRO INOPERANTE	2,257
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	2,062
	MONTANTE	OPERAÇÃO NORMAL	2,835
		REBAIXAMENTO RÁPIDO	2,672
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	2,509
CÍRCULO PROFUNDO	JUSANTE	OPERAÇÃO NORMAL	1,626
		FILTRO INOPERANTE	1,485
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	1,344
	MONTANTE	OPERAÇÃO NORMAL	1,790
		REBAIXAMENTO RÁPIDO	1,637
		FINAL DE CONSTRUÇÃO	1,485

APRESENTA-SE A SEGUIR AS PLANILHAS DE COMPUTADOR PARA OS CASOS ACIMA CITADOS.



Obra	ARRAGEM UBALDINHO	Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DE TALUDES
Calculo	Visão	Data	Folhas
		JUL/92	06 de 33

CASO: CÍRCULO RASO - JUSANTE



ALUVIÃO

J9

000134



Obra	UBALDINHO	Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	07 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.10

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG INT ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	1.90	0.00	30.00	AREIA
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO

FATIA	MAT RUT FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		54.46	6.60
2		45.00	5.60
3		34.99	1.40
4		30.96	4.60
5		21.80	3.40
6		16.69	4.00
7		11.31	4.40
8		5.71	4.00
9		-5.71	3.20
10		-11.31	0.80
11		-14.03	4.80
12		-16.69	3.60

MAT/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110.26	27.68	1.60	34.58	28.00	36.40	40.32	28.40	17.92	4.50	6.20	
2		6.70					4.20	4.00	3.20	0.50	2.30	
3										0.60	2.30	
4											9.15	6.72





Obra	UBALDINHO L		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visto		Data	Folha	
			JUL/92	08 de 33	

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.10

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMA	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	18.47	54.46	10.73	1.07	27.00	4.92	15.03	3.80	25.08
2	49.82	45.00	35.23	3.52	27.00	16.16	35.23	3.80	21.28
3	15.61	34.99	12.79	1.28	30.00	6.65	8.95	0.00	0.00
4	62.24	30.96	53.38	5.34	27.00	24.48	32.02	3.80	17.48
5	51.84	21.80	48.13	4.81	27.00	22.07	19.25	3.80	12.92
6	65.66	16.69	62.90	6.29	27.00	28.84	18.86	3.80	15.20
7	80.56	11.31	78.99	7.90	30.00	41.05	15.80	0.00	0.00
8	58.72	5.71	58.43	5.84	30.00	30.36	5.84	0.00	0.00
9	38.34	-5.71	38.15	3.81	30.00	19.82	-3.81	0.00	0.00
10	10.22	-11.31	10.02	1.00	33.00	5.86	-2.00	0.00	0.00
11	38.31	-14.03	37.17	3.72	35.00	23.43	-9.29	0.00	0.00
12	13.44	-16.69	12.87	1.29	35.00	8.11	-3.86	0.00	0.00
TOTAIS->						231.74	132.01		91.96

Fator de Seguranca 2.452



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	JUL/92	
			Folha	09 de 33	

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
 RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA .0.20

NUM	PESO ESPECIF	COESAO	ANG INT ATR	TITULO
1	1 80	3 80	27.00	CL
2	1 90	0 00	30 00	AREIA
3	1 95	0 00	33.00	TRANSICAO
4	2 00	0 00	35.00	ENROCAMENTO

FATIA	MAT RUT FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		54.46	6.60
2		45.00	5.60
3		34.99	1.40
4		30.96	4.60
5		21.80	3.40
6		16.69	4.00
7		11.31	4.40
8		5.71	4.00
9		-5.71	3.20
10		-11.31	0.80
11		-14.03	4.80
12		-16.69	3.60

NUM/PAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110.26	27.68	1.00	34.50	25.00	36.40	40.32	28.40	17.92	4.50	6.20	
2		6.70					4.20	4.00	3.20	0.50	2.30	
3									0.60	2.30		
4										9.15	6.72	



Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	JUL/92	
			Folha	10 de 33	

## ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 20

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	18.47	54.46	10.73	2.15	27.00	4.38	15.03	3.80	25.08
2	49.82	45.00	35.23	7.05	27.00	14.36	35.23	3.80	21.28
3	15.61	34.99	12.79	2.56	30.00	5.91	8.95	0.00	0.00
4	62.24	30.96	53.38	10.68	27.00	21.76	32.02	3.80	17.48
5	51.84	21.80	48.13	9.63	27.00	19.62	19.25	3.80	12.92
6	65.66	16.69	62.90	12.58	27.00	25.64	18.86	3.80	15.20
7	80.56	11.31	78.99	15.80	30.00	36.48	15.80	0.00	0.00
8	58.72	5.71	58.43	11.69	30.00	26.99	5.84	0.00	0.00
9	38.34	-5.71	38.15	7.63	30.00	17.62	-3.81	0.00	0.00
10	10.22	-11.31	10.02	2.00	33.00	5.21	-2.00	0.00	0.00
11	38.31	-14.03	37.17	7.43	35.00	20.82	-9.29	0.00	0.00
12	13.44	-16.69	12.87	2.57	35.00	7.21	-3.86	0.00	0.00
TOTAIS->						205.99	132.01		91.96

Fator de Seguranca 2.257

000138



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	✓	Visto	Data	JUL/92	
			Folha	11 de 33	

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

OBJETO BARRAGEM UBALDINHO  
RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

NUM	PESO. ESPECIF	COESAO	ANG INT ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	1.90	0.00	30.00	AREIA
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO

FATIA	MAT RUT. FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		54.46	6.60
2		45.00	5.60
3		34.99	1.40
4		30.96	4.60
5		21.80	3.40
6		16.69	4.00
7		11.31	4.40
8		5.71	4.00
9		-5.71	3.20
10		-11.31	0.80
11		-14.03	4.80
12		-16.69	3.60

FATIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	110.26	27.00	1.60	34.50	28.00	36.40	40.32	28.40	17.92	4.50	6.20	
2		6.90				4.80	4.00	3.20	0.50	2.30		
3									0.60	2.30		
4										9.15	6.72	



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo		Visto	Data	JUL/92	Folha
					12 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
RASO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

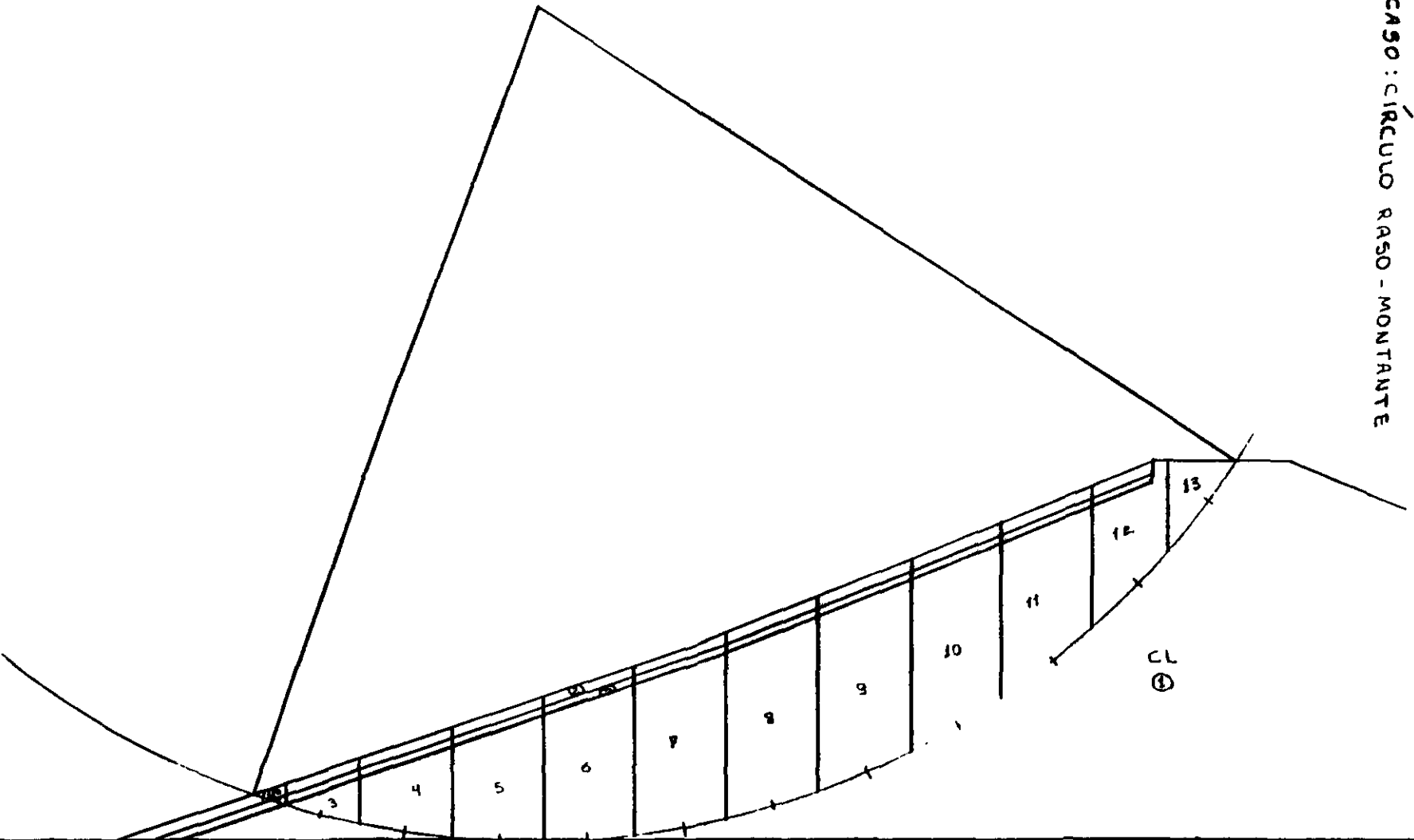
FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	18.47	54.46	10.73	3.22	27.00	3.83	15.03	3.80	25.08
2	49.82	45.00	35.23	10.57	27.00	12.57	35.23	3.80	21.28
3	15.61	34.99	12.79	3.84	30.00	5.17	8.95	0.00	0.00
4	62.24	30.96	53.38	16.01	27.00	19.04	32.02	3.80	17.48
5	51.84	21.80	48.13	14.44	27.00	17.17	19.25	3.80	12.92
6	65.66	16.69	62.90	18.87	27.00	22.43	18.86	3.80	15.20
7	80.56	11.31	78.99	23.70	30.00	31.92	15.80	0.00	0.00
8	58.72	5.71	58.43	17.53	30.00	23.61	5.84	0.00	0.00
9	38.34	-5.71	38.15	11.44	30.00	15.42	-3.81	0.00	0.00
10	10.22	-11.31	10.02	3.01	33.00	4.56	-2.00	0.00	0.00
11	38.31	-14.03	37.17	11.15	35.00	18.22	-9.29	0.00	0.00
12	13.44	-16.69	12.87	3.86	35.00	6.31	-3.86	0.00	0.00
TOTALS->						180.24	132.01		91.96

Fator de Seguranca 2.062



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACIELO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Calculo		Visto	Data	30-10-07	Folha
				13 de 33	

CASO: CÍRCULO RASO - MONTANTE



ALUVIÃO  
⊕

000141



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	JUL/92	Folha
					14 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO . BARRAGEM UBALDINHO  
 CASO RASO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 10

NUM	PESO.ESPECIF.	COESAO	ANG.INT ATR	TITULO
1	1.00	3.00	27.00	CL
2	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO

FATIA	MAT RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		2	-16.69	0.80
2		3	-16.69	0.60
3		1	-16.69	3.40
4		1	-11.31	4.00
5		1	-5.71	4.00
6		1	5.71	4.00
7		1	11.31	4.00
8		1	16.69	4.20
9		1	21.80	4.40
10		1	30.96	4.60
11		1	34.99	5.00
12		1	45.00	4.60
13		1	50.19	5.00

NUM/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		3.00	12.00	18.00	24.00	27.00	27.00	29.00	30.00	28.00	24.00	13.92	6.40
2	0.15	0.06	1.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	1.50	
3	0.30	1.00	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	0.99	



Obra	UBALDINHO	Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	15 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.10

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	0 30	-16.69	0.29	0 03	35.00	0.18	-0 09	0 00	0 00
2	0 71	-16.69	0.68	0.07	33.00	0.39	-0.20	0.00	0.00
3	12.19	-16.69	11.67	1.17	27.00	5.35	-3.50	3.80	12.92
4	28 26	-11.31	27.71	2.77	27 00	12.71	-5.54	3.80	15.20
5	40 50	-5.71	40.30	4 03	27.00	18.48	-4.03	3.80	15.20
6	49 86	5.71	49.61	4.96	27.00	22.75	4.96	3.80	15.20
7	56.34	11.31	55.24	5.52	27.00	25.33	11.05	3.80	15.20
8	59 94	16.69	57 41	5.74	27.00	26.33	17.21	3.80	15.96
9	60 66	21.80	56.32	5.63	27.00	25.83	22.53	3.80	16.72
10	57.78	30.96	49.55	4.95	27 00	22 72	29 72	3.80	17 48
11	50 58	34 99	41.44	4 14	27.00	19.00	29.00	3.80	19.00
12	29 81	45 00	21.08	2.11	27 00	9 67	21 08	3 80	17 48
13	11 52	50 19	7 38	0 74	27 00	3.38	8 85	3 80	19 00
TOTAIS->						192 12	131 04		179 36

Fator de Seguranca 2.835





Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visão	Data	Folha
		JUL/92	33 de 33

## ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	3.24	-24.22	2.95	0.89	25.00	0.96	-1.33	0.00	0.00
2	17.90	-19.29	16.90	5.07	25.00	5.51	-5.91	0.00	0.00
3	39.14	-14.03	37.98	11.39	25.00	12.40	-9.49	0.00	0.00
4	49.86	-8.53	49.31	14.79	25.00	16.09	-7.40	0.00	0.00
5	66.70	-5.71	66.37	19.91	25.00	21.66	-6.64	0.00	0.00
6	78.50	6.84	77.94	23.38	25.00	25.44	9.35	0.00	0.00
7	82.98	11.31	81.37	24.41	25.00	26.56	16.27	0.00	0.00
8	82.98	16.69	79.48	23.84	25.00	25.94	23.83	0.00	0.00
9	103.06	21.80	95.69	28.71	25.00	31.23	38.27	0.00	0.00
10	80.82	30.96	69.30	20.79	27.00	24.72	41.58	3.80	16.72
11	72.90	38.65	56.93	17.08	27.00	20.31	45.53	3.80	19.00
12	63.13	43.53	45.77	13.73	27.00	16.33	43.48	3.80	20.52
13	35.17	52.43	21.44	6.43	27.00	7.65	27.87	3.80	21.28
14	7.13	57.99	3.78	1.13	27.00	1.35	6.04	3.80	15.20
TOTALS->						236.16	221.47		92.72

Fator de Seguranca 1.485

000144



Obras		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Calculo	Visão	Data	Folha
		JUL/92	32 de 33

## ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 30

NUM	PESO ESPECIF	COESAO	ANG.INT.ATR	TITULO
1	1.80	3.00	27.00	CL
2	2.00	0 00	35.00	ENROCAMENTO
3	1.95	0 00	33.00	TRANSICAO
4	1.80	0 00	25 00	ALUVIAD

FATIA	MAT RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		4	-24.22	3.20
2		4	-19.29	4.20
3		4	-14.03	3.80
4		4	-8.53	4.20
5		4	-5.71	4.20
6		4	6.84	4.20
7		4	11.31	4.20
8		4	16.69	4.20
9		4	21.80	5.60
10		1	30.96	4.40
11		1	38.65	5.00
12		1	43.53	5.40
13		1	52.43	5.60
14		1	57.99	4.00

NUM/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.32	3.00	9.20	15.96	21.93	26.00	31.60	47.00	41.20	36.00	31.20	19.40	3.96	
2	1.12	1.90	2.10	2.20	2.30	2.10	2.10	2.70	2.10	2.10	2.20	0.60		
3	0.72	1.54	1.26	1.32	1.38	1.26	1.26	1.62	1.26	1.26	1.32	0.36		
4	1.00	7.60	14.00	14.00	17.22	17.63	16.40	10.00	5.50					

000145



Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	31 de 33

## ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.20

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG.ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	3.24	-24.22	2.95	0.59	25.00	1.10	-1.33	0.00	0.00
2	17.90	-19.29	16.90	3.38	25.00	6.30	-5.91	0.00	0.00
3	39.14	-14.03	37.98	7.60	25.00	14.17	-9.49	0.00	0.00
4	49.86	-8.53	49.31	9.86	25.00	18.39	-7.40	0.00	0.00
5	66.70	-5.71	66.37	13.27	25.00	24.76	-6.64	0.00	0.00
6	78.50	6.84	77.94	15.59	25.00	29.08	9.35	0.00	0.00
7	82.98	11.31	81.37	16.27	25.00	30.35	16.27	0.00	0.00
8	82.98	16.69	79.48	15.90	25.00	29.65	23.83	0.00	0.00
9	103.06	21.80	95.69	19.14	25.00	35.70	38.27	0.00	0.00
10	80.82	30.96	69.30	13.86	27.00	28.25	41.58	3.80	16.72
11	72.90	38.65	56.93	11.39	27.00	23.21	45.53	3.80	19.00
12	63.13	43.53	45.77	9.15	27.00	18.66	43.48	3.80	20.52
13	35.17	52.43	21.44	4.29	27.00	8.74	27.87	3.80	21.28
14	7.13	57.99	3.78	0.76	27.00	1.54	6.04	3.80	15.20
TOTALS->						269.89	221.47		92.72

Fator de Seguranca 1.637

000146



Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACIÇO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	30 de 33

### ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
 CASO PROFUNDO - MONTANTE FATOR DE PRESSAO NEUTRA .0.20

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG.INT ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	1.80	0.00	25.00	ALUVIAO

FATIA	MAT RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		4	-24.22	3.20
2		4	-19.29	4.20
3		4	-14.03	3.80
4		4	-0.53	4.20
5		4	-5.71	4.20
6		4	6.84	4.20
7		4	11.31	4.20
8		4	16.69	4.20
9		4	21.80	5.60
10		1	30.96	4.40
11		1	38.65	5.00
12		1	43.53	5.40
13		1	52.43	5.60
14		1	57.99	4.00

NUM/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.32	3.60	9.20	15.96	21.93	26.00	31.60	47.00	41.20	36.00	31.20	18.40	3.96	
2	1.12	1.90	2.10	2.20	2.30	2.10	2.10	2.70	2.10	2.10	2.20	0.60		
3	0.72	1.14	1.26	1.32	1.38	1.26	1.26	1.62	1.26	1.26	1.32	0.36		
4	1.00	7.60	14.00	14.00	17.22	17.63	16.40	10.00	5.50					



Obras		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visto	Data	Folha
<i>[Handwritten Signature]</i>		JUL/92	30 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA .0.20

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG.INT.ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	1.80	0.00	25.00	ALUVIAO

FATIA	MAT RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		4	-24.22	3.20
2		4	-19.29	4.20
3		4	-14.03	3.80
4		4	-8.53	4.20
5		4	-5.71	4.20
6		4	6.84	4.20
7		4	11.31	4.20
8		4	16.69	4.20
9		4	21.80	5.60
10		1	30.96	4.40
11		1	38.65	5.00
12		1	43.53	5.40
13		1	52.43	5.60
14		1	57.99	4.00

NAT/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0.32	3.60	9.20	15.96	21.93	26.00	31.60	47.00	41.20	36.00	31.20	18.48	3.96
1	2	1.12	1.90	2.10	2.20	2.30	2.10	2.10	2.70	2.10	2.10	2.20	0.60	
1	3	0.72	1.14	1.26	1.32	1.38	1.26	1.26	1.62	1.26	1.26	1.32	0.36	
1	4	1.00	7.60	14.00	14.00	17.22	17.63	16.40	10.00	5.50				



Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MAGICO - ESTABILIDADE DE TALUDE	
Cálculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	29 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 10

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG. ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	3.24	-24.22	2.95	0.30	25.00	1.24	-1.33	0.00	0.00
2	17.90	-19.29	16.90	1.69	25.00	7.09	-5.91	0.00	0.00
3	39.14	-14.03	37.98	3.80	25.00	15.94	-9.49	0.00	0.00
4	49.86	-8.53	49.31	4.93	25.00	20.69	-7.40	0.00	0.00
5	66.70	-5.71	66.37	6.64	25.00	27.85	-6.64	0.00	0.00
6	78.50	6.84	77.94	7.79	25.00	32.71	9.35	0.00	0.00
7	82.98	11.31	81.37	8.14	25.00	34.15	16.27	0.00	0.00
8	82.98	16.69	79.48	7.95	25.00	33.36	23.83	0.00	0.00
9	103.06	21.80	95.69	9.57	25.00	40.16	38.27	0.00	0.00
10	80.82	30.96	69.30	6.93	27.00	31.78	41.58	3.80	16.72
11	72.90	38.65	56.93	5.69	27.00	26.11	45.53	3.80	19.00
12	63.13	43.53	45.77	4.58	27.00	20.99	43.48	3.80	20.52
13	35.17	52.43	21.44	2.14	27.00	9.83	27.87	3.80	21.28
14	7.13	57.99	3.78	0.38	27.00	1.73	6.04	3.80	15.20
TOTALS->						303.63	221.47		92.72

Fator de Seguranca 1.790

000149



UBALDINHO		Assunto MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Viao	Data JUL/92	Folha 28 de 33	

E DE TALUDES  
Folha  
29 de 33

ESTABILIDADE DE TALUDES

UBALDINHO

- MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.10

ECIF	COESAO	ANG.INT.ATR	TITULO
1.80	3.80	27.00	CL
2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
1.80	0.00	25.00	ALUVIAO

FATIA	MAT RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		4	-24.22	3.20
2		4	-19.29	4.20
3		4	-14.03	3.80
4		4	-8.53	4.20
5		4	-5.71	4.20
6		4	6.84	4.20
7		4	11.31	4.20
8		4	16.69	4.20
9		4	21.80	5.60
10		1	30.96	4.40
11		1	38.65	5.00
12		1	43.53	5.40
13		1	52.43	5.60
14		1	57.99	4.00

ALUVIAO



	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9.20	15.76	21.73	26.40	31.00	47.00	41.20	36.00	31.20	18.40	3.76		
2.10	2.20	2.30	2.30	2.10	2.70	2.10	2.10	2.20	0.60			
1.24	1.32	1.38	1.38	1.24	1.62	1.24	1.24	1.32	0.36			
16.00	17.22	17.63	16.00	10.00	5.30							



Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Calculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92	26 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 30

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES. NEUTRA	ANG. ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	22.97	53.47	13.67	4.10	27.00	4.88	18.46	3.80	26.60
2	65.30	45.00	46.18	13.85	27.00	16.47	46.18	3.80	20.52
3	16.00	38.65	12.50	3.75	30.00	5.05	9.99	0.00	0.00
4	53.57	38.65	41.84	12.55	27.00	14.92	33.46	3.80	15.20
5	81.58	30.96	69.95	20.99	27.00	24.95	41.97	3.80	19.00
6	45.56	26.56	40.75	12.23	30.00	16.47	20.37	0.00	0.00
7	67.05	26.56	59.97	17.99	25.00	19.58	29.98	0.00	0.00
8	77.44	16.69	74.18	22.25	25.00	24.21	22.24	0.00	0.00
9	73.12	11.31	71.70	21.51	25.00	23.40	14.34	0.00	0.00
10	55.32	5.71	55.04	16.51	25.00	17.97	5.50	0.00	0.00
11	69.65	2.86	69.57	20.87	25.00	22.71	3.48	0.00	0.00
12	47.84	-5.71	47.60	14.28	25.00	15.54	-4.76	0.00	0.00
13	26.88	-8.53	26.58	7.97	25.00	8.68	-3.99	0.00	0.00
14	20.16	-16.69	19.31	5.79	25.00	6.30	-5.79	0.00	0.00
15	10.69	-21.80	9.93	2.98	25.00	3.24	-3.97	0.00	0.00

TOTAIS->

224.36

227.45

81.32

Fator de Seguranca 1.344





Obra <b>SAZRAEM UBALDINHO</b>		Assunto <b>MACIO - ESTABILIDADE DE TALUDES</b>	
Cálculo <i>[Signature]</i>	Visto	Data <b>JUNHO /92</b>	Folha <b>25 de 33</b>

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG.INT ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	1.90	0.00	30.00	AREIA
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
5	1.80	0.00	25.00	ALUVIAD

FATIA	MAT RUT FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1	1	53.47	7.00
2	1	45.00	5.40
3	2	38.65	1.40
4	1	38.65	4.00
5	1	30.96	5.00
6	2	26.56	1.60
7	5	26.56	3.80
8	5	16.69	4.40
9	5	11.31	4.00
10	5	5.71	4.00
11	5	2.86	4.00
12	5	-5.71	4.00
13	5	-8.53	4.00
14	5	-16.69	4.00
15	5	-21.80	6.00

MAT/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	112.76	36.20	1.90	29.76	45.32	22.44	30.94	30.40	23.60	10.40	0.20				
2		7.00			2.72	3.40	4.00	4.00	1.04						
3									0.40	0.54					
4									3.60	19.00	0.00	0.40			
5						2.72	8.40	12.00	14.00	16.00	16.00	14.40	11.20	5.94	



Obra		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	Visão	Data	Folha
		JUL/92	24 de 33

## ESTABILIDADE DE TALUDES

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0 20

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F.PRES. NEUTRA	ANG.ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	FORCA COESIVA
1	22.97	53.47	13.67	2.73	27.00	5.57	18.46	3.80	26.60
2	65.30	45.00	46.18	9.24	27.00	18.82	46.18	3.80	20.52
3	16.00	38.65	12.50	2.50	30.00	5.77	9.99	0.00	0.00
4	53.57	38.65	41.84	8.37	27.00	17.05	33.46	3.80	15.20
5	81.58	30.96	69.95	13.99	27.00	28.51	41.97	3.80	19.00
6	45.56	26.56	40.75	8.15	30.00	18.82	20.37	0.00	0.00
7	67.05	26.56	59.97	11.99	25.00	22.37	29.98	0.00	0.00
8	77.44	16.69	74.18	14.84	25.00	27.67	22.24	0.00	0.00
9	73.12	11.31	71.70	14.34	25.00	26.75	14.34	0.00	0.00
10	55.32	5.71	55.04	11.01	25.00	20.53	5.50	0.00	0.00
11	69.65	2.86	69.57	13.91	25.00	25.95	3.48	0.00	0.00
12	47.84	-5.71	47.60	9.52	25.00	17.76	-4.76	0.00	0.00
13	26.88	-8.53	26.58	5.32	25.00	9.92	-3.99	0.00	0.00
14	20.16	-16.69	19.31	3.86	25.00	7.20	-5.79	0.00	0.00
15	10.69	-21.80	9.93	1.99	25.00	3.70	-3.97	0.00	0.00
TOTAIS->						256.42	227.45		81.32

Fator de Seguranca 1.485

000153



Obras		Assunto	
BARRAGEM UBALDINHO		MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Calculo	Visto	Data	Folha
		JUL/92.	23 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO PROFUNDO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.20

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG.INT.ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	1.90	0.00	30.00	AREIA
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO
4	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
5	1.80	0.00	25.00	ALUVIAD

FATIA	HAT	RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1			1	53.47	7.00
2			1	45.00	5.40
3			2	38.65	1.40
4			1	38.65	4.00
5			1	30.96	5.00
6			2	26.56	1.60
7			5	26.56	3.80
8			5	16.69	4.40
9			5	11.31	4.00
10			5	5.71	4.00
11			5	2.86	4.00
12			5	-5.71	4.00
13			5	-9.53	4.00
14			5	-16.69	4.00
15			5	-21.80	6.00

HAT/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	152.76	36.00	1.50	29.76	45.32	22.44	30.94	30.40	23.60	10.40	0.20				
2		7.00			2.72	3.40	4.00	4.00	1.04						
3									0.40	0.54					
4									3.60	19.00	0.00	0.40			
5						2.72	8.40	12.00	14.00	16.00	16.00	14.40	11.20	5.94	



RADEM UBALDINHO	Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	Folha
		JUL/92	22 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

RADEM UBALDINHO  
JUNDO - JUSANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.10

PROFUNDIDADE (m)	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES. NEUTRA	ANG. ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC.	COESAO	COESIVA
22.97	53.47	13.67	1.37	27.00	6.27	18.46	3.80	26.60
65.30	45.00	46.18	4.62	27.00	21.18	46.18	3.80	20.52
16.00	38.65	12.50	1.25	30.00	6.49	9.99	0.00	0.00
33.57	38.65	41.84	4.18	27.00	19.18	33.46	3.80	15.20
81.58	30.96	69.95	7.00	27.00	32.08	41.97	3.80	19.00
45.56	26.56	40.75	4.08	30.00	21.18	20.37	0.00	0.00
67.05	26.56	59.97	6.00	25.00	25.17	29.98	0.00	0.00
77.44	16.69	74.18	7.42	25.00	31.13	22.24	0.00	0.00
73.12	11.31	71.70	7.17	25.00	30.09	14.34	0.00	0.00
55.32	5.71	55.04	5.50	25.00	23.10	5.50	0.00	0.00
69.65	2.86	69.57	6.96	25.00	29.20	3.48	0.00	0.00
47.84	-5.71	47.60	4.76	25.00	19.98	-4.76	0.00	0.00
26.88	-8.53	26.58	2.66	25.00	11.16	-3.99	0.00	0.00
20.16	-16.69	19.31	1.93	25.00	8.10	-5.79	0.00	0.00
10.69	-21.80	9.93	0.99	25.00	4.17	-3.97	0.00	0.00
					288.47	227.45		81.32

Seguranca 1.626



Obra

BARRAGEM

UBALDINHO

Assunto

MÁQUINA - ESTABILIDADE DE TALUDES

Calculo

Visto

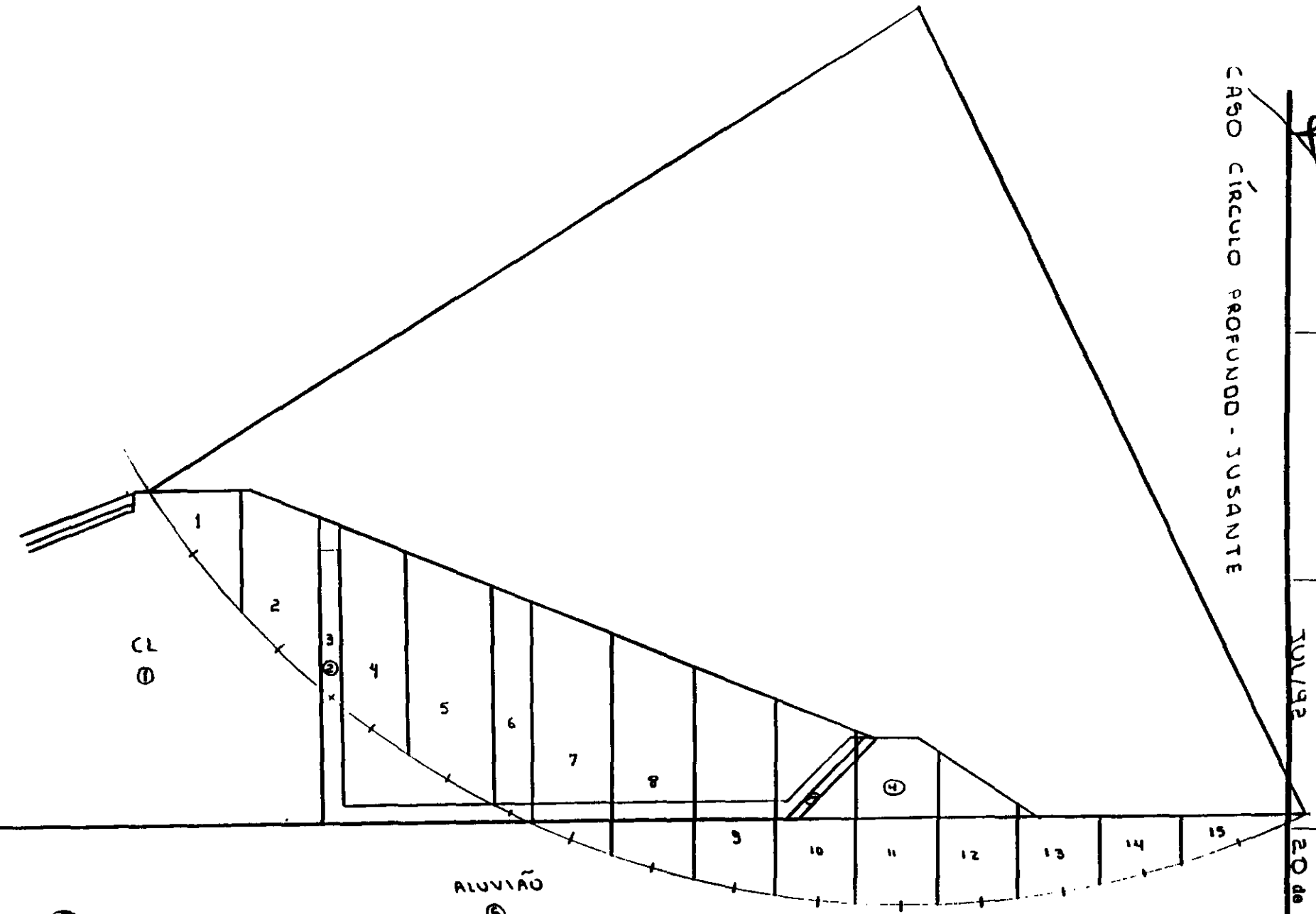
Data

JUL/92

Folha

20 de 33

CASO CÍRCULO PROFUNDO - TUSANTE



ALUVIÃO  
⑤

7.0

000156



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACIÇO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	JUL/92	Folha
					19 de 33

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

FATIA	PESO	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES. NEUTRA	ANG. ATR. INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
1	0.30	-16.69	0.29	0.09	35.00	0.14	-0.09	0.00	0.00
2	0.71	-16.69	0.68	0.20	33.00	0.31	-0.20	0.00	0.00
3	12.19	-16.69	11.67	3.50	27.00	4.16	-3.50	3.80	12.92
4	28.26	-11.31	27.71	8.31	27.00	9.88	-5.54	3.80	15.20
5	40.50	-5.71	40.30	12.09	27.00	14.37	-4.03	3.80	15.20
6	49.86	5.71	49.61	14.88	27.00	17.69	4.96	3.80	15.20
7	56.34	11.31	55.24	16.57	27.00	19.70	11.05	3.80	15.20
8	59.94	16.69	57.41	17.22	27.00	20.48	17.21	3.80	15.96
9	60.66	21.80	56.32	16.90	27.00	20.09	22.53	3.80	16.72
10	57.78	30.96	49.55	14.86	27.00	17.67	29.72	3.80	17.48
11	50.58	34.99	41.44	12.43	27.00	14.78	29.00	3.80	19.00
12	29.81	45.00	21.08	6.32	27.00	7.52	21.08	3.80	17.48
13	11.52	50.19	7.38	2.21	27.00	2.63	8.85	3.80	19.00
TOTALS->						149.43	131.04		179.36

Fator de Seguranca 2.509



Obra	UBALDINHO		Assunto	MACICO-ESTABILIDADE DE TALUDES	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	JUL/92	
			Folha	18 de 33	

**ESTABILIDADE DE TALUDES**

PROJETO BARRAGEM UBALDINHO  
CASO RASO - MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.30

NUM	PESO.ESPECIF	COESAO	ANG INT.ATR	TITULO
1	1.80	3.80	27.00	CL
2	2.00	0.00	35.00	ENROCAMENTO
3	1.95	0.00	33.00	TRANSICAO

FATIA	MAT.RUT	FATIA	ANGULO	COMPRIMENTO
1		2	-16.69	0.80
2		3	-16.69	0.60
3		1	-16.69	3.40
4		1	-11.31	4.00
5		1	-5.71	4.00
6		1	5.71	4.00
7		1	11.31	4.00
8		1	16.69	4.20
9		1	21.80	4.40
10		1	30.96	4.60
11		1	34.99	5.00
12		1	45.00	4.60
13		1	50.19	5.00

MAT/FAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	3.60	12.00	18.00	24.00	27.60	29.60	30.00	28.40	24.40	13.92	6.40	
2	0.15	0.05	1.00	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	1.50		
3	0.30	1.00	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	1.26	0.90		



EM	UBALDINHO	Assunto	MACICO - ESTABILIDADE DE TALUDES	
	Visto	Data	JUL/92	Folha
				17 de 33

E DE TALUDES

le 33

ESTABILIDADE DE TALUDES

AGEH UBALDINHO  
- MONTANTE

FATOR DE PRESSAO NEUTRA 0.20

0

=====

	ANGULO	FORCA NORMAL	F PRES NEUTRA	ANG ATR INTERNO	FORCA ATRITO	FORCA TANGENC	COESAO	FORCA COESIVA
30	-16.69	0.29	0.06	35.00	0.16	-0.09	0.00	0.00
71	-16.69	0.68	0.14	33.00	0.35	-0.20	0.00	0.00
19	-16.69	11.67	2.33	27.00	4.76	-3.50	3.80	12.92
26	-11.31	27.71	5.54	27.00	11.29	-5.54	3.80	15.20
50	-5.71	40.30	8.06	27.00	16.43	-4.03	3.80	15.20
86	5.71	49.61	9.92	27.00	20.22	4.96	3.80	15.20
34	11.31	55.24	11.05	27.00	22.52	11.05	3.80	15.20
94	16.69	57.41	11.48	27.00	23.40	17.21	3.80	15.96
66	21.80	56.32	11.26	27.00	22.96	22.53	3.80	16.72
78	30.96	49.55	9.91	27.00	20.20	29.72	3.80	17.48
58	34.99	41.44	8.29	27.00	16.89	29.00	3.80	19.00
81	45.00	21.08	4.22	27.00	8.59	21.08	3.80	17.48
52	50.19	7.38	1.48	27.00	3.01	8.85	3.80	19.00
					170.77	131.04		179.36

ranca 2 672



**3.2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SANGRADOURO**

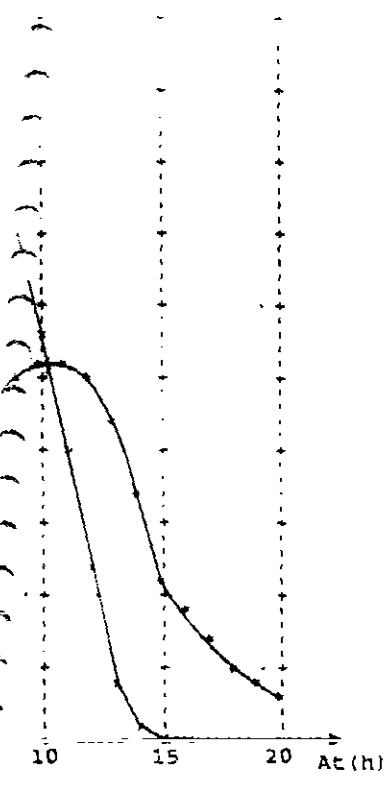
3.2.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

000161

Assunto		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Data	JUNHO / 92	Folha	01 de 20

OS HIDRÁULICOS

SANGRADOURO DA BARRAGEM SÃO MIGUEL  
 UMA VAZÃO COM PERÍODO DE RETORNO DE  
 A AMORTIZAÇÃO NO LAGO.  
 MAS DE CHEIAS APRESENTADOS A SEGUIR,  
 DA LÂMINAÇÃO SEM COMO A VAZÃO  
 $321.22 \text{ m}^3/\text{s}$



DOURO ESCOLHIDO FOI DO TIPO LABIRINTO  
 O RENDIMENTO, PERMITINDO O FLUXO DA  
 (OS) COM UMA LÂMINA DE APENAS 57 CM  
 ANAL DE 57,20 M

Assunto		SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Data	JUNHO / 92	Folha	02 de 20

DAS CARACTERÍSTICAS  
 VERTEDOURO ENCONTRAM-SE  
 DO LABIRINTO FOI CALCULADA

SEGUNDO (A.P. MAGALHÃES,  
 AS CONDIÇÕES GEOMÉTRICAS  
 DA-SE O COEFICIENTE

PODE-SE CALCULAR A  
 ZINTO PARA A LÂMINA DADA.

OTA-SE UM ÁBALO.  
 PAO DESEJADA, ENCONTRA-S



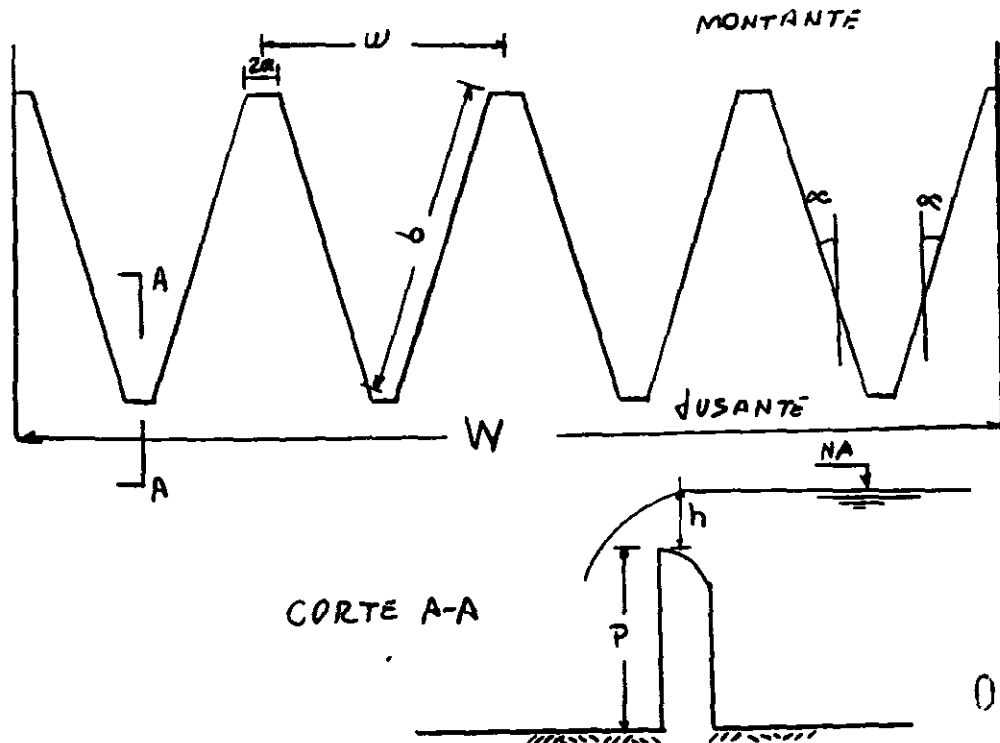
Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADORO / HIDRÁULICA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	
		Data	JUNHO / 92
		Folha	03 de 20

NO SEGUNDO MÉTODO (NESSIM HAY E GEOFFREY TAYLOR, JOURNAL OF THE HYDRAULICS DIVISION, AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, NOV'70) CALCULA-SE A VAZÃO QUE PASSARIA POR UM VERTEDEURO LINEAR COM A MESMA CRISTA DO LABIRINTO E UMA DADA LÂMINA.

A PARTIR DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DO LABIRINTO E COM BASE NA LÂMINA DADA, UTILIZA-SE O ÁBACO APROPRIADO DO MÉTODO E CALCULA-SE A MAJORAÇÃO DA VAZÃO ANTERIORMENTE DETERMINADA.

PLOTA-SE UM ÁBACO VAZÃO X LÂMINA E, COM A VAZÃO DE TRABALHO, DEFINI-SE A LÂMINA DO FLUXO.

### PARÂMETROS GEOMÉTRICOS





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO/HIDRÁULICA
Cálculo	Visto	Data	Folha
<i>Visto</i>		JUNHO/92	04 de 20

EQUAÇÕES :

$$l = 4a + 2b$$
$$n = W/w$$
$$q = \mu_w \times \sqrt{2g} \times w \times h^{3/2}$$
$$Q = n \times q$$

CONDIÇÕES .

- $W/P \geq 2.00$
- $\alpha \geq 0,75 \alpha_{\max}$ , ONDE  $\alpha_{\max}$  É O ÂNGULO PARA O MESMO VALOR DE " $l/w$ " E FORMA TRIANGULAR.

#### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

$W = 57,20 \text{ m}$	$Q = 321,22 \text{ m}^3/\text{s}$
$w = 8,00 \text{ m}$	$n = 7 \text{ ud.}$
$2a = 1,00 \text{ m}$	$q = 45,89 \text{ m}^3/\text{s}$
$b = 15,20 \text{ m}$	
$P = 1,75 \text{ m}$	

OS TRECHOS DA CRISTA DA SOLEIRA DO LABIRINTO, QUE SE LIGAM PERPENDICULARMENTE AOS MUROS LATERAIS (VISTO DE JUSANTE), APRESENTAM UM COMPRIMENTO, UM POUCO SUPERIOR AO DOS TRECHOS INTERMEDIÁRIOS, AUMENTANDO DE 0,60 m PARA CADA LADO, LOGO  $W = nw + 2 \times 0,60 = 57,20 \text{ m}$  → QUE É A LARGURA FINAL DO SANGRADOURO, VER DETALHE NO DESENHO 7/1 "PLANTA BAIXA DO LABIRINTO", NO VOLUME IV.

000164



LDINHO	Assunto SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
	Data JUNHO / 92	Folha 05 de 20

serviços Integrados de Assessoria e Consultoria

SANGRADOURO / HIDRÁULICA

JUNHO / 92

Folha  
06 de 20

(R\$)

de 0,10 a 1,00 m

RAIO E AS EQUAÇÕES

40 m

405

$$\text{SEN} \left( \frac{3}{15,20} \right) = 11,38^\circ$$

$$\text{ARC SEN} \left( \frac{4}{16,2} \right) = 14,29^\circ$$

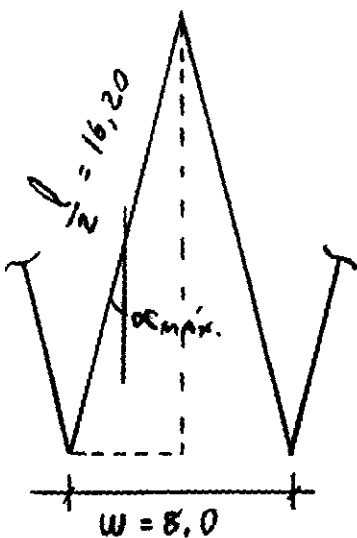
$$a_x = 0,80$$

$$75 \propto \text{máx}$$

$$275 \propto \text{máx} = 10,72, \text{ OK}$$

2,00

$$W = 4,57, \text{ OK}$$



2

1,48

5,15

,64

83

71

54

'8

;

-



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOIRO / HIDRÁULICA	
Cálculo	<i>Stálin</i>	Visto	Data	Folha
			JUNHO / 92	07 de 20

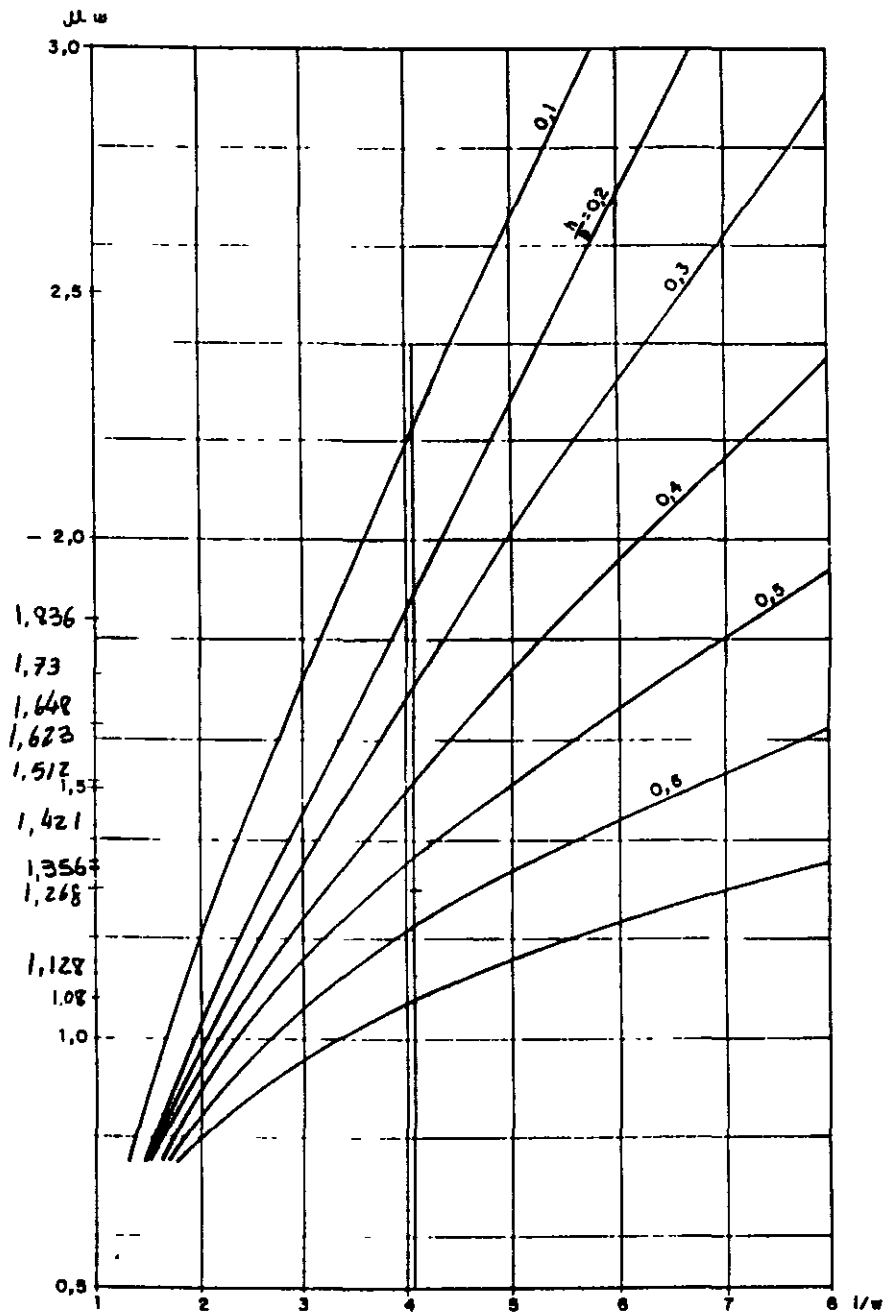
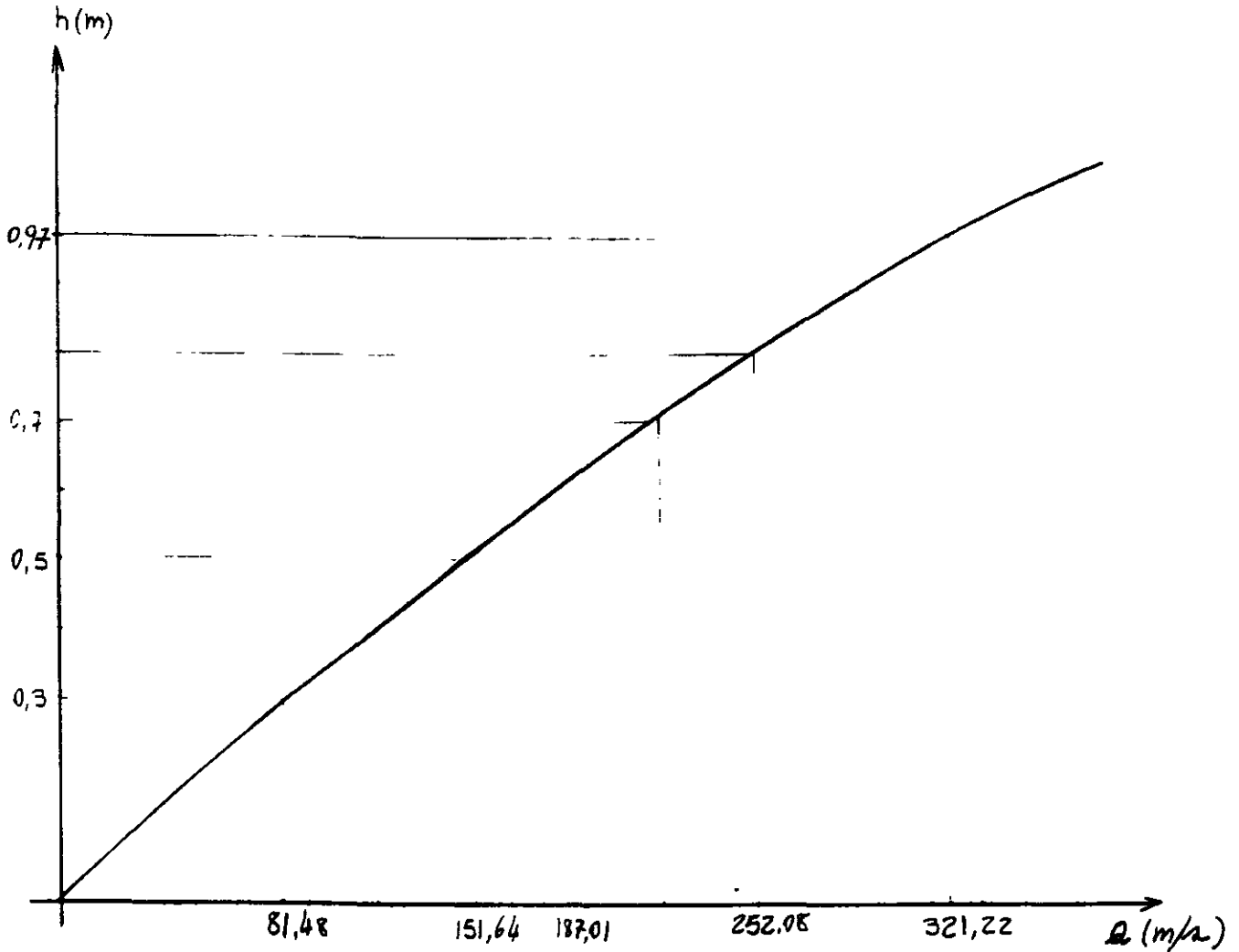


FIGURA 4—COEFICIENTE DE VAZÃO DE SOLEIRAS COM A FORMA TRAPEZOIDAL EM PLANTA



Obra	BARRAGEM USALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Fausto	Visto	Data	Folha
			JUNHO/92	08 de 20



PORTANTO, SEGUNDO O MÉTODO I

PARA  $Q = 321,22 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow h = 0,97 \text{ m}$

$$V = \mu_0 \cdot \sqrt{2g} \cdot \sqrt{h}$$

$$\mu_0 = \mu_w / (l/w) \quad \mu_0 = 0,33$$

$$V = \mu_0 \sqrt{2gh} \quad \therefore V = 1,43 \text{ m/s}$$

000167





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA
Cálculo		Visto	
		Data	JUNHO / 92
		Folha	09 de 20

O MÉTODO II, SEGUNDO ( HAY & TAYLOR )  
PARA O CÁLCULO DO VERTEDOURO, TEM-SE AS  
SEGUINTEs EQUAÇÕES :

$$Q_N = C_o \cdot W \cdot h^{3/2} \quad (\text{ESTRUTURA LINEAR})$$

$$Q_L = p \cdot Q_N \quad \therefore p = Q_L / Q_N \quad (Q_L = \text{VAZÃO REAL})$$

$$C_o = 2,1 \sqrt{m} / L$$

PARA A ELABORAÇÃO DO ÁBACO MOSTRADO  
A SEGUIR, FOI TOMADO AS SEGUINTEs CONDIÇÕES :

- FORMATO TRAPEZOIDAL ;
- SEM ALTERAÇÕES DE BASE (APRON),
- $W/P \geq 2,00$ ,
- $\alpha \geq 0,75 \alpha_{\text{máx}}$ .



Obra BARRAGEM UBALDINHO		Assunto SANGRADOURO/HIDRÁULICA	
Cálculo <del>9/6/90</del>	Visto	Data JUNHO/92	Folha 12 de 20

PORTANTO SEGUNDO O MÉTODO II

$$\text{PARA } Q = 321.22 \text{ m}^3/\text{s} \quad \dots$$
$$h = 0.90 \text{ m}$$

$$E \quad V = C_0 \sqrt{h} \quad \therefore$$
$$V = 1.99 \text{ m/s}$$

TENDO OS DOIS MÉTODOS, CONVERGIDO PARA OS MESMOS VALORES, ACREITAM-SE OS RESULTADOS OBTIDOS, E POR MEDIDA DE SEGURANÇA, ADOTA-SE

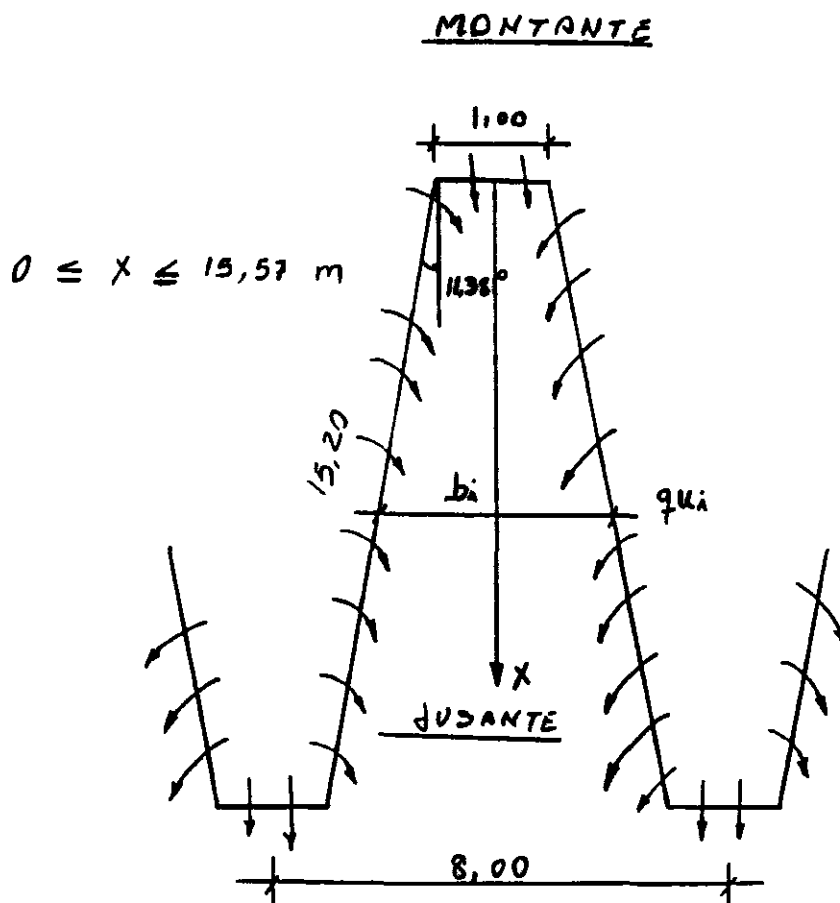
$$h = 0.97 \text{ m}$$

$$V = 1.43 \text{ m/s}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	<i>Alito</i>	Visto	Data	Folha
			JUNHO / 92	13 de 20

PARA QUE O VERTADOURO LABIRINTO TENHA SEU FUNCIONAMENTO SATISFATORIO É NECESSÁRIO QUE A LÂMINA MÁXIMA A JUSANTE NÃO EXCEDA A METADE DA ALTURA DA PAREDE A JUSANTE. PORTANTO, FAR-SE A VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE FLUXO NO CANAL INTERNO DAS PAREDES DO LABIRINTO. A FIGURA ABAIXO MOSTRA UM ESQUEMA DO FLUXO.



000170



Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	Xales	Visto	Data	JUNHO/92	Folha 14 de 20

$b_i$  - LARGURA DO CANAL (m) PARA  $x = i$

$q_i$  - VAZÃO NA SEÇÃO ( $m^3/s$ ) PARA  $x = i$

$q_{m_i}$  - VAZÃO POR LARGURA ( $m^3/s \cdot m$ ) PARA  $x = i$

### EQUAÇÕES

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

$$q_i = \left( 2a + \frac{2x}{\cos \alpha} \right) \cdot \frac{Q/n}{L} = \left( 1,0 + \frac{2x}{\cos 11,38^\circ} \right) \cdot \frac{45,89}{32,4}$$

$$b = 2a + 2x \operatorname{tg} \alpha = 1,0 + 2x \operatorname{tg} 11,38^\circ$$

$$q_{m_i} = \frac{\left( 1,0 + \frac{2x}{\cos 11,38^\circ} \right) \cdot \frac{45,89}{32,4}}{\left( 1,0 + 2x \cdot \operatorname{tg} 11,38^\circ \right)}$$

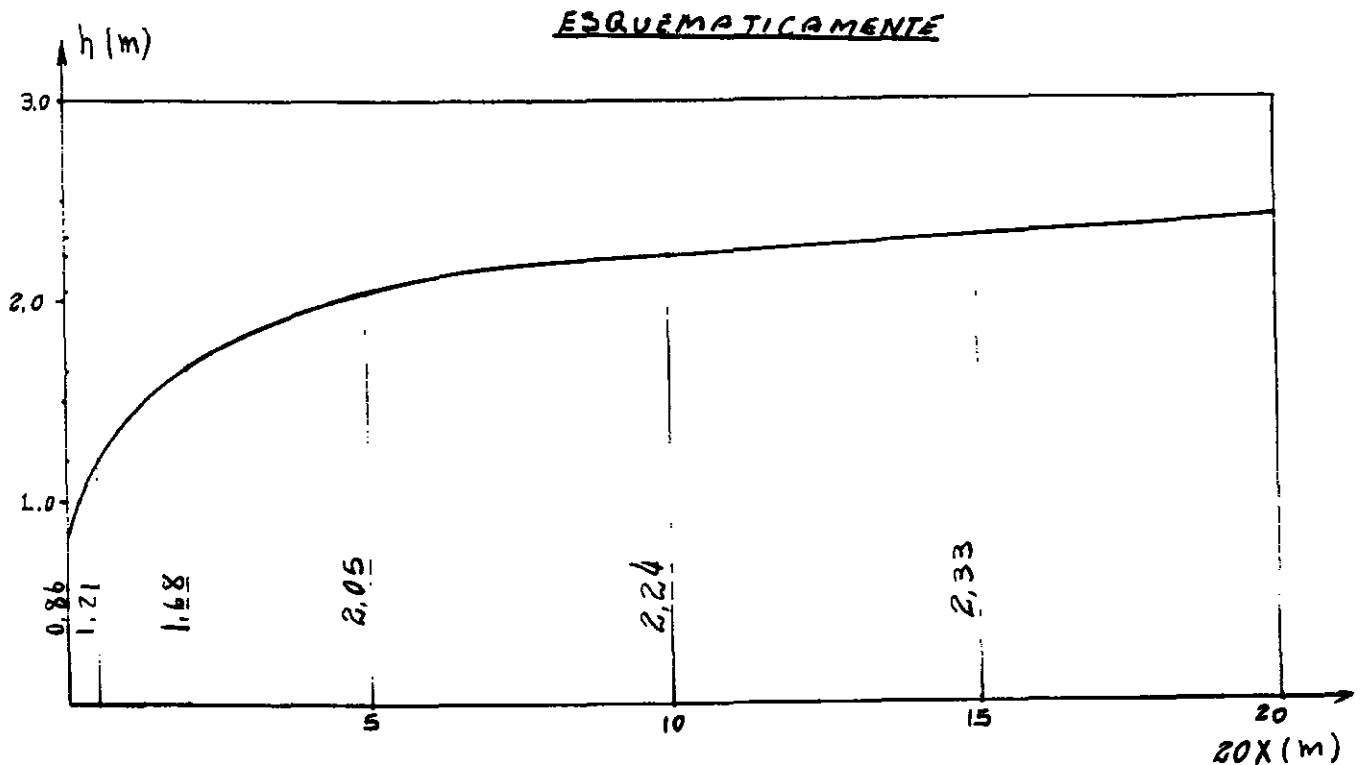
### CONDIÇÃO INICIAL DO FLUXO

O CANAL INTERNO DO LABIRINTO TEM VAZÃO E LARGURA VARIÁVEL MAS NÃO TEM DECLIVIDADE NA SUA BASE. NOTA-SE TAMBÉM QUE A ÁGUA QUE CHEGA A CADA METRO VEM DE UM ESTADO DE ENERGIA POTENCIAL SUPERIOR, MAS QUE ESTA ENERGIA DISSIPA-SE NA QUEDA, UMA VEZ QUE A VELOCIDADE ADQUIRIDA POR ESTA QUEDA É PERPENDICULAR AO FLUXO.

000171



Obra BARRAGEM UBALDINHO	Assunto SANGRADOURO / HIDRÁULICA
Cálculo <i>[assinatura]</i>	Visto
Data JUNHO / 92	Folha 16 de 20



APÓS A SAÍDA DO CANAL INTERNO DO LABIRINTO, AS CONDIÇÕES ESTABILIZADAS DO FLUXO SÃO:

$$Q = 321.22 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 57.20 \text{ m}$$

$$C_0 = 1.77 \sqrt{m}/A$$

$$h = 2.16 \text{ m}$$

$$V = 2.60 \text{ m/s}$$

EQUAÇÕES:  $Q = C_0 \cdot L \cdot h^{3/2} \quad \therefore h = \left( \frac{Q}{C_0 L} \right)^{2/3}$

$$V = C_0 \sqrt{h}$$

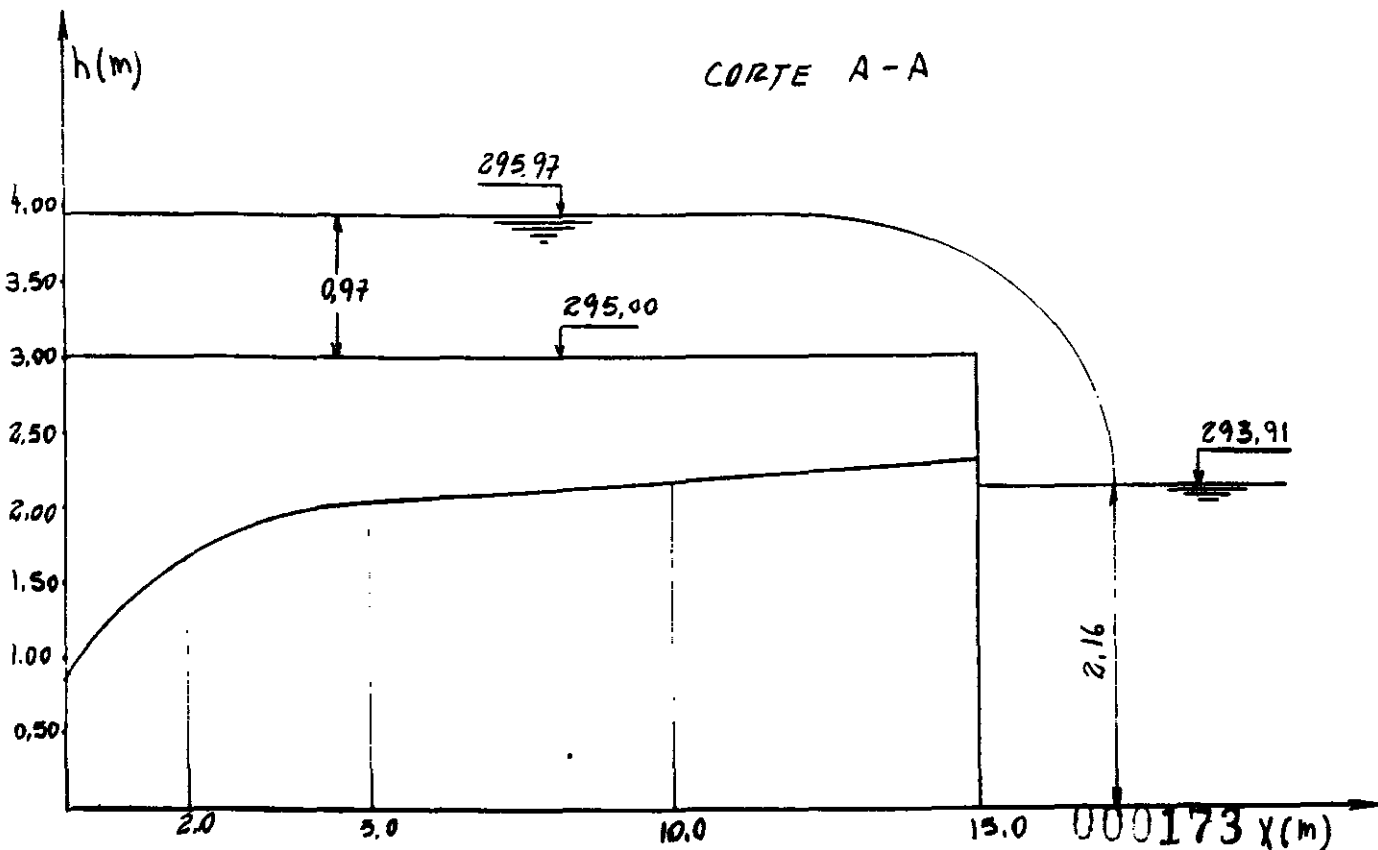
000172



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA
Cálculo	<del>15.0</del>	Visto	
		Data	JUNHO / 92
		Folha	17 de 20

NAS IMEDIAÇÕES DO LABIRINTO, HÁ UM "DESNÍVEL" ENTRE A LÂMINA DA SEÇÃO FINAL DO CANAL INTERNO E A LÂMINA DA SEÇÃO EXTERNA.

ALÉM DISSO, O DESNÍVEL EXISTENTE ENTRE OS PONTOS INTERNOS DO CANAL, NA SITUAÇÃO INICIAL, TENDEM A DESAPARECER COM A ESTABILIZAÇÃO DO FLUXO (FLUXO PERMANENTE). AS CARACTERÍSTICAS DO FLUXO ESTABILIZADO NAS PROXIMIDADES DO FIM DO LABIRINTO SÃO INTERMEDIÁRIAS ENTRE AS DA SEÇÃO INTERNA ( $h = 2,33$  m E  $V = 2,70$  m/s) E AS DA SEÇÃO EXTERNA ( $h = 2,16$  m E  $V = 2,60$  m/s) NA PROPORÇÃO DOS VOLUMES INTERNO E EXTERNO.

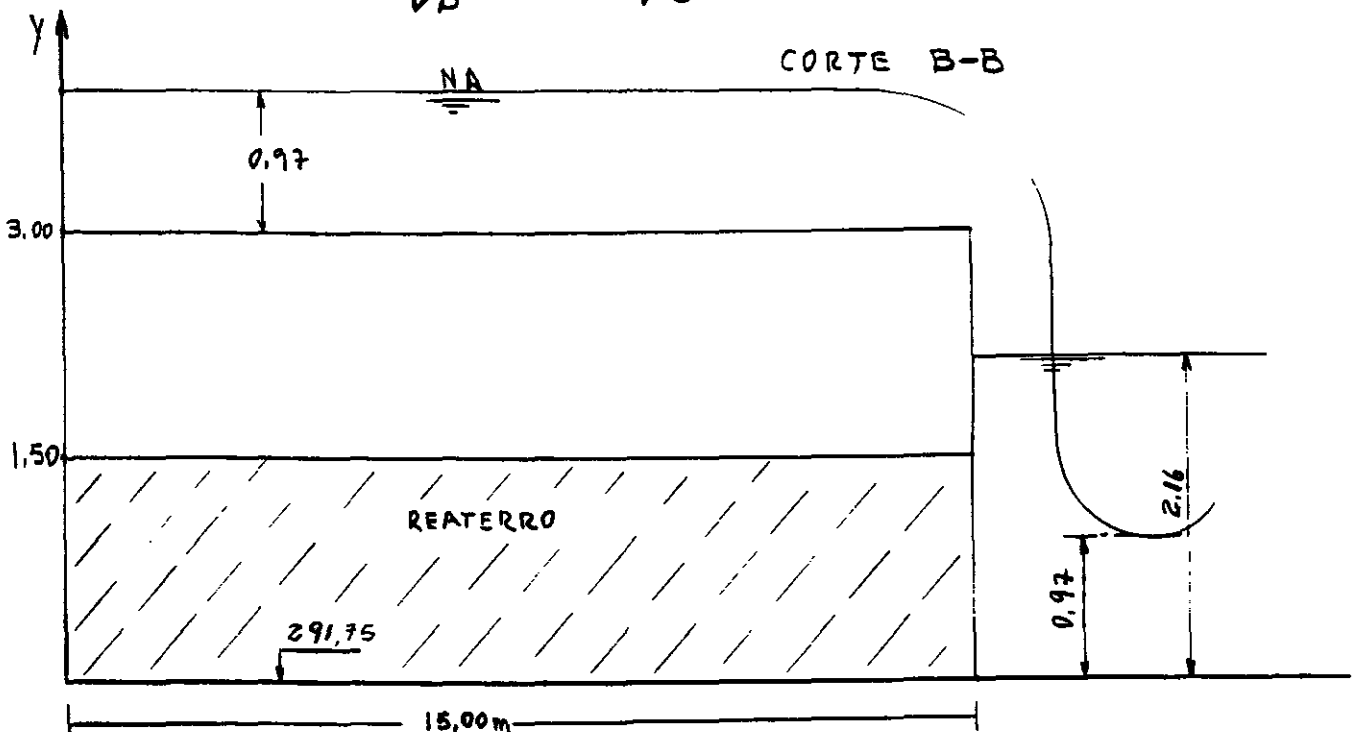
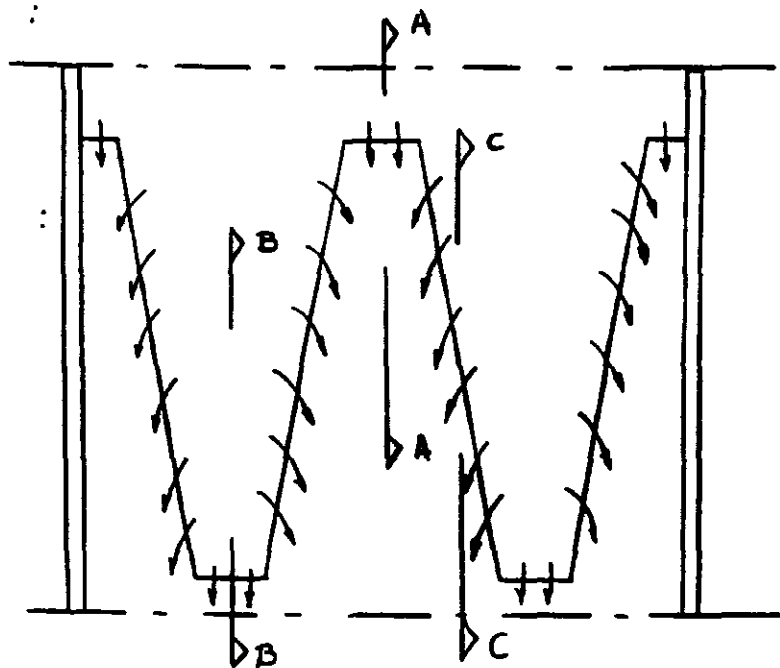




Obra <b>BARRAGEM UBALDINHO</b>		Assunto <b>SANGRADOURO / HIDRÁULICA</b>	
Cálculo <b>1960</b>	Visto	Data <b>JUNHO/92</b>	Folha <b>18 de 20</b>

OS DETALHES DOS CORTES A-A (MOSTRADO ANTERIORMENTE), B-B E C-C A SEGUIR, A PARTIR DO ESQUEMA ABAIXO, EXPLICAM OS FENÔMENOS ANTERIORMENTE DESCRITOS.

ESQUEMA :



000174

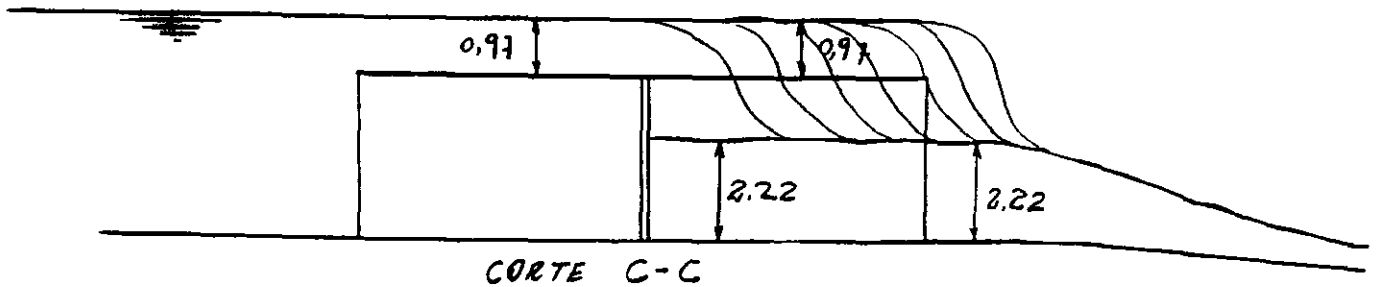


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUNHO / 92	19 de 20

FLUXO APÓS A ESTABILIZAÇÃO

$$\bar{y} = \frac{y_1 q_1 + y_2 q_2 + y_3 q_3}{q_1 + q_2 + q_3} = \frac{2,33 \times 44,76 \times 7 + 0,86 \times 1,42 \times 7 + 2,16 \times 321,22}{644,48}$$

$$\bar{y} = 2,22 \text{ m} \quad \text{E} \quad \gamma = 2,64 \text{ m/2}$$



PODE-SE CONCLUIR, PORTANTO, QUE O FLUXO PARA A VAZÃO (TR-500 ANOS), NÃO COMPROMETE A ESTRUTURA DO LABIRINTO, POIS A CONDIÇÃO DE NÃO AFOGAMENTO, FOI OBTIDA APESAR DA LÂMINA ATINGIR 0,59 CM ACIMA DA METADE DA ESTRUTURA DE JUSANTE É CONSIDERADA SATISFATÓRIA.

$$\text{PARA } y_{\text{máx jus}} = 2,22 \text{ m} \quad \text{E} \quad P_{\text{jus}} = 3,25 \text{ m}$$

LOGO  $y_{\text{máx jus}} / P_{\text{jus}} = 0,68$ , QUE É CONSIDERADO UM ÍNDICE ACEITÁVEL, LOGO SATISFEITA A CONDIÇÃO DE "NÃO AFOGAMENTO"





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO / HIDRÁULICA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folhas
			JUNHO 1972	20 de 20

## BIBLIOGRAFIA

- 1- MAGALHÃES, A P, O DESENVOLVIMENTO EM LABIRINTO DA BARRAGEM DO DUNGO. RBÉ - ANAIS 2. SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO SOBRE SIMULAÇÃO EM HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS;
- 2- U.S.B.R, DESENHO DE PRAIAS PEQUENAS. COMPANHIA EDITORIAL CONTINENTAL. S.A NEW YORK, 1974;
- 3- HAY, NESSIM AND TAYLOR, GEOFFREY, PERFORMANCE AND DESIGN OF LABYRINTH WEIRS. JOURNAL OF THE HYDRAULICS DIVISION. PROCEEDINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, NOVEMBER, 1970.

**3.2.2 - CÁLCULOS ESTRUTURAIS**

**3.2.2.1 - ESTABILIDADE DOS MUROS**

0230-01/10

000178



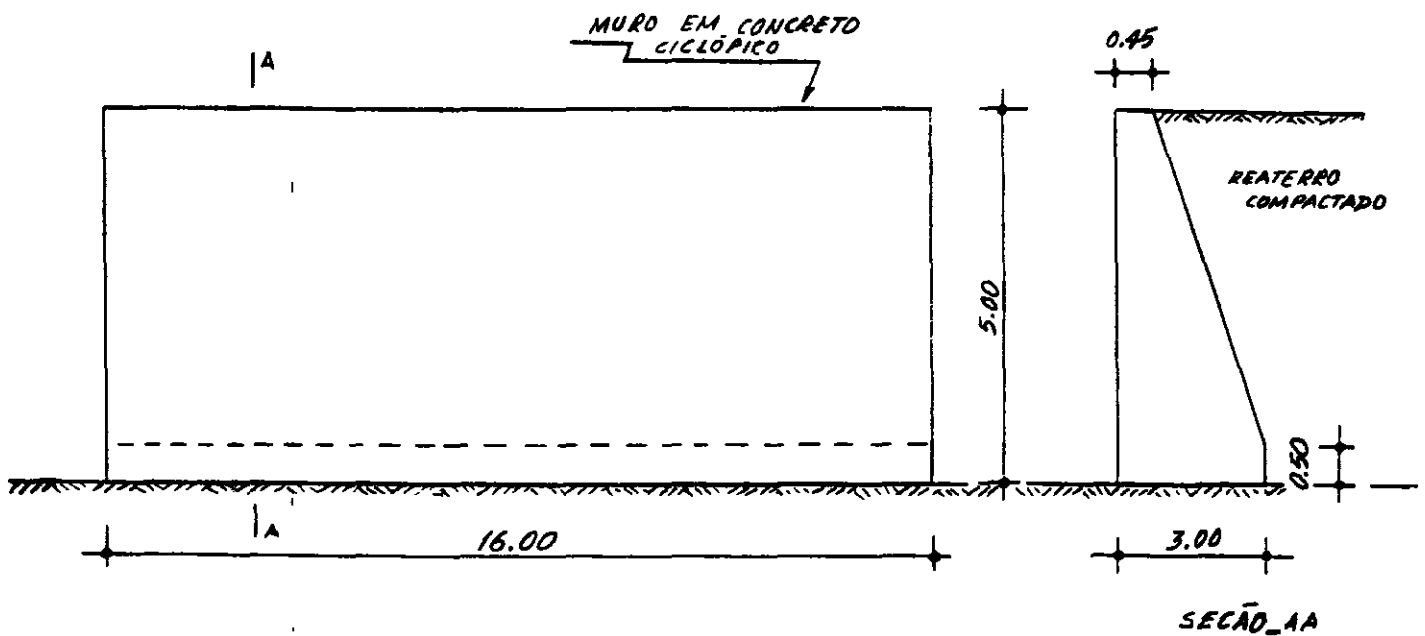
Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO
Cálculo	<i>D. Silva</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	02 de 15

### 3.2.2.1 - ESTABILIDADE DOS MUROS

PARA O CÁLCULO DO MURO QUE SERVE DE PROTEÇÃO E LIGAÇÃO DO VERTEDEURO TIPO LABIRINTO FOI VERIFICADA A ESTABILIDADE QUANTO AS FORÇAS EXTERNAS.

O REFERIDO MURO É DO TIPO GRAVIDADE, DE SEÇÃO TRAPEZOIDAL CONSTANTE E ESTÁ LOCALIZADO NAS LATERAIS DO VERTEDEURO TIPO LABIRINTO.

EM SEGUIDA SERÃO APRESENTADAS SUAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, BEM COMO OS PARÂMETROS UTILIZADOS PARA OS CÁLCULOS DA ESTABILIDADE DO MESMO.



000179



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	02 de 15

### PARÂMETROS TESTADOS

FORÃO ESCOLHIDOS TRÊS PARÂMETROS FÍSICOS QUE DETERMINASSEM A ESTABILIDADE DO MURO:

- FATOR DE SEGURANÇA QUANTO AO TOMBAMENTO,
- FATOR DE SEGURANÇA QUANTO AO ARRASTE,
- TENSÃO MÁXIMA DE SOLICITAÇÃO DO SOLO.

O FATOR DE SEGURANÇA QUANTO AO TOMBAMENTO DA ESTRUTURA É A RAZÃO ENTRE OS MOMENTOS ESTABILIZADORES E OS MOMENTOS DESESTABILIZADORES.

PARA OS FATORES DE SEGURANÇA QUANTO AO TOMBAMENTO E AO ARRASTE,  $F_s \geq 1,5$ .

A TENSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL DO SOLO É:

$$\sigma_{ADM} = 5,0 \text{ Kgf/m}^2$$

$$F_s = \frac{\sum M_{EST.}}{\sum M_{DES.}}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	03 de 15

PARA O CÁLCULO DA ESTABILIDADE DO MURO, É ESCOLHIDO UM PONTO QUE CORRESPONDE A SITUAÇÃO MAIS DESFAVORÁVEL AO TOMBAMENTO E, CALCULADOS OS MOMENTOS, AGRUPAM-SE OS QUE ESTABILIZAM A ESTRUTURA ( $\Sigma M_E$ ) E DEVIDE-SE PELA SOMA DOS MOMENTOS DE SENTIDO CONTRÁRIO (DESESTABILIZADORES  $\Sigma M_{DES}$ ).

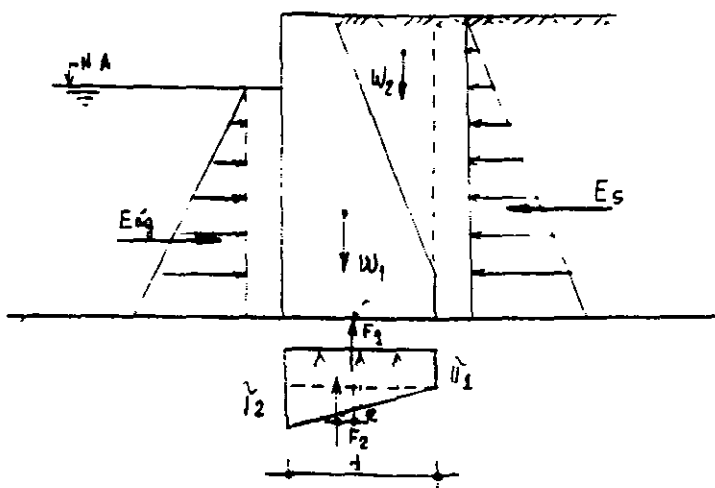
O FATOR DE SEGURANÇA AO ARRASTE É A RAZÃO ENTRE A SOMA DAS FORÇAS HORIZONTAIS QUE RESISTEM AO DESLIZAMENTO PELA SOMA DAS FORÇAS HORIZONTAIS QUE DESESTABILIZAM O SISTEMA, DE FORMA SEMELHANTE À DO FATOR DE SEGURANÇA AO TOMBAMENTO.

A TENSÃO MÁXIMA DE SOLICITAÇÃO DO SOLO É CALCULADA TENDO COMO BASE O EQUILÍBRIO DA FACE DE CONTATO COM O SOLO. SUPÕE-SE A DISTRIBUIÇÃO DE PRESSÕES TRAPEZOIDAL E CALCULA-SE " $\sigma_{MAX}$ " CONFORME O ESQUEMA:

$$\sigma_{MAX} \leq \bar{\sigma}_{ADM}$$

$$\begin{cases} (\sigma_1 + \sigma_2) \times \frac{d}{2} = \Sigma F_{VERT} \\ \left( \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2} \right) \times d \times e = \Sigma MOM. \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_1 = \sigma_1 \times d \\ F_2 = (\sigma_2 - \sigma_1) \times d/2 \end{cases} \quad 000181$$





Obra <b>BARRAGEM UBALDINHO</b>	Assunto <b>SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO</b>
Cálculo <i>[assinatura]</i>	Visto
Data <b>JUL/92</b>	Folha <b>04 de 15</b>

### CRITÉRIOS DE CÁLCULO DOS ESFORÇOS

ABAIXO ESTÃO LISTADOS OS ESFORÇOS ADOTADOS AO LONGO DESTES CÁLCULOS, E OS CRITÉRIOS DE SIMPLIFICAÇÃO UTILIZADOS.

#### i) PESO PRÓPRIO (P)

$$P = S \times \gamma$$

ONDE.  $S$  = ÁREA DA SEÇÃO TRANVER-SAL ( $m^2$ ).

$\gamma$  = PESO ESPECÍFICO ( $t/m^3$ )

$\gamma$  ADOTADOS:

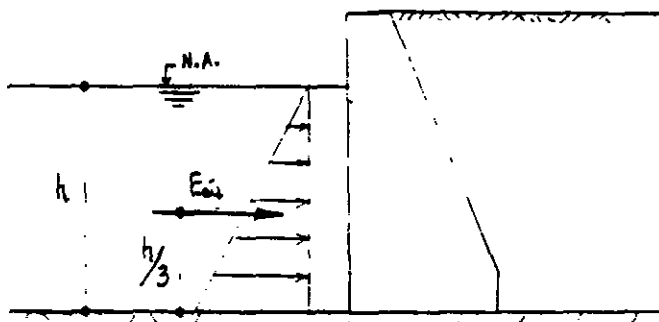
CONCRETO CICLOPICO —  $\gamma_c = 2.40 \text{ t/m}^3$

ÁGUA —————  $\gamma_{\text{ág}} = 1.00 \text{ t/m}^3$

SOLO NATURAL —————  $\gamma_s = 1.90 \text{ t/m}^3$

SOLO SATURADO —————  $\gamma_{\text{SAT}} = 2.10 \text{ t/m}^3$

#### ii) EMPUXO DA ÁGUA ( $E_{\text{ág}}$ )



$$E_{\text{ág}} = \frac{1}{2} \times \gamma_{\text{ág}} \times h^2$$

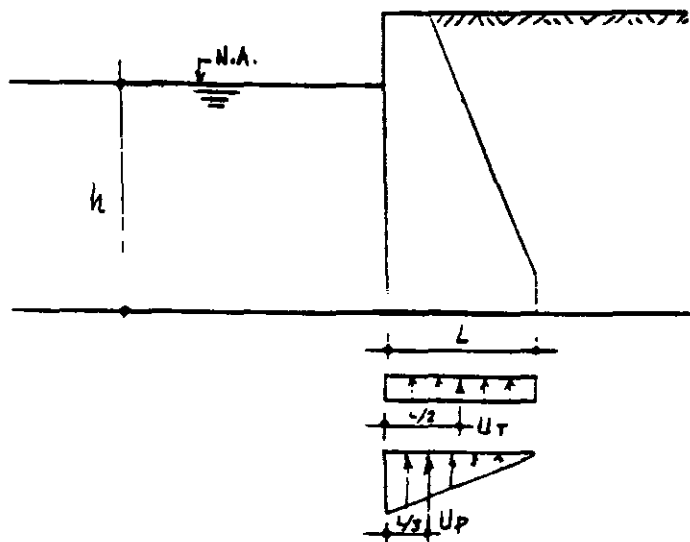
ONDE:

$h$ : ALTURA DA COLUNA D'ÁGUA (m)



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADUROS - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>AmB</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	05 de 15

iii) SUB-PRESSÃO (U)



$$U_T = u \times l$$

$$U_p = u \times l/2$$

$$u = \gamma_{\text{ág}} \times h$$

$U_T$  = SUB-PRESSÃO TOTAL

$U_p$  = SUB-PRESSÃO PARCIAL

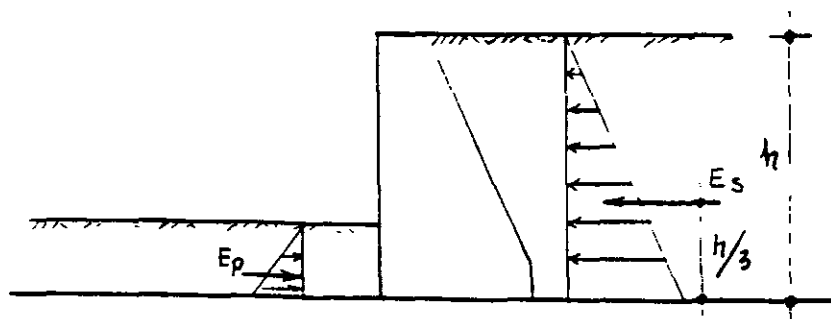
$h$  = ALTURA COLUNA D'ÁGUA

$L$  = LARGURA DA SAPATA

POIS NÃO SER PREVISTA A EXECUÇÃO DE DRENAGEM ESPECIAL PARA O MURO, FORAM ADOPTADOS ESFORÇOS CORRESPONDENTES AS SUBPRESSÕES

iv) EMPUXO DO SOLO ( $E_s$ )

O EMPUXO DO SOLO, SEGUNDO A MECÂNICA DOS SOLOS, PODE SER ATIVO OU PASSIVO, CONFORME O SOLO TENHA A AFASTAR OU COMPRIMIR AS PARTÍCULAS



$$E_s = \frac{1}{2} \times \delta_s \times h^2 \times K$$

$$K_a = 0,42$$

$$K_p = \frac{1}{0,42}$$





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRA DOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	06 de 15

V) FORÇA DE ATRITO ( $f_a$ )

$$f_a = N \times \tan \varphi$$

ONDE:

N = FORÇA NORMAL À SUPERFÍCIE

 $\varphi$  = ÂNGULO DE ATRITO ENTRE SUPERFÍCIES

PARA O CONTATO CONCRETO X ROCHA, FOI ADOTADO:

$$\varphi = 35^\circ$$

## HIPÓTESES DE CARGA

OS CÁLCULOS DOS MUROS FORAM FEITOS PARA UM CONJUNTO DE HIPÓTESES, LISTADAS ABAIXO:

- a) MURO COM REATERRO MÁXIMO E SEM ÁGUA
- b) MURO COM REATERRO MÁXIMO E COM O NÍVEL D'ÁGUA VARIANDO DE ZERO ATÉ O NÍVEL MÁXIMO.
- c) NÍVEL DA ÁGUA MÁXIMO, REATERRO MÁXIMO E COM REATERRO INTERNO NO CANAL

A SEGUIR SÃO MOSTRADAS AS PLANILHAS DE CÁLCULOS DO MURO NAS HIPÓTESES PREVISTAS ACIMA.

000184



Obra	<b>BARRAGEM UBALDINHO</b>	Assunto	<b>SAUGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO</b>
Cálculo	<i>[Assinatura]</i>	Data	<b>JUL/92</b>
	Visto		Folha <b>07 de 15</b>

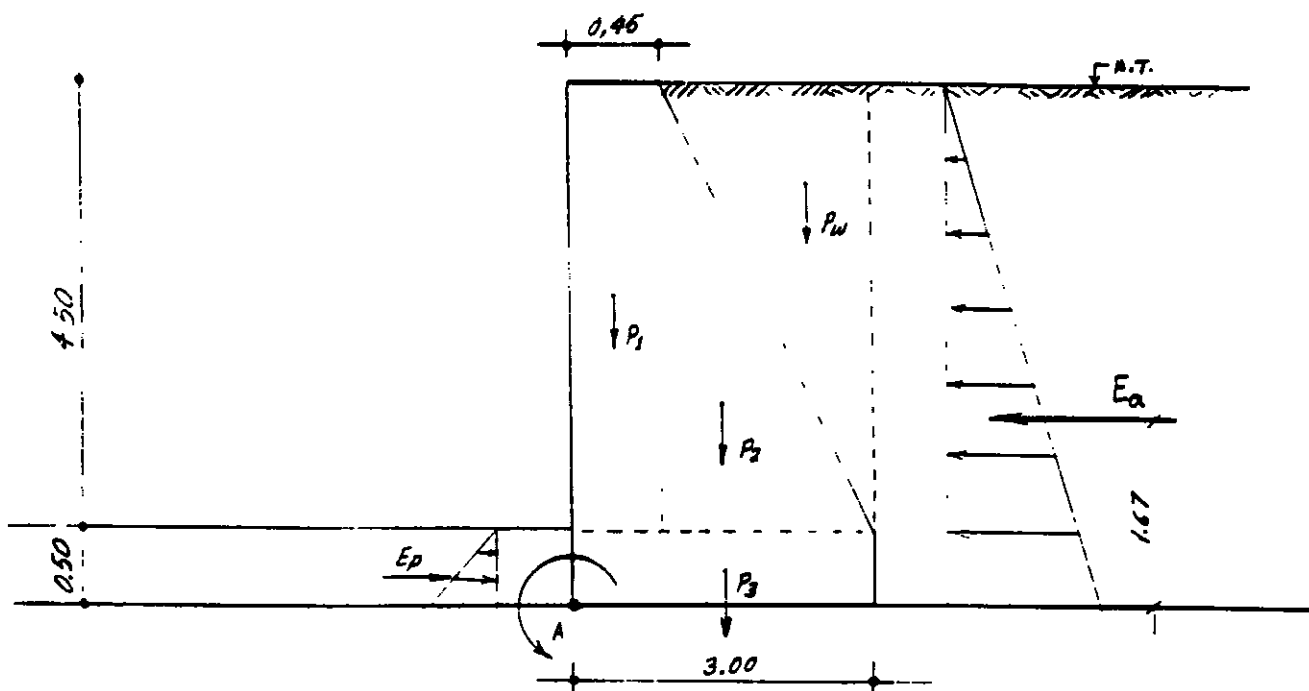
FENÔMENO . **TOMBAMENTO**

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.10 \text{ t/m}^3$$

HIPÓTESE : **REATERRO MÁXIMO**

$$\gamma_{\text{conc}} = 2.40 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1.00 \text{ t/m}^3$$



$$E_c = \frac{1}{2} \gamma h^2 = \frac{1}{2} \cdot 2.4 \cdot (0.5)^2 / 0.42 = 0.63 \text{ t}$$

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma h^2 K_a = \frac{1}{2} \cdot 2.1 \cdot (5.0)^2 \cdot 0.42 = 11.03 \text{ t}$$

$$P_1 = 0.45 \times 4.50 \times 2.40 = 4.86 \text{ t}$$

$$ME_a = 11.03 \times 1.67 = 18.42 \text{ t.m}$$

$$P_2 = \frac{2.55 \times 4.50}{2.0} \times 2.40 = 13.77 \text{ t}$$

$$MP_1 = 4.86 \times 0.225 = 1.09 \text{ t.m}$$

$$P_3 = 3.0 \times 0.50 \times 2.40 = 3.60 \text{ t}$$

$$MP_2 = 13.77 \times 1.30 = 17.90 \text{ t.m}$$

$$P_w = \frac{2.55 \times 4.50}{2} \times 2.10 = 12.05 \text{ t}$$

$$MP_3 = 3.60 \times 1.50 = 5.40 \text{ t.m}$$

$$MP_w = 12.05 \times 2.15 = 25.91 \text{ t.m}$$

$$\sum M_a = 18.42 \text{ t.m}$$

$$\sum M_R = 1.09 + 17.90 + 5.40 + 25.91 = 50.30 \text{ t.m}$$

$$F_s = \frac{50.30}{18.42} \Rightarrow F_s = 2.73$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	JANGRAOIRO - ESTABILIDADE DO MURO
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	08 de 15

FENOMENO: AARRASTE

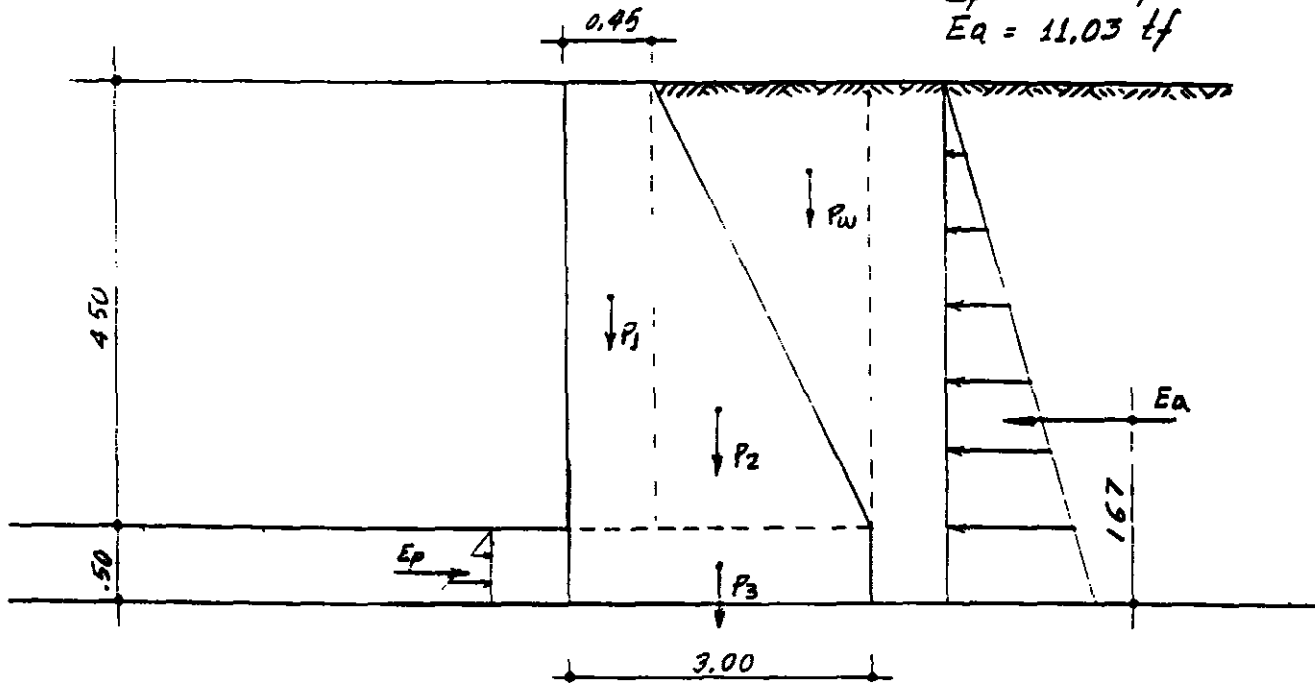
$$\varphi = 35^\circ$$

HIPÓTESE: REATERRO MÁXIMO

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_w = 34.28 t$$

$$E_p = 0.63 t f$$

$$E_a = 11.03 t f$$



$$N = P_T = 34.28 t$$

$$f_a = N \times \text{tg} \varphi \quad . \quad f_a = 34.28 \times \text{tg} 35^\circ \quad . \quad f_a = 24.00 t$$

$$\Sigma F_{RES} = f_a + E_p = 24.00 + 0.63 = 24.63 t$$

$$\Sigma F_{AT} = E_a = 11.03 t$$

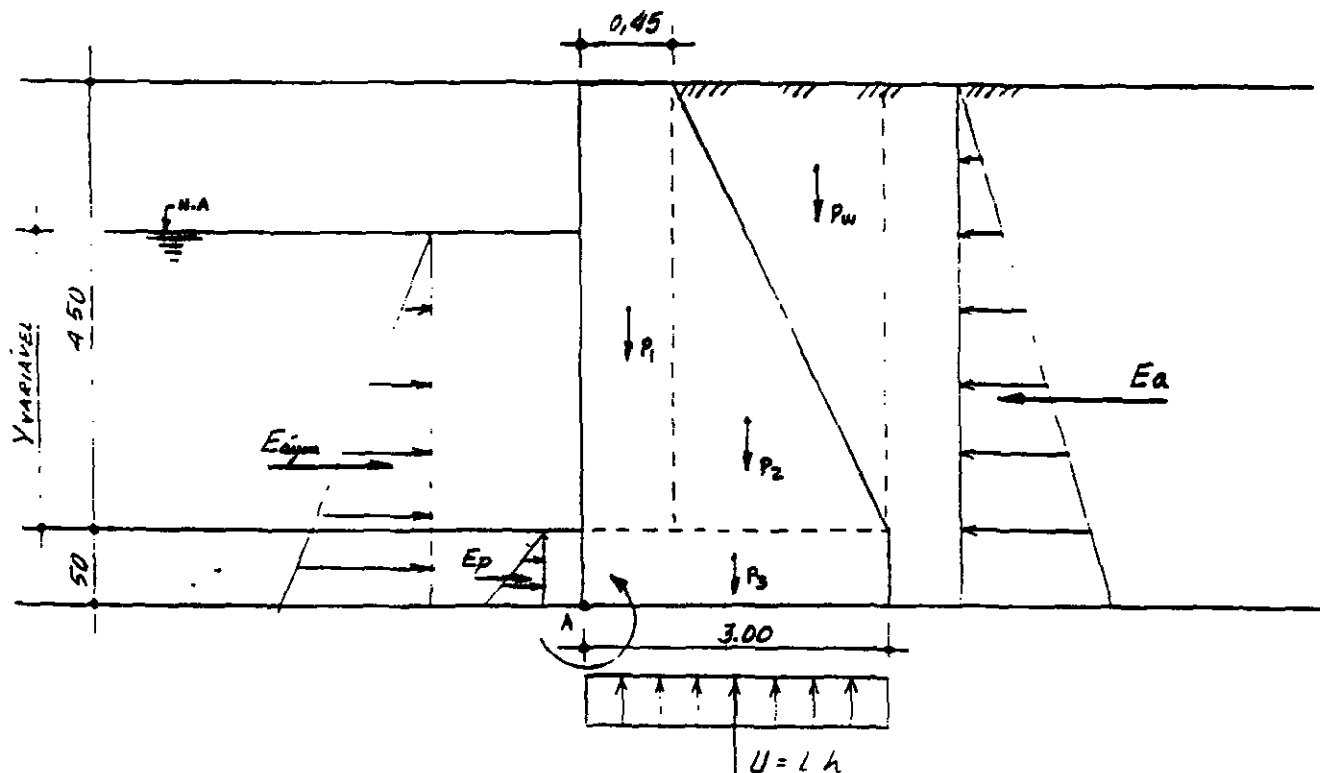
$$F_s = \frac{\Sigma F_{RES}}{\Sigma F_{AT}} = \frac{24.63}{11.03} \Rightarrow F_s = 2.23$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	09 de 15

FENÔMENO : *TOMBAMENTO*

HIPÓTESE . PEATERRO MÁXIMO COM VAZÃO MAIS DESFAVORÁVEL



$$P_1 = 4,86 \text{ t}$$

$$M_{P_1} = 1,03 \text{ t.m}$$

$$E_{\text{agua}} = \frac{1}{2} \times 1,0 \times h^2 = \frac{h^2}{2}$$

$$P_2 = 13,77 \text{ t}$$

$$M_{P_2} = 17,90 \text{ t.m}$$

$$U = l \times h$$

$$P_3 = 3,60 \text{ t}$$

$$M_{P_3} = 5,40 \text{ t.m}$$

$$P_w = 12,05 \text{ t}$$

$$M_{P_w} = 25,91 \text{ t.m}$$

$$M_{E_{\text{ag}}} = \frac{h^2}{2} \times \frac{h}{3} = \frac{h^3}{6} \text{ t.m}$$

$$E_a = 11,03 \text{ t}$$

$$M_{E_a} = 18,42 \text{ t.m}$$

$$M_U = 1,5h \times \frac{1}{2} \times 3,0 = 1,5h \text{ t.m}$$

$$\sum M_{DT} = E_a = 18,42 \text{ t.m}$$

$$\sum M_{REC} = M_{P_1} + M_{P_2} + M_{P_3} + 1,1P_w = 50,30 \text{ t.m}$$



Obra	<b>BARRAGEM UBALDINHO</b>	Assunto	<b>SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO</b>	
Cálculo	<i>Alida</i>	Visto	Data	Folha
			<i>JUL/92</i>	<i>10 de 15</i>

(CONT.)

FENÔMENO: *TOMBAMENTO*

HIPÓTESE: *REATERRO MÁXIMO COM VAZÃO MAIS DESFAVORÁVEL.*

$y'$	$h$	$E_{eq}$	$ME_{eq}$	$U$	$MU$	$\sum MR + ME$	$\sum MA + MU$	$F_s = \frac{\sum MR + ME}{\sum MA + MU}$
0	0.50	0.13	0.020	1.50	2.25	50.32	20.67	2.43
0.50	1.00	0.50	0.166	3.00	4.50	50.47	22.92	2.20
1.00	1.50	1.13	0.562	4.50	6.75	50.86	25.17	2.02
1.50	2.00	2.00	1.333	6.00	9.00	51.63	27.42	1.88
2.00	2.50	3.13	2.60	7.50	11.25	52.90	29.67	1.78
2.50	3.00	4.50	4.50	9.00	13.50	54.80	31.92	1.72
3.00	3.50	6.13	7.14	10.50	15.75	57.44	34.17	1.68
3.50	4.00	8.00	10.67	12.00	18.00	60.97	36.42	1.67
4.00	4.50	10.13	15.19	13.50	20.25	65.49	38.67	1.69
4.50	5.00	12.50	20.83	15.00	22.50	71.13	40.92	1.74

$\sum M_{RES} = 50,30 \text{ t.m}$

$ME_{eq} = \frac{h^3}{6} \text{ t.m}$

$\sum M_{AT} = 18,42 \text{ t.m}$

$MU = U \times \frac{l}{2} \text{ t.m}$

$F_s = 1,67$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>Luiz</i>	Visto	Data	JUL/92	
				Folha 11 de 15	

FENÔMENO : ARRASTE

HIPÓTESE : REATERRO MÁXIMO COM VAZÃO MAIS DESFAVORÁVEL.

y	h	U	E <sub>eq</sub>	F <sub>s</sub>
0,0	0,50	1,50	0,13	2,15
1,50	1,00	3,00	0,50	2,09
3,00	1,50	4,50	1,13	2,05
4,50	2,00	6,00	2,00	2,03
6,00	2,50	7,50	3,13	2,04
7,50	3,00	9,00	4,50	2,07
9,00	3,50	10,50	6,13	2,12
10,50	4,00	12,00	8,00	2,20
12,00	4,50	13,50	10,13	2,29
13,50	5,00	15,00	12,50	2,41

$$\Sigma FAT = 11,03 \text{ tf}$$

$$W = P_r = 34,28 \text{ tf}$$

$$E_{solo} = 11,03 \text{ tf}$$

$$E_p = 0,63 \text{ tf}$$

$$U = L \cdot h$$

$$E_{eq} = \frac{h^2}{2}$$

$$F_s = \frac{(W - U) \tan 35^\circ + E_{eq} + E_p}{\Sigma FAT}$$

$$F_s = \frac{(34,28 - U) 0,70 + E_{eq} + 0,63}{11,03}$$

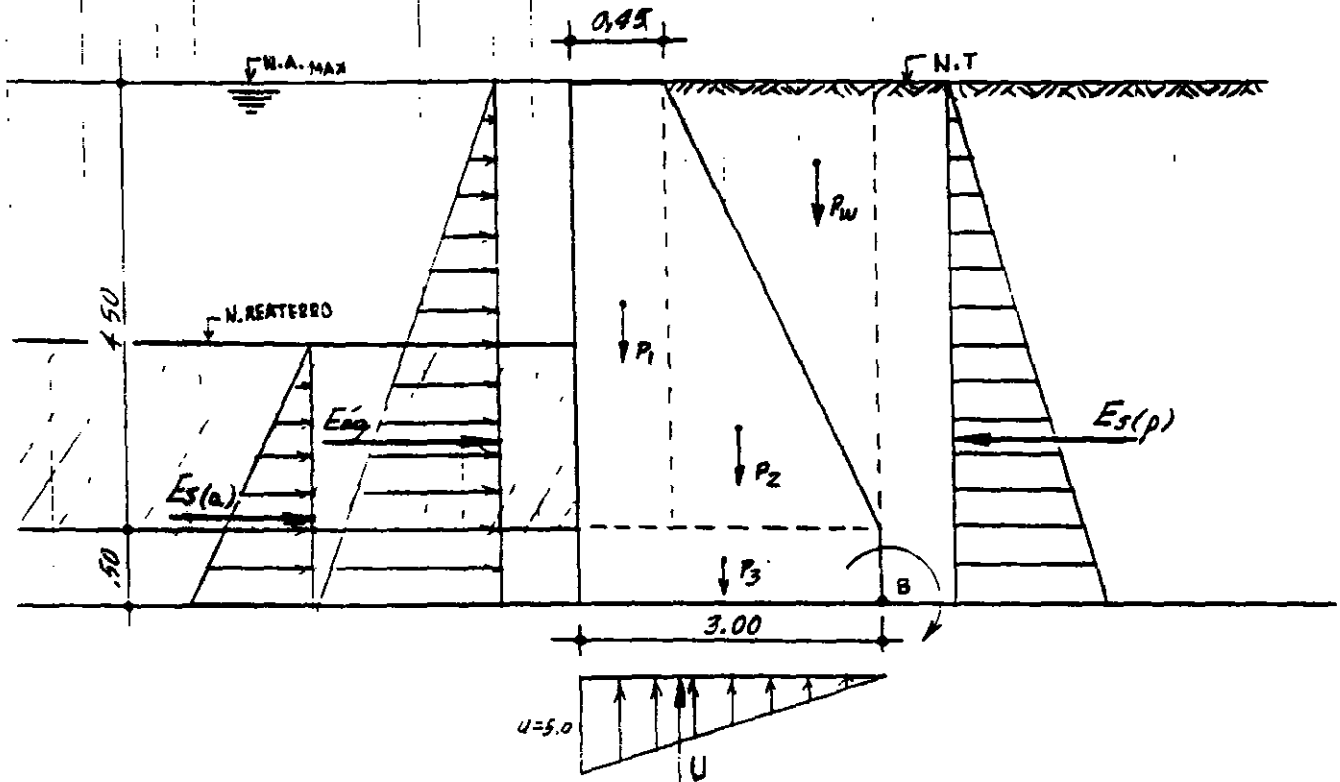
$$F_s = 2,03$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	12 de 15

FENÔMENO : TOMBAMENTO

HIPÓTESE : N.A. MÁXIMO COM REATERRO MÁXIMO E REATERRO INTERNO NO CANAL



$$E_s(p) = 1/2 \times \gamma_a \times h^2 \times K_p = 1/2 \times 1.9 \times (5.0)^2 \times 1/0.42 = 56,55 \text{ t}$$

$$E_s(a) = 1/2 \times \gamma_a \times h^2 \times K_a = 1/2 \times 2.1 \times (2.0)^2 \times 0.42 = 1,76 \text{ t}$$

$$E_{eq} = 1/2 \times \gamma_a \times h^2 = 1/2 \times 1.0 \times (5.0)^2 = 12,50 \text{ t}$$

$$P_1 = 4,86 \text{ t}$$

$$MP_1 = 4,86 \times 2,78 = 13,51 \text{ t.m}$$

$$P_2 = 13,77 \text{ t}$$

$$MP_2 = 13,77 \times 1,70 = 23,41 \text{ t.m}$$

$$P_3 = 3,60 \text{ t}$$

$$MP_3 = 3,60 \times 1,50 = 5,40 \text{ t.m}$$

$$P_w = 12,05 \text{ t}$$

$$MP_w = 12,05 \times 0,85 = 10,24 \text{ t.m}$$

$$ME_s(p) = 56,55 \times 1,67 = 94,44 \text{ t.m}$$

$$ME_s(a) = 1,76 \times 0,67 = 1,18 \text{ t.m}$$

$$ME_{eq} = 12,50 \times 1,67 = 20,88 \text{ t.m}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTABILIDADE DO MURO	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	13 de 15

(CONT.)

FENÔMENO . TOUBAMENTO

HIPÓTESE : N.A.MÁX. COM REATERRO MÁXIMO E REATERRO INTERNO NO CANAL.

$$U = \frac{3.0 \times 5.0}{2} = 7.50 \text{ t} \quad MU = 7.50 \times 2 = 15.0 \text{ t.m}$$

$$\Sigma M_{ATUANTES} = ME_{\hat{a}g} + ME_{s(a)} + MU = 20.88 + 1.18 + 15.0 = 37.06 \text{ t.m}$$

$$\Sigma M_{RESISTENTES} = MP_1 + MP_2 + MP_3 + MP_W + M = 13.51 + 23.41 + 5.40 + 10.24 + 94.44 =$$

$$\Sigma M_{RES} = 147 \text{ t.m}$$

$$F_s = \frac{\Sigma M_{RES}}{\Sigma M_{AT}} = \frac{147.0}{37.06} \Rightarrow F_s = 3.96$$

FENÔMENO . ARRASTE

HIPÓTESE : N.A.MAX COM REATERRO MÁXIMO E REATERRO INTERNO NO CANAL

$$F_s = \frac{(W-U) \tan 35^\circ + E_p}{E_{\hat{a}g} + E_a}$$

$$F_s = \frac{(34.28 - 7.50) 0.70 + 56.55}{12.50 + 1.18}$$

$$F_s = 5.50$$





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRAFOURO - ESTABILIDADE DO MURO
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	14 de 15

FENÔMENO . TENSÕES

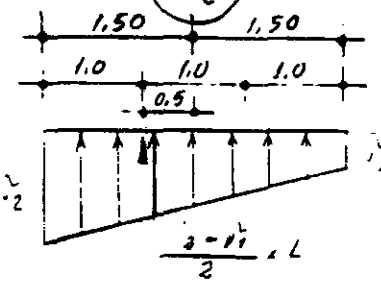
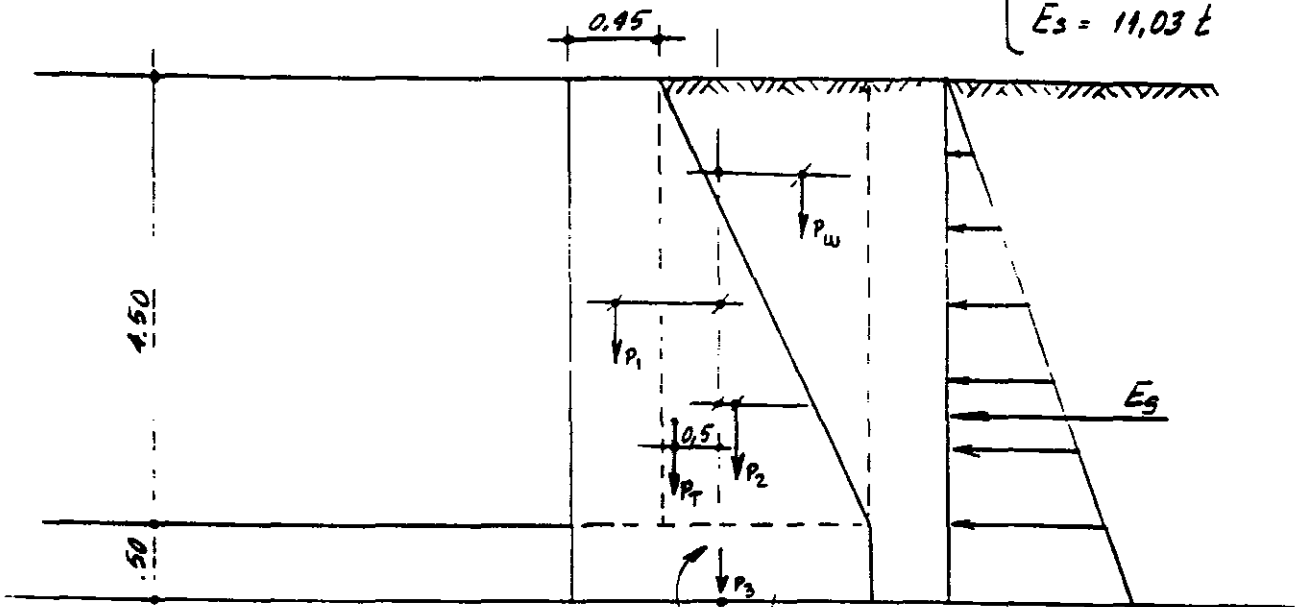
HIPÓTESE : REATERRO MÁXIMO

DADOS

- $P_1 = 4,86 \text{ t}$
- $P_2 = 13,77 \text{ t}$
- $P_3 = 3,60 \text{ t}$
- $P_w = 12,05 \text{ t}$

---

- $P_T = 34,28 \text{ t}$
- $E_s = 11,03 \text{ t}$



$$\bar{x} = \frac{\sum P_i \times x_i}{\sum P_i} = \frac{\sum M_{K_i}}{\sum P_i}$$

$$\bar{x} = \frac{50,30}{34,28} = 1,47 \text{ m}$$

$$\sum F_v = 0 : \sigma_2 + \sigma_1 \times \frac{3,0}{2} = P_T \quad \therefore \sigma_2 + \sigma_1 = \frac{2 \times 34,28}{3,0}$$

$\sigma_2 + \sigma_1 = 22,85 \text{ t}$

$$\sum M_c = 0 : E_s \times \frac{1}{3} \times 5,0 + P_T \times 0,03 = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2} \times 3,0 \times 0,5 \quad \therefore$$

$$11,03 \times 1,67 + 34,28 \times 0,03 = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{2} \times 1,5 \quad \therefore$$

$\sigma_2 - \sigma_1 = 25,93$

$$\begin{array}{r} \sigma_2 + \sigma_1 = 22,85 \\ \sigma_2 - \sigma_1 = 25,93 \\ \hline 2\sigma_2 = 48,78 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \sigma_2 = 24,39 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_1 = -1,54 \text{ t/m}^2 \end{array} \Rightarrow$$

$$\begin{array}{l} \sigma_2 = 2,439 \text{ Kg/cm}^2 \\ \sigma_1 = -0,154 \text{ Kg/cm}^2 \end{array}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOIRO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	15 de 15

## BIBLIOGRAFIA

1. VENNARD & STREET; ELEMENTOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS, GUANABARA DOIS, RIO DE JANEIRO, 1978
2. FOX AND McDONALD, INTRODUÇÃO A MECÂNICA DOS FLUIDOS; GUANABARA DOIS, RIO DE JANEIRO, 1981.
3. CAPUTO, H P, MECÂNICA DOS SOLOS.  
AO LIVRO TÉCNICO EDITORA, RIO DE JANEIRO, 1981
4. CEDERGREN, HARRY, SEEPAGE, DRAINAGE AND FLOW NETS; JOHN WILEY & SONS; NEW YORK, 1967.

**3.2.2.2 - ESTRUTURA DO LABIRINTO E LAJE**



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	01 de 21

### 3.2.2.2 - ESTRUTURA DO LABIRINTO E LAJE

O SANGRADOURO DA BARRAGEM SÃO MIGUEL É COMPOSTO POR UM VERTEDEURO DO TIPO LABIRINTO COM LARGURA DE 57,2 M, SEGUIDO DE UM CANAL COM LARGURA CONSTANTE, TAMBÉM DE 57,2 M E INCLINADO DE 0,0015 m/m, REVESTIDO EM CONCRETO.

AS PEÇAS ESTRUTURAIS DO SANGRADOURO SERÃO DESCRITAS A SEGUIR, BEM COMO ESTUDADOS OS CRITÉRIOS DE CARREGAMENTO. AS PEÇAS ESTRUTURAIS SÃO LABIRINTO E LAJE DO CANAL.

#### — LABIRINTO

O VERTEDEURO LABIRINTO TEM ALTURA DE 3,0 M, E UM COMPRIMENTO DE 15,0 M

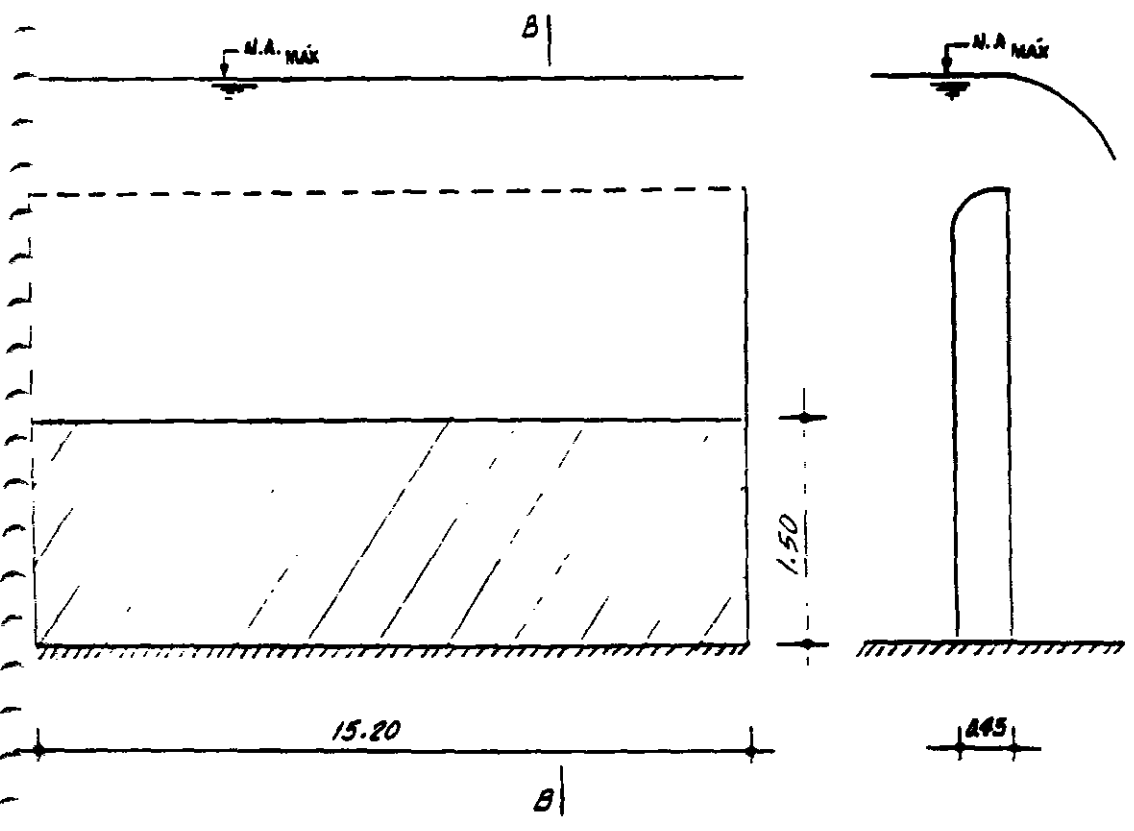
O CÁLCULO DO LABIRINTO BASEOU-SE NO MÉTODO DAS DEFORMAÇÕES E FOI FEITO CONSIDERANDO-SE A PAREDE DO LABIRINTO COMO LAJE ENGASTADA EM TRÊS BORDOS E O OUTRO BORDO, LIVRE. PARA O CÁLCULO FOI LEVADO EM CONTA O ESFORÇO DA ÁGUA EM SEU NÍVEL MÁXIMO DE SANERIA E UM PEATERRO DE 1,50 M.

A FIGURA A SEGUIR MOSTRA O DETALHE DA LAMINA MÁXIMA SOBRE O LABIRINTO E O PEATERRO.



UBALDINHO	Assunto SANGRADOURO - ESTRUTURA
Visto	Data JUL/92
	Folha 02 de 21

ESTRUTURA
Folha 03 de 21



M CONTA 05

COM ÁBA-  
I E IV  
DOCHA.

ELECIDOS NA  
DE CONSTRU

A BASE DO VERTEDOURO LABIRINTO ESTA ENGAS-  
 LAVES DE CONCRETO ARMADO COM ESPESSURA DE  
 PARA O CÁLCULO DA LAJE FORAM CONSIDERADAS  
 HÍPTESIS

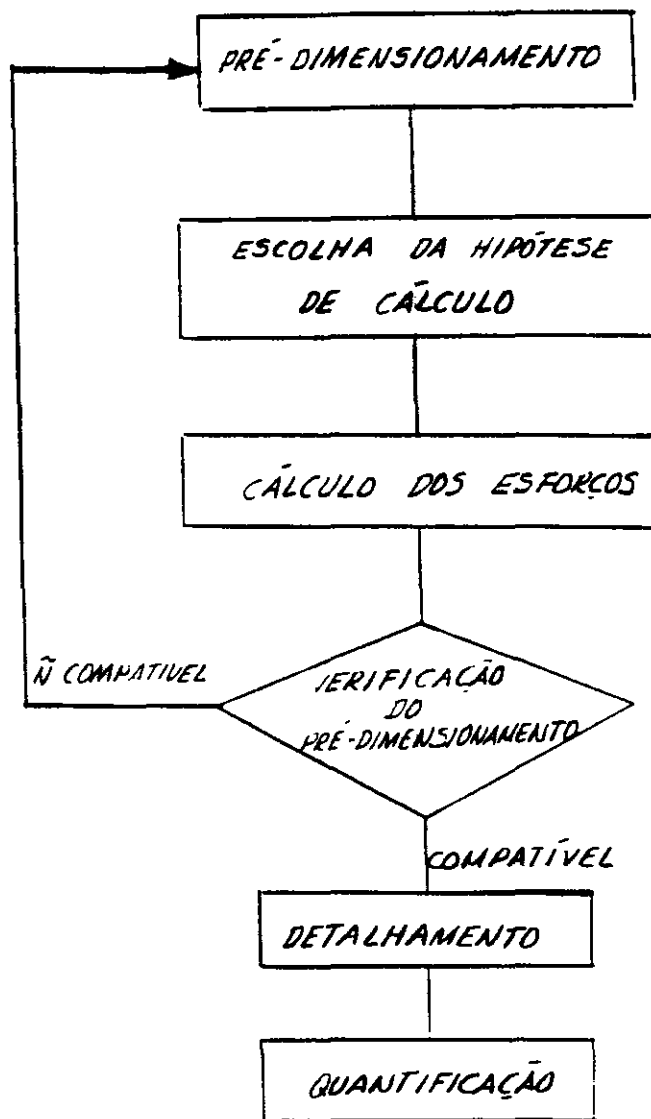
- O TERRENO EM QUE A LAJE ESTÁ APOIADA PO-
- FER UM RECALQUE, DESCALÇANDO-A EM ATÉ 2.0 M.
- A SOBRECARGA NA LAJE É DEVIDA AO PESO
- E O PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA.

XOGRAMA DA



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	04 de 21

### METODOLOGIA DE CÁLCULO

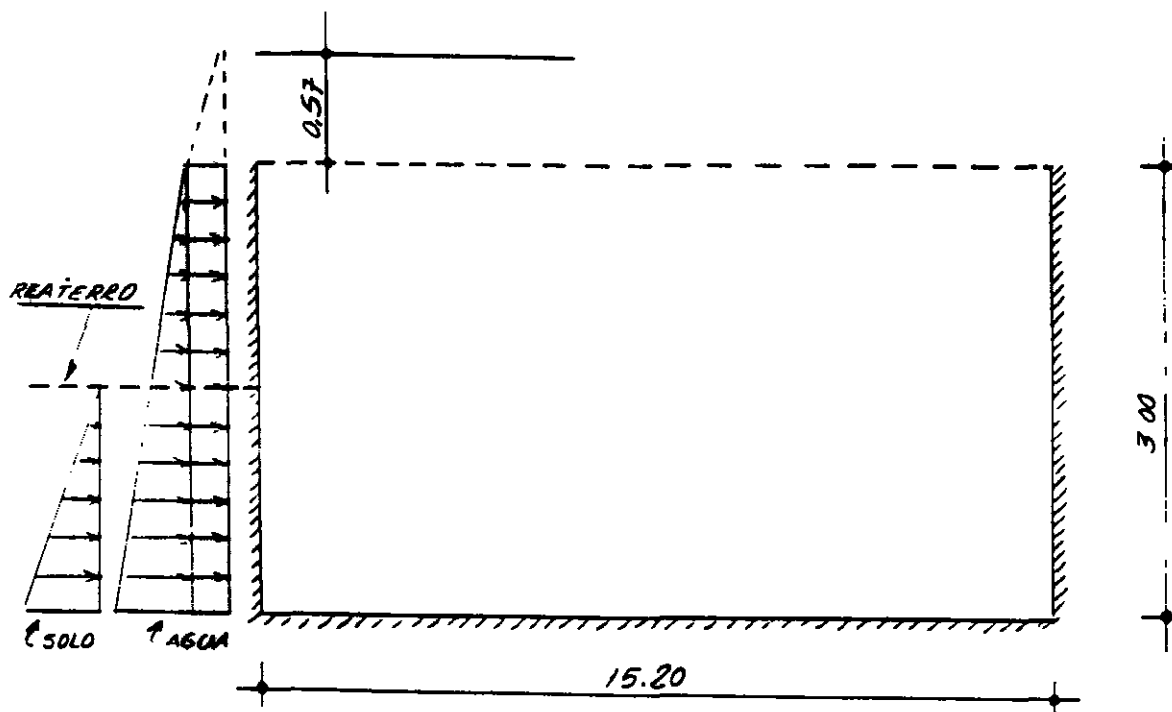


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>Paulo</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	05 de 21

— LABIRINTO —

A PAREDE DO SANGRADOURO FOI CALCULADA PARA SUPORTAR UMA LÂMINA MÁXIMA DE 0,57 m, CALCULADA PARA A VAZÃO  $Q = 167,76 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR-500 ANOS, VER MEMÓRIA SANGRADOURO / HIDRÁULICA)

ESQUEMA ESTRUTURAL

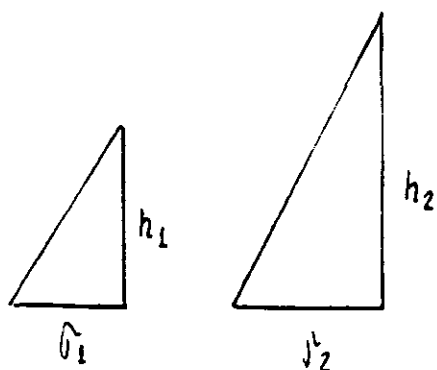


O CÁLCULO DOS ESFORÇOS SERÁ BASEADO NO PRINCÍPIO DA SUPERPOSIÇÃO DOS EFEITOS.

O CÁLCULO DOS ESFORÇOS NA PAREDE DO LABIRINTO DEVIDO À CARGA DO REATERRO FOI FEITO POR UM MÉTODO APROXIMATIVO, QUE CONSISTE EM SUPOR UMA CARGA

Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	06 de 21

TAMBÉM TRIANGULAR AO LONGO DE TODA A ALTURA DA PAREDE CUJA INTEGRAL (F) SEJA DE MESMO VALOR QUE A ORIGINAL. PARA ISTO CALCULA-SE A PRESSÃO EQUIVALENTE  $\tilde{v}_2$ .



ONDE:  $h_1 = 1.50 \text{ m}$

$h_2 = 3.00 \text{ m}$

$$p_1 = K_a \times \gamma_{solo} \times h_1$$

$$p_1 = 0,42 \times 1,1 \times 1,5 = 0,70$$

$$\frac{p_1 \times h_1}{2} = \frac{p_2 \times h_2}{2} \quad \therefore \quad \tilde{v}_2 = p_1 \times \frac{h_1}{h_2} = 0,35 \text{ t/m}^2$$

A PAREDE DO VERTEDOURO LABIRINTO SERÁ CALCULADA PELO MÉTODO DAS DEFORMAÇÕES COMO APRESENTADO PELO PROFESSOR ADERSON M. DA ROCHA. A SOBRECARGA TRAPEZOIDAL FOI DIVIDIDA EM RETANGULAR E TRIANGULAR, COMO É MOSTRADO NA FIGURA ANTERIOR (ESQUEMA ESTRUTURAL) E SEUS ESFORÇOS CALCULADOS COM BASE NAS TABELAS A SEGUIR.



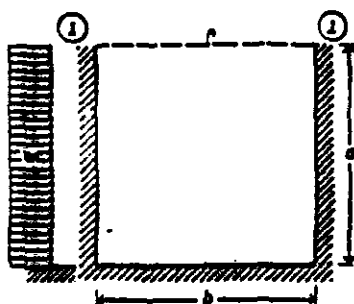


Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>Stubb</i>	Visto	Data	JUL/92	Folha 07 de 21

TABELA 1 D

LAJE RETANGULAR SOBRE 3 APOIOS COM CARGA DISTRIBUIDA TOTAL

SOBRECARGA PETAAL GULAR ( $\gamma = 0,56 \text{ t/m}^2$ )



Multiplificador para os momentos e reações concentradas nos cantos:  $q b^2$   
 Multiplificador para as flexões:  $q b^4 / D$

$\frac{a}{b}$	$f$	$X_a$	$X_b$	$M_a$	$M_b$	$f_r$	$X_{11}$	$M_r$
0,30	0,00021	-0,0327	-0,0133	-0,0038	0,0026	0,00070	-0,0379	0,0077
0,35	0,00033	-0,0396	-0,0165	-0,0023	0,0047	0,00112	-0,0471	0,0128
0,40	0,00046	-0,0453	-0,0206	-0,0006	0,0067	0,00142	-0,0563	0,0171
0,45	0,00059	-0,0488	-0,0262	0,0012	0,0087	0,00163	-0,0655	0,0210
0,50	0,00074	-0,0511	-0,0319	0,0029	0,0108	0,00178	-0,0742	0,0246
0,55	0,00090	-0,0526	-0,0369	0,0044	0,0131	0,00192	-0,0783	0,0279
0,60	0,00104	-0,0538	-0,0415	0,0056	0,0154	0,00205	-0,0815	0,0309
0,65	0,00118	-0,0548	-0,0460	0,0066	0,0175	0,00217	-0,0830	0,0335
0,70	0,00131	-0,0556	-0,0496	0,0074	0,0194	0,00228	-0,0853	0,0356
0,75	0,00142	-0,0560	-0,0528	0,0081	0,0212	0,00238	-0,0869	0,0372
0,80	0,00152	-0,0562	-0,0559	0,0087	0,0229	0,00246	-0,0872	0,0385
0,85	0,00162	-0,0563	-0,0589	0,0091	0,0244	0,00252	-0,0873	0,0395
0,90	0,00171	-0,0562	-0,0618	0,0092	0,0258	0,00256	-0,0872	0,0402
0,95	0,00180	-0,0561	-0,0647	0,0091	0,0271	0,00257	-0,0870	0,0408
1,00	0,00188	-0,0560	-0,0675	0,0090	0,0283	0,00258	-0,0866	0,0413
1,10	0,00202	-0,0559	-0,0703	0,0085	0,0303	0,00258	-0,0858	0,0415
1,20	0,00214	-0,0558	-0,0731	0,0077	0,0321	0,00259	-0,0849	0,0416
1,30	0,00222	-0,0557	-0,0759	0,0067	0,0337	0,00259	-0,0842	0,0417
1,40	0,00228	-0,0556	-0,0785	0,0059	0,0351	0,00259	-0,0838	0,0417
1,50	0,00232	-0,0556	-0,0805	0,0052	0,0362	0,00259	-0,0836	0,0417
1,75	0,00238	-0,0556	-0,0823	0,0030	0,0381	0,00259	-0,0834	0,0417
2,00	0,00243	-0,0556	-0,0833	0,0015	0,0395	0,00259	-0,0833	0,0417

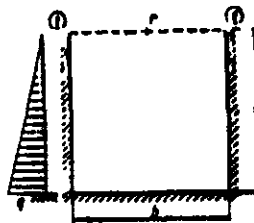


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>Paulo</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	08 de 21

TABELA 17

LAJE RETANGULAR SOBRE 3 APOIOS COM CARGA DISTRIBUIDA TRIANGULAR

SOBRECARGA TRIANGULAR ( $q = 3,35 \text{ t/m}$ )



Multiplicador para momentos e reações concentradas nos cantos:  $qb^3$   
 Multiplicador para fluxos:  $qb^4/D$ .

$\frac{a}{b}$	$f_a$	$X_a$	$X_b$	$M_a$	$M_b$	$f_r$	$X_{b1}$	$M_c$
0,30	0,00006	-0,0120	-0,0240	0,0002	0,0002	0,00016	-0,0009	0,0028
0,35	0,00011	-0,0145	-0,0290	0,0003	0,0003	0,00021	-0,0012	0,0033
0,40	0,00016	-0,0172	-0,0344	0,0004	0,0004	0,00026	-0,0015	0,0044
0,45	0,00021	-0,0193	-0,0404	0,0005	0,0005	0,00030	-0,0017	0,0054
0,50	0,00027	-0,0212	-0,0471	0,0006	0,0006	0,00034	-0,0019	0,0064
0,55	0,00032	-0,0229	-0,0545	0,0007	0,0007	0,00038	-0,0021	0,0072
0,60	0,00037	-0,0246	-0,0626	0,0008	0,0008	0,00041	-0,0023	0,0079
0,65	0,00042	-0,0262	-0,0714	0,0009	0,0009	0,00044	-0,0025	0,0085
0,70	0,00048	-0,0277	-0,0809	0,0010	0,0010	0,00047	-0,0027	0,0090
0,75	0,00053	-0,0291	-0,0911	0,0011	0,0011	0,00050	-0,0029	0,0094
0,80	0,00059	-0,0304	-0,1021	0,0012	0,0012	0,00053	-0,0031	0,0098
0,85	0,00064	-0,0317	-0,1138	0,0013	0,0013	0,00056	-0,0033	0,0102
0,90	0,00070	-0,0329	-0,1263	0,0014	0,0014	0,00059	-0,0035	0,0106
0,95	0,00075	-0,0340	-0,1396	0,0015	0,0015	0,00062	-0,0037	0,0110
1,00	0,00081	-0,0351	-0,1537	0,0016	0,0016	0,00065	-0,0039	0,0114
1,10	0,00091	-0,0358	-0,1704	0,0017	0,0017	0,00068	-0,0041	0,0118
1,20	0,00100	-0,0375	-0,1881	0,0018	0,0018	0,00071	-0,0043	0,0122
1,30	0,00108	-0,0391	-0,2068	0,0019	0,0019	0,00074	-0,0045	0,0126
1,40	0,00114	-0,0405	-0,2265	0,0020	0,0020	0,00077	-0,0047	0,0130
1,50	0,00119	-0,0418	-0,2472	0,0021	0,0021	0,00080	-0,0049	0,0134
1,75	0,00121	-0,0455	-0,2999	0,0022	0,0022	0,00083	-0,0051	0,0138
2,00	0,00126	-0,0478	-0,3413	0,0023	0,0023	0,00086	-0,0053	0,0142

A RELAÇÃO  $a/b = 0,19$ , SEGUNDO O MÉTODO ADOPTADO  
 PARA  $a/b \leq 0,30$ , ADOPTAR  $a/b = 0,30$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Data	JUL/92
	Visto		Folha 09 de 21

## CÁLCULO DOS MOMENTOS DO CARREGAMENTO

## i) CARGA RETANGULAR



$$q_b^2 = 560 \times (15.20)^2 = 129382,40 \text{ Kg/m}^2$$

$$X_a = 4231 \text{ Kgf.m}$$

$$X_b = 1721 \text{ Kgf.m}$$

$$M_a = 492 \text{ Kgf.m}$$

$$M_b = 336 \text{ Kgf.m}$$

$$M_r = 996 \text{ Kgf.m}$$

$$X_{b1} = 4904 \text{ Kgf.m}$$

## ii) CARGA TRIANGULAR



$$q_b^2 = 3350 \times (15.20)^2 = 773984,0 \text{ Kg/m}^2$$

$$X_a = 9288 \text{ Kgf.m}$$

$$X_b = 3715 \text{ Kgf.m}$$

$$M_a = 155 \text{ Kgf.m}$$

$$M_b = 464 \text{ Kgf.m}$$

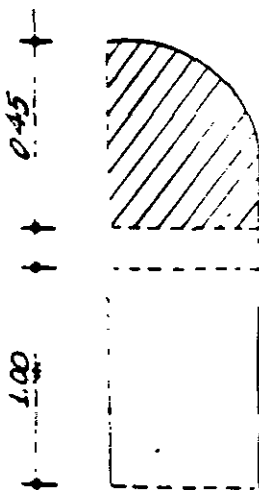
$$M_r = 2167 \text{ Kgf.m}$$

$$X_{b1} = 5888 \text{ Kgf.m}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	10 de 21

PARA O MOMENTO DE BORDO "Mr", FOI CONSIDERADO UM  $b = 0,45 m$  E  $d_{MÉDIO} = 0,33 m$ , PARA OS DEMAIS CASOS  $b = 1,00 m$  E  $d = 0,42 m$ .



$$\bar{h} = 0,36 m \rightarrow \bar{d} = 0,33 m$$

$$h = 0,45 m \rightarrow d_{ADT} = 0,42 m$$

CÁLCULO DA FERRAGEM ( $A_s$ )

MOMENTO	$d_{MIN}$	$d_{ADT}$	$\pi'$	$\alpha$	$A_s$	$A_{sMIN}$	$\phi$ ADOTADO
$X_a = 13519$	26,28	42	0,305	40,48	11,13	6,75	$\phi 12,5 c 6$
$X_b = 5436$	16,70	42	0,481	40,48	4,48	6,75	$\phi 12,5 c 16$
$M_a = 647$	5,75	42	1,396	40,48	0,53	6,75	$\phi 12,5 c 18$
$M_b = 800$	6,40	42	1,255	40,48	0,66	6,75	$\phi 12,5 c 18$
$M_r = 3163$	18,95	33	0,333	40,48	2,60	4,95	$5 \phi 12,5 c 11$
$X_{b1} = 11792$	24,54	42	0,327	40,48	3,71	6,75	$\phi 12,5 c 7$
(Kgf m)	(m)	(m)	-	-	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	-

$$d_{MIN} = 1,7 \sqrt{Md/b}$$

$$\pi' = \frac{d_{ADT}}{\sqrt{Md/b}}$$

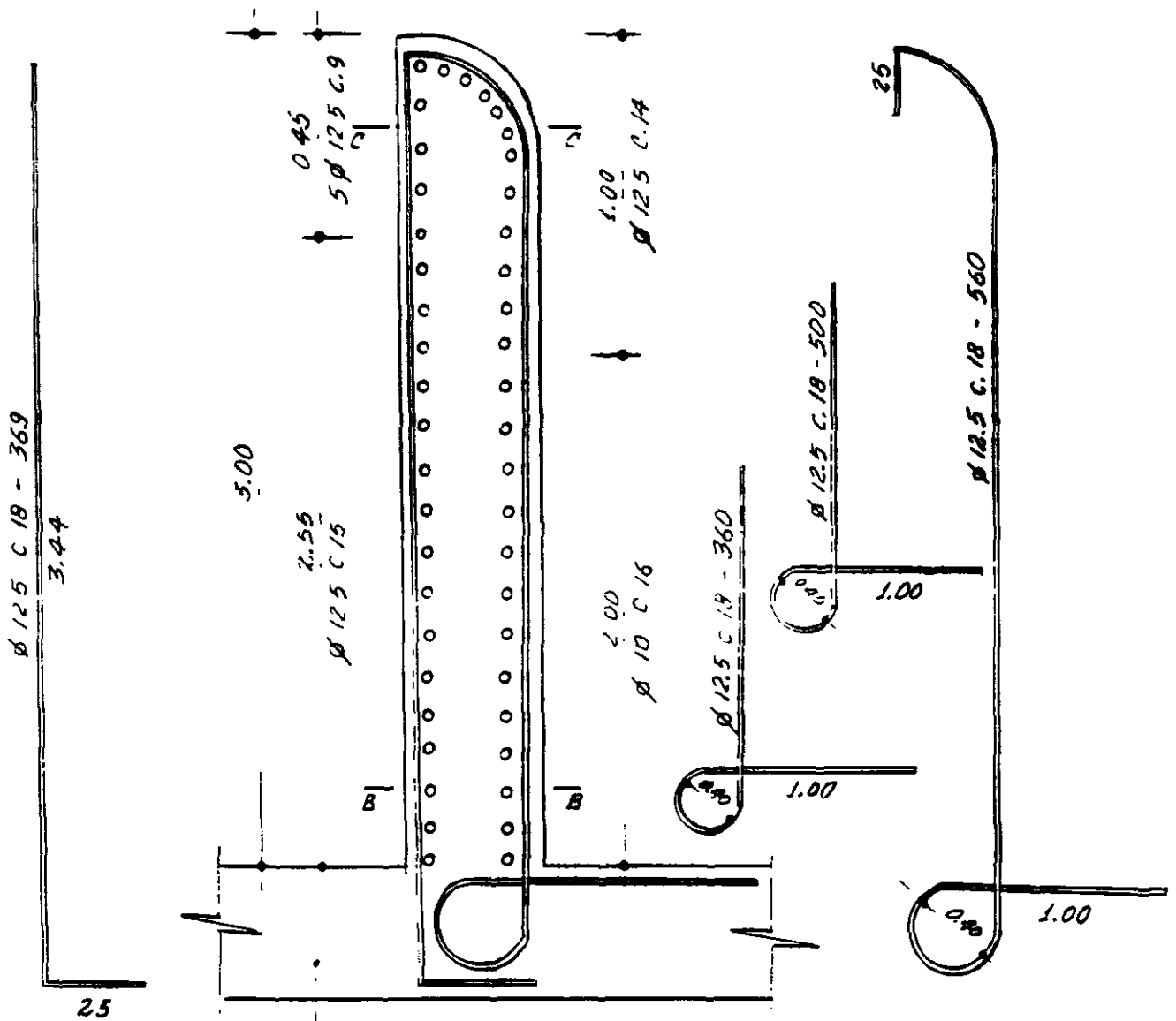
$$A_s = \frac{Md}{\alpha \cdot d}$$

$$A_s /_{MIN} = \frac{0,15}{100} \times 1000 \times 203$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	11 de 21

DETALHAMENTO DA ARMADURA

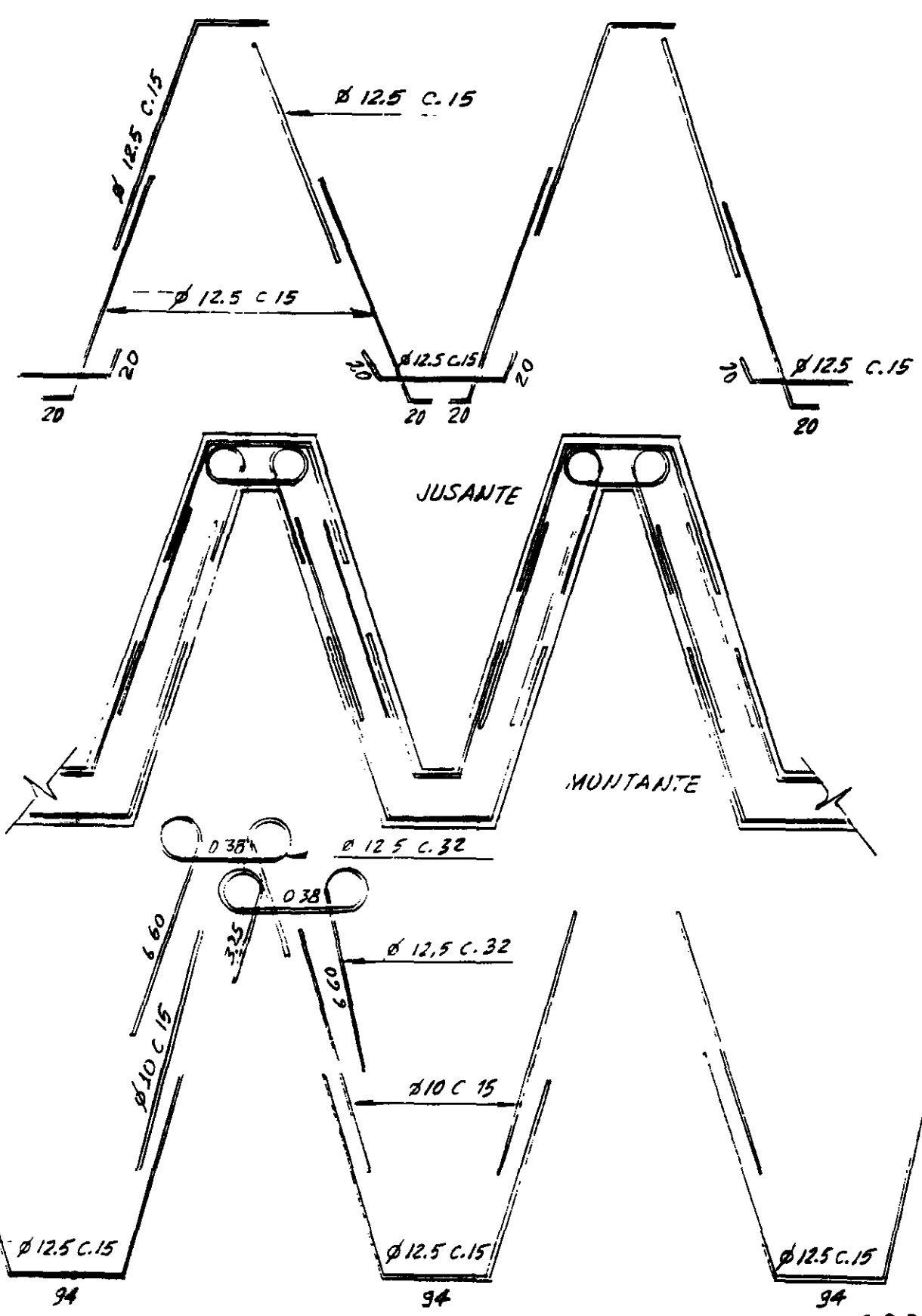


LAJE



Obra <b>BARRAGEM</b>	UBALDINHO	Assunto <b>SANGRADOIRO - ESTRUTURA</b>	
Cálculo <i>[Signature]</i>	Visto	Data <b>JUL/92</b>	Folha <b>12 de 21</b>

CORTE BB (Xa, Xb)



000205



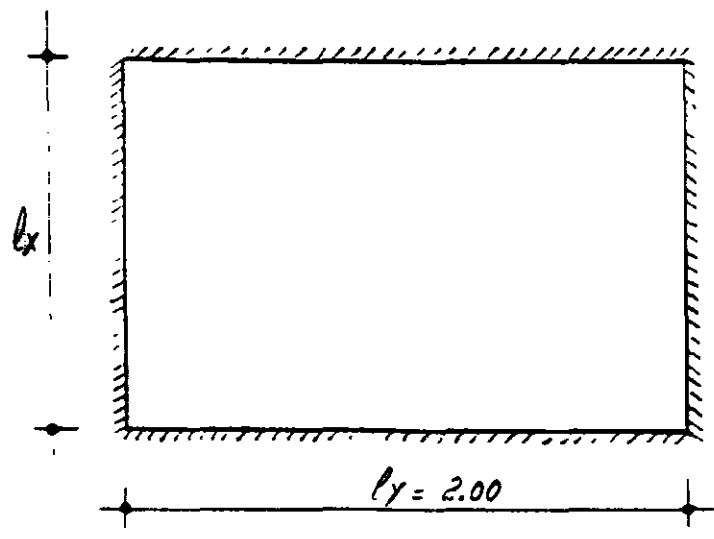
PRAGEM	UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	JUL/92
		Folha	14 de 21

URA
'1

- LAJE -

O CÁLCULO DA LAJE DO LABIRINTO FOI CONSIDERADO NO CASO - 06, SEGUNDO O MÉTODO DESCRITO POR MAR-

PA LAJE  
 $\lambda = 2,0$   
ES DE  $l_x$

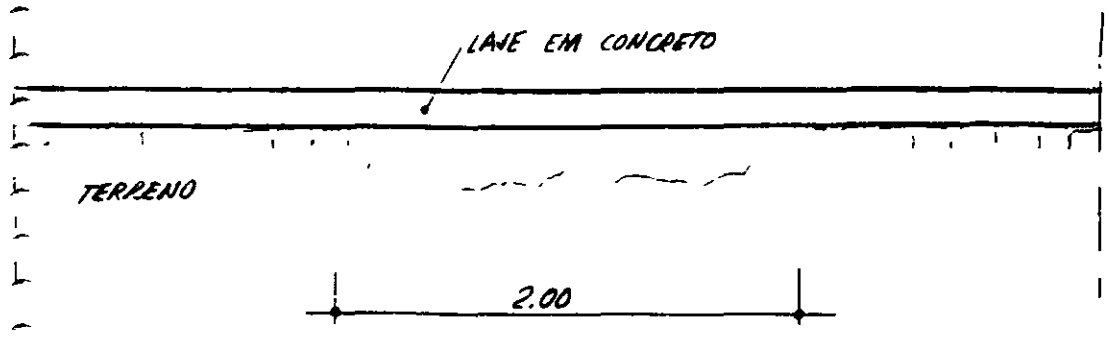


$0 < l_x \leq 2.0 \text{ m}$

TR VALOR

O CÁLCULO DA LAJE LEVOU EM CONSIDERAÇÃO, O TERRENO ONDE A MESMA ESTA APOIADA, PODERÁ UM RECALQUE CAUSANDO UM DESCALCE MÁXIMO 0,01 M, COMO É MOSTRADO A SEGUIR

DO MO.  
TRACA-  
DE SE  
ESPONDEM

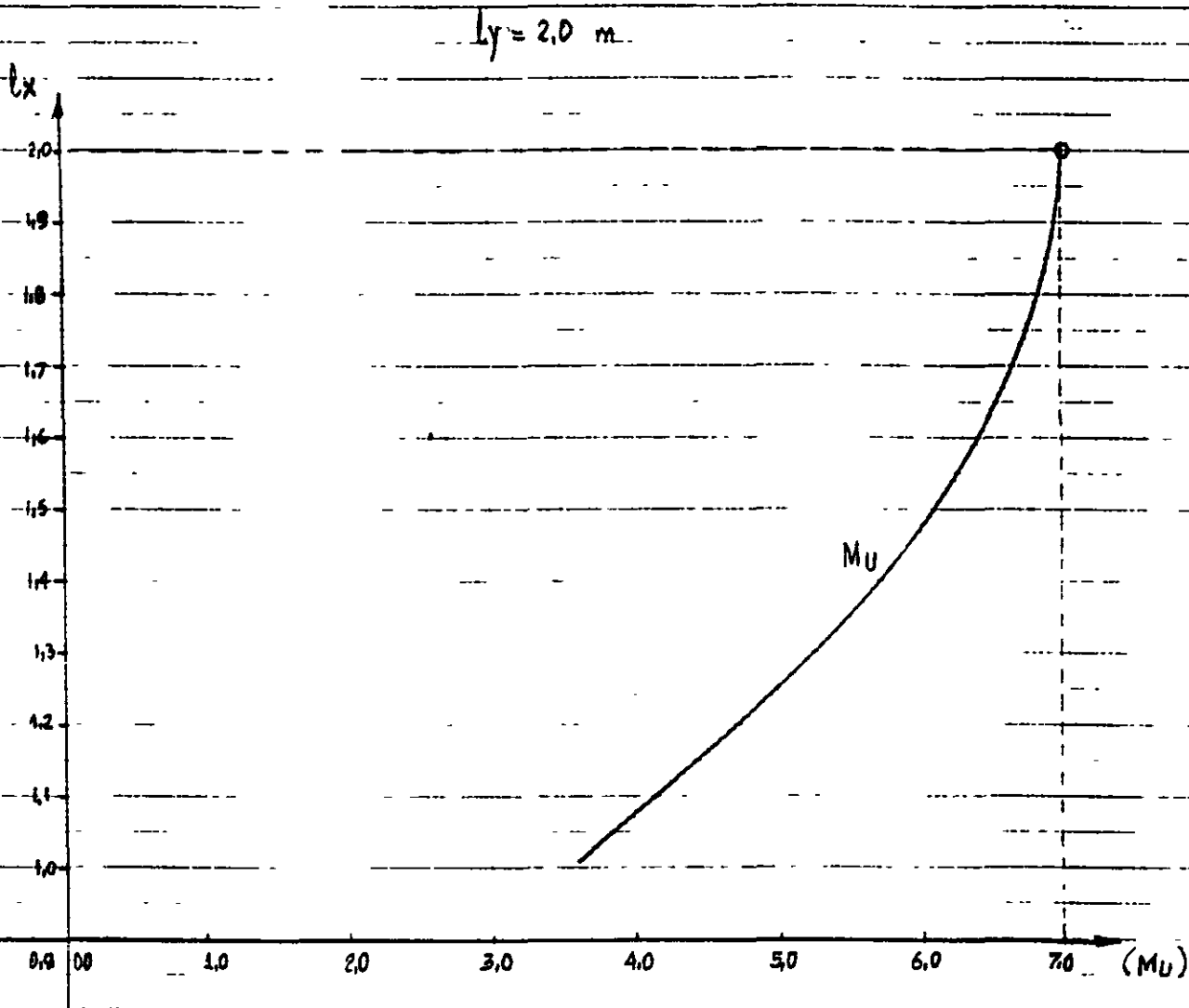


$MU \times l_x$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	16 de 21

CONCLUI-SE PELO GRÁFICO QUE O VALOR DE  $M_{U_{max}}$  É OBTIDO PARA VALOR DE  $l_x = 2,0$  m.



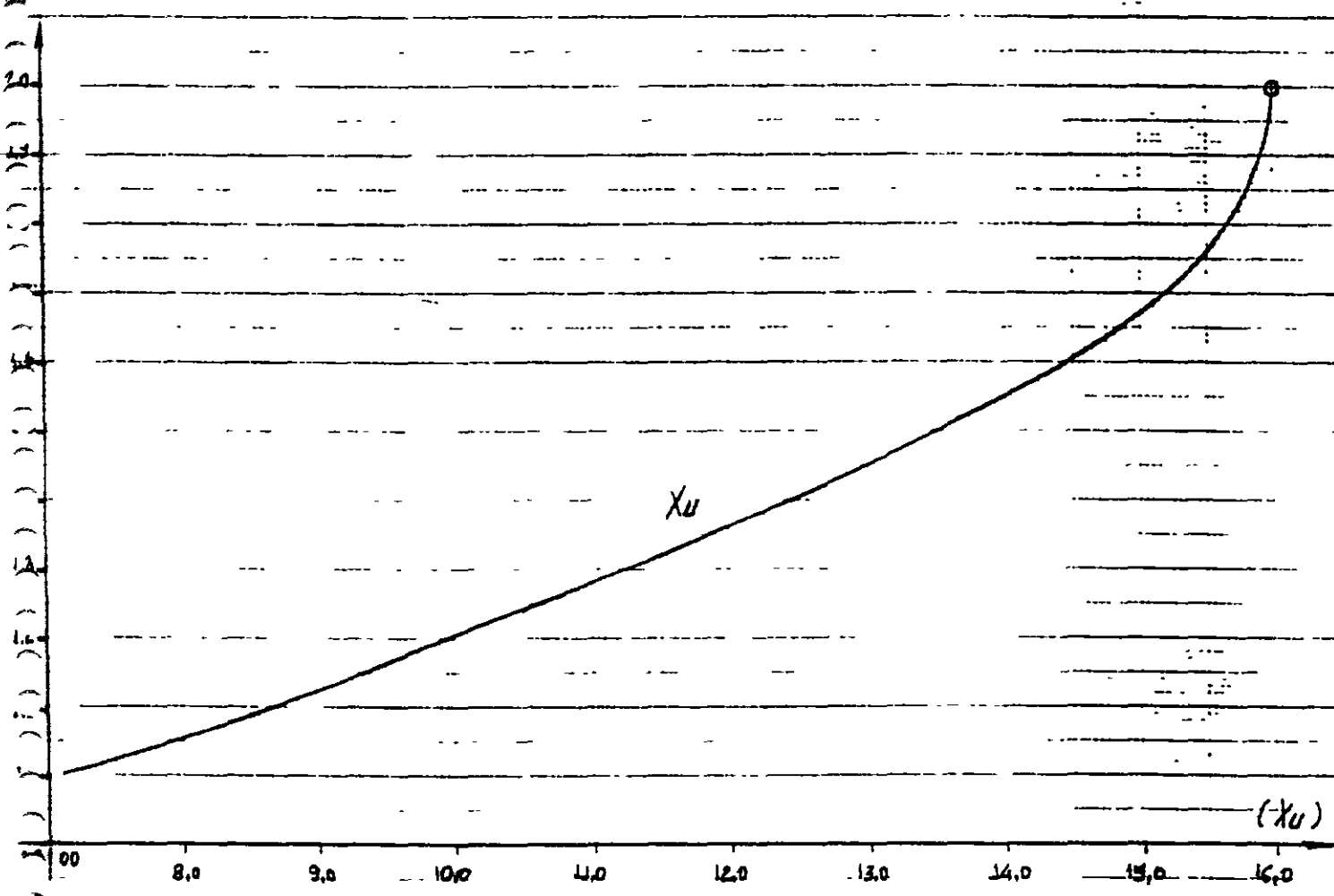




Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>flut</i>	Visto	
		Data	JUL/92
		Folha	17 de 21

CONCLUI-SE PELO GRÁFICO QUE O  $X_{u\max}$  É  
OBTIDO PARA VALOR DE  $l_x = 2.0$  m.

$l_y = 2.0$  m



000208



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	18 de 21

PARA A LAJE DO LABIRINTO, COMO A CARGA É ESTÁVEL, PRINCIPALMENTE A MONTANTE DO VERTEDEURO LABIRINTO, FOI ADOTADO COMO SOBRECARGA O ESFORÇO DEVIDO AO PESO DA ÁGUA EM SEU NÍVEL MÁXIMO DE SANGRIA, MAIS O PESO DO REATERRO ( $\gamma_{\text{SUBMERSO}} = 1,1 \text{ Kg/m}^3$ )

SOBRECARGA ..... (ÁGUA)  $1000 \times 3,56$

(SOLO) ..  $1100 \times 1,50$

PESO PRÓPRIO ..... (CONC)...  $2.500 \times 0,50$

---

$q = 6460 \text{ Kg/m}^2$

$\lambda = 1,0 \longrightarrow \text{TAB. 6} \left\{ \begin{array}{l} m_x = m_y = 55,74 \\ n_x = n_y = 24,00 \end{array} \right.$

$M = \frac{6460 \times (20)^2}{55,74} = 464 \text{ Kg.m}$

$X = \frac{6460 \times (20)^2}{24,0} = 1077 \text{ Kg.m}$



Obra	BARRAGEM	UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	JUL/92
			Folha	19 de 21

### DIMENSIONAMENTO

$$F_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

AÇO CA-50B

$$\text{RECOBRIMENTO} = 3,0 \text{ cm}$$

i) FERRO POSITIVO  $M = 464 \text{ Kg.m}$

$$d_{\min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 464} = 4,87 \text{ cm} < d_{\text{ADT}}$$

$$n = \frac{47}{\sqrt{\frac{1,4 \times 464}{1,0}}} = 1,844 \sim 0,477 \longrightarrow \alpha = 40,48$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 464}{40,48 \times 47,0} = 0,34 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_s}{\min} = \frac{0,15}{100} \times 50 \times 100 = 7,5 \text{ cm}^2$$

\* ADOPTAR FERRAGEM MÍNIMA \_\_\_\_\_ ( $\phi$  12,5 c 15)

ii) FERRO NEGATIVO

$$d_{\min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1077} = 7,42 \text{ cm} < d_{\text{ADT}}$$

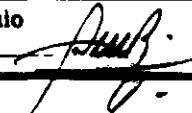
$$n = \frac{47}{\sqrt{\frac{1,4 \times 1077}{1,0}}} = 1,210 \sim 0,477 \longrightarrow \alpha = 40,48$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1077}{40,48 \times 47,0} = 0,79 \text{ cm}^2$$

\* ADOPTAR FERRAGEM MÍNIMA \_\_\_\_\_ ( $\phi$  12,5 c 16)

000210

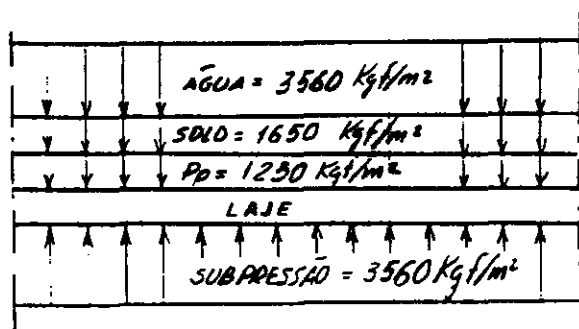


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO - ESTRUTURA
Cálculo		Visto	Data JUL/92
			Folha 20 de 21

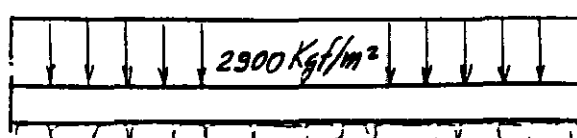
### SUBPRESSÃO

PARA A LAJE DO LABIRINTO FOI CONSIDERADO UMA SUBPRESSÃO DE CARREGAMENTO RETANGULAR PARA UMA LÂMINA D'ÁGUA DE 3.50 M DE ALTURA NA IMINÊNCIA DE SANGRAR, O QUE SERIA A HIPÓTESE MAIS DESFAVORÁVEL.

O BALANÇO DOS CARREGAMENTOS FOI FEITO COMO É MOSTRADO A SEGUIR



RESOLVENDO-SE O CARREGAMENTO TEM-SE



ANALIZANDO-SE O COMPORTAMENTO, NOTOU-SE QUE O CARREGAMENTO É MUITO MAIOR QUE A SUBPRESSÃO NA LAJE DO LABIRINTO, DISPENSANDO PORTANTO O ATRANTAMENTO DA MESMA.

000211



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADDURO - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUL/92	21 de 21

## BIBLIOGRAFIA

1. A.B.N.T., NORMA BRASILEIRA, NB-1/78  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
2. ROCHA, A.M., CONCRETO ARMADO, LIVRARIA NOBEL  
VOLS. 1 E 4, SÃO PAULO, 1986.
3. CAPUTO, H.P., MECÂNICA DOS SOLDOS, AO LIVRO  
TÉCNICO, RIO DE JANEIRO, 1981
4. VERNARD & STREET, ELEMENTO DE MECÂNICA  
DOS FLUIDOS, ED. GUANABARA DOIS, RIO DE JANEIRO, 1978
5. CEDERGREN, HARRY, SEEPAGE, DRAINAGE AND FLOW NETS,  
JOHN WILEY & SONS, NEW YORK, 1967



Obra	BARRAGEM UBALDIHO	Assunto	SANGZADURO: CÁLCULO DA LAJE
Cálculo	Visto	Data	Folha
		28/03/95	01 de 07

## CÁLCULO DA ESTABILIDADE DA LAJE

### 1. CARGAS CONSIDERADAS.

1.1 CARGAS PERMANENTES CONCRETO ARMADO:  $25 \text{ KN/m}^3$

### 1.2 PRESSÕES HIDROSTÁTICAS

MONTANTE: N.A max max: 295,95

JUSANTE: N.A 292,72 (LÂMINA DE 0,97 m)

### 1.3 - SUBPRESSÕES.

APESAR DE SE DOTAR DE UM SISTEMA DE DRENAGEM A MONTANTE DA LAJE, FOI ADMITIDO NO CÁLCULO A PRESENÇA DE SUBPRESSÃO TOTAL

### 8 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE

• FLUTUAÇÃO:  $F_{sf} = \frac{V}{U} \geq 2,0$

ONDE: V é a SOMATÓRIA DAS FORÇAS VERTICAIS DESCENDENTES

U é a SOMATÓRIA DAS FORÇAS VERTICAIS ASCENDENTES

• ATRITO CHUMBADOR - ROCHA:

$$F_{sc} = \frac{C \cdot A}{T} \geq 2,0$$



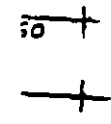
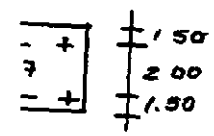
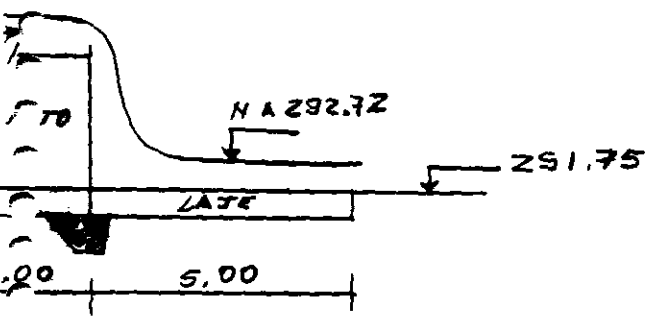
UBALDINHO	Assunto SANGRADOURD: CÁLCULO DA LAJE
Visto	Data 28/03/96
	Folha 02 de 07

SANGRADOURD: CÁLCULO DA LAJE
Folha 03 de 07

$c$  = COESÃO MÉDIA NA INTERFACE CONCRETO-ROCHA = 500 KN/m<sup>2</sup>  
 $A$  = ÁREA DO FUSTE DA SUPERFÍCIE DE ESCORREGAMENTO.  
 $T$  = É A FORÇA DE ARRANCAMENTO NO CHUMBADOR.

ADOTAR A ANCORAGEM DA LAJE

295,97



SITUAÇÃO

LAJE:

ESPESSURA DA LAJE = 0,5 m  
 LARGURA DA LAJE = 5,0 m.  
 CUMPRIMENTO DA LAJE = 57,20 m.  
 $V = (0,5 \times 5,0 \times 57,20) \times 25 = 3.575 \text{ KN}$

$\times 0,5 = 5 \text{ KN/m}^2$   
 $\times 0,5 = 12,5 \text{ KN/m}^2$   
 $\times 3,25 = 32,5 \text{ KN/m}^2$   
 TAL 15,0 KN/m<sup>2</sup>

PESO DA ÁGUA SOBRE A LAJE =  
 $1 \text{ KN/m}^3 \times 0,5 \times 5,0 \times 57,2 = 1.430 \text{ KN}$   
 TOTAL (V) = 3.575 + 1.430 = 5.005 KN

SUBPRESSÃO:  $10 (295,97 - 292,72) = 32,5 \text{ KN/m}^2$  107,5 KN  
 $V = 32,5 \times 5,0 \times 57,20 = 9.295 \text{ KN}$

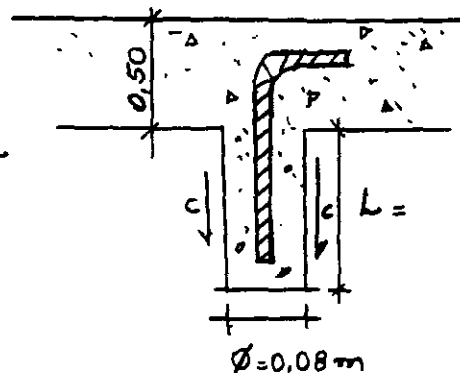
000214

Obra	BARRAGEM UBALDINO	Assunto	SANGRADOURO: CÁLCULO DA LAJE
Cálculo	Visto	Data	Folha
		28/03/95	04 de 07

• CÁLCULO DA PROFUNDIDADE DO CHUMBADOR NA ROCHA (L)

$$FS = \frac{C \cdot A}{T} = 2.0$$

$$A = \frac{2.0 \times T}{C}, \text{ mas } A = \pi \phi \times L$$



$C$  = COESÃO MÉDIA NA INTERFACE CONCRETO - ROCHA = 500 KN/m<sup>2</sup>

$\phi$  = DIÂMETRO DO FURO = 0,08 m

$$\text{Logo: } \pi \phi \times L = \frac{2 \times T}{C} \therefore L = \frac{2 \times T}{C \times \pi \times \phi}$$

$$L = \frac{2 \times 107,5 \text{ KN}}{500 \text{ KN/m}^2 \times \pi \times 0,08 \text{ m}} \therefore L = 1,71 \text{ m}$$

O COMPRIMENTO DA ANCORAGEM É 1,71 m

VERIFICAÇÃO DO COMPRIMENTO DA ANCORAGEM.

O TRECHO DA ANCORAGEM RETA CORRESPONDE AO TRECHO RETO DA ARMADURA TRACIONADA DO CHUMBADOR, NECESSÁRIO PARA FIXÁ-LO POR ADERÊNCIA AO CONCRETO.

A EXPRESSÃO DO COMPRIMENTO DE ANCORAGEM ZETA É DADA POR .

$$l_{bd} = \frac{1}{4} \times \frac{f_y d}{\sigma_{bd}} \times \phi$$





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	SANGRADOURO: CÁLCULO DA LAJE
Cálculo	Visto	Data	28/03/95
		Folha	05 de 07

ONDE:  $\tau_{bd}$  É A RESISTÊNCIA MÁXIMA OU DE CÁLCULO OFERECIDA PELA ADERÊNCIA E  $\phi$  O DIÂMETRO DA BARRA CIRCULAR.

PARA O AÇO ESPECIAL (CA - 50B)

$$\tau_{bd} = 0,42 \sqrt[3]{f_{cd}^2}, \quad f_{cd} \rightarrow \text{MPa.}$$

$$\text{ASSIM, } \tau_{bd} = 0,42 \sqrt[3]{(18/1,4)^2} = 2,31 \text{ MPa.}$$

$$e_{bl} = \frac{1}{4} \times \frac{450/1,15}{2,31} \times 3,2 \text{ cm} = 135,5 \text{ cm}$$

$$\text{Logo } 135,5 \text{ cm} < 1,71 \text{ m} \Rightarrow \underline{\text{OK!}}$$

VERIFICAÇÃO DA TENSÃO NO AÇO:

$$\sigma = \frac{107,5 \text{ KN}}{\frac{\pi \times (0,032)^2}{4}} = 133 \, 733 \text{ KN/m}^2 = 133,7 \text{ MPa,}$$

VALOR MENOR DO QUE AS TENSÕES ESPECIFICADAS PARA O AÇO CHUMBADOR, OU SEJA:

$$\bar{\sigma}_{cn} \leq \frac{f_{yd}}{1,4} \quad \text{e} \quad \bar{\sigma}_{cn} \leq 357 \text{ MPa.}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	SANGRADOURO: CALCULO DA LAJE	
Cálculo	Visto	Data	28/03/95		
			Folha	06 de 07	

- LAJES L2 e L6: COMO HAVERÁ UMA PEQUENA REDUÇÃO NO COMPRIMENTO ( $8.50m \rightarrow 8.00m$ ), ADOPTAR-SE-Á A FAVOR DA SEGURANÇA O MESMO Nº DE CHUMBADORES DAS LAJES L1 e L7.
- DISPOSIÇÃO DOS CHUMBADORES.  
ESTA INDICADO NO PAGINA (3) E NA PLANTA Nº DO VOLUME DESENHO DO PROJETO
- COMPRIMENTO DA ANCORAGEM  $\rightarrow L = 1.71 m.$

**3.3 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DA TOMADA D'ÁGUA**

0230-01/10

000218

**3.3.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

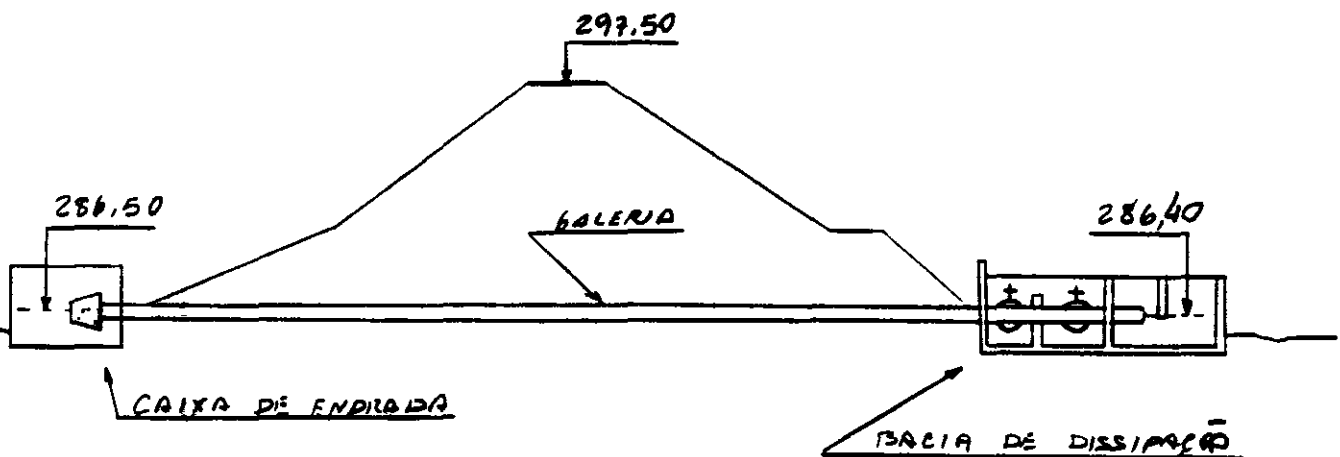


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA	
Cálculo	<i>Stálio</i>	Visto	Data	Folha
			JUNHO / 92	01 de 05

### 3.3.1 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

A TOMADA D'ÁGUA DA BARRAGEM SÃO MIGUEL FOI DIMENSIONADA A PARTIR DOS CÁLCULOS HIDRÁULICOS E DAS PERDAS DE CARGA, O QUAL, CONSISTE, NA ESCOLHA DO TIPO E DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO, COTA DE ASSENTAMENTO, E O CÁLCULO DO VOLUME MÍNIMO DE ACUMULAÇÃO PARA SATISFAZER A VARIAÇÃO NECESSÁRIA AO CONSUMO DE JUSANTE.  $Q = 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$  (VARIAÇÃO REGULARIZÁVEL)

ESQUEMATICAMENTE TEMOS :



A PERDA DE CARGA AO LONGO DA TUBULAÇÃO, SERÁ REALIZADO, SEGUNDO A EQUAÇÃO DE HAZEN - WILLIAMS.

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} / (C^{1,85} \times D^{4,87}) \quad \text{ONDE,}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA	
Cálculo	<del>Projeto</del>	Visto	Data	Folha
			JUNHO/92	02 de 05

$J$  - PERDA DE CARGA UNITÁRIA (m/m)

$Q$  - VAZÃO DE CONSUMO A JUSANTE ( $m^3/s$ )

$D$  - DIÂMETRO DO TUBO (m)

$C$  - COEFICIENTE DO MATERIAL

PARA A TUBULAÇÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL EM CHAPA DE 10,0 mm ;  $C = 130$  E, SERÁ ADOPTADO UM DIÂMETRO DE 600 mm.

A VAZÃO REGULARIZÁVEL, SEGUNDO OS ESTUDOS HIDROLÓGICOS  $Q = 0,35 m^3/s$ , PORÉM ADMITINDO-SE UM SUPRIMENTO PARA QUATRO SEMESTRES CONSECUTIVOS COM O RESERVATÓRIO CHEIO AO FIM DE UM INVERNO, A DESCARGA MÍNIMA DA TOMADA D'ÁGUA, SERÁ  $Q = 0,52 m^3/s$ .

LOGO :

$$Q = V \cdot A \quad \therefore$$

$$J = 0,0046$$

$$A = \pi D^2 / 4$$

AS PERDAS DE CARGA LOCALIZADA SERÁ CALCULADO SEGUNDO A FÓRMULA :

$$h_f = K \cdot \frac{V^2}{2g} \quad , \text{ ONDE}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO		Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA	
Cálculo	Visto		Data		Folha 03 de

$h_f$  - PERDA DE CARGA LOCALIZADA (m)

$K$  - COEFICIENTE DE PERDA LOCALIZADA EM  
FUNÇÃO DA PEÇA

$V$  - VELOCIDADE (m/s) = 1,82 m/s

$$\text{ENTÃO: } h_f = K V^2 / 2g$$

FOI ADOPTADO O DIÂMETRO DE 0,6m, UMA VEZ QUE CONFORME PODE SER VISTO NO QUADRO X.1, PARA A VAZÃO REGULARIZADA, A COTA DO NÍVEL D'ÁGUA MÍNIMA QUE FORNECE ESSA VAZÃO É DE 287,10 m³/s, OU SEJA MUITO PRÓXIMO DA COTA DO VOLUME INTANGÍVEL. ESSE DIÂMETRO PERMITE UMA EXTRAÇÃO DE VAZÃO ATÉ DE 1,3 m³/s QUANDO O ACUBE ESTIVER TOTALMENTE CHEIO.



Obra	<b>BARRAGEM UBALDINHO</b>	Assunto	<b>TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA</b>
Cálculo	Visto	Data	Folha <b>04</b> de

**PROJETO. ACUDE PUBLICO UBALDINHO**

**DADOS:**

Cota da Soleira do Vertedouro =	<b>296,00</b>	m
Cota do Porao =	<b>287,10</b>	m
Cota da Saída da Galeria p. Valvula/Registro	<b>286,71</b>	m
Comprimento da Tubulacao =	<b>85,0</b>	m
Vazao Minima Requerida:	<b>0,35</b>	m <sup>3</sup> /s
Com Valvula:		
Carga d'Água Maxima Disponivel:	<b>9,7</b>	m
Carga d'Água Minima Disponivel:	<b>0,4</b>	m
Viscosidade Cinematica da Agua a	<b>28</b>	
Coef. "C" de Hazen-Williams =	<b>100</b>	





Quadro X.1

DIMENSIONAMENTO DE UMA TOMADA COM REGISTRO(S) A JUSANTE (Dados Q, D e K's => perdas e H<sub>fisp</sub>)

Q(m <sup>3</sup> /s)	D(m)	S(m <sup>2</sup> )	V(m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)	J(m/m) H.-Williams	hf (m)	Kg	Kv	SUM(K)	Perda de Carga(m) Localizadas	Cota Min. do Reserv (m)	Volume Min. do Reserv (1000m <sup>3</sup> )
0,35	0,15	0,018	19,806	19,994	3,123	265,430	0,45	0,40	0,85	16,99	569,1	200 837 641
0,35	0,20	0,031	11,141	6,326	0,768	85,313	0,45	0,40	0,85	5,38	357,4	3 691 021
0,35	0,25	0,049	7,130	2,591	0,259	22,012	0,45	0,40	0,85	2,20	310,9	229 602
0,35	0,30	0,071	4,951	1,250	0,106	9,052	0,45	0,40	0,85	1,06	296,8	40 593
0,35	0,35	0,096	3,838	0,675	0,050	4,270	0,45	0,40	0,85	0,57	291,6	15 869
0,35	0,40	0,126	2,785	0,395	0,026	2,227	0,45	0,40	0,85	0,34	289,3	9 755
0,35	0,45	0,159	2,201	0,247	0,015	1,254	0,45	0,40	0,85	0,21	288,2	7 525
0,35	0,50	0,196	1,783	0,162	0,009	0,751	0,45	0,40	0,85	0,14	287,6	6 509
0,35	0,55	0,238	1,473	0,111	0,006	0,472	0,45	0,40	0,85	0,09	287,3	5 982
0,35	0,60	0,283	1,238	0,078	0,004	0,309	0,45	0,40	0,85	0,07	287,1	5 683 Escotado
0,35	0,65	0,332	1,055	0,057	0,002	0,209	0,45	0,40	0,85	0,05	287,0	5 503
0,35	0,70	0,385	0,909	0,042	0,002	0,146	0,45	0,40	0,85	0,04	286,9	5 390

000224



Assunto

TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA

Data

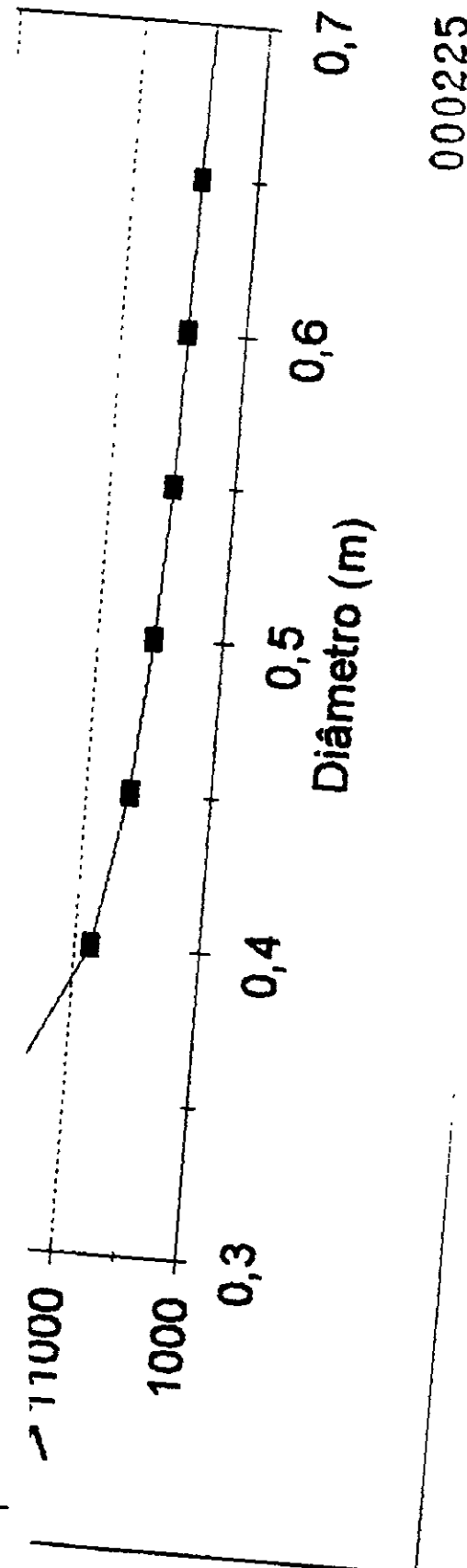
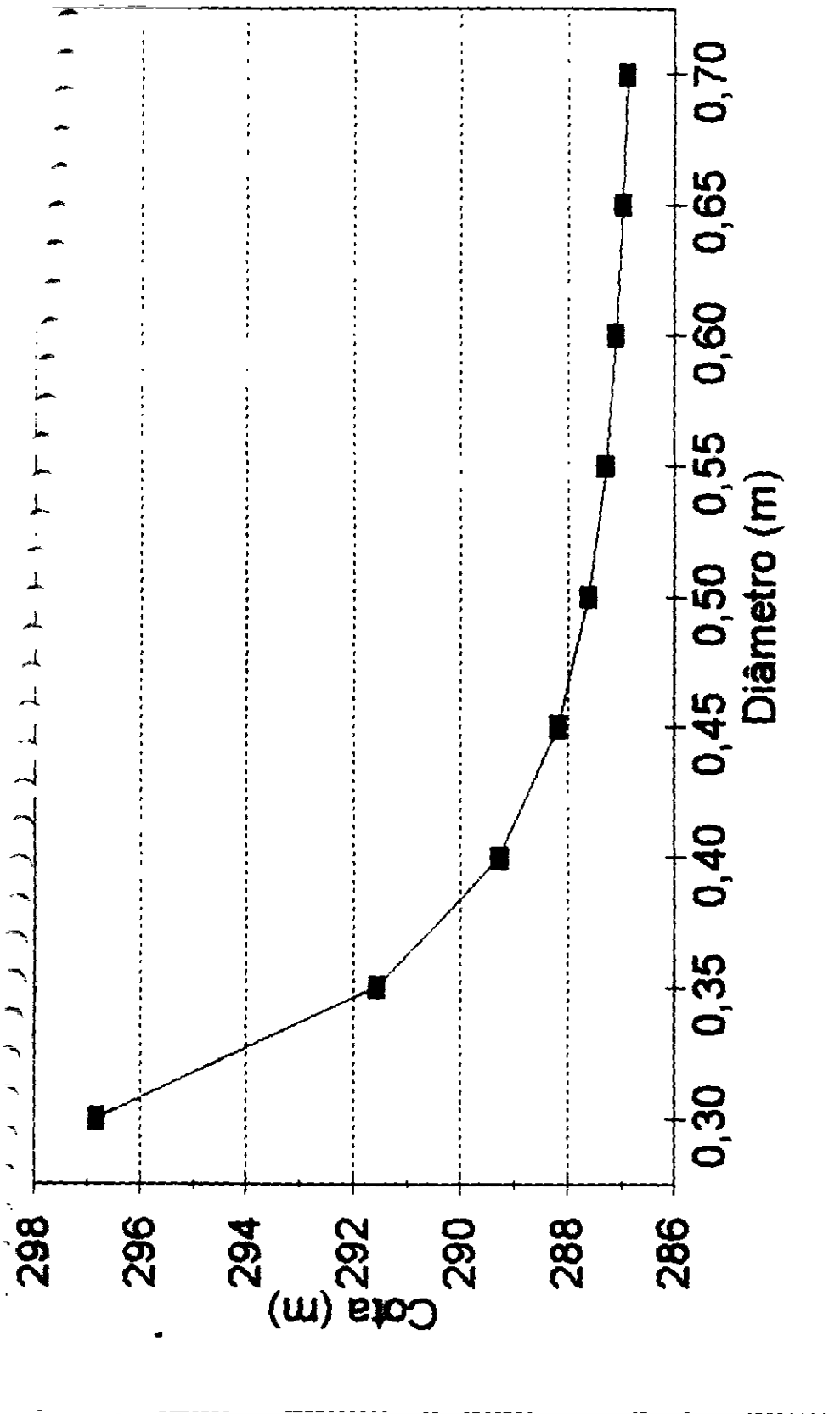
Folha

06 de

TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA

Folha

07 de



000225

Determinação da Curva Cota x Vazão Máxima Possível

Q(m <sup>3</sup> /s)	D(m)	S(m <sup>2</sup> )	V(m/s)	V <sup>2</sup> /2g (m)	J(m/m) H-Williams	hf (m)	Kg	Kv	SUM(K)	Perda de Carga(m)	Cota Min. do Reserv (m)	Volume Min do Reserv (1000m <sup>3</sup> )
0,05	0,60	0,283	0,177	0,002	0,000	0,009	0,45	0,40	8,97	0,01	286,7	5 161
0,17	0,60	0,283	0,601	0,018	0,001	0,062	0,45	0,40	6,07	0,11	286,9	5 408
0,29	0,60	0,283	1,026	0,054	0,003	0,221	0,45	0,40	5,72	0,31	287,2	5 922
0,41	0,60	0,283	1,450	0,107	0,005	0,419	0,45	0,40	5,51	0,59	287,7	6 716
0,53	0,60	0,283	1,874	0,179	0,008	0,674	0,45	0,40	5,37	0,96	288,3	7 845
0,65	0,60	0,283	2,299	0,269	0,012	0,984	0,45	0,40	5,25	1,41	289,1	9 394
0,77	0,60	0,283	2,723	0,378	0,016	1,346	0,45	0,40	5,16	1,95	290,0	11 484
0,89	0,60	0,283	3,148	0,505	0,021	1,759	0,45	0,40	5,08	2,57	291,0	14 285
1,01	0,60	0,283	3,572	0,650	0,026	2,223	0,45	0,40	5,02	3,26	292,2	18 021
1,13	0,60	0,283	3,997	0,814	0,032	2,736	0,45	0,40	4,96	4,04	293,5	22 983
1,25	0,60	0,283	4,421	0,996	0,039	3,298	0,45	0,40	4,91	4,89	294,9	29 546
1,37	0,60	0,283	4,845	1,197	0,046	3,907	0,45	0,40	4,87	5,82	296,4	38 176

Onde:

- Q - Vazão;
- D - Diâmetro da tubulação;
- A - Área da seção do tubo;
- Re - Número de Reynolds;
- J - Perda de carga por metro devido a fricção;
- hf - Perda de carga devido ao atrito na tubulação;

- Kg, Ke e kv - Coeficientes de perda de carga localizadas na grade, entrada, e nos registros
- H - Carga d'Água.

Folha  
08 de

000226

Obra: **REABILITACAO DE TUBULACAO**  
 Assunto: **TOMADA D'AGUA - HIDRAULICA**



Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda



Obra: **BAZEM GEM UBALDIHNO** Assunto: **TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA**

Cálculo

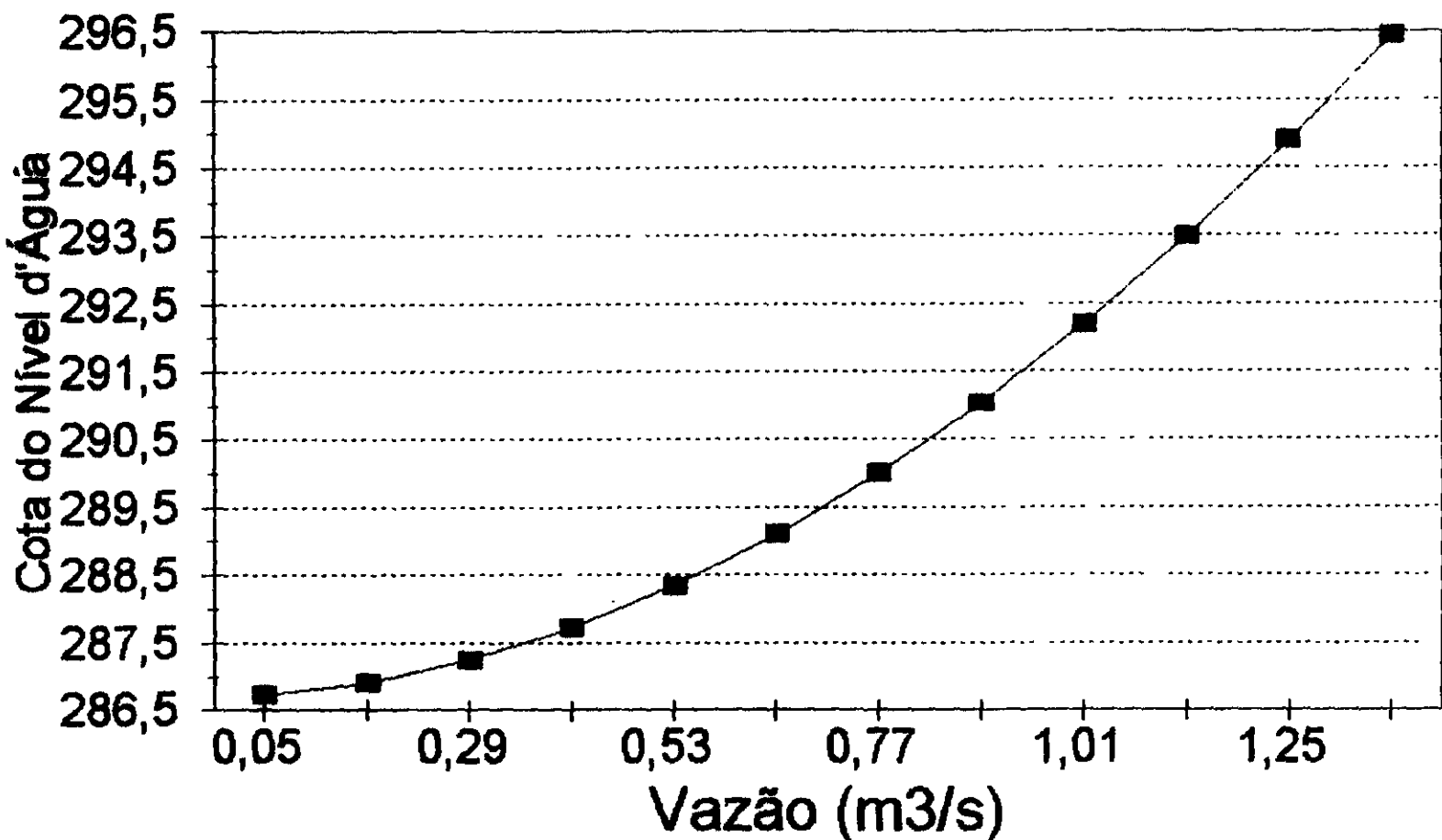
Visto

Data

Folha

09 de

**Gráfico da Curva Chave da Galeria**  
**Vazões Máximas (registro 100% aberto)**



000227



Obra BARRAGEM UBALDINHO

Assunto TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA

Cálculo

Visto

Data

Folha

10 de

## - DIMENSIONAMENTO DA BACIA DE DISSIPACÃO

(DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURE - BUREC)

$$C.N.A = 295,57$$

$$Q = 1,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C.G = 286,4$$

$$h = 295,57 - 286,4$$

$$h = 9,57 \text{ m}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9,81 \times 9,57}$$

$$v = 13,70 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{Q}{v} \quad A = 0,094 \text{ m}^2 \quad \therefore d = \sqrt{0,094}$$

$$d = 0,31 \text{ m}$$

$$F = \frac{13,70 \text{ m/s}}{\sqrt{9,81 \times 0,31}} \quad \therefore F = 7,98$$

(DESIGN OF SMALL CANAL STRUCTURE, Pág 310).

$$\text{PELO ABACO} \cdot \frac{W}{d} = 9,1$$

$$W = 0,31 \times 9,1$$



Obra	BARRAGEM UBALDINO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA
Cálculo	Visto	Data	Folha 11 de

## DIMENSÕES ADOTADAS PARA A BACIA DE DISSIPACÃO

$$\begin{aligned} W &= 2,80 & h &= 2,10 \text{ m} & L &= \frac{4}{3} W & h &= \frac{3}{4} W \\ l &= 3,73 & a &= 1,40 \text{ m} & f &= \frac{1}{6} W & a &= \frac{W}{2} \\ f &= 0,47 & b &= 1,05 \text{ m} & e &= \frac{1}{12} W & b &= \frac{3}{8} W \\ e &= 0,23 & & & c &= 0,23 & & \end{aligned}$$

## - DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOR DA CAIXA DE JUSANTE DE TOMADA D'ÁGUA

$$Q = 1,838 L H^{3/2} \text{ (FÓRMULA DE FRANCIS)}$$

$$Q_{\text{máx}} = 1,30 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = \left( \frac{Q}{1,838 L} \right)^{2/3} \quad L = 2,80.$$

$$H = \left( \frac{1,30}{1,838 \times 2,80} \right)^{2/3} \quad H = 0,40 \text{ m.}$$

## PARA VAZÃO REGULARIZADA.

$$Q_{\text{reg}} = 0,35 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_R = \left( \frac{0,35}{1,838 \times 2,80} \right)^{2/3}$$

$$H_R = 0,17 \text{ m.}$$



Obra	BARRAGEM UBALDIHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRÁULICA
Cálculo	Visto	Data	Folha 12 de

- DIMENSIONAMENTO DO CANAL DE DESÁGUA.

ADOTANDO-SE  $V_{m\acute{a}x} = 0,7 \text{ m/p}$  (CANAL NÃO REVESTIDO)

$$A = \frac{Q}{V_{m\acute{a}x}} \Rightarrow Q = 1,30 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$A = \frac{1,30}{0,7} \Rightarrow 1,85 \text{ m}^2$$

ADOTANDO-SE  $m = 1,5 \Rightarrow \frac{b}{H} = 0,47$  (SECÃO MÁXIMA EFICIENTE)

$$A = H(b + mH)$$

$$A = H(0,47H + 1,5H).$$

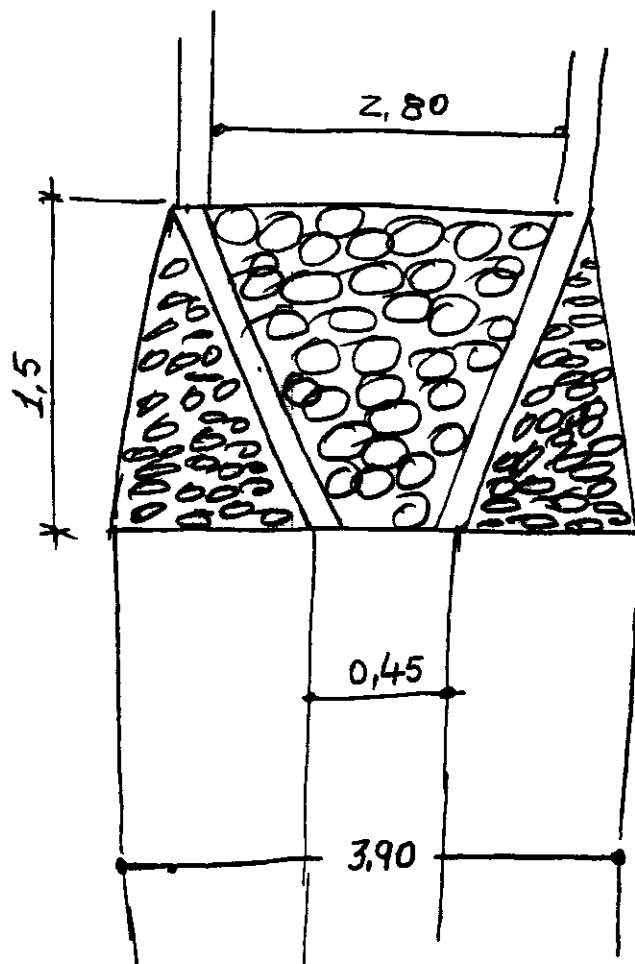
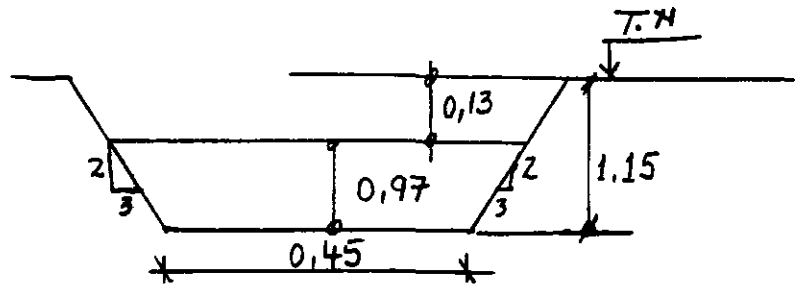
$$A = 1,97 H^2$$

$$H = \sqrt{\left(\frac{A}{1,97}\right)}$$

$$H = \sqrt{\frac{1,85}{1,97}}$$

$$H = 0,97$$

$$F = 0,45$$



000230



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - HIDRAULICA
Cálculo	<i>Feito</i>	Visto	
		Data	JUNHO/92
		Folha	05 de 05

BIBLIOGRAFIA:

1. AZEVEDO NETO E ALVAREZ, G.A., MANUAL DE HIDRAULICA, VOLS. I e II, EDGARD BLÜCHER SÃO PAULO 1982
2. ERBISTE, P.F. COMPORTAS HIDRAULICAS, EDITORA CAMPUS, ELETROBRÁS, RIO DE JANEIRO, 1987
3. FOX & MC DONALD, INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS FLUIDOS, GUANABARA DOIS, RIO DE JANEIRO, 1981
4. VENNARD AND STREET, ELEMENTOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS, GUANABARA DOIS, RIO DE JANEIRO 1978

000231



**3.3.2 - CÁLCULOS ESTRUTURAIS**

Q230-01/10

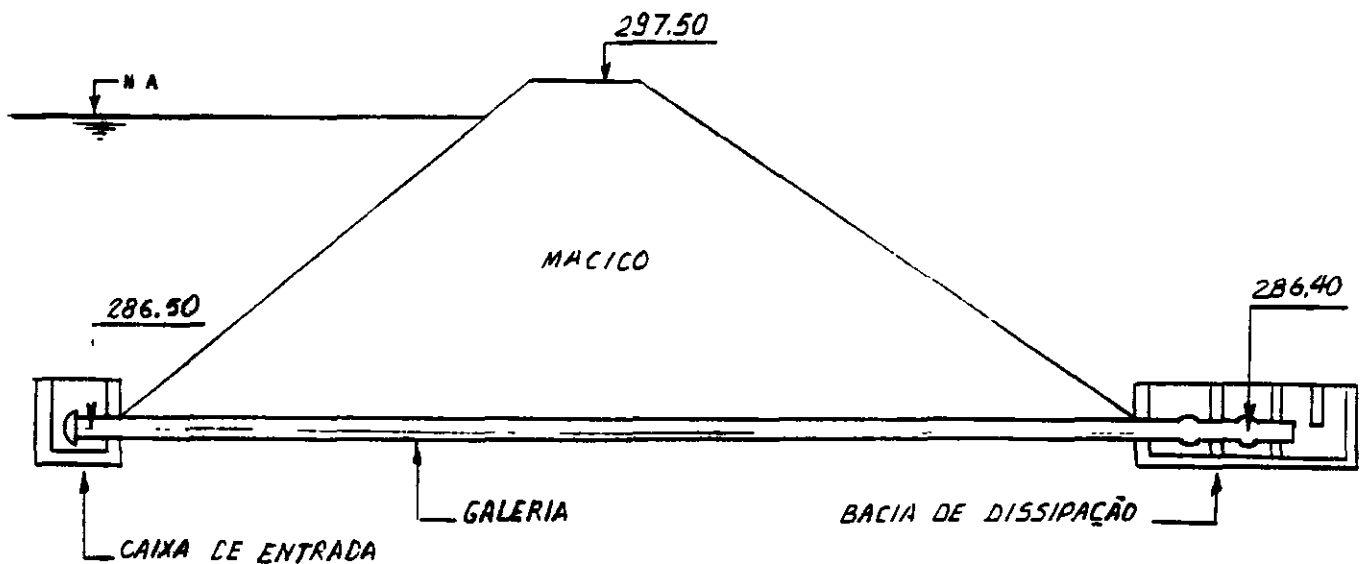
000232



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>Amf</i>	Visto	Data	JUN/92
				Folha 01 de 26

### 3.3.2 - CÁLCULOS ESTRUTURAIS

A SITUAÇÃO GERAL DA TOMADA D'ÁGUA É MOSTRADA NA FIGURA ABAIXO:



#### — CAIXA DE ENTRADA —

A CAIXA DE ENTRADA FOI CALCULADA PARA AS SITUAÇÕES MAIS CRÍTICAS POSSÍVEIS, OU SEJA, CARREGAMENTOS MÁXIMOS EXTERNOS E/OU INTERNOS E SUB-PRESSÃO TOTAL.

OS MOMENTOS SOLICITANTES FORAM OBTIDOS ATRAVÉS DO MÉTODO DESCRITO PELO PROFESSOR ADESON M. DA ROCHA, PARA HIPÓTESE DE CARGAS TRIANGULARES E HIPÓTESE DE BORDO LIVRE.

O DIMENSIONAMENTO TAMBÉM FOI FEITO BASEADO NO MÉTODO DO MESMO AUTOR, PARA CONCRETO COM O  $f_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2$ , AÇO CA-50B E RECOBRIMENTO DE 2,5 cm.

000233



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	05 de 26

$$M_r = \frac{3088}{2,74} = 1127 \text{ Kg.}$$

$$M_x = \frac{3088}{30,0} = -103 \text{ Kg}$$

$$M_y = \frac{3088}{3,4} = -908 \text{ Kg}$$

### iii) MOMENTOS TOTAIS

MOMENTO NO CENTRO DO BORDO LIVRE

$$\text{NA DIREÇÃO DO BALANÇO} = -3088 \text{ Kg.m}$$

NA DIREÇÃO NORMAL =

$$668 + 1664 + 1127 = 3059 \text{ Kg.m}$$

MOMENTO NO CENTRO DA LAJE

NA DIREÇÃO DO BALANÇO

$$M_y = 203 - 218 - 908 = -923 \text{ Kg.m}$$

NA DIREÇÃO NORMAL

$$M_x = 428 + 761 - 103 = 1086 \text{ Kg.m}$$

### iv) DIMENSIONAMENTO

NO CENTRO DO BORDO LIVRE

$$\text{NA DIREÇÃO DO BALANÇO} : -3088 \text{ Kg.m}$$

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 3088} = 12,6 \text{ cm} < d_{APT}$$

$$n = \frac{22,5}{\sqrt{1,4 \times 3088}} = 0,342 \longrightarrow \alpha = 28,88$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 3088}{28,88 \times 22,50} = 6,65 \text{ cm}^2 \quad (\phi 3/8 \text{ c } 15)$$

000234



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA / ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	06 de 26

NA DIREÇÃO NORMAL . 3059 Kg.m

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 3059} = 12,49 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{22,5}{\sqrt{1,4 \times 3059}} = 0,344 \longrightarrow \alpha = 28,88$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 3059}{28,88 \times 22,50} = 6,60 \text{ cm}^2 \quad (\phi \ 3/8 \text{ c } 15)$$

MOMENTO NO CENTRO DA LAJE

NA DIREÇÃO DO BALANÇO 923 Kg.m

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 923} = 6,86 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{22,5}{\sqrt{1,4 \times 923}} = 0,626 \sim 0,577 \longrightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 923}{28,91 \times 22,50} = 2,00 \text{ cm}^2 \quad (\phi \ 5/16 \text{ c } 15)$$

NA DIREÇÃO NORMAL . 1086 Kg.m

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1086} = 7,5 \text{ cm} < d_{ADT}$$

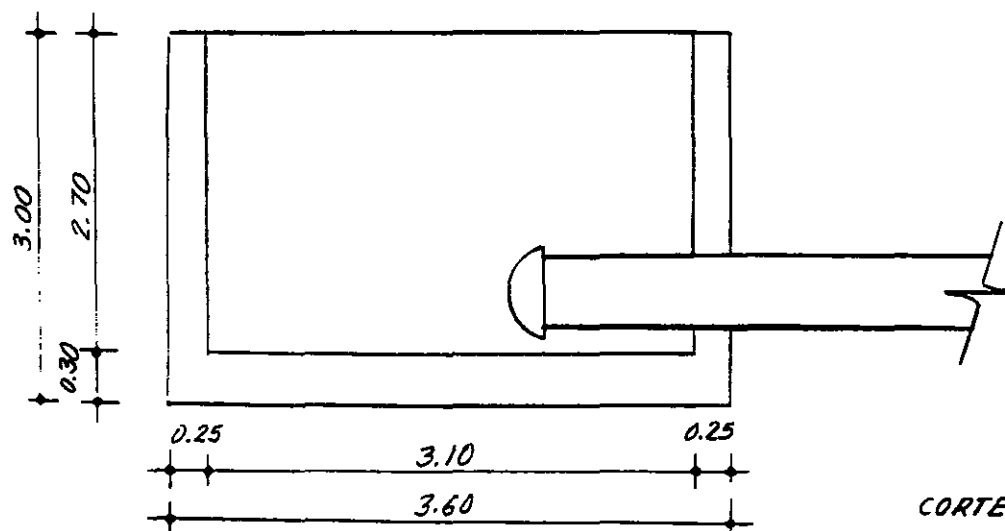
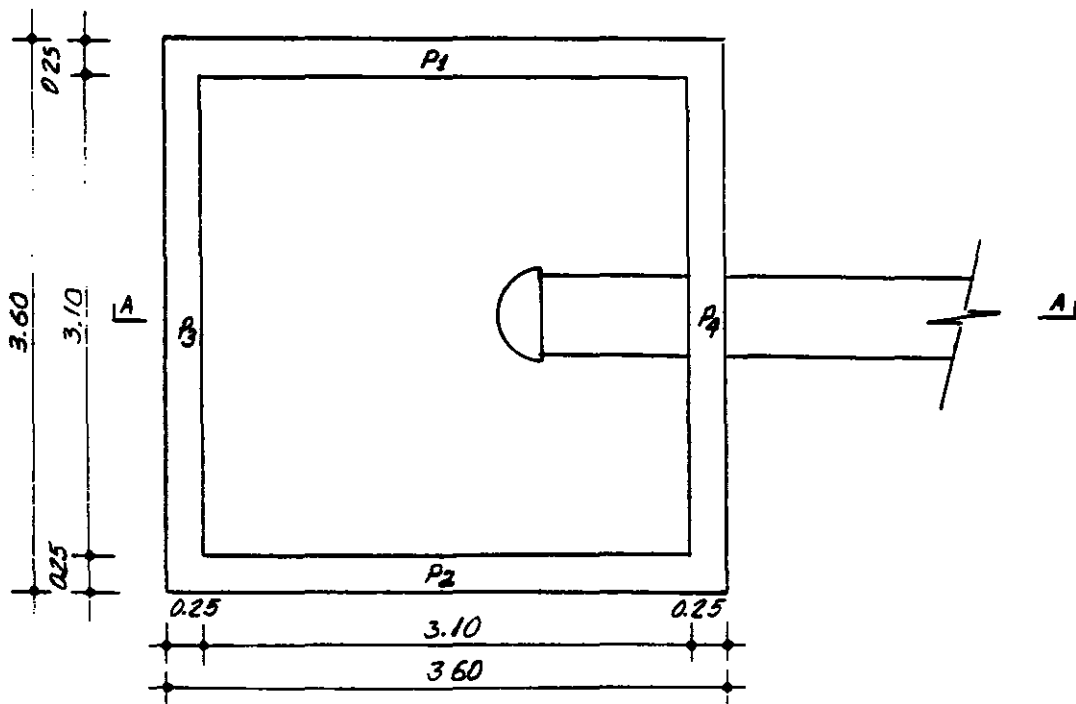
$$r = \frac{22,5}{\sqrt{1,4 \times 1086}} = 0,577 \longrightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1086}{28,91 \times 22,50} = 2,34 \text{ cm}^2 \quad (\phi \ 5/16 \text{ c } 15)$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	02 de 26

A ESTRUTURA DA CAIXA É COMO MOSTRA A FIGURA ABAIXO :



CORTE AA

000236



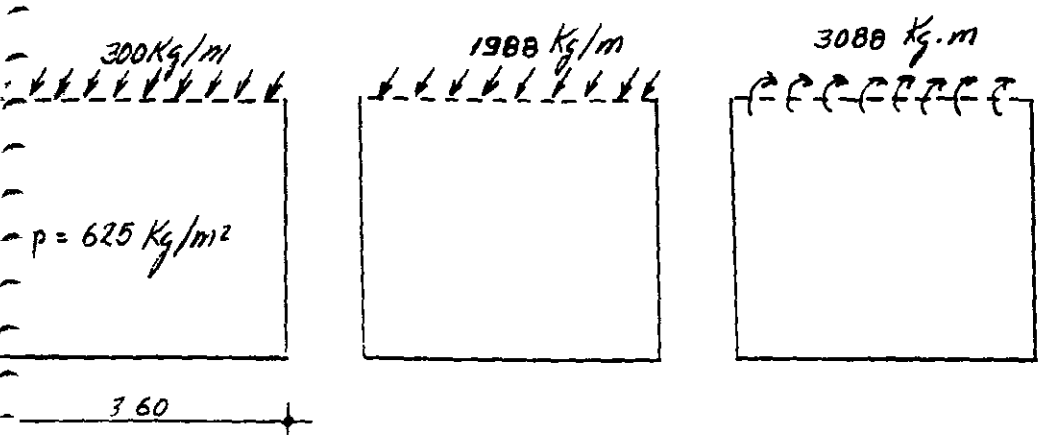
RAGEM	UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
	Visto	Data	JUN/92
		Folha	03 de 26

UTURA  
26

AS PAREDES P1, P2 E P3 SÃO IGUAIS, ENQUAN  
 TAREDE P4 DIFERE DAS DEMAIS DEVIDO SER VAZADA  
 A TUBULAÇÃO. DETALHE QUE MEPECE UMA ARMADURA  
 DE PROTEÇÃO. NOS DEMAIS ASPECTOS CALCULA-SE  
 P3 = P4.

DA LAJE.

ULO DA LAJE DAS PAREDES



ULO DAS CARGAS APLICADAS NO BORDO LIVRE :

a) CARGA CONCENTRADA NO BORDO LIVRE

$$p = 625 \times 2,7 + 300 = 1988 \text{ Kg/m}$$

b) MOMENTO NO BORDO LIVRE (NEGATIVO)

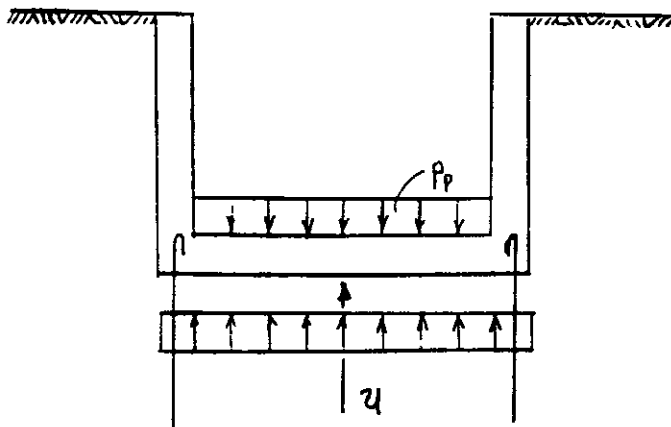
$$X = \frac{625 \times (2,7)^2}{2} + 300 \times 2,7 = 3088$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>André</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	07 de 26

2) CÁLCULO DA LAJE DO FUNDO:

a) HIPÓTESE 1.: CAIXA VAZIA E SUBPRESSÃO TOTAL



CÁLCULO DA CARGA "q"

PESO PRÓPRIO ..... 750 Kg/m<sup>2</sup>

EMPUXO DO SOLO ..... 3000 Kg/m<sup>2</sup>

$$q = 2250 \text{ Kg/m}^2$$

DIMENSIONAMENTO DA ZONA CENTRAL; ARMADURA COLOCADA DO LADO DE DENTRO DA CAIXA

$$\lambda = \frac{3,6}{3,6} = 1,0 \longrightarrow \text{TAB. 4 e 6}$$

$$\begin{cases} m_x = m_y = 27,43 \\ n_x = n_y = 24,00 \end{cases}$$

$$M_x = M_y = \frac{2250 \times (3,6)^2}{27,43} = 1063 \text{ Kg.m}$$

$$X_x = X_y = -\frac{2250 \times (3,6)^2}{24,0} = -1215 \text{ Kg.m}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	08 de 26

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1063} = 7,36 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{27,5}{\sqrt{\frac{1,4 \times 1063}{1,0}}} = 0,603 \sim 0,577 \rightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1063}{28,91 \times 27,50} = 1,87 \text{ cm}^2 < A_s /_{min}$$

ADOTAR FERRAGEM MÍNIMA — ( $\phi$  5/16 c 15)

DIMENSIONAMENTO DOS CANTOS; ARMADURA COLOCADA DO LADO DE FORA DA CAIXA

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1215} = 7,90 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{27,5}{\sqrt{\frac{1,4 \times 1215}{1,0}}} = 0,667 \sim 0,577 \rightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1215}{28,91 \times 22,50} = 2,14 \text{ cm}^2 < A_s /_{min}$$

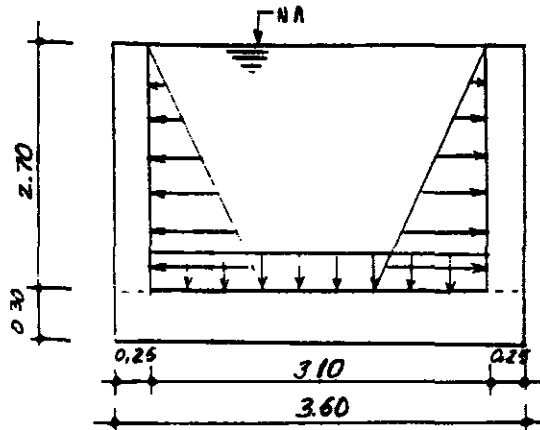
ADOTAR FERRAGEM MÍNIMA — ( $\phi$  5/16 c 15)





Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	09 de 26

b) HIPÓTESE 2. CAIXA CHEIA D'ÁGUA



CALCULO DA CARGA "q"

$$q = q_a + pp$$

$$q = 2700 + 625$$

$$q = 3325 \text{ Kg/m}^2$$

$$\lambda = \frac{3,60}{3,60} = 1,0 \longrightarrow \text{TAB 4 e 6} \left\{ \begin{array}{l} m_x = m_y = 27,43 \\ n_x = n_y = 24,00 \end{array} \right.$$

$$M_x = M_y = \frac{3325 \times (3,6)^2}{27,43} = 1571 \text{ Kg.m}$$

$$X_x = X_y = \frac{3325 \times (3,6)^2}{24,00} = 1796 \text{ Kg.m}$$



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>DUA</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	10 de 26

DIMENSIONAMENTO DA ZONA CENTRAL DA LAJE, CUJA ARMADURA É COLOCADA DO LADO DE DENTRO DA CAIXA

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1571} = 8,96 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{27,5}{\sqrt{\frac{1,4 \times 1571}{1,0}}} = 0,587 \sim 0,577 \rightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1571}{28,91 \times 27,50} = 2,77 \text{ cm}^2 < A_s /_{min}$$

ADOTAR FERRAGEM MÍNIMA — (Ø 5/16 c 15)

DIMENSIONAMENTO DOS CANTOS, COLOCANDO A ARMADURA DO LADO DE FORA DA CAIXA.

$$d_{min} = 0,191 \sqrt{1,4 \times 1796} = 9,58 \text{ cm} < d_{ADT}$$

$$r = \frac{27,5}{\sqrt{\frac{1,4 \times 1796}{1,0}}} = 0,548 \sim 0,577 \rightarrow \alpha = 28,91$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 1796}{28,91 \times 27,50} = 3,16 \text{ cm}^2 < A_s /_{min}$$

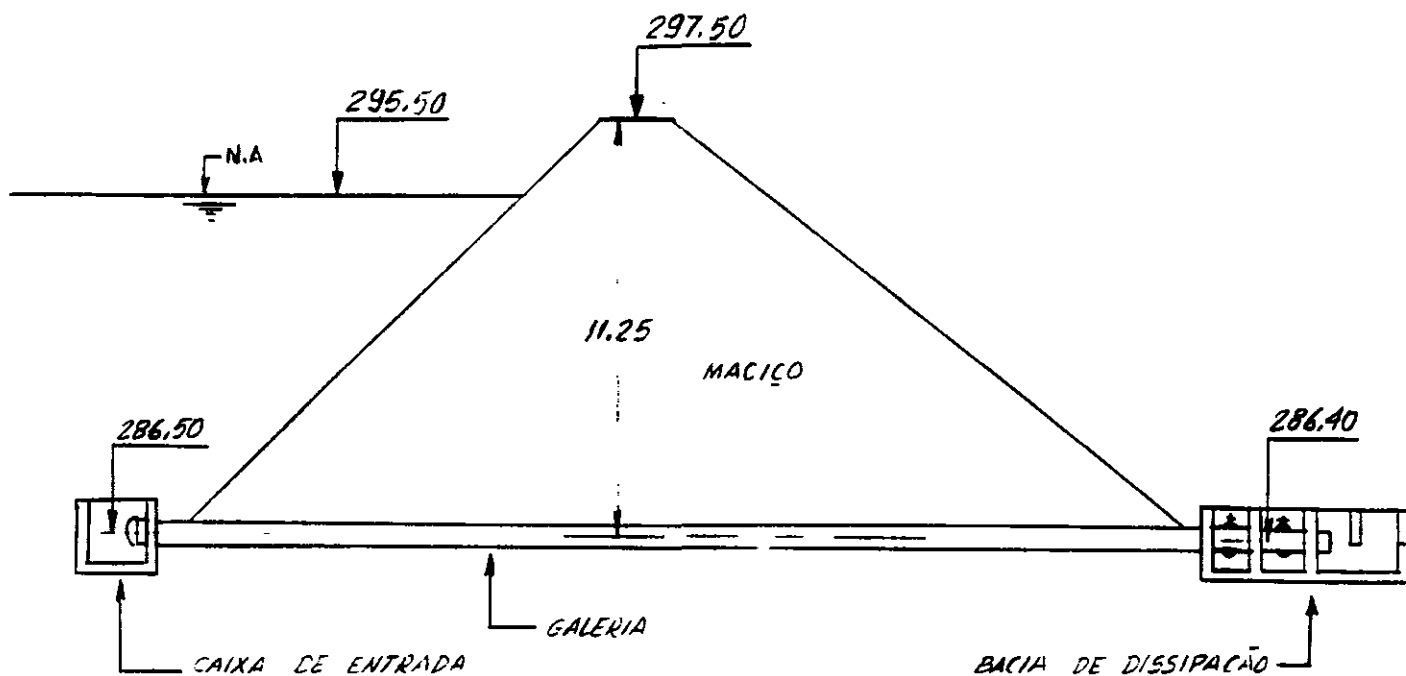
ADOTAR FERRAGEM MÍNIMA — (Ø 5/16 c 15)



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	11 de 26

## — GALERIA —

A SITUAÇÃO DA TUBULAÇÃO ENTERRADA É APRESENTADA NO CROQUIS ABAIXO.

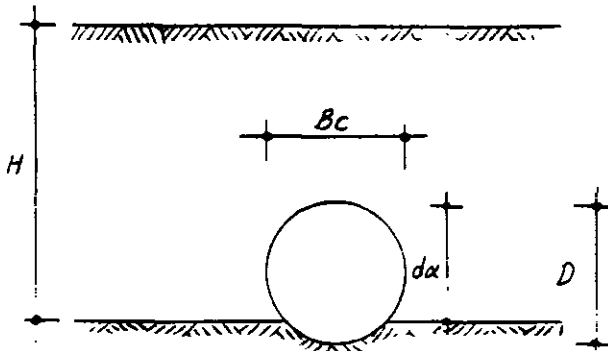


O MATERIAL SOBRE A FUNDAÇÃO É CONSTITUÍDO POR UM SOLO CL, COM PESO ESPECÍFICO SATURADO DE  $2,0 \text{ g/cm}^3$ , É ENROCAMENTO DE PEDRA COM PESO ESPECÍFICO PRÓXIMO DESSE VALOR LOGO ADOTOU-SE PARA O MATERIAL SOBREJACENTE AO TUBO  $\gamma_{\text{SAT}} = 2,0 \text{ t/m}^3$ .

000242



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	13 de 26

i) CÁLCULO DE  $Bd$ .

## • DADOS DE ENTRADA :

$H/Bc$  - RELAÇÃO ADMENSIONAL

$rad$  - ÍNDICE QUE DEPENDE DO SUBSTRATO

$p$  - RELAÇÃO  $da/D$

$K_M$  - ÍNDICE QUE DEPENDE DO MATERIAL

• DADO DE SAÍDA .  $Bd/Bc$ 

## • SITUAÇÃO MAIS DESFAVORÁVEL DESTA BARRAGEM :

$$\left\{ \begin{array}{l} rad = 1.00 \\ p = 170/170 = 1.00 \Rightarrow p \cdot rad = 1.00 \\ K_M = 0.1100 \text{ (ARGILA SATURADA)} \\ H = 11.00 \text{ m} \\ Bc = 600 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$H/Bc = 11.25/1.70 = 6.62$$

$$\text{TAB. II.2(e) (INTERPOLANDO-SE)} \longrightarrow Bd/Bc = 2.23$$

$$Bd_{LIM} = 2.2252 \times 170 = 3.79 \text{ m}$$

ii) CÁLCULO DE  $Q$  :

$$\lambda = H/Bd = 11.25/3.79 = 2.97$$

$$\text{TAB. II.1 (INTERPOLANDO-SE)} \longrightarrow C_V = 2.196$$

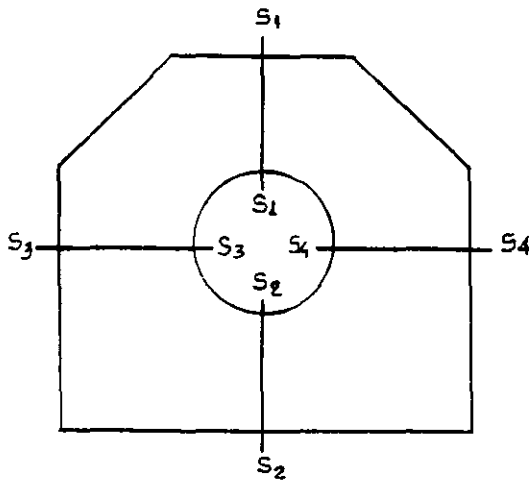
$$Q = C_V \cdot \lambda \cdot Bd^2 = 2.196 \times 2.0 \times (379)^2 = 63.08 \text{ m}^3/\text{s} \approx 63 \text{ L/m}$$

000243



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	14 de 26

III) SEÇÕES MAIS SOLICITADAS :



$$S_1 - 1.00 \times 0.60 \text{ m}^2$$

$$S_2 - 1.00 \times 0.50 \text{ m}^2$$

$$S_3 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$

$$S_4 - 1.00 \times 0.55 \text{ m}^2$$

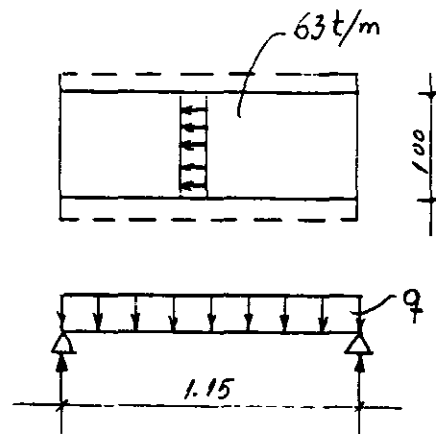
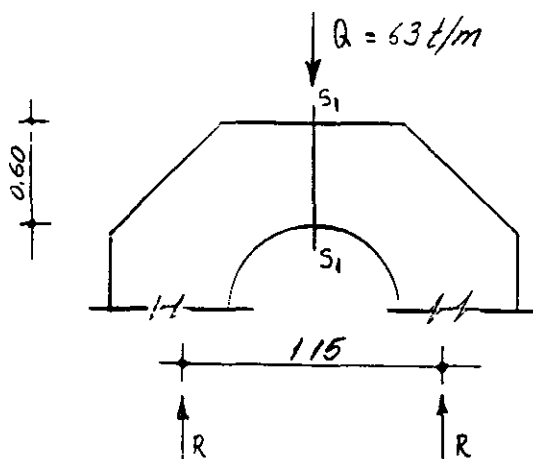
$$f_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

ACO CA-50 B

RECOBRIMENTO = 2,5 cm

IV) CÁLCULO PARA A HIPÓTESE DA TUBULAÇÃO VAZIA :

a) CÁLCULO SEÇÃO S1



$$q = \frac{Q}{l} = \frac{63}{1.15} = 54,78 \approx 55 \text{ t/m}$$

$$M_{S_1} = \frac{q l^2}{8} = \frac{55 \times (1.15)^2}{8} = 9.10 \text{ t.m}$$

000244



BARRAGEM	UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
<i>[Handwritten Signature]</i>	Visto	Data	JUN / 92
		Folha	15 de 26

4

$$r = \frac{d_{ADT}}{\left(\frac{Md}{b}\right)^{1/2}} = \frac{55}{\left(\frac{1,4 \times 9,1 \times 10^3}{1}\right)^{1/2}} = 0,487 \sim 0,477$$

$$r = 0,477$$

$$f_{CK} = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

⇒ TAB. 21A.  $\alpha = 4048$

$$A_s = \frac{Md}{r \cdot d} = \frac{1,4 \times 9,1 \times 10^3}{40,48 \times 55} = 5,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,15}{100} \times 55 \times 100 = 8,25 \text{ cm}^2 \rightarrow (8 \phi 12,5 \text{ c } 12,5) \text{ t.m}$$

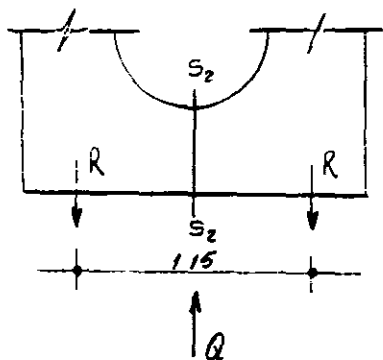
b) CÁLCULO SEÇÃO S2.

$$Q = \text{SOBRECARGA} + P_p (\text{CONCRETO})$$

$$Q = 69 \text{ t/m}$$

$$q = \frac{Q}{l} = \frac{69}{1,15} = 60 \text{ t/m}$$

$$M_{S_2} = \frac{q l^2}{8} = \frac{60 \times (1,15)^2}{8} = 9,92 \text{ t.m}$$



$$r = \frac{55}{\left(\frac{1,4 \times 9,92 \times 10^3}{1}\right)^{1/2}} = 0,467 \sim 0,477$$

$$r = 0,477$$

$$f_{CK} = 150 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow \alpha = 40,48$$

$$A_s = \frac{1,4 \times 9,92 \times 10^3}{40,48 \times 55} = 6,24 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,15}{100} \times 55 \times 100 = 8,25 \text{ cm}^2 \rightarrow (8 \phi 12,5 \text{ c } 12,5)$$

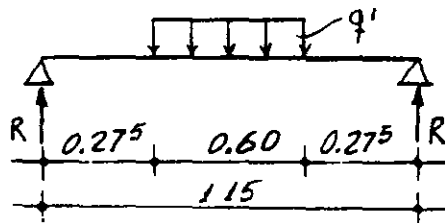
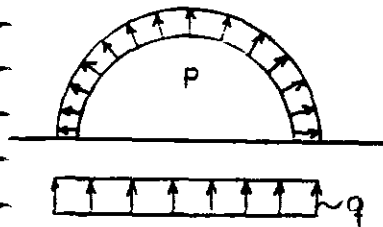


ARRAGEM	UBALDINHO	Assunto TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA
<i>[Signature]</i>	Visto	Data JUN/92
		Folha 17 de 26

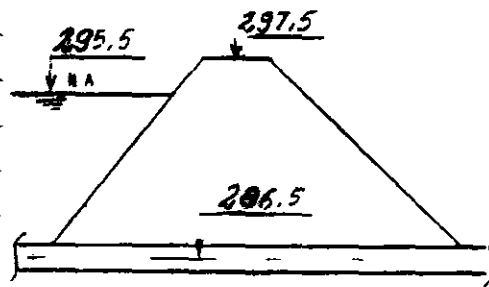
TURA

26

CÁLCULO PARA A HIPÓTESE DA TUBULAÇÃO CHEIA.



\* CÁLCULO DA PRESSÃO NO TUBO:



POR BERNOULLI:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

DA

$$295,5 + 10,33 + 0 = 286,5 + \frac{P_2}{\gamma} + 0,24 + 0,717$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 18,37 \text{ mca} = 18,40 \text{ t/m}$$

\* CÁLCULO DA CARGA

$$q = \pi \cdot P = 3,14 \times 18,40 = 57,80 \text{ t/m}$$

$$q' = q/l = 57,80 / 0,50 = 115,6 \text{ t/m}$$

$$R = q'l/2 = 115,6 \times 0,60 / 2 = 34,68 \text{ t}$$

$$M_{S1} = \frac{q'l^2}{8} = \frac{115,6 \times 1,15^2}{8} = 19,11 \text{ t.m}$$

$$M_{S2} = 19,11 \text{ t.m}$$

$$M_{S3} = M_{S4} = 19,11 \text{ t.m}$$

000246

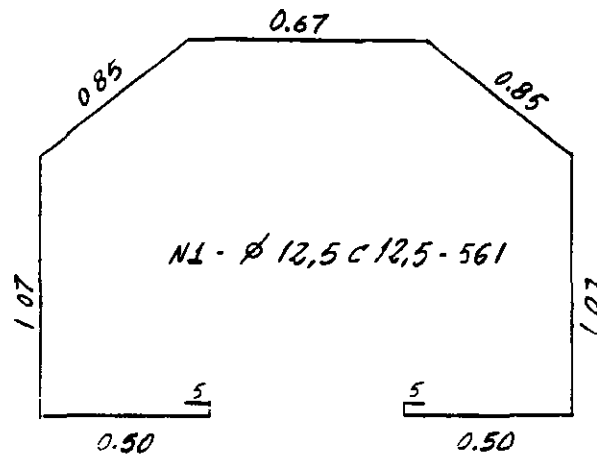


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>Atul</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	19 de 26

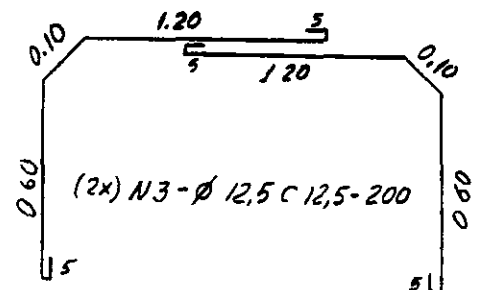
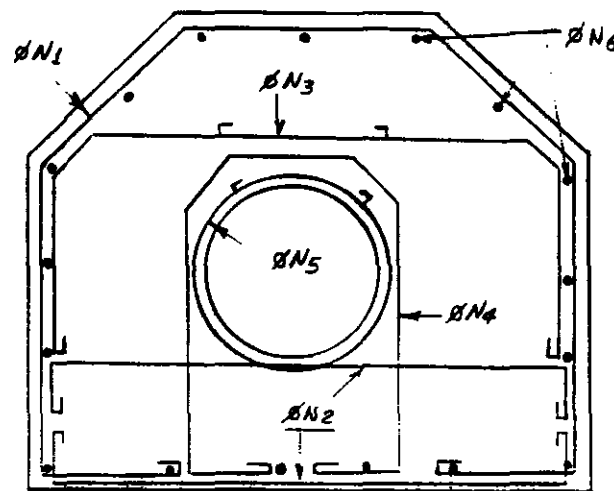
vi) DETALHAMENTO DA CAMISA DE CONCRETO:  $f_{ck} = 150 \text{ kg/cm}^2$

CA - 50B

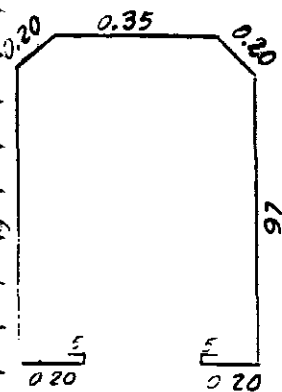
RECDB. = 2,5 cm



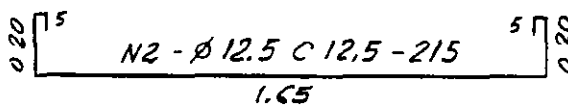
N1 -  $\phi 12,5 \text{ C } 12,5 - 561$



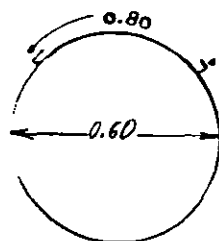
(2x) N3 -  $\phi 12,5 \text{ C } 12,5 - 200$



N4 -  $\phi 12,5 \text{ C } 12,5 - 319$

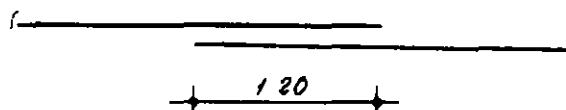


N2 -  $\phi 12,5 \text{ C } 12,5 - 215$



N5 -  $\phi 16 \text{ C } 10$

N6 -  $\phi 12,5 - \text{CORRIDO C } 30$





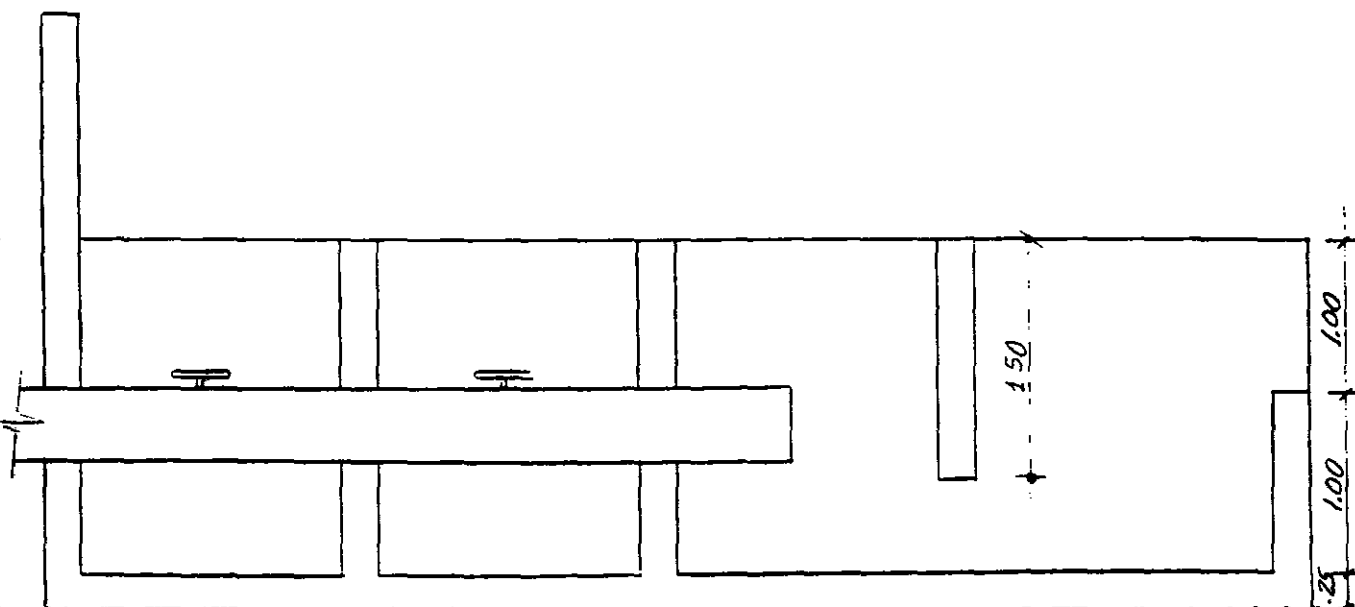
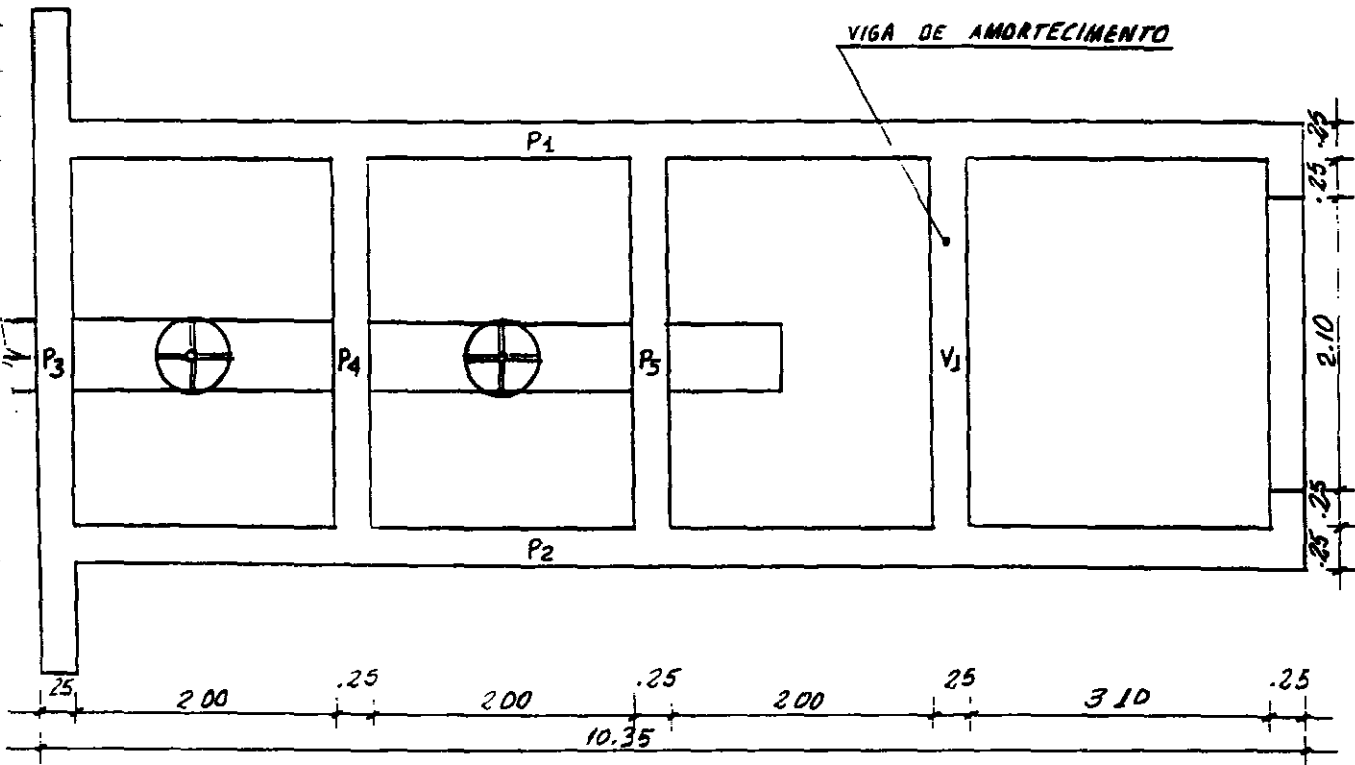


Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	
		Data	JUN/92
		Folha	20 de 26

BACIA DE DISSIPACÃO

A BACIA DE DISSIPACÃO APRESENTA A SEGUINTE

GEOMETRIA



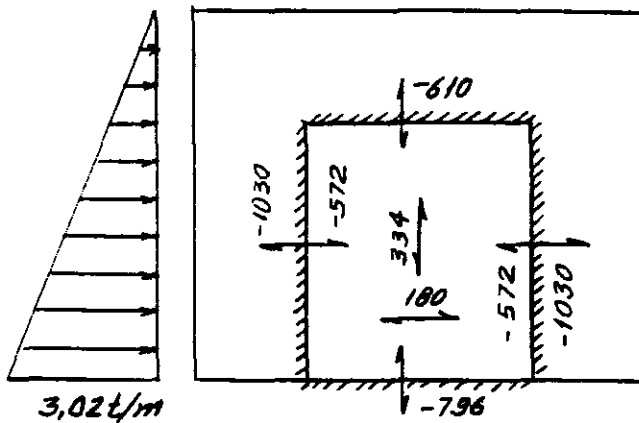
000248



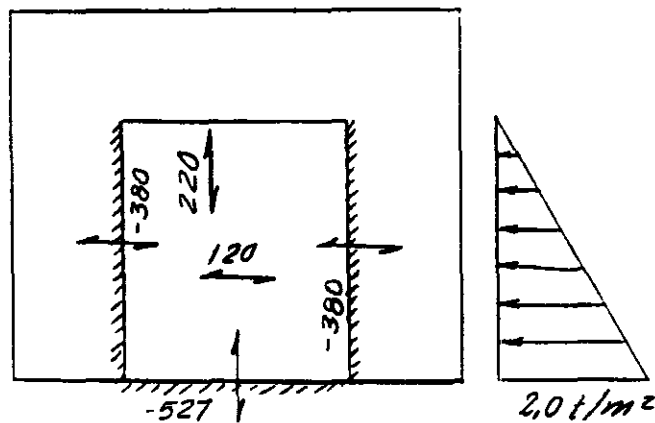
Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	22 de 26

A PAREDE P3 TEM COMO HIPÓTESES :

i) CARGA DE MATERIAL TERROSO EXTERIOR



ii) CARGA D'ÁGUA SOMENTE NO EXTERIOR DA CAIXA

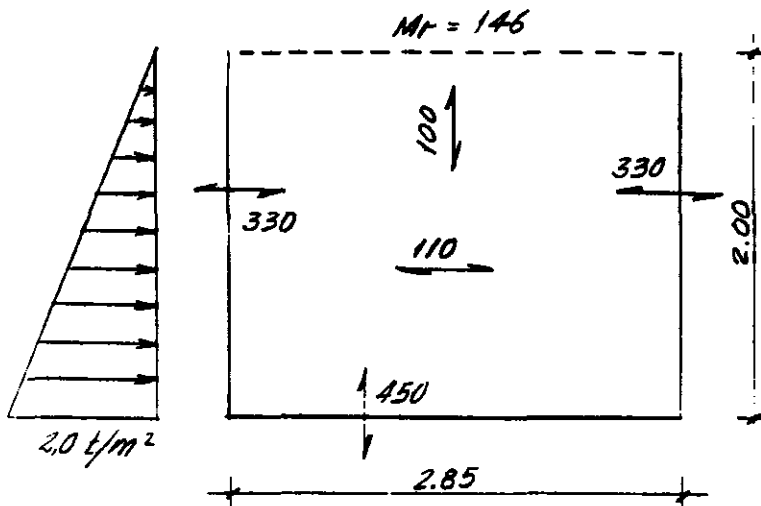




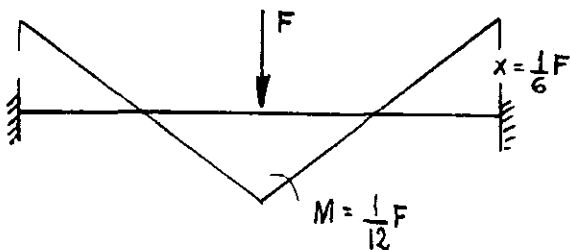
Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'ÁGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	23 de 26

AS PAREDES P4 E P5 TÊM A HIPÓTESE DE TER CARGA EM UM DOS LADOS (ÁGUA), ENQUANTO O OUTRO LADO ENCONTRA-SE VAZIO. SÃO DUAS HIPÓTESES QUE, APESAR DE SOLICITAREM A ESTRUTURA EM SENTIDOS OPOSTOS TÊM O MESMO VALOR.

POR ISSO FAZ-SE O CÁLCULO EM UM SENTIDO E APLICA-SE AO OUTRO.



A VIGA V1 TEM COMO HIPÓTESE "O CHOQUE" QUE DEVERÁ RECEBER DO VALOR DA PRESSÃO MÁXIMA EXISTENTE, OU SEJA, ÀQUELA QUE CORRESPONDE AO N.A MÁX



$$D = 0,60 \text{ m} \quad h = 254,5 - 242 = 12,5 \text{ cm}$$

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 12,5} = 15,66$$

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{2V^2}{2g} = 7,07$$

000250



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN / 92	24 de 26

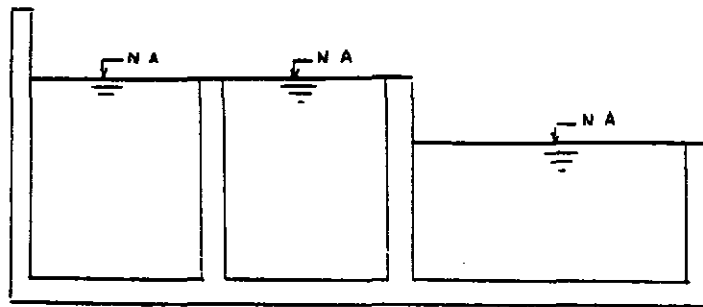
SEÇÃO	MOMENTO	$A_s$	$A_{smin}$
150 x 30	$M = 1,53$	1,96	4,50
150 x 30	$X = 3,06$	3,92	4,50

6  $\phi$  10  
ou  
4  $\phi$  12,5

LAJE DE FUNDO

HIPOTESE : CAIXA CHEIA E RECALQUES NO APOIO DE FUNDO

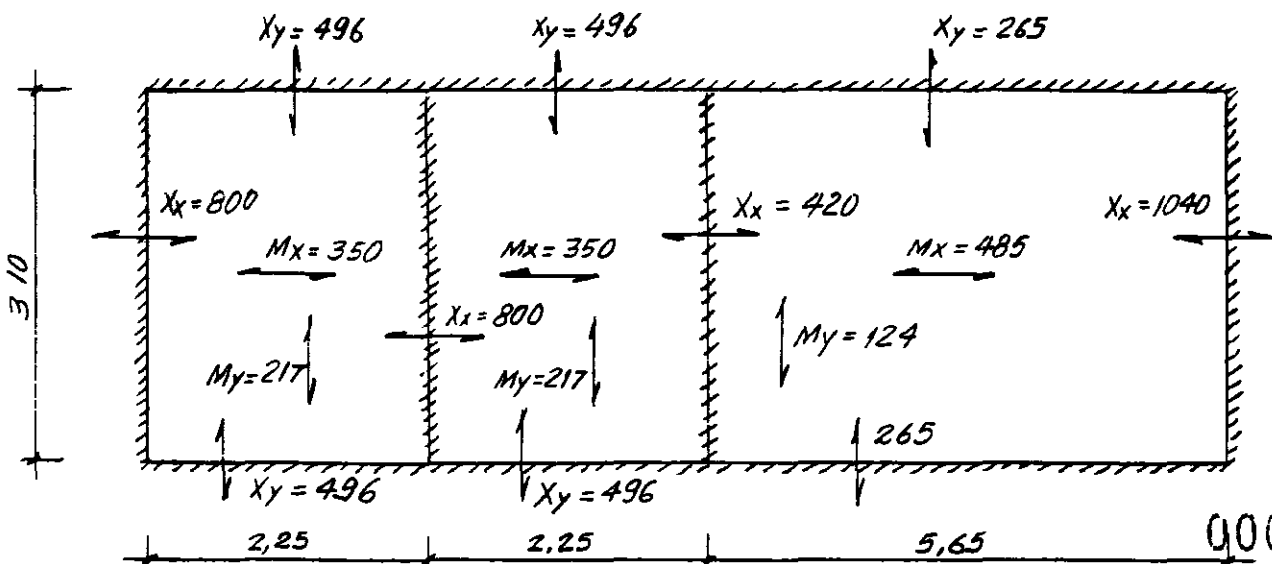
ESQUEMATICAMENTE :



$$q = q_{AG} + PP$$

$$q = 2000 + 625$$

$$q = 2625 \text{ Kg/m}^2$$



000251



Obra	BARRAGEM UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA	
Cálculo	<i>[assinatura]</i>	Visto	Data	Folha
			JUN/92	25 de 26

A SEGUIR É APRESENTADA UMA TABELA COM OS ITENS NECESSÁRIOS AO DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS

ESTRUTURA	MOMENTO	VALOR	$D_{min}$	$A_s$	$A_s_{min}$
$P_1 = P_2$	MY	140	8,46	0,22	0,38
	M	277	3,76	0,43	3,75
	X	634	5,69	0,97	3,75
$P_3$	$M_r$	610	17,65	0,99	0,38
	M	334	4,13	0,51	3,75
	X	1030	7,25	1,58	3,75
$P_4 = P_5$	$M_r$	146	8,64	0,22	0,38
	M	110	2,37	0,17	3,75
	X	450	4,79	0,69	3,75
LAJE	$M_x$	485	4,98	0,67	3,75
	MY	173	2,97	0,24	3,75
	XX	1040	7,29	1,44	3,75
	XY	382	4,42	0,53	3,75



Obra	BARRAGEM	UBALDINHO	Assunto	TOMADA D'AGUA - ESTRUTURA
Cálculo	<i>[Signature]</i>	Visto	Data	JUN/92
				Folha 26 de 26

## BIBLIOGRAFIA

1. A.B.N.T, NORMA BRASILEIRA, NB-1/78  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS,
2. ROCHA A.M, CONCRETO ARMADO, LIVRARIA NOBEL;  
VOLS. 1 E 4 SÃO PAULO, 1986
3. ZAILLER W., PROJETOS ESTRUTURAIS DE TUBOS  
ENTERRADOS, PINI, SÃO PAULO, 1983.

000253

**3.4 - PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO**

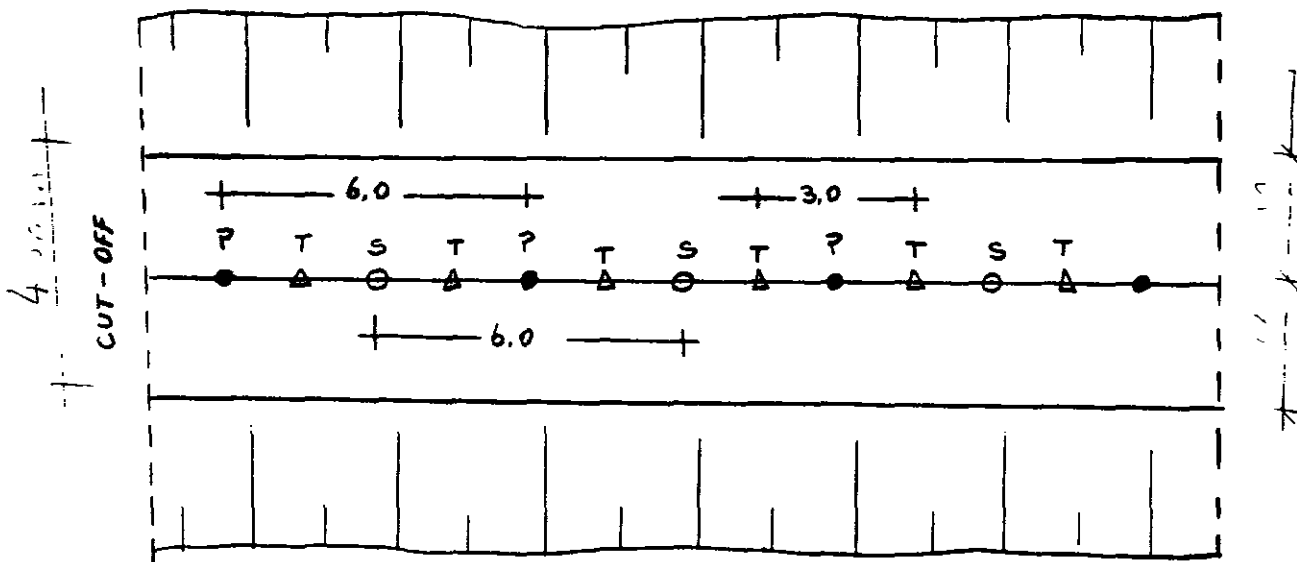


Obra BARRAGEM UBALDINHO	Assunto PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO		
Cálculo <i>Fach</i>	Visto	Data JUNHO/92	Folha 01 de 03

### 3.4 - PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO

AO LONGO DO EIXO DO MACIÇO, NA TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO, NO TRECHO ENTRE AS ESTACAS 511,00<sup>0</sup> E 512,00<sup>0</sup>, SERÁ EXECUTADA UMA CORTINA DE IMPERMEABILIZAÇÃO, APÓS A EXECUÇÃO DA TRINCHEIRA.

ESTA CORTINA DE IMPERMEABILIZAÇÃO SERÁ COMPOSTA POR UMA LINHA DE INJEÇÃO COM FUROS PRIMÁRIOS, SECUNDÁRIOS E TERCIÁRIOS, DISTRIBUÍDOS CONFORME O ESQUEMA ABAIXO:



- P - FURO PRIMÁRIO
- S - FURO SECUNDÁRIO
- △ T - FURO TERCIÁRIO





Obra BARRAGEM	UBALDINHO	Assunto PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO
Cálculo <i>Leão</i>	Visto	Data JUNHO/92
		Folha 02 de 03

O NÚMERO DE FUROS P, S E T DISTRIBUIDOS NA LINHA DE INJEÇÃO SÃO OS SEGUINTEs

$$\text{Nº FUROS PRIMÁRIOS} = \frac{400}{370} \approx 67 \text{ FUROS}$$

$$\text{Nº FUROS SECUNDÁRIOS} = \frac{400}{370} \approx 67 \text{ FUROS}$$

$$\text{Nº FUROS TERCIÁRIOS} = \frac{400}{370} \approx 124 \text{ FUROS}$$

*167  
238*

DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO ROCHOSO EM ESTUDO, TORNA-SE MAIS PONDERÁVEL SE FAZER O PLANO DE INJEÇÃO OU ALTERA-LO, CASO SEJA VIÁVEL, DURANTE A ESCAVAÇÃO E ABERTURA DA TRINCHEIRA, PARA VISTA, AS MELHORES INFORMAÇÕES SOBRE O SUBSTRATO NA ABERTURA DA MESMA.

A PRINCÍPIO, ESTIMOU-SE SER NECESSÁRIO A INJEÇÃO DE TODOS OS FUROS PRIMÁRIOS, 50% DOS SECUNDÁRIOS E 25% DOS TERCIÁRIOS PARA O TRECHO DAS OMBREIRAS.

TODOS OS FUROS COMPREENDIDOS ENTRE AS ESTACAS ~~0 A 2+10~~ ~~15 A 20~~ ~~5+10 A 8~~ ~~21 A 24~~ TERÃO UMA PROFUNDIDADE EM ROCHA DE 9,00 m, JÁ O TRECHO



Obra BARRAGEM	UBALDINHO	Assunto PLANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DA FUNDAÇÃO
Cálculo <i>Xalio</i>	Visto	Data JUNHO / 92
		Folha 03 de 03

2110 A 15

ENTRE AS ESTACAS ~~8 A 21~~ TERÃO PROFUNDIDADE DE 12,00 m EM ROCHA.

LOGO, NOS TRECHOS DAS OMBREIRAS O TOTAL DE METROS A PERFURAR SERÁ:

$$50 \times 7 = 350$$

$$\text{TOTAL} = 36 \times 9 = 324 \text{ m}$$

EM FUNÇÃO DA REGIÃO DO LEITO DO RIACHO TER APRESENTADO PERDA D'ÁGUA POUCA SIGNIFICATIVA, PREVIU-SE A INJEÇÃO DE TODOS OS FUROS PRIMÁRIOS, 60% DOS SECUNDÁRIOS E 40% DO TERCIÁRIOS, LOGO TEMOS:

$$100 \times 12 = 1200$$

$$\text{TOTAL } 106 \times 12 = 1272 \text{ m}$$

$$\text{TOTAL GERAL} = 1596 \text{ m}$$

$$\text{ADOPTAR} \approx 1.600 \text{ m}$$

A PARTIR DO GRAU DE FRATURAMENTO DO SUBSTRATO, OBSERVADO NAS SONDAJENS REALIZADAS, PREVIU-SE UM CONSUMO MÉDIO DE 15 kg DE CIMENTO POR METRO DE FURO

$$\text{PESO TOTAL} = 15 \text{ kg/m} \times 1.600 = 24.000 \text{ kg}$$

$$\text{O NR DE SACOS DE CIMENTO} = \frac{24.000}{50} = 480, \text{ ADOTOU-SE } 495$$

PARA OS CÁLCULOS DOS CUSTOS 500 SACOS.

000257

**4 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO**

#### 4 - CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

O Cronograma de Construção das obras da Barragem São Miguel foi elaborado com o objetivo de orientar a firma Executante quanto a sequência de cada serviço.

Os trabalhos deverão seguir a sequência determinada no cronograma a fim de se obter uma eficiência completa no andamento das obras. Os trabalhos que envolvam movimento de terra deverão ser executados em período de estiagem, ao passo que trabalhos que envolvam concretagem, escavação do sangradouro e preparo da área de empréstimo poderão ser executados em qualquer período.

O cronograma baseou-se na urgência da construção das obras, projetando-se conseqüentemente, a execução das tarefas em períodos limitados.

No Quadro 4.1, apresentado a seguir, é mostrado o cronograma de construção com os diversos serviços e seus respectivos tempos de execução.

**QUADRO 4 1**  
**CRONOGRAMA DE SERVIÇOS**

SERVIÇOS	MESES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Instalação do canteiro de obras	█								
Mobilização de equipamentos	█	█							
Limpeza do local da barragem e empréstimo		█	█	█	█				
Escavação da trincheira de vedação e fundação da barragem			█	█	█				
Limpeza e escavação da tomada d'água			█	█	█				
Limpeza e escavação do sangradouro			█	█	█	█	█	█	█
Concretagem da tomada d'água				█	█	█			
Exploração das áreas de empréstimo, jazidas e pedreiras			█	█	█	█	█	█	█
Execução da trincheira de vedação e tratamento da fundação					█	█	█	█	
Execução do maciço central e ombreiras			█	█	█	█	█	█	█
Instalações dos equipamentos hidro-mecânicos								█	█
Acabamento das obras								█	█

**5 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

**5 - EQUIPAMENTO MÍNIMO PARA REALIZAÇÃO DOS TRABALHOS**

- 02 (DOIS) - Tratores de Esteiras com potência mínima de 270 HP;
- 01 (UM) - Trator de Esteiras com potência mínima de 140 HP;
- 02 (DUAS) - Pás Carregadeiras com capacidade mínima de 2 1/4 Jd3;
- 01 (UMA) - Pá Carregadeira com capacidade mínima de 1 3/4 Jd3;
- 01 (UMA) - Motoniveladora com potência mínima de 115 HP;
- 02 (DOIS) - Rolos pés-de-carneiro vibratório, com capacidade mínima de 8 a 10 toneladas, de impacto dinâmico;
- 02 (DOIS) - Compactor tipo Sapo;
- 04 (QUATRO) - Grades de disco;
- 02 (DOIS) - Tratores de pneus, com potência mínima de 100 HP;
- 02 (DOIS) - Caminhões tanques, com capacidade mínima de 6.000 litros;
- 04 (QUATRO) - Betoneiras, com capacidade mínima de 320 litros;
- 04 (QUATRO) - Vibradores de imersão, tipo agulha, variando de 35 a 500 mm de diâmetro;
- 04 (QUATRO) - Conjuntos Moto-bombas;
- 02 (DOIS) - Compressores de ar, com capacidade mínima de 500 pcm;
- 01 (UM) - Compressor de ar, portátil, com capacidade mínima de 250 pcm;

04 (QUATRO) - Marteletores de 24 kg;

01 (UMA) - Perfuratriz, tipo ROC-601 ou similar.

20 (vinte) - Caminhões basculante com capacidade mínima de 4 m<sup>3</sup>.



**6 - INSTALAÇÃO MÍNIMA PARA O CANTEIRO DA OBRA**

**6 - INSTALAÇÕES MÍNIMAS PARA O CANTEIRO DA OBRA**

- 01 - Escritório da Administração
- 02 - Laboratório de solo e concreto
- 03 - Depósito de cimento
- 04 - Central de britagem
- 05 - Posto de abastecimento de combustível
- 06 - Oficina mecânica
- 07 - Almojarifado
- 08 - Carpintaria
- 09 - Ferraria
- 10 - Armação e moldagem
- 11 - Alojamento para pessoal de apoio
- 12 - Eletrificação
- 13 - Escritório da Supervisão.