



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH

**PROJETO EXECUTIVO DA
BARRAGEM ANIL**

TOMO III - RELATÓRIO GERAL

VOLUME 2 – MEMORIAL DE CÁLCULO



Av. Santos Dumont, 1687 - Salas 209 e 210, Aldeota
CEP.: 60.150-160 - Fortaleza – Ceará.
FONE:(085) 224-5309 - Fax: (085) 264.3741
CGC(MF): 00.647.338/0001-30 - INSC. MUNICIPAL: 125.364-6
E-MAIL: anb@fortalnet.com.br

**FORTALEZA
DEZEMBRO/2002**

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
1 - HISTÓRICO	7
1.1 - EVOLUÇÃO E CONCEPÇÃO DO PROJETO.....	7
1.2 - LOCALIZAÇÃO.....	8
2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO	9

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Projeto Executivo da Barragem Anil foi elaborado pela ANB – Águas do Nordeste do Brasil, conforme contrato firmado com a SRH.

O referido documento compõe-se dos seguintes relatórios:

- **TOMO I - ESTUDOS BÁSICOS**

- VOLUME 1 - ESTUDOS PRELIMINARES;
- VOLUME 2 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS;
- VOLUME 3 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS;
- VOLUME 4 - ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS;

- **TOMO II - CONCEPÇÃO GERAL DAS OBRAS**

- VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO;
- VOLUME 2 - DESENHOS;

- **TOMO III - RELATÓRIO GERAL**

- VOLUME 1 - MEMORIAL DESCRITIVO;
- VOLUME 2 - MEMORIAL DE CÁLCULO;
- VOLUME 3 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E QUANTITATIVOS;
- VOLUME 4 - ORÇAMENTO;
- VOLUME 5 - DESENHOS;
- VOLUME 6 - SÍNTESE.

Apresentamos nesta oportunidade para apreciação desta distinta comissão de FISCALIZAÇÃO o TOMO III - Relatório Geral do Projeto Executivo, Volume 2 - Memorial de Cálculo.

As principais características do empreendimento são:

- Nome Barragem Anil
- Área da Bacia Hidrográfica 118,2 km²
- Capacidade do Reservatório (Cota 35 m) 23,416x 10⁶m³

Barragem

- Tipo Terra Homogênea
- Altura máxima 13,83m
- Extensão pelo coroamento..... 1765,82 m
- Cota do coroamento..... 37,40 m

Vertedouro

- Tipo Canal com muro em perfil
"Creager" – soleira delgada
- Largura..... 80,00 m
- Cota da Soleira 35,00 m
- Descarga de Projeto (TR = 1.000 anos) 249,92m³/s
- Descarga de Projeto (TR = 10.000 anos) 401,79m³/s

Tomada D'Água

- Tipo..... Galeria com controle a jusante
- Diâmetro 400 mm
- Comprimento 60,00 m
- Descarga regularizada (Q90% de garantia) 0,163 m³/s

1 - HISTÓRICO

1.1 - EVOLUÇÃO E CONCEPÇÃO DO PROJETO

O vale do rio Anil foi objeto de estudos, visando seu aproveitamento hídrico na região do lago, estendendo-se também seus benefícios a toda região a jusante.

A Barragem Anil foi inserida pelo programa “Águas do Ceará”, tendo sido priorizado pelo PROGERIRH – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos, com o objetivo de atender as necessidades da população daquela região, juntamente com os reservatórios Sítios Novos e Cauhipe.

Para a elaboração do projeto executivo utilizou-se os elementos dos estudos de campo, que constaram de estudos topográficos, estudos hidrológicos e estudos geológicos-geotécnicos.

Os primeiros resultados das sondagens mistas revelaram que o topo rochoso estava muito abaixo do nível do impenetrável a percussão, o que inviabilizava a opção em barragem vertedoura, devido ao custo da fundação.

A programação de campo para os estudos geológicos geotécnicos foi adaptada à nova realidade, ampliando-se a pesquisa de material terroso e os ensaios de permeabilidade no solo residual sobrejacente à rocha.

Os estudos topográficos no local do barramento também foram ampliados com o levantamento da área a jusante da ombreira esquerda, onde se apresentava melhores condições para implantação do vertedouro. Este levantamento abrange toda a área do canal de restituição das águas de sangria até o encontro com o rio.

Esses estudos de campo resultaram assim no levantamento detalhado da topografia no boqueirão barrável e bacia hidráulica, sondagens ao longo do eixo da barragem e pesquisa de materiais para construção de uma barragem de terra e, estudos hidrológicos conforme exigências estabelecidas nos termos de referência..

Analisando-se os condicionantes topográficos e geotécnicos concluiu-se que duas alternativas de barramento deveriam ser avaliadas. Para uma alternativa em barragem de terra, a melhor localização para o vertedouro seria na ombreira esquerda, devido a condicionantes topográficos, uma vez que a partir da ombreira direita seria necessária a implantação de um canal de restituição muito longo, a partir de um pequeno talvegue que acolheria inicialmente das águas de sangria, até ao leito natural do rio. A outra alternativa a ser avaliada consistiria numa barragem de concreto com vertedouro central, uma vez que na calha do rio tem-se as melhores condições geotécnicas com rocha a profundidade em torno de 4,5m, com grau de recuperação entre 19 e 50%.

Para ambas alternativas os vertedouros seriam de soleira delgada, com perfil "Creager", com soleira na cota 35,0m, sendo que para o vertedouro na ombreira esquerda se escolheu, dentre as simulações hidráulico/hidrológicas aquela de menor largura, uma vez que o mesmo será revestido, enquanto que para a alternativa do vertedouro central se partiu exatamente do contrário, a alternativa de largura maior. Na primeira economiza-se concreto de revestimento e ancoragem, na segunda, a economia é no volume de concreto, aumentando a extensão do trecho submersível.

Com base na análise das estimativas de custo, a alternativa selecionada foi uma barragem de terra com vertedouro em perfil "Creager".

O estudo das alternativas é apresentado no Relatório de Concepção.

1.2 - LOCALIZAÇÃO

A Barragem Anil se localizará no Rio Anil, a cerca de 5,0 km a montante da BR-222, na altura do acesso à CE – 156, no município de Caucaia – CE.

Partindo-se de Fortaleza, o acesso ao local da obra pode ser feito seguindo-se pela BR-222 no sentido de Sobral até o distrito de Catuana. Daí segue-se por mais 4,0 Km pela CE - 156 no sentido do distrito de Sítios Novos. Deste ponto segue-se por mais 0,4 Km por uma estrada carroçável até a ombreira esquerda da barragem, perfazendo um percurso total de aproximadamente 50 Km.

2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

PLANILHAS NO EXCEL (Memórias de cálculo)

ARQUIVOS: Tomo III - Vol. 2 - Memorial de Cálculo(atual) - anil.xls
(Tomo III - Vol. 2 - figura_1.xls)
(Tomo III - Vol. 2 - figura_2.xls)

FOTOCÓPIAS: Bishop, Ordinary, Janbu e Morgenstern-Price Bishop (8 páginas)

Tomo III - Vol. 2 - Memorial de Cálculo(atual) - creagerterra.xls
(Tomo III - Vol. 2 - figura_3.xls)
(Tomo III - Vol. 2 - figura_4.xls)

Linha D'água Açude Anil - TR = 1000 anos.xls
Linha D'água Açude Anil - TR = 10000 anos.xls

PERFIL D'ÁGUA CANAL RESTITUIÇÃO - ANIL-TR=1000anos.xls
Gráfico 1.000 anos

PERFIL D'ÁGUA CANAL RESTITUIÇÃO - ANIL-TR=10000anos.xls
Gráfico 10.000 anos

FOTOCÓPIAS (Calculista): "vertedouro da barragem do Anil" = 5 páginas

Tomo III - Vol. 2 - Cubação da Barragem(atual).xls
Tomo III - Vol. 2 - Cubação da Escavação do Expurgo e Cutoff(atual).xls
Tomo III - Vol. 2 - Cubação da Escavação do Sangradouro(atual).xls
Tomo III - Vol. 2 - Cubação da Tomada Dagua(atual).xls

MEMÓRIA DE CÁLCULOS - TERRA

- Area da bacia hidrográfica = 118,2 km²

LARGURA DO VERTEDOURO

a) Cheia milenar

Qm = 249,92 m³/s (descarga de projeto)
 L = 80 m (adotado)
 Ho = 1,30 m

III.1) VERTEDOURO - GEOMETRIA DA CRISTA

DETERMINAÇÃO DA EXTENSÃO DA CRISTA

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

onde:

Ho = lâmina de sangria = 1,30315 m
 Qm = descarga de projeto = 249,92 m³/s
 L = 80,00 m
 NR = 31

VELOCIDADE DE APROXIMAÇÃO/CARGA CINÉTICA

$P + Ho = (P + ho) + ha$

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

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

$V_a = q / P+ho,$ logo

$ha = q^2 / 2g(P+ho)^2$

logo, $(P+Ho) = (P+ho) + q^2 / 2g (P+ho)^2$ (I)

dados :

P = 4 m
 Ho = 1,30315 m
 $q = Q/L = 3,124$ m³/s.m

arbitrando-se valores a ho , define-se a igualdade de (I)

ho	(P+Ho)=	P + ho	Va	ha	P + Ho
0,500	5,3032	4,500	0,694	0,025	4,525
0,600		4,600	0,679	0,024	4,624
0,700		4,700	0,665	0,023	4,723
0,750		4,750	0,658	0,022	4,772
1,151		5,151	0,606	0,0187	5,1701

Va = 0,606 m/s
 ha = 0,0187 m
 ho = 1,151 m

SOLEIRA :PARÂMETROS GEOMÉTRICOS

logo , $ha/Ho = 0,014$

e os parâmetros para definição da crista, serão:
 (vide figura 9-21 , pgs 366 e 367 do "Design of Small Dams"

$$\begin{aligned} X_c/H_o &= 0,278 \\ Y_c/H_o &= 0,122 \\ R1/H_o &= 0,528 \\ R2/H_o &= 0,228 \\ k &= 0,502 \\ n &= 1,868 \end{aligned}$$

COORDENADAS DO PONTO C

$$X_c = 0,36227577 ; Y_c = 0,15898$$

RAIOS DOS CIRCULOS A MONTANTE DA CRISTA

$$R1 = 0,688063334 ; R2 = 0,29712$$

SENDO A EXPONENCIAL DE JUSANTE DEFINIDA PELA EXPRESSAO

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

ESTA TORNA-SE

$$\frac{Y}{1,3031503} = -0,502 \left(\frac{X}{1,30315} \right)^{1,868} \quad (II)$$

DETERMINAÇÃO DO PONTO P - INTERSEÇÃO EXPONENCIAL/RETA

Arbitrando-se um coeficiente angular de -1,25 para a reta, vem :
(II) simplificada:

$$\begin{aligned} Y &= -0,398922468 (X)^{1,868} \quad (III) \\ dY/dX &= -0,745187171 (X)^{0,868} \quad (IV) \end{aligned}$$

declividade da reta

$$dY/dX = -1/0,8 = -1,25 \quad (V)$$

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

$$0,502501 (X_t)^{0,836} = 1,25 \quad X_t = 1,81471$$

que substituindo em (III) , resulta

$$Y_t = -1,21434$$

PONTO DE ORIGEM DA CURVA REVERSA - PONTO B

Equação da reta

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

$$\frac{Y - (-1,21434009)}{X - 1,814709836} = -1,25$$

$$X_b = -0,8 Y_b + 0,843237761 \quad (VI)$$

Raio minimo da curva reversa

$$R > 0,3048(10)^x$$

onde :

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

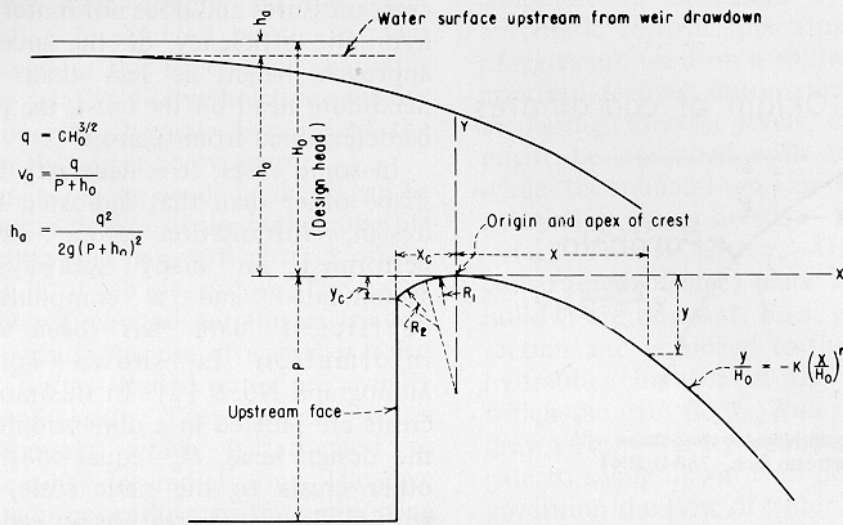
sendo

$$\begin{aligned} H &= 5,151 \text{ m} \\ v &= (2gH)^{1/2} = 10,05338 \text{ m/s} \end{aligned}$$

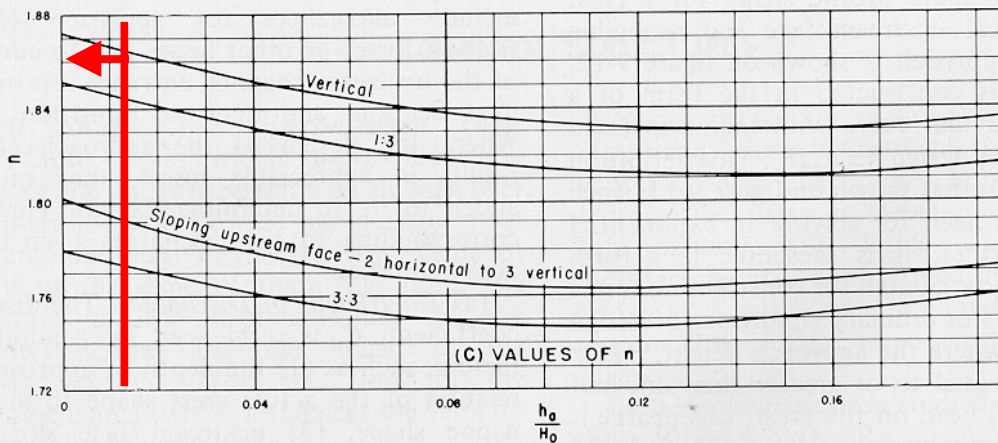
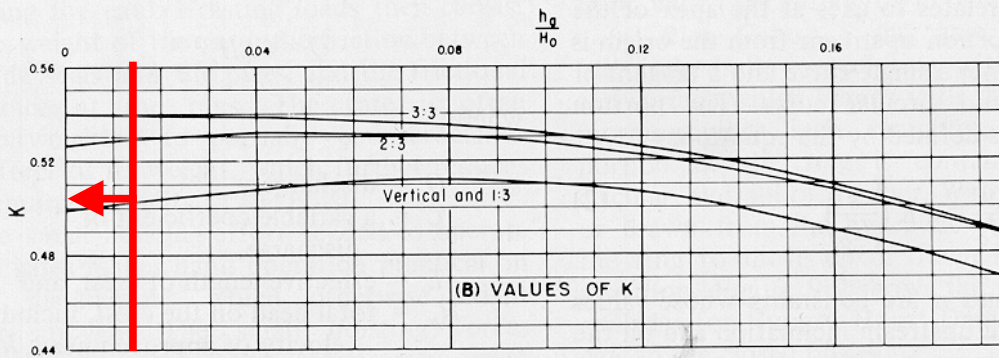
$$x = 1,260247677$$

(figuras 3 e 4)

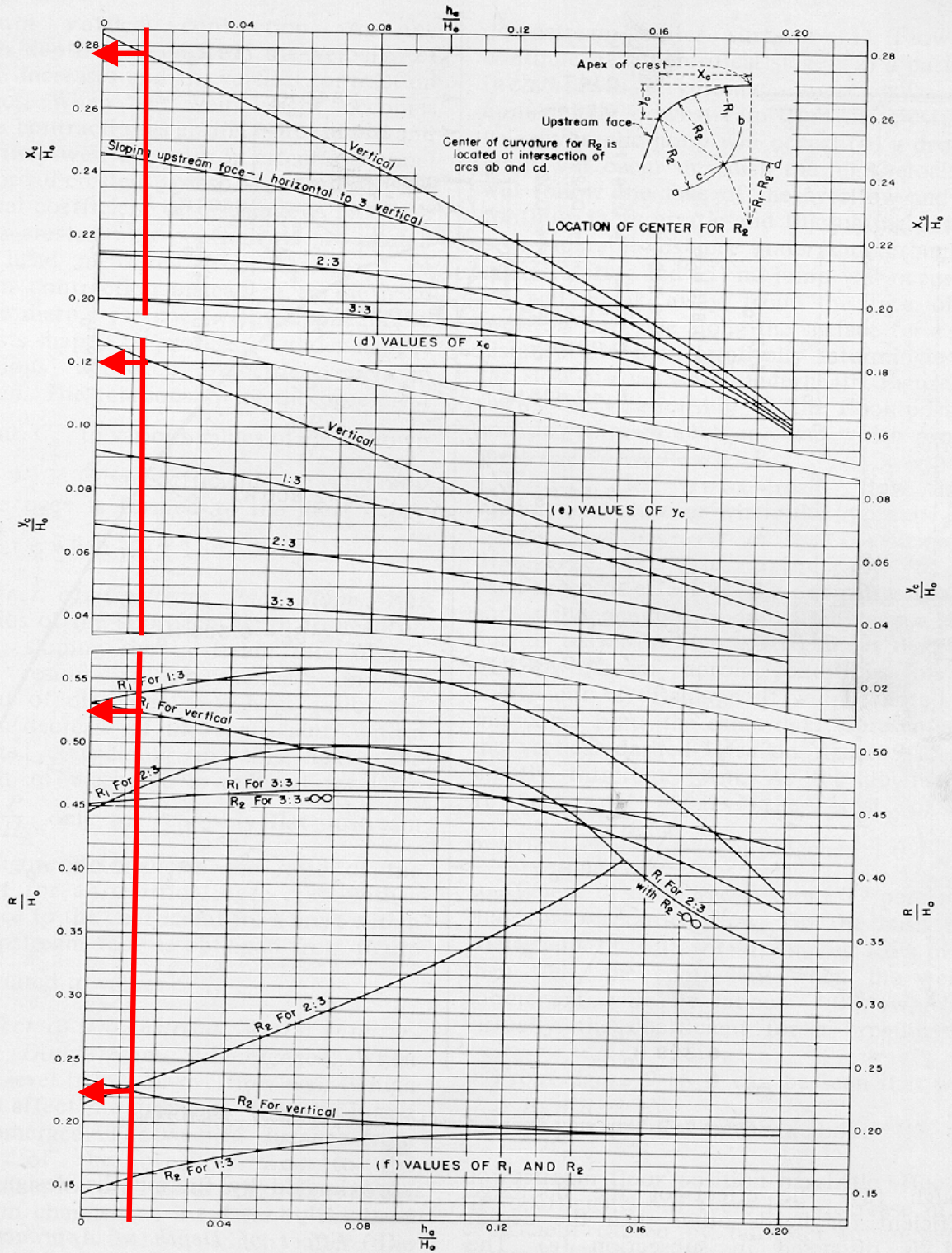
DESIGN OF GRAVITY DAMS



(A) ELEMENTS OF NAPPE-SHAPED CREST PROFILES

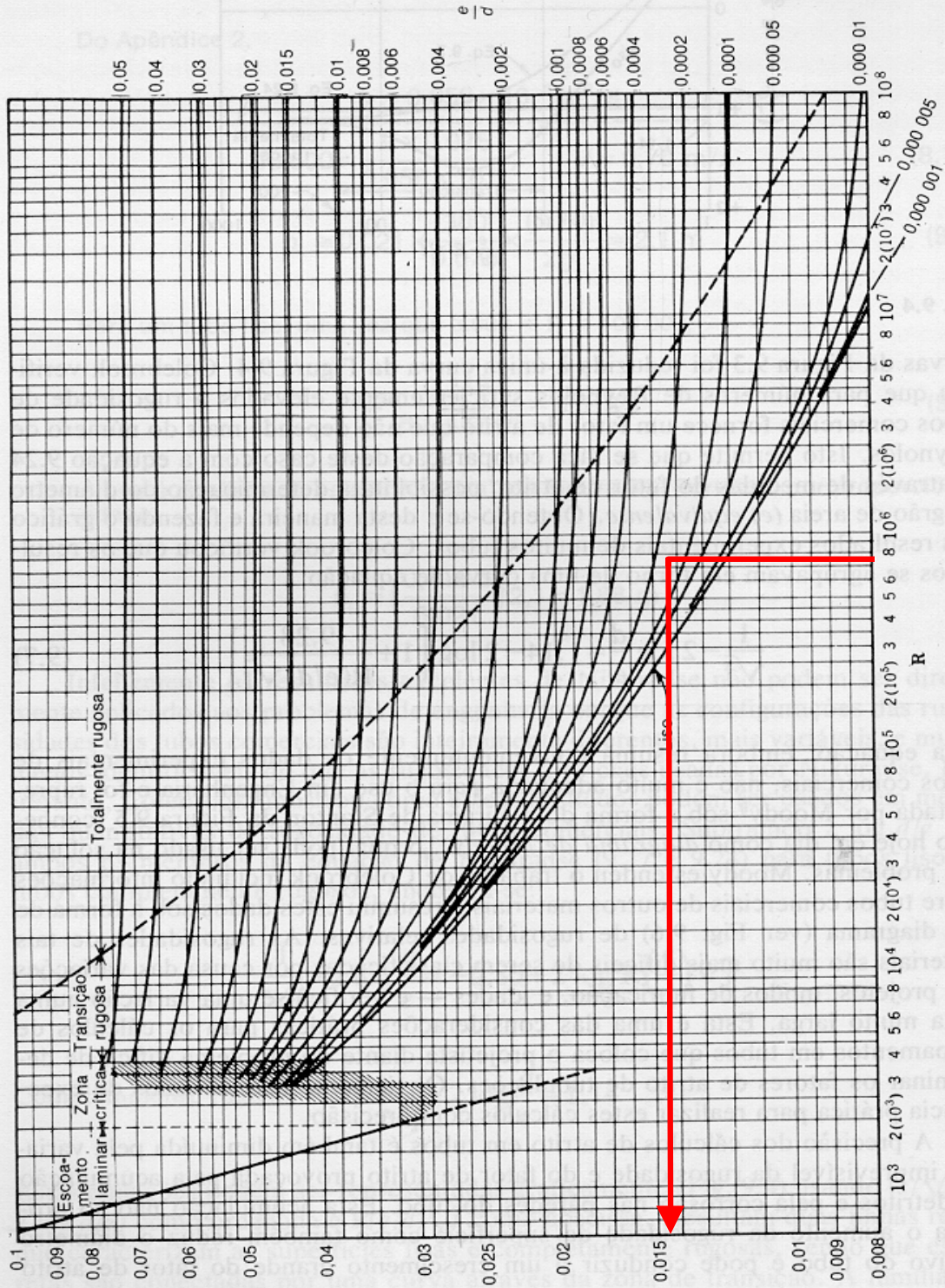


SPILLWAYS—Sec. 9-11



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

ELEMENTOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS



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

ESCOAMENTO DE FLUIDOS EM TUBOS

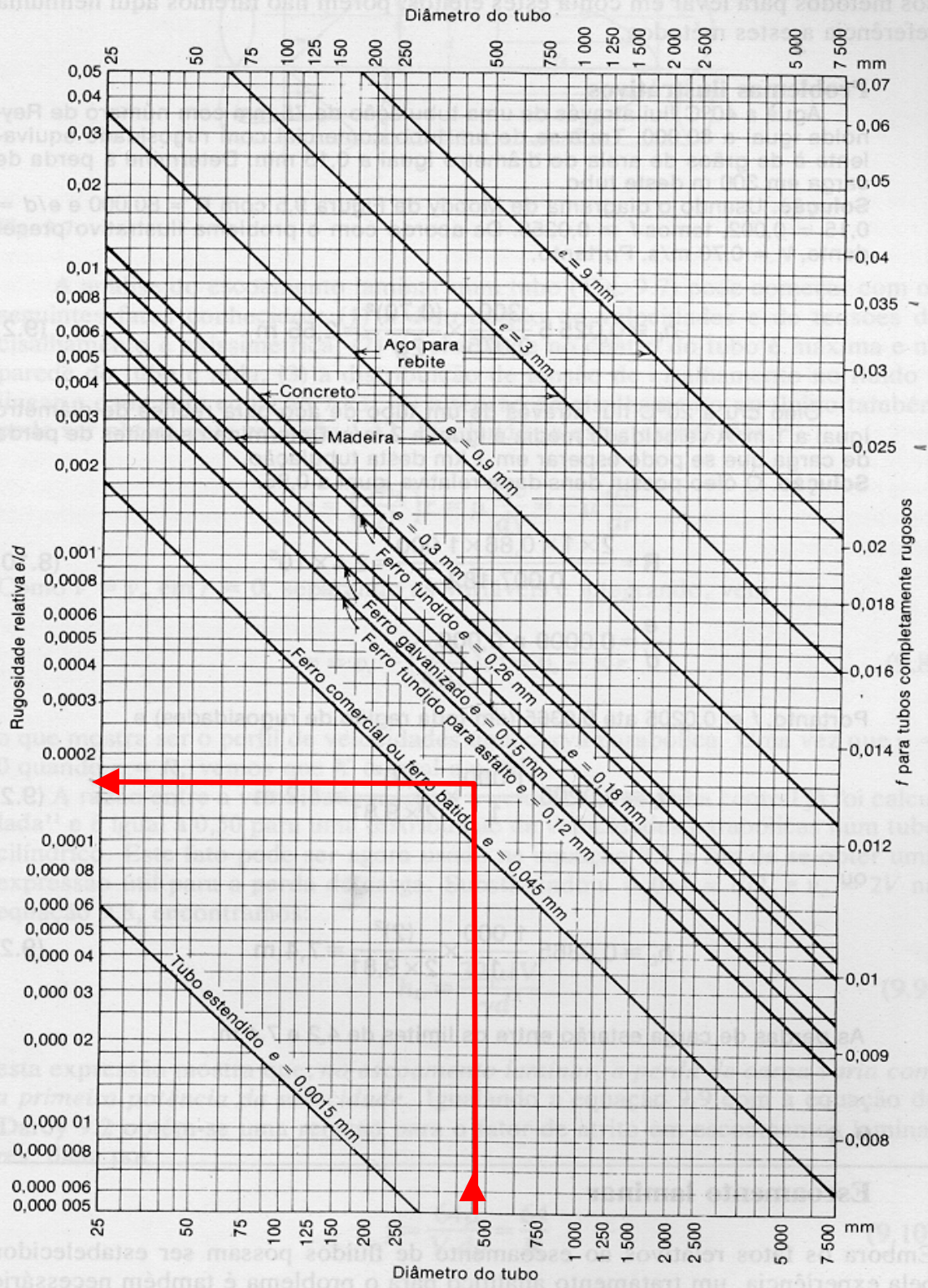


Diagrama de rugosidade relativa

$R >$ 5,549612248 m $R =$ 5,55 m

$\text{alfa} = \arctg(dY/dX) =$ -0,89606
 $\sin(\text{alfa}) =$ -0,78087 $\cos(\text{alfa}) =$ 0,624695
 $\text{alfa}/2 =$ -0,44802769
 $\text{tg}(\text{alfa}/2) =$ -0,48062485

$BPI = R \text{tg}(\text{alfa}/2) =$ 2,667468
 $y' = BPI \sin(\text{alfa}) =$ 2,082942 m

$Yb = -(P - y')$ **$Yb =$ -1,917**
 que substituindo em (VI), resulta :
 $Xb =$ -0,8 $Yb +$ 0,843238
 $Xb =$ 2,377

PONTO FINAL DA CURVA REVERSA - PONTO D

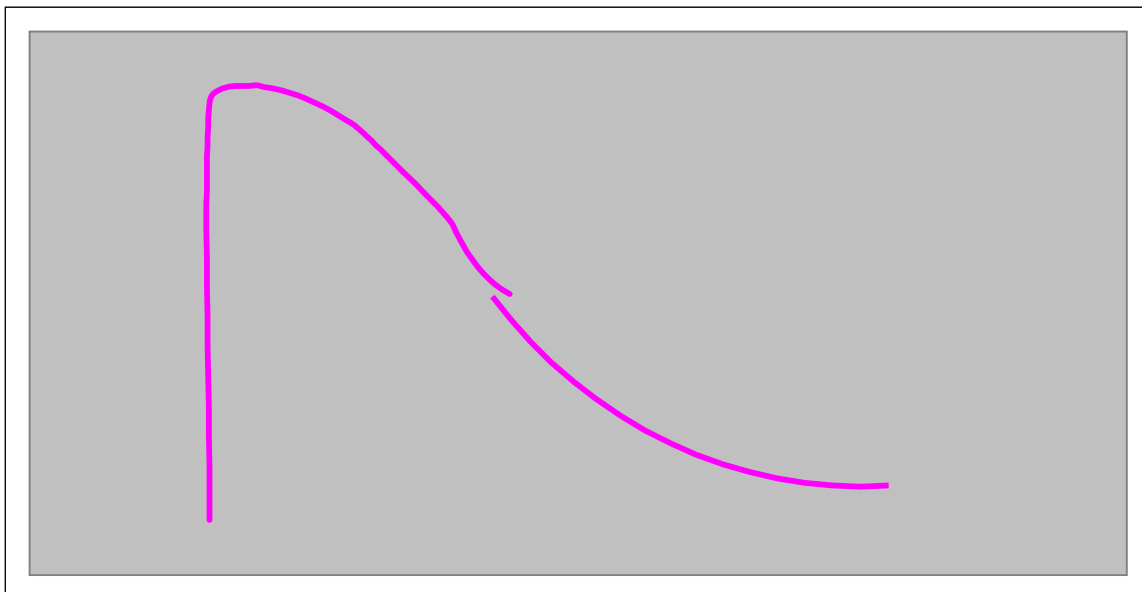
$Yd = -P$, logo **$Yd = -4$**

$Xd = Xb + BPI \cos(\text{alfa}) + BPI$ **$Xd = 6,710706$**

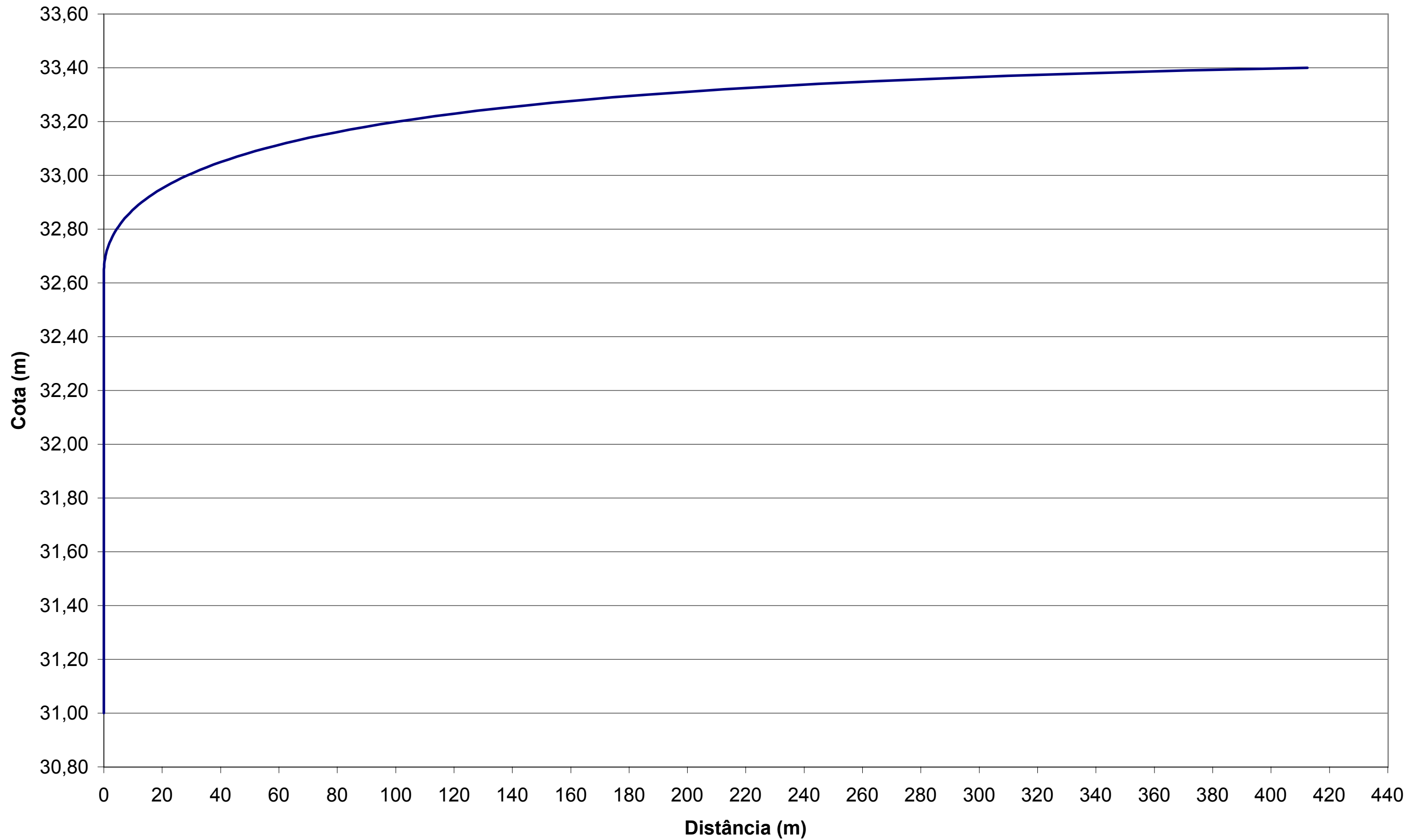
COORDENADAS DA SOLEIRA DO VERTEDOURO

X	Y	
-0,362	-4,000	
-0,362	-0,159	Ponto C
0,000	0,000	Eixo
0,150	-0,012	Exponencial
0,300	-0,042	"
0,450	-0,090	"
0,600	-0,154	"
0,750	-0,233	"
0,900	-0,328	"
1,050	-0,437	"
1,815	-1,214	Ponto T
2,377	-1,917	Ponto B
6,711	-4,000	Ponto D

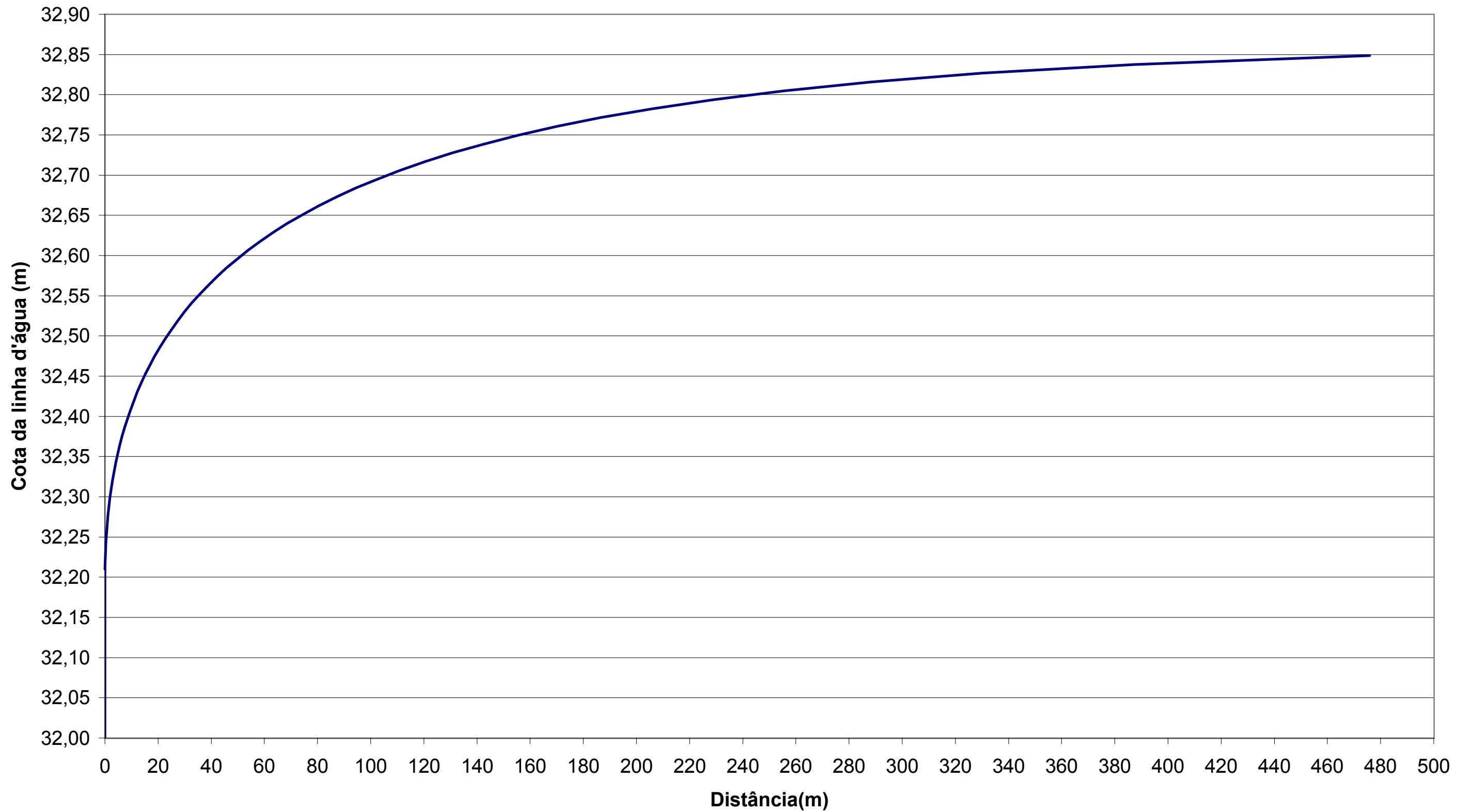
PERFIL DA CRISTA



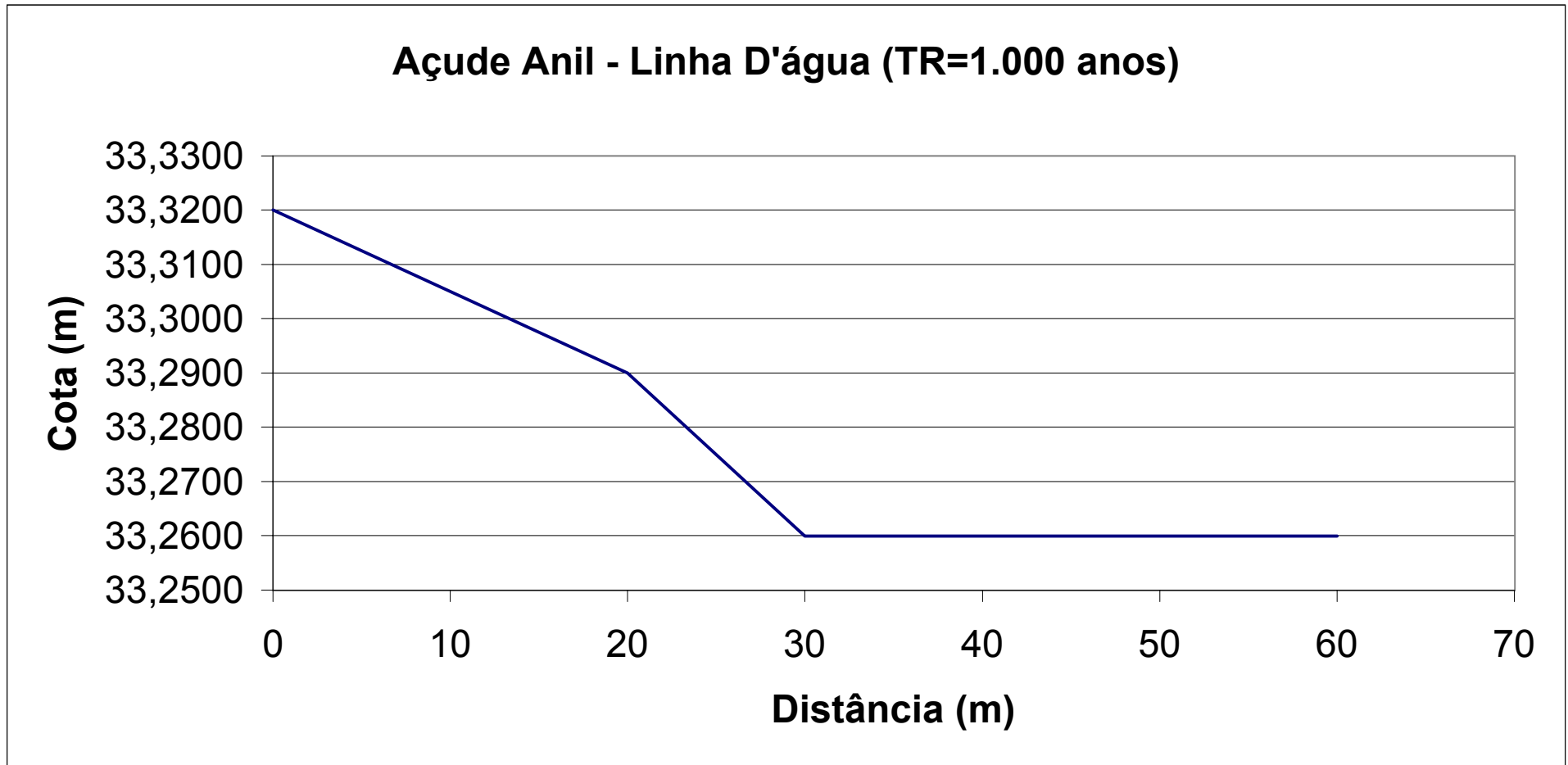
BARRAGEM ANIL
Perfil da Linha D'água (TR = 10.000 anos)



BARRAGEM ANIL
Perfil da Linha D'água (TR = 1.000 anos)



n	0,033													
Q	250,0													
b ₁	80,0	b ₂	67,0	b ₃	60,0									
y _c	0,998		1,1238		1,2096									
l ₀	0,0022													
C _{INICIAL}	31													
x	COTA	y	A	v	v ² /2g	H	P	R _n	R _n ^{4/3}	I _f	I _f médio	L	h _f	H
0	33,3200	2,3200	185,6000	1,3470	0,092475	33,412	84,64	2,192817	2,848851	0,000693557				33,412
20	33,2900	2,290	153,4300	1,6294	0,135320	33,4253	71,58	2,143476	2,763704	0,001046155	0,00087	20	0,017397	33,4299
30	33,2600	2,260	135,6000	1,8437	0,173245	33,4332	64,520	2,101674	2,692075	0,001374996	0,001211	10	0,012106	33,4374
60	33,2600	2,260	135,6000	2,9646	0,447954	33,7080	64,520	2,101674	2,692075	0,003555277	0,002465	30	0,073954	33,5072

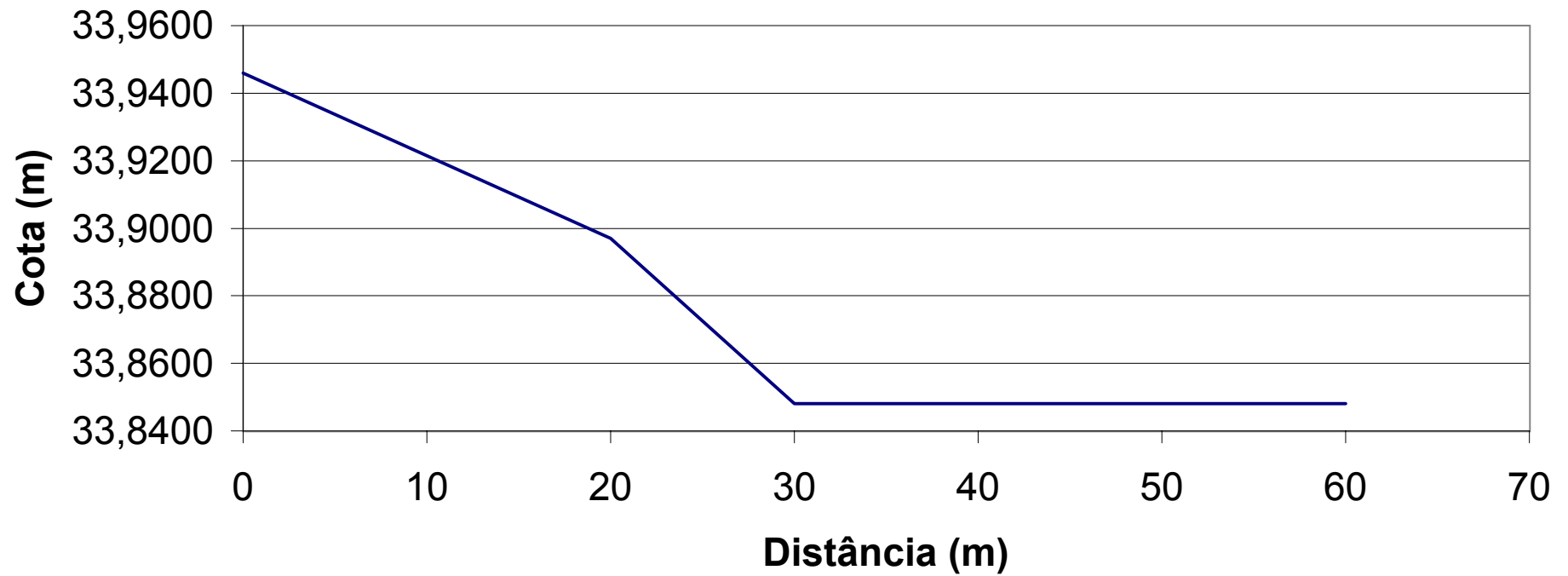


n 0,033
Q 402,0
b₁ 80,0 **b₂** 67,0 **b₃** 60,0
y_c 1,370 1,5425 1,6602
l₀ 0,0022

C_{INICIAL} 31

x	COTA	y	A	v	v ² /2g	H	P	R _h	R _h ^{4/3}	I _f	I _f médio	L	h _f	H
0	33,9460	2,9460	235,6800	1,7057	0,148289	34,094	85,892	2,743911	3,841434	0,000824786				34,094
20	33,8970	2,897	194,0990	2,0711	0,218628	34,1156	72,794	2,666415	3,697461	0,001263368	0,001044	20	0,020882	34,1152
30	33,8480	2,848	170,8800	2,3525	0,282079	34,1301	65,696	2,601072	3,577144	0,001684849	0,001474	10	0,014741	34,1304
60	33,8480	2,848	170,8800	2,3525	0,282079	34,1301	65,696	2,601072	3,577144	0,001684849	0,001685	30	0,050545	34,1806

Açude Anil - Linha D'água (TR=10.000 anos)



PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM ANIL

PLANILHA DE CUBAÇÃO DA BARRAGEM

Estaca	Distância Parcial (m)	RIP-RAP						FILTRO (AREIA)								ROCKFILL						CORPO DO MACIÇO						COMPRIMENTO DOS TALUDES		VOLUME TOTAL (m³)					
		ÁREAS			VOLUME			ÁREAS				VOLUME				ÁREAS			VOLUME			Material do Sang. (Jusante)			Material Argiloso (Montante)			Volume Total			Montante (m)	Jusante (m)			
		Área 1		Transição	Área 1	Transição	Total	Vertical		Horizontal		Complementar		Vertical	Horizontal	Compl.	Total	Área de Transição		Área 2	Área de Transição	Área 2	Total	Parcial	Meda	Volume	Parcial	Meda	Volume				Parcial	Meda	Volume
		Parcial (m²)	Meda (m²)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Área 1 (m²)	Transição (m²)	Total (m³)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Vertical (m³)	Horizontal (m³)	Compl. (m³)	Total (m³)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Parcial (m²)	Meda (m²)	Área de Transição (m²)	Área 2 (m²)	Total (m³)	Parcial (m³)	Meda (m³)	Volume (m³)	Parcial (m³)		Meda (m³)	Volume (m³)	Parcial (m³)	Meda (m³)	Volume (m³)
90	20,00	8,6975	8,74	5,4941	5,53	174,82	110,61	285,43	4,55	4,71	14,82	15,11	0,00	94,21	302,20	0,00	396,41	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	47,24	47,83	956,66	103,23	106,21	2.124,29	3.080,95	19,93	17,91	3.931,58	
91	20,00	8,0925	8,40	5,0915	5,29	167,90	105,86	273,76	4,18	4,37	13,87	14,34	0,00	87,36	286,84	0,00	374,20	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	41,10	44,17	883,39	93,23	98,23	1.964,62	2.848,01	18,57	16,81	3.664,72	
92	20,00	7,6080	7,85	4,7701	4,93	157,01	98,62	255,63	3,80	3,99	13,24	13,56	0,00	79,80	271,13	0,00	350,92	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	36,81	38,95	779,05	85,10	89,17	1.783,35	2.562,40	17,49	16,14	3.337,71	
93	20,00	7,1257	7,37	4,4473	4,61	147,34	92,17	239,52	3,33	3,56	12,43	12,84	0,00	71,29	256,74	0,00	328,03	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	31,83	34,32	686,33	77,19	81,15	1.622,95	2.309,28	16,46	15,26	3.045,59	
94	20,00	6,7822	6,95	4,2037	4,33	139,08	86,51	225,59	2,72	3,03	11,52	11,97	0,00	60,51	239,47	0,00	299,99	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	26,41	29,12	582,41	69,19	73,19	1.463,78	2.046,19	15,72	14,34	2.740,53	
95	20,00	5,9568	6,37	3,6647	3,93	127,39	78,68	206,07	2,21	2,46	10,22	10,87	0,00	49,25	217,39	0,00	266,64	3,44	3,44	4,99	4,99	68,89	99,88	168,77	20,39	23,40	468,00	59,13	64,16	1.283,21	1.751,21	13,84	12,82	2.392,69	
96	20,00	5,3672	5,66	3,2727	3,47	113,24	69,37	182,61	2,70	2,45	5,11	5,11	0,00	49,07	102,21	0,00	151,29	0,00	1,72	0,00	2,50	34,44	49,94	84,38	28,42	24,41	488,12	52,02	55,58	1.111,53	1.599,64	12,61	11,83	2.017,93	
97	20,00	4,7879	5,08	2,8891	3,08	101,55	61,62	163,17	2,24	2,47	0,00	0,00	0,00	49,39	0,00	0,00	49,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,30	26,36	527,24	46,57	49,30	985,92	1.513,16	11,22	10,93	1.725,72	
98	20,00	4,2953	4,54	2,5587	2,72	90,83	54,48	145,31	1,74	1,99	0,00	0,00	0,00	39,76	0,00	0,00	39,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,61	21,95	439,08	44,35	45,46	909,26	1.348,34	10,15	9,57	1.533,41	
99	20,00	3,7702	4,03	2,2038	2,38	80,66	47,63	128,29	1,21	1,47	0,00	0,00	0,00	29,48	0,00	0,00	29,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,44	17,53	350,50	42,77	43,56	871,28	1.221,75	8,99	8,41	1.379,52	
100	20,00	3,1339	3,45	1,7777	1,99	69,04	39,82	108,86	0,67	0,94	0,00	0,00	0,00	18,79	0,00	0,00	18,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,13	13,79	275,70	40,84	41,81	836,13	1.111,83	7,57	7,39	1.239,47	
101	20,00	2,5974	2,87	1,4357	1,61	57,31	32,13	89,45	0,28	0,47	0,00	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	9,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,56	9,85	196,92	18,15	29,49	589,87	786,80	6,35	6,31	855,70	
102	20,00	2,1206	2,36	1,1134	1,27	47,18	25,49	72,67	0,06	0,14	0,00	0,00	0,00	2,77	0,00	0,00	2,77	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,38	6,47	129,49	13,91	16,03	320,61	450,01	5,34	5,38	525,45	
103	20,00	1,5144	1,62	0,7045	0,91	36,39	18,18	54,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01	4,19	83,83	9,28	11,69	231,91	315,74	3,98	4,00	370,27	
TOTAIS	1.560,00					11.848,44	7.466,62	19.315,06						7.188,75	20.007,32	0,00	27.196,07						4.054,32	5.703,75	9.758,07			90.622,66			170.589,51	261.212,17			317.481,37

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM ANIL

PLANILHA DE CUBAÇÃO DA ESCAVAÇÃO DO EXPURGO E CUT-OFF

ESTACA	CUT-OFF													TOTAL GERAL
	EXPURGO				SOLO EM ARGILA 3				SOLO ARENOSO 2				Volume do Cut-off	
	Área		Distância Parcial (m)	Vol. (m³)	Área		Distância Parcial (m)	Vol. (m³)	Área		Distância Parcial (m)	Vol. (m³)		
	Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m²)	Media (m²)				
26	4,21	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
27	3,02	3,61	20,00	72,25	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	72,25
28	4,98	4,00	20,00	79,96	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	79,96
29	5,17	5,08	20,00	101,50	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	101,50
30	5,39	5,28	20,00	105,57	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	105,57
31	5,54	5,46	20,00	109,24	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	109,24
32	6,04	5,79	20,00	115,80	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	115,80
33	6,22	6,13	20,00	122,66	6,60	3,30	20,00	66,03	0,00	0,00	20,00	0,00	66,03	188,69
34	6,27	6,25	20,00	124,92	6,83	6,72	20,00	134,33	0,00	0,00	20,00	0,00	134,33	259,24
35	6,97	6,62	20,00	132,34	7,16	6,99	20,00	139,88	0,00	0,00	20,00	0,00	139,88	272,22
36	7,18	7,07	20,00	141,49	8,66	7,91	20,00	158,16	0,00	0,00	20,00	0,00	158,16	299,64
37	7,37	7,28	20,00	145,51	8,97	8,81	20,00	176,30	0,00	0,00	20,00	0,00	176,30	321,81
38	7,70	7,53	20,00	150,66	9,25	9,11	20,00	182,25	0,00	0,00	20,00	0,00	182,25	332,90
39	7,59	7,64	20,00	152,83	9,28	9,27	20,00	185,37	0,00	0,00	20,00	0,00	185,37	338,19
40	8,10	7,84	20,00	156,87	8,96	9,12	20,00	182,47	0,00	0,00	20,00	0,00	182,47	339,34
41	8,14	8,12	20,00	162,43	9,38	9,17	20,00	183,42	0,00	0,00	20,00	0,00	183,42	345,85
42	8,84	8,49	20,00	169,78	9,12	9,25	20,00	185,04	0,00	0,00	20,00	0,00	185,04	354,81
43	8,34	8,59	20,00	171,74	9,19	9,16	20,00	183,18	0,00	0,00	20,00	0,00	183,18	354,91
44	9,28	8,81	20,00	176,20	9,38	9,29	20,00	185,72	0,00	0,00	20,00	0,00	185,72	361,92
45	8,22	8,75	20,00	174,98	9,30	9,34	20,00	186,78	0,00	0,00	20,00	0,00	186,78	361,76
46	9,82	9,02	20,00	180,36	9,29	9,29	20,00	185,86	0,00	0,00	20,00	0,00	185,86	366,22
47	10,46	10,14	20,00	202,77	4,18	6,73	20,00	134,65	4,02	2,01	20,00	40,25	174,89	377,67
48	11,14	10,80	20,00	215,95	3,45	3,81	20,00	76,28	5,53	4,78	20,00	95,56	171,85	387,80
49	11,25	11,19	20,00	223,90	4,21	3,83	20,00	76,57	4,83	5,18	20,00	103,60	180,17	404,07
50	11,00	11,13	20,00	222,50	5,84	5,02	20,00	100,47	3,50	4,16	20,00	83,26	183,73	406,23
51	11,83	11,41	20,00	228,28	3,49	4,66	20,00	93,29	1,65	2,57	20,00	51,49	144,78	373,06
52	12,05	11,94	20,00	238,82	8,36	5,93	20,00	118,52	0,00	0,83	20,00	16,52	135,03	373,85
53	23,80	17,93	20,00	358,56	10,25	9,31	20,00	186,12	0,00	0,00	20,00	0,00	186,12	544,68
54	12,62	18,21	20,00	364,20	12,83	11,54	20,00	230,78	0,00	0,00	20,00	0,00	230,78	594,98
55	12,97	12,79	20,00	255,86	11,02	11,92	20,00	238,44	0,00	0,00	20,00	0,00	238,44	494,30
56	13,96	13,46	20,00	269,29	14,00	12,51	20,00	250,15	0,00	0,00	20,00	0,00	250,15	519,44
57	23,70	18,83	20,00	376,58	15,02	14,51	20,00	290,20	0,00	0,00	20,00	0,00	290,20	666,78
58	24,70	24,20	20,00	484,01	16,58	15,80	20,00	316,01	0,00	0,00	20,00	0,00	316,01	800,02
59	24,41	24,55	20,00	491,07	16,81	16,69	20,00	333,86	0,00	0,00	20,00	0,00	333,86	824,93
60	26,32	25,36	20,00	507,21	19,28	18,04	20,00	360,89	0,00	0,00	20,00	0,00	360,89	868,10
61	27,09	26,70	20,00	534,06	17,35	18,32	20,00	366,39	0,00	0,00	20,00	0,00	366,39	900,45
62	28,17	27,63	20,00	552,58	13,52	15,44	20,00	308,78	0,00	0,00	20,00	0,00	308,78	861,36
63	27,02	27,59	20,00	551,82	17,35	15,44	20,00	308,78	0,00	0,00	20,00	0,00	308,78	860,60
64	26,85	26,93	20,00	538,64	24,09	20,72	20,00	414,48	0,00	0,00	20,00	0,00	414,48	953,12
65	26,89	26,87	20,00	537,39	24,09	24,09	20,00	481,87	0,00	0,00	20,00	0,00	481,87	1.019,26
66	29,48	28,18	20,00	563,66	27,91	26,00	20,00	520,08	0,00	0,00	20,00	0,00	520,08	1.083,73

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM ANIL

PLANILHA DE CUBAÇÃO DA ESCAVAÇÃO DO EXPURGO E CUT-OFF

ESTACA	EXPURGO				CUT-OFF								TOTAL GERAL	
	Area		Distância Parcial (m)	Vol. (m³)	SOLO EM ARGILA		3	SOLO ARENOSO		2	Volume do Cut-off			
	Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m²)	Media (m²)		Parcial (m)	Vol. (m³)			Parcial (m²)		Media (m²)
			Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m)			Vol. (m³)				
67	34,40	31,94	20,00	638,72	28,18	28,04	20,00	560,90	0,00	0,00	20,00	0,00	560,90	1.199,62
68	29,33	31,86	20,00	637,24	28,44	28,31	20,00	566,12	0,00	0,00	20,00	0,00	566,12	1.203,36
69	30,77	30,05	20,00	600,97	28,69	28,56	20,00	571,23	0,00	0,00	20,00	0,00	571,23	1.172,20
70	33,87	32,32	20,00	646,44	9,18	18,93	20,00	378,68	24,11	12,05	20,00	241,06	619,75	1.266,19
71	24,10	28,99	20,00	579,75	3,75	6,47	20,00	129,34	21,91	23,01	20,00	460,19	589,53	1.169,28
72	31,46	27,78	20,00	555,57	9,33	6,54	20,00	130,83	22,60	22,25	20,00	445,08	575,91	1.131,48
73	23,40	27,43	20,00	548,56	31,87	20,60	20,00	411,97	0,00	11,30	20,00	225,95	637,92	1.186,48
74	28,78	26,09	20,00	521,84	16,69	24,28	20,00	485,52	0,00	0,00	20,00	0,00	485,52	1.007,36
75	25,79	27,29	20,00	545,76	16,86	16,77	20,00	335,46	0,00	0,00	20,00	0,00	335,46	881,22
76	31,83	28,81	20,00	576,27	15,65	16,25	20,00	325,04	4,11	2,06	20,00	41,14	366,18	942,45
77	33,10	32,46	20,00	649,29	12,22	13,93	20,00	278,63	5,10	4,60	20,00	92,09	370,72	1.020,02
78	17,15	25,12	20,00	502,44	8,01	10,11	20,00	202,24	7,89	6,49	20,00	129,82	332,06	834,50
79	16,17	16,66	20,00	333,21	8,23	8,12	20,00	162,32	6,66	7,27	20,00	145,48	307,80	641,01
80	16,30	16,24	20,00	324,76	6,70	7,46	20,00	149,21	5,38	6,02	20,00	120,39	269,60	594,35
81	16,39	16,34	20,00	326,89	2,53	4,61	20,00	92,29	4,87	5,12	20,00	102,44	194,73	521,62
82	15,04	15,71	20,00	314,26	0,00	1,27	20,00	25,34	5,55	5,21	20,00	104,21	129,55	443,81
83	15,40	15,22	20,00	304,41	0,00	0,00	20,00	0,00	5,68	5,62	20,00	112,35	112,35	416,75
84	14,18	14,79	20,00	295,82	1,46	0,73	20,00	14,57	5,57	5,63	20,00	112,54	127,11	422,93
85	17,20	15,69	20,00	313,86	2,87	2,16	20,00	43,30	5,66	5,62	20,00	112,31	155,60	469,46
86	14,16	15,68	20,00	313,64	1,18	2,03	20,00	40,51	5,62	5,64	20,00	112,76	153,27	466,91
87	14,25	14,21	20,00	284,14	0,00	0,59	20,00	11,78	6,90	6,26	20,00	125,18	136,96	421,10
88	13,67	13,96	20,00	279,19	0,68	0,34	20,00	6,77	6,14	6,52	20,00	130,44	137,20	416,39
89	11,71	12,69	20,00	253,78	0,00	0,34	20,00	6,77	4,83	5,49	20,00	109,72	116,48	370,26
90	12,91	12,31	20,00	246,20	0,00	0,00	20,00	0,00	5,18	5,01	20,00	100,12	100,12	346,31
91	12,36	12,63	20,00	252,70	0,00	0,00	20,00	0,00	3,99	4,59	20,00	91,77	91,77	344,47
92	11,80	12,08	20,00	241,60	0,00	0,00	20,00	0,00	4,04	4,02	20,00	80,37	80,37	321,97
93	11,39	11,60	20,00	231,91	2,13	1,07	20,00	21,33	2,57	3,31	20,00	66,14	87,47	319,38
94	11,84	11,62	20,00	232,38	3,96	3,05	20,00	60,91	1,77	2,17	20,00	43,39	104,30	336,68
95	10,38	11,11	20,00	222,21	4,17	4,06	20,00	81,29	1,19	1,48	20,00	29,61	110,90	333,11
96	9,50	9,94	20,00	198,74	4,94	4,56	20,00	91,11	1,21	1,20	20,00	24,01	115,12	313,85
97	8,97	9,23	20,00	184,64	6,50	5,72	20,00	114,42	1,25	1,23	20,00	24,63	139,05	323,69
98	8,22	8,59	20,00	171,90	10,40	8,45	20,00	169,01	1,43	1,34	20,00	26,81	195,83	367,72
99	7,51	7,87	20,00	157,36	14,75	12,57	20,00	251,48	1,48	1,46	20,00	29,10	280,59	437,94
100	7,38	7,44	20,00	148,89	17,81	16,28	20,00	325,63	2,42	1,95	20,00	39,01	364,64	513,54
101	6,03	6,70	20,00	134,04	0,00	8,91	20,00	178,13	0,00	1,21	20,00	24,19	202,32	336,36
102	5,39	5,71	20,00	114,15	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	114,15
103	2,80	4,09	20,00	81,87	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	81,87
TOTAIS		1.560,00	23.429,59			1.560,00	13.763,48			1.560,00	3.892,96	17.656,44		41.086,04

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM ANIL

PLANILHA DE CUBAÇÃO DA ESCAVAÇÃO DO SANGRADOURO

JUSANTE									
SOLO ARGILOSO					SOLO RESIDUAL				VOLUME TOTAL
Área		Distância Parcial (m)	Volume (m³)	Área		Distância Parcial (m)	Volume (m³)		
Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m²)	Media (m²)				
J0	301,9007	0,00	0,00	0,00	207,53	0,00	0,00	0,00	-
J1	303,9421	302,92	20,00	6.058,43	224,59	216,06	20,00	4.321,19	10.379,62
J2	256,0671	280,00	20,00	5.600,09	182,08	203,33	20,00	4.066,64	9.666,74
J2 + 10,00	241,5463	248,81	10,00	2.488,07	150,54	166,31	10,00	1.663,06	4.151,12
J3	242,2401	241,89	10,00	2.418,93	151,57	151,05	10,00	1.510,53	3.929,46
J4	242,1218	242,18	20,00	4.843,62	153,24	152,40	20,00	3.048,09	7.891,71
J5	242,6348	242,38	20,00	4.847,57	156,06	154,65	20,00	3.093,02	7.940,59
J6	243,8932	243,26	20,00	4.865,28	160,2566	158,16	20,00	3.163,20	8.028,48
J7	245,3972	244,65	20,00	4.892,90	165,6167	162,94	20,00	3.258,73	8.151,64
J8	245,3972	245,40	20,00	4.907,94	174,4028	170,01	20,00	3.400,20	8.308,14
J9	247,5888	246,49	20,00	4.929,86	177,7894	176,10	20,00	3.521,92	8.451,78
J10	247,4720	247,53	20,00	4.950,61	174,9099	176,35	20,00	3.526,99	8.477,60
J11	245,3519	246,41	20,00	4.928,24	164,6088	169,76	20,00	3.395,19	8.323,43
J12	243,9155	244,63	20,00	4.892,67	143,5137	154,06	20,00	3.081,23	7.973,90
J13	235,7243	239,82	20,00	4.796,40	120,0504	131,78	20,00	2.635,64	7.432,04
J14	229,1090	232,42	20,00	4.648,33	94,4500	107,25	20,00	2.145,00	6.793,34
J15	225,5143	227,31	20,00	4.546,23	72,8520	83,65	20,00	1.673,02	6.219,25
J16	219,1404	222,33	20,00	4.446,55	40,5202	56,69	20,00	1.133,72	5.580,27
J17	214,3435	216,74	20,00	4.334,84	19,7186	30,12	20,00	602,39	4.937,23
J18	204,3387	209,34	20,00	4.186,82	2,4158	11,07	20,00	221,34	4.408,17
J19	168,5302	186,43	20,00	3.728,69	0,0000	1,21	20,00	24,16	3.752,85
J20	136,9197	152,72	20,00	3.054,50	0,0000	0,00	20,00	0,00	3.054,50
J21	93,5871	115,25	20,00	2.305,07	0,0000	0,00	20,00	0,00	2.305,07
J22	77,2649	85,43	20,00	1.708,52	0,0000	0,00	20,00	0,00	1.708,52
J23	65,6607	71,46	20,00	1.429,26	0,0000	0,00	20,00	0,00	1.429,26
J24	54,1218	59,89	20,00	1.197,83	0,0000	0,00	20,00	0,00	1.197,83
J25	11,4406	32,78	20,00	655,62	0,0000	0,00	20,00	0,00	655,62
J26	0,0000	5,72	20,00	114,41	0,0000	0,00	20,00	0,00	114,41

TOTAIS	520,00	101.777,27	-	520,00	49.485,27	151.262,54
---------------	---------------	-------------------	----------	---------------	------------------	-------------------

MONTANTE									
SOLO ARGILOSO					SOLO RESIDUAL				VOLUME TOTAL
Área		Distância Parcial (m)	Volume (m³)	Área		Distância Parcial (m)	Volume (m³)		
Parcial (m²)	Media (m²)			Parcial (m²)	Media (m²)				
M0	301,90	0,00	0,00	0,00	207,53	0,00	0,00	0,00	-
M1	292,16	297,03	20,00	5.940,57	118,44	162,98	20,00	3.259,67	9.200,24
M2	289,44	290,80	20,00	5.815,99	97,13	107,78	20,00	2.155,66	7.971,65
M3	285,66	287,55	20,00	5.751,01	56,70	76,91	20,00	1.538,26	7.289,28
M4	279,27	282,46	20,00	5.649,28	23,71	40,20	20,00	804,06	6.453,34
M5	265,16	272,21	20,00	5.444,26	6,00	14,86	20,00	297,13	5.741,39
M6	241,18	253,17	20,00	5.063,39	0,02	3,01	20,00	60,19	5.123,58
M7	210,96	226,07	20,00	4.521,39		0,01	20,00	0,16	4.521,55
M8	177,99	194,47	20,00	3.889,44		0,00	20,00	0,00	3.889,44
M9	144,85	161,42	20,00	3.228,33		0,00	20,00	0,00	3.228,33
M10	107,17	126,01	20,00	2.520,19		0,00	20,00	0,00	2.520,19
M11	66,59	86,88	20,00	1.737,62		0,00	20,00	0,00	1.737,62
M12	32,39	49,49	20,00	989,81		0,00	20,00	0,00	989,81
M13	0,00	16,20	20,00	323,91		0,00	20,00	0,00	323,91

TOTAIS	260,00	50.875,19	-	260,00	8.115,12	58.990,31
---------------	---------------	------------------	----------	---------------	-----------------	------------------

TOTAL GERAL	780,00	152.652,46	-	780,00	57.600,39	210.252,85
--------------------	---------------	-------------------	----------	---------------	------------------	-------------------

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM ANIL

PLANILHA DE CUBAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA

	JUSANTE			
	Área		Distância	Volume (m ³)
	Parcial (m ²)	Media (m ²)	Parcial (m)	
0J	7,7025	0,00	20,00	0,00
1J	9,8900	8,80	20,00	175,93
2J	13,5924	11,74	20,00	234,82
3J	13,4400	13,52	20,00	270,32
4J	10,9025	12,17	20,00	243,43
5J	8,3285	9,62	20,00	192,31
6J	6,2895	7,31	20,00	146,18
7J	4,8564	5,57	20,00	111,46
8J	4,0070	4,43	20,00	88,63
9J	3,2436	3,63	20,00	72,51
10J	2,5344	2,89	20,00	57,78
11J	1,8900	2,21	20,00	44,24
12J	1,2500	1,57	20,00	31,40
13J	0,6839	0,97	20,00	19,34
13J + 13,20	0,0000	0,34	13,20	4,51

TOTAIS	293,20	1.692,86
---------------	---------------	-----------------

	MONTANTE			
	Área		Distância	Volume (m ³)
	Parcial (m ²)	Media (m ²)	Parcial (m)	
0M	7,7025	0,00	20,00	0,00
1M	8,0000	7,85	20,00	157,03
2M	7,4100	7,71	20,00	154,10
3M	6,3984	6,90	20,00	138,08
4M	5,4009	5,90	20,00	117,99
5M	4,5225	4,96	20,00	99,23
6M	3,6656	4,09	20,00	81,88
7M	2,5344	3,10	20,00	62,00
8M	1,1316	1,83	20,00	36,66
9M	0,2100	0,67	20,00	13,42
9M + 5,20	0,00	0,11	5,20	0,55
TOTAIS	205,20	860,94		

TOTAL GERAL	498,40	2.553,80
--------------------	---------------	-----------------