

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO
BARRAGEM JABURU I

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DE
DRENAGEM

TOMO II SANGRADOURO

COBA

FORTALEZA- CE
MARÇO 2000

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO JABURU I



INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

MARÇO 2000



COBA

0095/02/D
ex.2

Lote 01022	-	Freq (X)	Escala ()	Index ()
Projeto Nº	0095/02/D			
Volume	/			
Qtd A4		Qtd A3		
Qtd A2		Qtd A1		
Qtd A0		Outros		

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

GOVERNO DO ESTADO

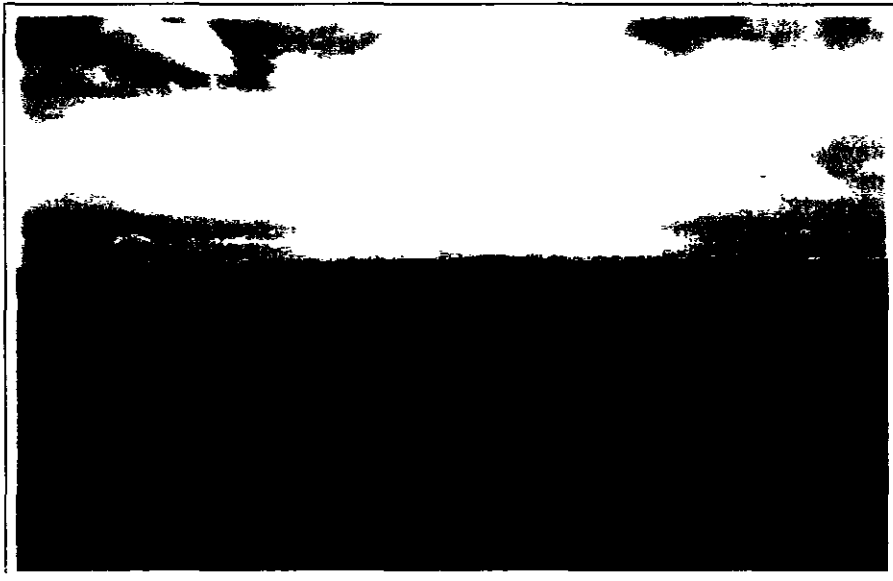


CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO JABURU I



INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

MARÇO 2000



COBA



153003

**PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA
BARRAGEM DO JABURU I**

LISTA DE VOLUMES:

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DE DRENAGEM

TOMO I - BARRAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

REFORÇO DO TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

PLANO DE OBSERVAÇÃO

PROGRAMA DE TRABALHOS

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

**BARRAGEM DO JABURU I
INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM**

TOMO II - SANGRADOURO

**ELEMENTOS QUE
COMPÕEM O VOLUME**

- **MEMÓRIA**

- **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

- **LISTA DE QUANTIDADES**

- **DESENHOS**

MEMÓRIA

ÍNDICE

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

ÍNDICE

	Pág.
1- INTRODUÇÃO	1
2 – TRABALHOS DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO SANGRADOURO	2
2 1 - INTRODUÇÃO	2
2 2 - IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	2
2 3 – SOLUÇÕES POTENCIAIS	4
2 4 – DESCRIÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO CANAL E TALUDES DO SANGRADOURO	4
2 4 1 - Trecho entre as estacas 4+10 e 6+15	5
2 4 2 - Trecho entre as estacas 6+5 e 17	6
2 4 3 - Trecho entre as estacas 0 e 4+10 e entre as estacas 17 e 20	7
2 4 4 - Intervenções a jusante da soleira	7
3 – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DO SANGRADOURO	7
3 1 - INTRODUÇÃO	7
3 2 - DETERMINAÇÃO DA CURVA DE VAZÃO DO SANGRADOURO	8
3 3 – AMORTECIMENTO DAS ONDAS DE CHEIA PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO	11
3 4 – ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE O SANGRADOURO E A COTA DO COROAMENTO	13
3 4 1 - Determinação da folga mínima de segurança	14
3 5 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES	17
3 5 1 - Aumento da capacidade do sangradouro	17
3 5 2 - Aumento da cota do coroamento	18
3 5 3 - Solução prevista para o alteamento da barragem	19
4 – CONCLUSÕES	20

TEXTO

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

1- INTRODUÇÃO

O presente documento integra-se no âmbito do Projecto Executivo de Recuperação da Barragem do Jaburu I e constitui uma revisão e complementarização do Tomo II das Intervenções de Estabilização e Drenagem, elaborado em Novembro de 1999 e entregue à Secretaria de Recursos Hídricos para apreciação

O canal de entrada do sangradouro da barragem do Jaburu apresenta alguns problemas de erosão nos taludes, os quais afetam a sua capacidade hidráulica, e conseqüentemente, a segurança da barragem. Por outro lado, quando o canal está cheio com água (o que acontece frequentemente e por períodos longos, sempre que o reservatório se encontra cheio ou a sangrar), observam-se perdas de água por infiltração que ressurgem junto ao encontro direito da barragem, pondo em risco a estabilidade do talude

Nestas condições, torna-se necessário proceder a algumas intervenções que possam remediar definitivamente estes problemas, sendo este o principal objetivo dos estudos que agora se apresentam

Sendo o sangradouro um órgão do qual depende a segurança da barragem, considerou-se pertinente proceder, no decurso dos estudos de estabilização e drenagem, a verificação da adequação da sua capacidade às características hidrologicas e topográficas do local, tendo-nos para tal baseado na caracterização hidrológica atualizada, apresentada no documento RHJA – 9990619 – RE

O presente relatório compreende portanto duas partes essenciais

- Trabalhos de estabilização e impermeabilização a efetuar no canal do sangradouro,
- Análise da adequação da capacidade do sangradouro

Nos capítulos seguintes procede-se a análise destas questões

2 – TRABALHOS DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO SANGRADOURO

2.1 - INTRODUÇÃO

O sangradouro da barragem do Jaburu localiza-se na proximidade do encontro direito da barragem e tem uma soleira não controlada do tipo "low-ogee" situada na extremidade de um longo canal de aproximação. A água descarregada é conduzida por um trecho de canal mais curto até uma garganta natural, aberta em rocha sólida, que conduz a água até à linha d'água principal, fazendo-se a confluência cerca de 300 m a jusante do pé da barragem.

O canal de aproximação, com 450 m de comprimento, tem rasto horizontal, em geral à cota (721,3). A seção reta é trapezoidal, com largura variável entre 20 e 30 m e taludes laterais inclinados entre 1:1 e 1:1,5 (V:H). Na extremidade de jusante deste canal localiza-se uma soleira de controle em concreto, com 29 m de largura e crista à cota (722,3), ou seja, 1,0 m acima do rasto do canal de aproximação, limitada em cada extremidade por muros-guia verticais em concreto com coroamento à cota (725,0).

O canal de aproximação, com uma profundidade de escavação variável entre 5 e 10 m, interessa essencialmente formações areníticas, bastante friáveis e sensíveis à ação da água.

2.2 - IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS

A topologia do sangradouro, com um longo canal de acesso e soleira de controle na extremidade de jusante, faz com que, para níveis altos no reservatório (acima da cota (721,3)), o canal fique cheio de água com uma profundidade média de 1,0 m. Dadas as características hidrologicas do local (vazão média afluyente de 176 hm³/ano, para uma capacidade de armazenamento da mesma ordem de grandeza), e normal o reservatório encher totalmente durante a época úmida, pelo que o canal se mantém cheio com relativa frequência, por vezes durante vários meses consecutivos.

Este fato, conjugado com as características dos arenitos, conduz a duas ocorrências principais:

- O amolecimento e progressiva desagregação superficial das formações mais brandas em contacto prolongado com a água.

- O progressivo alargamento de passagens de água através da rede de diaclasamento do maciço, principalmente em zonas com maiores gradientes hidráulicos

A primeira ocorrência é essencialmente local, dando origem a um progressivo desmoronamento dos taludes nas zonas correspondentes a formações mais sensíveis, e à acumulação dos materiais desmoronados no fundo do canal. A principal consequência destes desmoronamentos é a redução da seção hidráulica do canal, com a concomitante redução da capacidade de vazão do sangradouro, embora este problema não possa ser considerado particularmente grave.

A segunda ocorrência é potencialmente mais grave, uma vez que influencia não apenas o próprio sangradouro mas também a ombreira direita da barragem. Com efeito, há fortes razões para suspeitar que boa parte da água que surge na ombreira direita da barragem, bem como na zona da restituição da tomada de água, provém de infiltrações ao longo do canal do sangradouro.

Dadas as características do maciço, a passagem de água dá-se essencialmente através da rede de diaclasamento. Tendo em consideração a natureza frável da rocha, a passagem de água pode conduzir a um aumento da dimensão das aberturas, provocando uma aceleração progressiva do processo.

Os pontos mais críticos em termos de infiltração localizam-se na zona do canal adjacente ao encontro da barragem e na zona junto ao vale secundário no qual se situa a saída da tomada de água, onde os gradientes hidráulicos são maiores.

No que se refere a fenómenos de erosão de origem hidráulica, eles só têm alguma relevância a jusante da soleira de controlo, uma vez que no canal de entrada as velocidades de escoamento são muito baixas. O significado destes problemas de erosão é praticamente nulo sob o ponto de vista de segurança da obra. No entanto, o mesmo não se poderá dizer do ponto de vista hidráulico. Com efeito, as irregularidades causadas pela erosão imediatamente a jusante da soleira de controlo aumentam significativamente as perdas de carga, fazendo com que o ressalto hidráulico que normalmente se produz no canal de descarga (conforme se refere no capítulo 3), se desloque para junto da soleira de controlo, podendo vir a afetar a sua capacidade de vazão. Nestas condições, as intervenções a efetuar têm em conta este aspecto.

2.3 – SOLUÇÕES POTENCIAIS

Os problemas de instabilidade e de infiltração que se observam no canal adutor do sangradouro poderiam ser resolvidos, em boa medida, se fosse possível mantê-lo tanto tempo quanto possível a seco, reduzindo ao mesmo tempo a altura de água

Uma solução deste tipo implicaria a passagem da soleira de controlo para a extremidade de montante do canal. Para que o escoamento no canal se processasse em regime rápido em todo o seu comprimento (de modo a evitar a submersão por jusante da nova soleira de controlo) seria no entanto necessário que o canal apresentasse uma pendente longitudinal da ordem de 1% o que implicaria profundidades médias de escavação da ordem de 2.5 m (5.0 m na seção de jusante) o que seria extremamente dispendioso (volume total de escavação da ordem de 40 000 m³)

Nestas condições, a solução que parece mais razoável consistiria na limpeza e regularização do canal, na colmatação das zonas de infiltração (fundo e base do talude) e na estabilização dos taludes mais instáveis

No que se refere aos problemas de erosão a jusante da soleira de controlo, propõe-se um simples enchimento e regularização das depressões mais significativas com concreto magro

2.4 – DESCRIÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO CANAL E TALUDES DO SANGRADOURO

A definição precisa da localização e da extensão dos trabalhos a realizar, foi dificultada pela inexistência de um levantamento topográfico rigoroso e de um levantamento detalhado da situação existente. Estas informações deverão ser recolhidas num período em que o canal esteja não apenas seco mas também limpo dos sedimentos e detritos acumulados no fundo, o que só será possível já com o Empreiteiro em obra. Assim, a definição final dos trabalhos será efetuada, caso a caso, face às reais condições encontradas durante a limpeza do canal e taludes

Não obstante, apresenta-se no Des. 1 as principais diretrizes das intervenções a realizar, definidas com base na informação topográfica disponibilizada e nos dados coletados durante as visitas de inspeção

Nas visitas efectuadas à obra foi possível identificar ao longo do canal do vertedouro três situações tipo. Assim, entre as estacas 4+10 e 6+5, o talude esquerdo do canal foi

reconstituído até a cota (725.0) por um aterro protegido por uma camada de enrocamento formada por grandes blocos e taludes inclinados a 1:1,5 (V H). Neste trecho o topo do maciço rochoso encontra-se cerca das cotas (722.0) a (723.0), o que obrigou a construção de um aterro para confinar a lâmina de água.

A segunda situação ocorre entre a estaca 6+5 e a estaca 14, na qual a existência da formação rochosa de alguma consistência até às cotas (723.0) a (725.0) permitiu a escavação do canal no maciço. Neste trecho o talude esquerdo tem uma inclinação média de 1:1,5 (V H).

No trecho entre as estacas 15 e 20, o canal foi totalmente escavado em rocha, já que o topo do maciço encontra-se cerca da cota (730.0). A inclinação do talude esquerdo é, em média, de 1:1 (V H).

Para cada um destes trechos foram projectadas intervenções de reabilitação admitindo como correctas as hipóteses descritas. No essencial, estas intervenções incluem a remoção de materiais soltos e instáveis dos taludes em maciço rochoso de ambas as margens, a correcção da geometria com preenchimento dos vazios dos taludes em enrocamento e a remoção do material depositado no fundo do canal em toda a sua extensão. Numa faixa de 3 m junto ao pé do talude esquerdo a limpeza do canal será mais aprofundada, fazendo-se posteriormente o mapeamento detalhado do fundo do canal e do talude esquerdo para definição dos ajustes de projeto. Numa fase seguinte procede-se ao preenchimento com concreto das cavidades que podem instabilizar o talude da margem esquerda e das depressões no fundo do canal na faixa de 3 m que possam favorecer perdas de água e a impermeabilização e contenção do talude esquerdo que confina com a área da barragem através de concreto projectado ligado ao maciço com chumbadouros e ao enrocamento por grampos.

No talude da margem direita, sempre que ocorram situações de provável instabilização dos taludes, prevê-se intervir pelo preenchimento de eventuais cavidades com concreto magro e à contenção por concreto projectado em zonas muito localizadas.

O detalhamento possível das intervenções propostas representa-se no Des. 1, descrevendo-se nos capítulos seguintes o tratamento preconizado em cada trecho.

2.4.1 - Trecho entre as estacas 4+10 e 6+15

Neste trecho, parte do talude foi reconstituído por um aterro protegido por enrocamento. O Des. 1 mostra uma seção típica onde estão indicadas as intervenções previstas. Para este caso prevêem-se os seguintes serviços:

- a) acerto da superfície do talude de enrocamento pela acomodação de blocos instáveis e preenchimento dos grandes vazios por blocos menores.
- b) limpeza geral do talude em maciço rochoso com remoção dos blocos instáveis ou deslocados e remoção dos materiais soltos e/ou amolecidos pela ação da água.
- c) remoção de todos os materiais depositados no fundo do canal numa faixa da ordem de 3 m de largura na vizinhança do talude, expondo a rocha de fundação,
- d) mapeamento detalhado da superfície do talude e da faixa de 3 m do canal junto ao talude, que servira de base aos ajustes do projecto das intervenções,
- e) execução com uma retro-escavadeira pequena ou manualmente de uma valeta no pé do talude com cerca de 0,4 m de profundidade e preenchimento com concreto magro. Esta intervenção será suprimida nos locais constituídos por arenito são.
- f) no trecho de enrocamento abaixo da cota (723,3) e após acomodação dos grandes blocos, serão introduzidos vergalhões de aço ϕ 12 mm com comprimento mínimo de 1 m e com espaçamento máximo de 1,5 m, no interior dos vazios do enrocamento.
- g) numa faixa da ordem de 1 m de espessura, todos os vazios do enrocamento abaixo da cota (723,3) serão preenchidos com concreto ciclópico,
- f) impermeabilização e contenção abaixo da cota (723,3) por concreto projetado armado com fibras de aço e ancorado na rocha por chumbadouros, com 20 mm de diâmetro, 2 m de comprimento e espaçados de 2 m e no enrocamento por grampos de aço (alinea f)

2.4.2 - Trecho entre as estacas 6+5 e 17

Neste trecho prevêem-se, tal como representado no Des. 1, as seguintes intervenções

- a) limpeza geral do talude esquerdo, com a remoção dos blocos instáveis ou deslocados e remoção de materiais soltos e/ou amolecidos pela ação da água.
- b) remoção de todos os materiais depositados no fundo do canal numa faixa da ordem de 3 m de largura junto ao talude, expondo a rocha de fundação,
- c) mapeamento detalhado da superfície do talude e da faixa de 3 m do canal junto ao talude

- d) execução com uma retro-escavadeira pequena ou manualmente de uma valeta no pé do talude esquerdo, com cerca de 0.4 m de profundidade e preenchimento com concreto magro. Nos locais onde a fundação é constituída por arenito são, esta valeta será eliminada
- e) preenchimento com concreto magro das depressões com possibilidade de perdas de água ocorrentes na faixa de 3 m do canal junto ao talude esquerdo
- f) preenchimento com concreto magro ou ciclopico das depressões existentes no talude e que possam causar instabilidade do mesmo.
- g) impermeabilização e contenção do talude abaixo da cota (723.3) com concreto projectado, armado com fibras de aço e com espessura média de 10 cm. Antes do lançamento do concreto serão instalados chumbadouros de aço com 20 mm de diâmetro, 2 m de comprimento e espaçados de 2 m

2.4.3 - Trecho entre as estacas 0 e 4+10 e entre as estacas 17 e 20

Nestes trechos não serão executadas as intervenções de impermeabilização do talude, preconizando-se, não obstante, a limpeza dos taludes com a remoção do material solto, blocos instáveis e/ou deslocados e o preenchimento com concreto ciclopico das depressões que possam acarretar instabilidades ao talude

2.4.4 - Intervenções a jusante da soleira

A jusante da soleira de controle prevê-se o enchimento e regularização com concreto ciclópico das depressões aí localizadas e a remoção de blocos soltos e limpeza geral da área

3 – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DO SANGRADOURO

3.1 - INTRODUÇÃO

Como indicado anteriormente, procedeu-se a verificação da capacidade de vazão do sangradouro e a sua adequação às características hidrológicas do local

Os estudos efetuados, apresentados nos pontos seguintes, abrangeram os seguintes aspectos

- Determinação da capacidade de vazão do sangradouro,

- Simulação do amortecimento de ondas de cheia com diferentes períodos de retorno.
- Análise dos resultados obtidos e considerações sobre as soluções possíveis para resolução dos problemas encontrados

3.2 - DETERMINAÇÃO DA CURVA DE VAZÃO DO SANGRADOURO

Conforme se referiu, o sangradouro da barragem do Jaburu é do tipo não controlado, com soleira do tipo "low-ogee", situada na extremidade de um longo canal de aproximação. A água descarregada é conduzida por um trecho de canal mais curto até uma garganta natural, aberta em rocha sólida, que conduz a água até à linha d'água principal, fazendo-se a confluência cerca de 300 m a jusante do pé da barragem.

Os elementos topográficos disponíveis são extremamente deficientes, conforme se pode observar na figura, tornando difícil a definição geométrica do sangradouro, no entanto, conjugando os elementos disponíveis com os resultados da observação "in situ" e com a análise das fotos do local, poder-se-a concluir o seguinte:

- O canal de aproximação tem 450 m de comprimento. A sua seção reta é trapezoidal, com rasto horizontal a cota (721,3) e largura de rasto variável entre 19 e 32 m. A inclinação dos taludes laterais varia entre 1,5:1 (V:H) e 1:1 (V:H).
- A soleira de controlo, do tipo "low ogee", tem 29 m de largura e crista à cota (722,3) - última informação fornecida pela SRH em Fevereiro de 2000 -, ou seja, 1,0 m acima do rasto do canal adutor, estando limitada em cada extremidade por muros guia verticais, em concreto com coroamento a cota (725,0).
- O canal de descarga, com alinhamento e seção transversal idênticos aos do canal, tem cerca de 100 m de comprimento. O canal tem o seu rasto aberto em rocha e apresenta um perfil horizontal ou, quanto muito, uma pendente muito ligeira, no entanto a topografia disponível não permite confirmar este aspecto.

Na extremidade de jusante o canal de descarga termina numa garganta relativamente apertada e extremamente inclinada, correspondente ao vale de uma linha d'água secundária que conduz a água descarregada ao rio, cerca de 300 m a jusante do pé do açude. O funcionamento frequente do sangradouro tem vindo a ravinar esta linha d'água, alargando o vale e fazendo recuar a extremidade de jusante do canal de descarga, no entanto, a competência da rocha e a distância a que este ponto se encontra da estrutura de controlo, afasta a possibilidade de que a erosão regressiva possa a vir a afetá-la.

Dada a seção tipo utilizada para a estrutura de controlo, a sua curva de vazão é facilmente determinável. A energia sobre a crista necessária para descarregar a vazão Q é dada por

$$H_c = (Q / (C L))^{2/3}$$

em que L é o comprimento da crista e C um coeficiente que depende da sua geometria, da altura do escoamento, das condições de chegada e dos níveis de água a jusante. Em condições normais de operação, sem submersão por jusante, poderá considerar-se C rondando um valor da ordem de $2,0 \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1}$ (USBR, Design of Small Dams)

Tendo em conta as perdas de carga no canal adutor, a energia no reservatório (Hr) necessária para derivar a vazão Q, será superior a Hc, dependendo da diferença da vazão no sangradouro. Para diferentes valores de Q entre 10 e 300 m^3/s , calcularam-se as curvas de remanso no canal adutor partindo da seção da crista para montante (regime fluvial), utilizando-se o método das diferenças finitas. Para a estimativa das perdas de carga utilizou-se a fórmula de Manning, tendo-se considerado $n=0,025 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$. Como exemplificação, apresentam-se no Quadro 3.1 os resultados obtidos para $Q=200 \text{ m}^3/\text{s}$.

No Quadro 3.2 apresentam-se os resultados obtidos para vazões compreendidas entre 10 e 300 m^3/s .

QUADRO 3.2 - RESULTADOS DO CÁLCULO DAS CURVAS DE REMANSO NO CANAL ADUTOR PARA DIFERENTES VAZÕES

Vazão (m^3/s)	Hcrista (m)	Hreservatorio (m)	Perda de energia no canal (m)
10	722,61	722,66	0,05
20	722,79	722,87	0,08
50	723,21	723,37	0,16
100	723,74	723,03	0,29
150	724,18	724,59	0,41
200	724,58	725,08	0,50
250	724,95	725,53	0,58
300	725,29	725,95	0,66

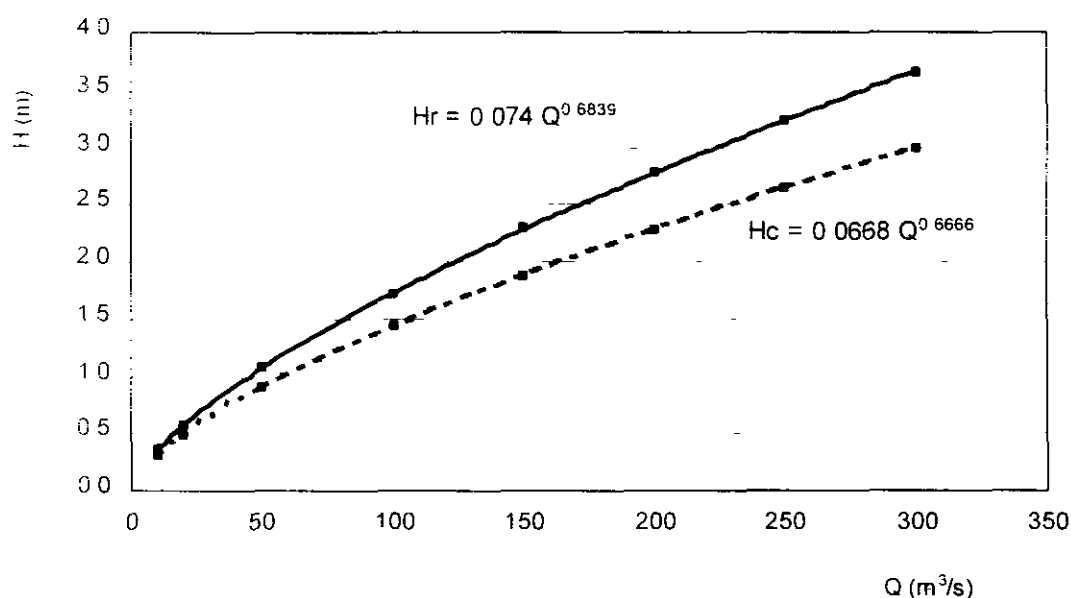
QUADRO 3 1 - CURVA DE REMANSO NO CANAL DE ACESSO AO VERTEDOIRO PARA Q=200 m³/s

Q	200 m³/s
Ho	2.28 m
ho	1.52 m

Seção	Comp trecho (m)	Dist origem (m)	Largura media (m)	Cota do rasto (m)	Pendente (°)	Energia seção inicial (m)	h0 (m)	Altura seção inicial (m)	Area molhada (m²)	Vel Media (m/s)	Raio Hidraulico (m)	Perda continua (°)	Energia seção final (m)	Cota sup agua (m)	Cota linha energia (m)	Obs
0	2.5	0.0	29.0	722.30	0.0000	2.28	1.52	1.52	44.1	4.53	1.38	0.0084	3.30	723.82	724.58	Crista
1	5.0	2.5	29.0	721.30	0.0000	3.30	3.04	3.04	88.2	2.27	2.51	0.0009	3.31	724.34	724.60	
2	12.5	7.5	29.0	721.30	0.0000	3.31	3.05	3.05	88.3	2.26	2.52	0.0009	3.32	724.35	724.61	
3	20.0	20.0	28.0	721.30	0.0000	3.32	3.04	3.04	85.1	2.35	2.50	0.0010	3.34	724.34	724.62	
4	20.0	40.0	30.0	721.30	0.0000	3.34	3.10	3.10	93.1	2.15	2.57	0.0008	3.36	724.40	724.64	
5	20.0	60.0	34.0	721.30	0.0000	3.36	3.18	3.18	108.2	1.85	2.68	0.0006	3.37	724.48	724.66	
6	20.0	80.0	32.0	721.30	0.0000	3.37	3.17	3.17	101.4	1.97	2.65	0.0007	3.38	724.47	724.67	
7	20.0	100.0	30.0	721.30	0.0000	3.38	3.15	3.15	94.6	2.11	2.61	0.0008	3.40	724.45	724.68	
8	20.0	120.0	28.0	721.30	0.0000	3.40	3.13	3.13	87.7	2.28	2.56	0.0009	3.42	724.43	724.70	
9	20.0	140.0	26.0	721.30	0.0000	3.42	3.10	3.10	80.6	2.48	2.50	0.0011	3.44	724.40	724.72	
10	20.0	160.0	25.0	721.30	0.0000	3.44	3.10	3.10	77.4	2.58	2.48	0.0012	3.46	724.40	724.74	
11	20.0	180.0	24.0	721.30	0.0000	3.46	3.09	3.09	74.2	2.69	2.46	0.0014	3.49	724.39	724.76	
12	20.0	200.0	24.0	721.30	0.0000	3.49	3.13	3.13	75.1	2.66	2.48	0.0013	3.52	724.43	724.79	
13	20.0	220.0	23.0	721.30	0.0000	3.52	3.12	3.12	71.8	2.79	2.45	0.0015	3.55	724.42	724.82	
14	20.0	240.0	24.0	721.30	0.0000	3.55	3.20	3.20	76.8	2.60	2.53	0.0012	3.57	724.50	724.85	
15	20.0	260.0	24.0	721.30	0.0000	3.57	3.23	3.23	77.6	2.58	2.55	0.0012	3.59	724.53	724.87	
16	20.0	280.0	25.0	721.30	0.0000	3.59	3.29	3.29	82.3	2.43	2.61	0.0010	3.61	724.59	724.89	
17	20.0	300.0	26.0	721.30	0.0000	3.61	3.35	3.35	87.0	2.30	2.66	0.0009	3.63	724.65	724.91	
18	20.0	320.0	25.0	721.30	0.0000	3.63	3.34	3.34	83.5	2.39	2.64	0.0010	3.65	724.64	724.93	
19	20.0	340.0	24.0	721.30	0.0000	3.65	3.33	3.33	80.0	2.50	2.61	0.0011	3.67	724.63	724.95	
20	20.0	360.0	23.0	721.30	0.0000	3.67	3.33	3.33	76.5	2.61	2.58	0.0012	3.70	724.63	724.97	
21	20.0	380.0	23.0	721.30	0.0000	3.70	3.36	3.36	77.2	2.59	2.60	0.0012	3.72	724.66	725.00	
22	20.0	400.0	22.0	721.30	0.0000	3.72	3.35	3.35	73.6	2.72	2.57	0.0013	3.75	724.65	725.02	
23	20.0	420.0	21.0	721.30	0.0000	3.75	3.33	3.33	70.0	2.86	2.53	0.0015	3.78	724.63	725.05	
24	20.0	440.0	20.0	721.30		3.78	3.32	3.31	66.3	3.02	2.49	0.0017		724.61	725.08	Reservatorio

A energia na extremidade de montante do canal adutor correspondera aproximadamente ao nível de água no reservatório (a menos das perdas de energia na seção de entrada, que são bastante reduzidas) Tomando como plano de referência a cota da crista do sangradouro, obtêm-se os valores apresentados na Figura 3.1

FIGURA 3.1 – ALTURAS DE ÁGUA NO RESERVATÓRIO EM FUNÇÃO DA VAZÃO NO SANGRADOURO



Observa-se portanto que a altura d'água no reservatório acima da crista do sangradouro sera dada pela expressão

$$H_r = 0,074 Q^{0,68}$$

Esta curva sera valida desde que não se verifique submersão excessiva da crista descarregadora por efeito da vazão no canal a jusante. Os cálculos efetuados considerando o canal horizontal, mostram a formação de um ressalto a jusante da crista de controlo, antes da queda final na ravina (isto e, haverá um segundo controlo na seção de queda). No entanto este controlo secundário permanece bastante tempo independente do controlo de montante, só começando a haver algum efeito de submersão da soleira principal, com a consequente redução do coeficiente de vazão, para vazões superiores a 250 m³/s. Esta redução permanece no entanto pouco significativa para vazões ate cerca de 400 m³/s, pelo que se pode considerar valida a expressão anterior ate vazões desta ordem de grandeza.

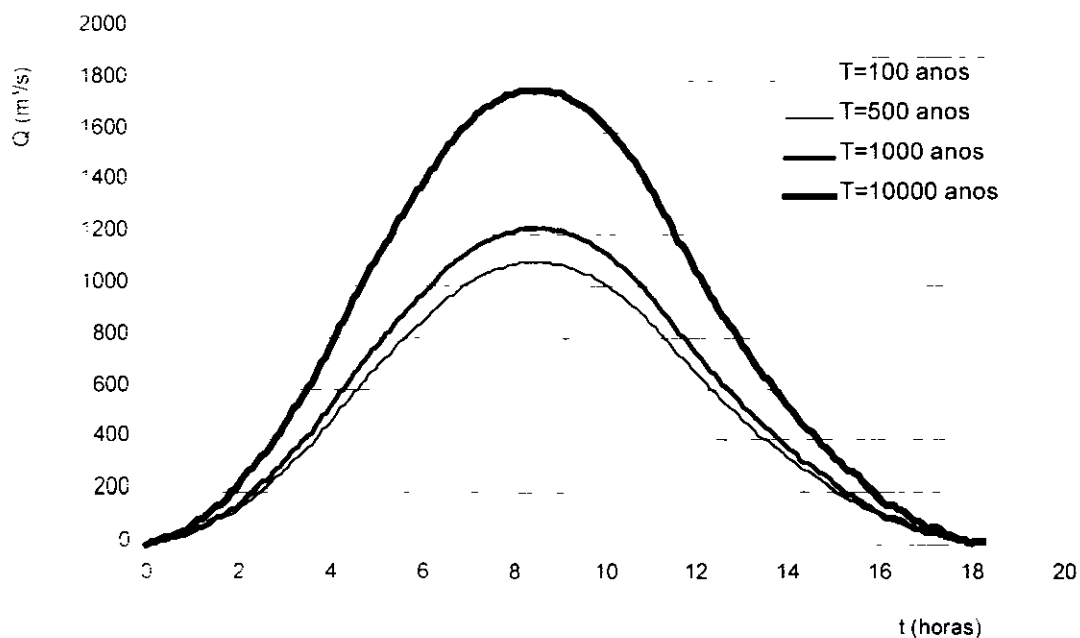
3.3 – AMORTECIMENTO DAS ONDAS DE CHEIA PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

No âmbito dos estudos hidrológicos referidos anteriormente, foram estimadas as ondas de cheia afluentes ao reservatório para diferentes períodos de retorno. As ondas de cheia obtidas estão apresentadas na Figura 3.2. As suas principais características estão resumidas no Quadro 3.3.

QUADRO 3.3 – VAZÕES DE PONTA E VOLUMES DAS CHEIAS COM DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

Período de retorno (anos)	Vazão máxima (m ³ /s)	Volume da cheia (hm ³)	Lâmina escoada (mm)
100	803	24,8	80
500	1092	33,7	106
1000	1224	37,8	120
10000	1762	54,5	173

FIGURA 3.2 – ONDAS DE CHEIA AFLUENTE PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO



A curva de áreas da bacia hidraulica e a seguinte

$$A = 0,00261 \times (Z-675)^{2,22}$$

em que A é a área superficial (km²) quando a superfície da água está a cota Z. Verifica-se portanto que para reservatório no nível normal, a sua área é de 14,3 km²

Com base nestes elementos procedeu-se à simulação do amortecimento das ondas de cheia com períodos de retorno de 100, 500, 1000 e 10000 anos, recorrendo-se ao método das diferenças finitas, com passo de cálculo de 6 minutos, tendo-se utilizado a curva de vazão indicada no ponto 3.2 e considerado o reservatório cheio (cota 722,3) no início das cheias

Os resultados obtidos estão resumidos no Quadro seguinte

**QUADRO 3.4 - RESULTADOS DO AMORTECIMENTO DAS ONDAS DE CHEIA
PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO**

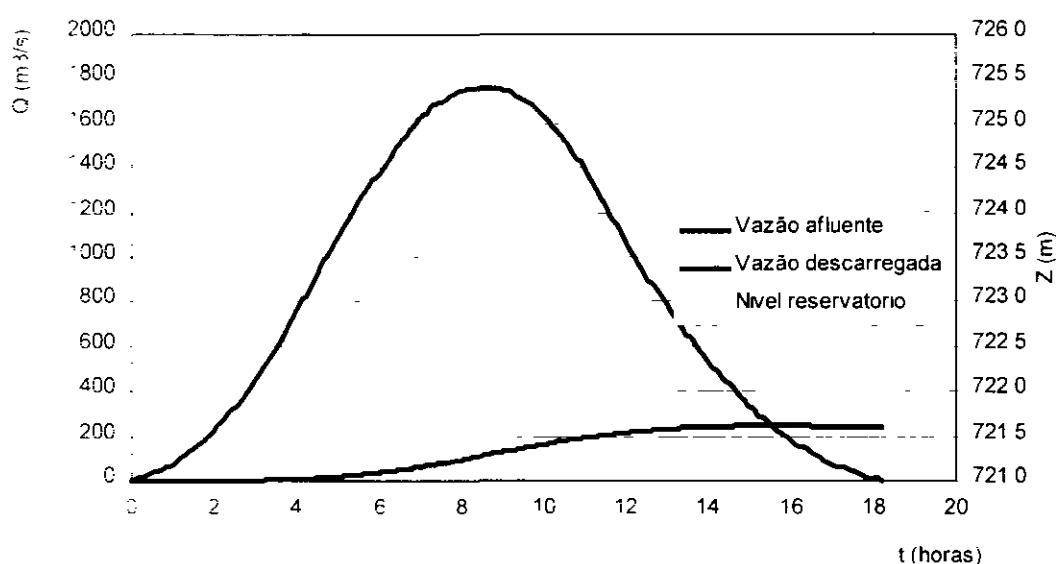
Período de retorno (anos)	Vazão máxima afluente (m ³ /s)	Vazão máxima descarregada (m ³ /s)	Nível máximo no reservatório (m)
100	803	90	723,90
500	1092	134	724,42
1000	1224	155	724,65
10000	1762	247	725,56

Conforme se pode observar, o efeito de laminagem do reservatório é importante, pelo que a vazão máxima descarregada resulta significativamente inferior à vazão máxima afluente (entre 11 e 14%). Se este fato é por um lado positivo, ao reduzir a vazão máxima a descarregar pelo sangradouro, torna por outro lado o sistema mais sensível ao volume da cheia do que ao caudal de ponta. Isto significa que a enchente crítica para o sangradouro poderá não ser a gerada por uma chuvada muito intensa mas de curta duração mas sim por uma chuvada menos intensa mas mais longa, gerando uma onda de cheia com maior volume.

Na ausência de dados mais precisos no que se refere à distribuição das precipitações, serão utilizados os resultados obtidos anteriormente, devendo-se no entanto manter um certo grau de precaução na sua análise.

Nestas condições verifica-se que a ocorrência de cheias com períodos de retorno superiores a 1000 anos conduzira a uma situação de risco, com folgas muito reduzidas, ocorrendo mesmo o galgamento da barragem no caso da ocorrência de uma cheia com $T=10\,000$ anos. Na Figura 3.3 apresentam-se as curvas de caudais afluentes e efluentes e de níveis de água correspondentes ao amortecimento da cheia decamilenária.

FIGURA 3.3 – AMORTECIMENTO DA ONDA DE CHEIA DECAMILENARIA



3.4 – ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE O SANGRADOURO E A COTA DO COROAMENTO

Conforme se referiu anteriormente, os resultados da simulação do amortecimento das ondas de cheia mostram claramente que a barragem pode ser galgada, total ou parcialmente, no caso de ocorrência de cheias importantes, o que pode vir a revelar-se desastroso tendo em conta o tipo e dimensões da obra.

Para evitar os efeitos erosivos resultantes do galgamento e indispensável dispor de uma folga conveniente, definindo-se folga como a distância, medida na vertical, entre o coroamento da barragem e a superfície livre da água no reservatório em condições determinadas.

A atribuição do valor da folga é uma operação delicada, tendo em conta as consequências resultantes de um eventual galgamento. Uma sub-avaliação dos fatores que determinam a

folga reduz consideravelmente a segurança global da estrutura, sendo responsável por uma elevada percentagem de acidentes, particularmente em barragens de aterro. Por outro lado a sobre-avaliação da folga conduz a um evidente aumento de custos. Nestas condições, tendo em consideração as questões levantadas pela análise do amortecimento de cheias, referidas no ponto anterior, procedeu-se a determinação da folga mínima a estabelecer, a qual se apresenta de seguida

3.4.1 - Determinação da folga mínima de segurança

Na determinação da folga requerida na barragem do Jaburu, seguiu-se de perto a metodologia preconizada pelo USBR (Design of Small Dams)

A folga, f , pode ser considerada como o somatório de dois grupos de fatores, f_p e f_s , em que f_p engloba fatores de índole aleatoria, quantificáveis estatisticamente, enquanto que f_s engloba fatores inquantificáveis, tais como as consequências sociais de uma hipotética rotura da barragem. Deste modo, f_s não é determinado, procedendo-se habitualmente a sua contabilização indireta através da quantificação conservativa dos fatores quantificáveis e realizando um arredondamento por excesso da cota mínima obtida para o coroamento da barragem

Para determinar f_p , consideraram-se as duas combinações de ações usualmente condicionantes, a saber

- 1) Combinação A – Nivel normal do reservatorio + espraçamento da ondulação causada por um vento excepcional + assentamento da estrutura
- 2) Combinação B - Nivel máximo de cheia + espraçamento da ondulação causada por um vento habitual + assentamento da barragem

A combinação mais desfavorável sera utilizada para fixação do nivel mínimo do coroamento (NC) da barragem

No que se refere ao assentamento maximo, resultante de assentamentos dos aterros e eventuais reajustamentos da fundação, tendo em conta que já se terá verificado uma parcela importante dos assentamentos a longo prazo, considerou-se um valor igual a 0.5% da altura máxima da barragem ($\cong 0.23$ m)

O espraçamento da ondulação foi calculado recorrendo à expressão da USBR (1981)

$$R_c = \frac{H_p}{0,4 - (H_p / L)^{0,5} \times \cotg\theta} \times \cos \alpha \quad (m)$$

em que

- α ângulo que o fetch máximo faz com o eixo de implantação da barragem,
- L comprimento da onda, função do período da onda T,
- θ ângulo do talude de montante.
- H_p altura da onda de projeto (m)

A altura da onda de projeto é dada por H_p=H_s (vento habitual) ou H_p=1,27H_s (vento excepcional), em que H_s é a altura significativa das ondas geradas pelo vento (média do terço das ondas mais altas). A altura significativa das ondas pode ser dada pela expressão

$$H = \frac{V^{1,06} F^{0,47}}{200}$$

em que V é a velocidade do vento (km/h) e F o "fetch" efetivo (km)

No que se refere a velocidade do vento, na ausência de dados meteorológicos no local, considerou-se V=60 km/h para o vento habitual e V=150 km/h para o vento excepcional

No que se refere ao "fetch" efetivo, procedeu-se ao seu cálculo utilizando a expressão

$$F_e = \sum F_i / \sum F_i \cos^2 \theta_i$$

em que F_i é a distância livre sobre o reservatório na direção i, e θ_i é a inclinação que essa direção faz com a direção principal, utilizando-se usualmente intervalos de 6° para um e outro lado desta direção principal. Com os valores de F_i medidos na planta do reservatório disponível a escala 1:25000, procedeu-se a estimativa do fetch efetivo, apresentando-se no Quadro 3.5 os cálculos efetuados

Verifica-se, portanto, que o fetch máximo é de 5,0 km, enquanto que o fetch efetivo é de 1,69 km, fazendo um ângulo de aproximadamente 20° com a direção perpendicular ao paramento da barragem. Por segurança, este ângulo foi no entanto desprezado no cálculo do espraçamento

QUADRO 3 5 - DETERMINAÇÃO DO FETCH EFETIVO NO RESERVATORIO

θ_i (graus)	$\cos \theta_i$	F_i (m)	$F_i \cos^2 \theta_i$
42	0 743	450	248 5
36	0 809	450	294 5
30	0 866	500	375 0
24	0 914	500	417 3
18	0 951	500	452 3
12	0 978	3950	3779 3
6	0 995	3900	3857 4
0	1 000	5000	5000 0
6	0 995	2100	2077 1
12	0 978	1750	1674 4
18	0 951	1600	1447 2
24	0 914	1250	1043 2
30	0 866	1300	975 0
36	0 809	1100	720 0
30	0 743	1000	552 3
	$\Sigma=13 51$		$\Sigma=22913 3$

$$F_{\max} = 5000 \text{ m} \quad F_e = \Sigma f_i / \Sigma (F_i \cos^2 \theta_i) = 22913 3 / 13512 0 = 1696 \text{ m}$$

O calculo da folga f_p da barragem foi efetuado para cada uma das combinações de ações anteriormente definidas, sendo os resultados finais apresentados no Quadro 3 6

QUADRO 3 6 - CALCULO DA FOLGA

Combinação	Altura da onda significativa (m)	Altura da onda de projeto (m)	Assentamento (m)	L (m)	E (m)	F_p (m)
A	1 30	1 65	0 23	20 2	1 99	2 22
B	0 49	0 49	0 23	9 8	0 77	1 00

Observa-se portanto que a folga atualmente disponível é perfeitamente aceitável para a combinação A (reservatório cheio, vazão nula)

No entanto, em caso de cheia, a folga mínima aceitavel (1,0 m), só é cumprida no caso de ocorrência de cheias com T inferior a 500 anos Para cheias maiores, a folga é

substancialmente reduzida, verificando-se mesmo o galgamento da obra para cheias com T superior a 1000 anos, o que, dadas as suas características e dimensões, parece francamente inaceitável

Numa alternativa razoável poderá considerar-se aceitável a manutenção de uma folga mínima de 1,0 m para uma cheia com período de retorno de 1000 anos, podendo-se aceitar um mínimo de 0,50 m no caso de ocorrência da cheia decamilenar

3.5 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES

A manutenção de uma folga mínima em relação ao coroamento da barragem (1,0 m para T=1000 anos e 0,5 m para T=10000 anos), pode ser efetuada mediante duas alternativas fundamentais

- Aumento da capacidade do sangradouro,
- Aumento da cota do coroamento

3.5.1 - Aumento da capacidade do sangradouro

O aumento da capacidade do sangradouro pode ser conseguido quer pelo alargamento do sangradouro (canal e soleira de controlo), quer pelo seu rebaixamento (canal e soleira de controlo), quer ainda pela criação de um sangradouro auxiliar de emergência

Alargamento do sangradouro

O alargamento do canal e da crista descarregadora permite aumentar a capacidade do sangradouro de forma praticamente linear (dobro da largura, dobro da capacidade **para a mesma altura de água**). No entanto, o rebaixamento do nível máximo imposto pelo cumprimento das folgas mínimas reduz muito significativamente a carga sobre a crista, implicando uma grande redução da capacidade unitária com a consequente necessidade de um alargamento muito significativo

Procedeu-se à simulação do amortecimento da onda de cheia para diferentes larguras de canal, tendo-se concluído que os alargamentos necessários seriam os seguintes

- Cheia milenária (folga 1,0 m) - alargamento para 90 m
- Cheia decamilenária (folga 0,5 m) - alargamento para 125 m

Estes alargamentos são evidentemente inviáveis

Rebaixamento do sangradouro

Mantendo a geometria do sangradouro, poderão manter-se as folgas mínimas indicadas mediante o seu rebaixamento (canal e crista) em aproximadamente 0.8 m. Este rebaixamento implicaria uma escavação de aproximadamente 15 000 m³ de rocha bem como a construção de uma nova crista de controle. Para além destes trabalhos, o rebaixamento do sangradouro implicaria a perda de aproximadamente 10 hm³ de capacidade de armazenamento no reservatório ou seja, cerca de 5% da sua capacidade total.

Criação de sangradouro auxiliar

Seria igualmente possível encarar a hipótese de criação de um sangradouro auxiliar ou de emergência controlado por um dique fusível, que permitisse a descarga de uma vazão adicional uma vez ultrapassado o nível de segurança no reservatório (cota 724,0). No entanto, a configuração do vale e da obra não se presta a adoção de uma solução deste tipo.

3.5.2 - Aumento da cota do coroamento

A manutenção das folgas mínimas de segurança anteriormente definidas poderá ser conseguida, mantendo-se o sangradouro atual, mediante o alteamento da barragem em cerca de 1.10 m.

Este alteamento poderá ser conseguido de dois modos:

- Criação de uma guarda em concreto,
- Alteamento do coroamento com aterro compactado.

Criação de uma guarda em concreto armado

Uma alternativa ao alteamento da barragem seria a construção de um muro em concreto armado, fundado junto a aresta de montante do coroamento e com crista a cota (726,1). Este muro, funcionando como defletor, impediria o espraçamento das ondas, limitando o umedecimento do coroamento e contendo a água no caso de ocorrência da cheia decamilar.

Esta solução, que implica a criação de cerca de 700 m de muro em concreto, apresenta a vantagem de ser de implementação simples, não interrompendo a transitabilidade do coroamento durante a sua construção. Não obstante, os custos associados são superiores aos que resultam de uma solução de alteamento por colocação de aterro compactado sobre o coroamento existente.

Alteamento do coroamento com aterro compactado

O alteamento do coroamento poderá ser conseguido mediante a colocação de camadas de aterro compactadas sobre o coroamento existente (remoção da camada superior do aterro existente e colocação de três camadas de aterro com cerca de 0.35 m de espessura cada uma e de uma camada de brita com 0.3 m de espessura sobre as camadas de aterro)

Para o efeito os taludes ficariam quer a montante, quer a jusante com inclinação de 1 1,5 (V H), reduzindo-se a largura do coroamento para 6 m

Esta solução de fácil implementação apresenta como inconveniente impedir a travessia rodoviária da barragem durante a fase de obras

3.5.3 - Solução prevista para o alteamento da barragem

Tendo em conta as condicionantes descritas no capítulo anterior, optou-se pela solução de alteamento com aterro compactado que, apesar de constituir um entrave à travessia rodoviária da barragem, permite reduzir os custos associados e utilizar os equipamentos já existentes na obra necessários as intervenções previstas no pe da barragem de jusante (Tomo 1 das Intervenções de Estabilização e Drenagem) Acresce que a utilização da barragem como via rodoviária e de reduzida expressão

No Des 2 representa-se o perfil tipo previsto para o alteamento da barragem que, no essencial, consta das etapas que a seguir se indicam

- a) Saneamento da camada mais superficial do aterro numa espessura de 20 cm no coroamento da barragem e numa espessura variável (conforme desenho) no talude de jusante Neste talude o saneamento será materializado pelo corte do aterro em degraus com cerca de 0.5 m de altura e 1 m de largura
- b) Compactação de camadas de aterro com equipamento manual entre a linha de saneamento definida para o talude de jusante e a fronteira exterior do novo talude com inclinação de 1 1.5 (V H)
- c) Compactação de três camadas de aterro no coroamento da barragem com aproximadamente 0.35 m, perfazendo uma espessura total de 1 m

- d) Prolongamento das camadas de filtro e dreno e do enrocamento sobrejacente preconizado para a protecção do talude de montante até 0,30 m abaixo da cota prevista para o coroamento
- e) Colocação e compactação de uma camada, com 0,2 m de espessura, de "tout-venant" - material bem graduado constituído por cascalho com matriz areno-argilosa - sobre as camadas de aterro colocadas anteriormente. Este material poderá ser substituído por materiais lateríticos devidamente seleccionados
- f) Implementação da protecção vegetal no talude de jusante alteado

O material a utilizar no alteamento da barragem poderá ser resultante da desagregação do maciço silto-arenítico existente no local de implantação da obra desde que se garanta a produção de materiais com granulometria extensa e elementos de dimensão máxima inferior a 150 mm

De cada um dos lados da crista alteada serão introduzidos elementos em concreto pré-fabricados, no vertice formado entre o coroamento e os taludes de montante e de jusante. Estes elementos, já existentes na crista atual da barragem, poderão ser reutilizados no coroamento alteado

4 – CONCLUSÕES

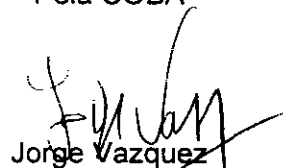
O sangradouro da barragem do Jaburu apresenta alguns problemas de estabilidade, infiltração e falta de capacidade de vazão, não permitindo manter um nível de segurança adequado contra o galgamento da barragem, compatível com a sua dimensão e importância

As intervenções a realizar para resolução dos problemas identificados consistem essencialmente em trabalhos de regularização e estabilização de taludes no canal do sangradouro, bem como de impermeabilização de zonas de infiltração

No que se refere ao problema de falta de capacidade de vazão, ele podera ser resolvido de forma expedita alteando o coroamento da barragem mediante a colocação de aterro compactado ate 1.1 m acima da cota actual do coroamento

Lisboa. Março de 2000

Pela COBA



Jorge Vazquez

Coordenador do Projeto

INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E DRENAGEM

TOMO II - SANGRADOURO

ÍNDICE

	Pág
1- INTRODUÇÃO	1
2 – TRABALHOS DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO SANGRADOURO	2
2 1 - INTRODUÇÃO	2
2 2 - IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS	2
2 3 – SOLUÇÕES POTENCIAIS	4
2 4 – DESCRIÇÃO GERAL DAS INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO DO CANAL E TALUDES DO SANGRADOURO	4
2 4 1 - Trecho entre as estacas 4+10 e 6+15	5
2 4 2 - Trecho entre as estacas 6+5 e 17	6
2 4 3 - Trecho entre as estacas 0 e 4+10 e entre as estacas 17 e 20	7
2 4 4 - Intervenções a jusante da soleira	7
3 – VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DO SANGRADOURO	7
3 1 - INTRODUÇÃO	7
3 2 - DETERMINAÇÃO DA CURVA DE VAZÃO DO SANGRADOURO	8
3 3 – AMORTECIMENTO DAS ONDAS DE CHEIA PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO	12
3 4 – ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE O SANGRADOURO E A COTA DO COROAMENTO	14
3 4 1 - Determinação da folga mínima de segurança	15
3 5 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES	18
3 5 1 - Aumento da capacidade o sangradouro	18
3 5 2 - Aumento da cota do coroamento	19
3 5 3 - Solução prevista para o alteamento da barragem	20
4 – CONCLUSÕES	21

**ESPECIFICAÇÕES
TÉCNICAS**

ÍNDICE

**INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO
E DRENAGEM
TOMO II – SANGRADOURO
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

ÍNDICE

	Pág.
1 - DISPOSIÇÕES VARIADAS	1
1 1 - IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS	1
1 2 - CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS	1
2 - PRESCRIÇÕES GERAIS DOS MATERIAIS	2
2 1 - DISPOSIÇÕES COMUNS	2
2 2 - MATERIAIS DE ATERRO	3
2 2 1 - Materiais compactados de alteamento da barragem	3
2 2 2 - Materiais de filtro	3
2 2 3 - Materiais de dreno	4
2 2 4 - Material de revestimento da crista	5
2 2 5 - Enrocamento de proteção	5
2 3 - AÇO PARA CONCRETO E PARA PREGAGENS	5
2 4 - MATERIAIS DE SELAGEM	6
2 5 - MATERIAIS PARA CONCRETO PROJETADO	7
2 5 1 - Cimento pozolânico	7
2 5 2 - Inertes	7
2 5 3 - Fibras metálicas	8
2 5 4 - Agua	8
2 6 - CONCRETO MAGRO	8
2 7 - CONCRETO CICLÓPICO	9
2 8 - MATERIAIS PARA O REVESTIMENTO VEGETAL DO PARAMENTO DE JUSANTE	9
2 8 1 - Natureza e qualidade dos materiais	9
2 8 1 1 - Terra arável	9
2 8 1 2 - Corretivos e fertilizantes	9

<u>Corretivos</u>	9
<u>Fertilizantes</u>	9
2 8 1 3 - Sementes	9
2 8 1 4 - Propagulos	10
2 8 1 5 – Agua de rega	10
3 - ESCAVAÇÕES	10
3 1 - DISPOSIÇÕES GERAIS	10
3 2 - ESCAVAÇÕES NO ATERRO DA BARRAGEM	11
4 - INTERFACE ENTRE ATERROS DE IDADES DIFERENTES	11
5 - ATERROS	12
5 1 - DISPOSIÇÕES GERAIS	12
5 2 - EQUIPAMENTOS	12
5 3 - CONTROLE TECNOLÓGICO	13
5 3 1 - Considerações gerais	13
5 3 2 - Ensaio de controle no aterro compactado de alteamento da barragem	14
5 3 3 - Ensaio de controlo em filtros e drenos	15
5 3 4 - Ensaio de controlo sobre o enrocamento de proteção do talude de montante	16
5 4 - ATERRO COMPACTADO DE ALTEAMENTO DA BARRAGEM	16
5 4 1 - Aterro compactado com equipamentos convencionais de terraplenagens	16
5 4 2 - Aterro compactado em areas inacessíveis aos equipamentos convencionais de terraplenagem	17
5 5 - ATERROS DE FILTROS E DRENOS	18
5 6 - REVESTIMENTO DA CRISTA	18
5 7 - ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE	19
6 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES	19
6 1 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES DE ATERRO DA BARRAGEM	19
6 2 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES DO CANAL DO SANGRADOURO	19
7 - ELEMENTOS DE CONCRETO E CERCA NA CRISTA DA BARRAGEM	20
8 - LIMPEZA DO FUNDO DO CANAL DO SANGRADOURO	21
9 - VALA NO PE DO TALUDE	21
10 - EXECUÇÃO DE PREGAGENS E DA IMPERMEABILIZAÇÃO POR CONCRETO PROJETADO DO TALUDE ESQUERDO DO CANAL DO SANGRADOURO	22
10 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	22
10 2 - CONCRETO PROJETADO	22
10 2 1 - Composição do concreto projetado	23
10 2 2 - Mistura	23

10 3 - APLICAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO	23
10 3 1 - Equipamento de projeção	23
10 3 2 - Aplicação	23
10 3 3 - Ensaios	24
10 4 - EXECUÇÃO DAS PREGAGENS E DO CONCRETO PROJETADO	25
11 - PROTEÇÃO VEGETAL	26
11 1 - PREPARAÇÃO DO TERRENO	26
11 1 1 - Mobilização superficial	26
11 1 2 - Espalhamento de terras	26
11 2 - REVESTIMENTO VEGETAL DO PARAMENTO DE JUSANTE DA BARRAGEM	26
11 3 - CONSERVAÇÃO	27
11 3 1 - Fertilização	27
11 3 3 - Ressementeira ou replantio do paramento de jusante	27
11 3 4 - Cortes de vegetação	27

TEXTO

**INTERVENÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO
E DRENAGEM
TOMO II – SANGRADOURO
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

1 - DISPOSIÇÕES VARIADAS

§ 1º - As presentes Especificações objetivam definir os métodos, equipamentos, materiais e critérios de controle necessários à execução das intervenções de estabilização e de drenagem da Barragem do Jaburu I no que respeita ao canal do sangradouro e ao alteamento do coroamento

1.1 - IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS

§ 1º - A Fiscalização estabeleceu eixos de referência definidos por estaqueamentos devidamente cotados. Ao Empreiteiro compete a implantação dos trabalhos a partir dessas referências, bem como a conservação dos que lhe tiverem sido entregues

1.2 - CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS

§ 1º - Os elementos de projeto incluem a informação geológico-geotécnica disponível para a caracterização dos terrenos. Estes elementos são facultados para facilitar ao Empreiteiro uma primeira apreciação dos condicionamentos geológicos a considerar nas propostas, sem qualquer compromisso por parte do Dono da Obra

§ 2º - Entender-se-a, sempre, que o Empreiteiro efetuou observações diretas e pormenorizadas dos locais de trabalho, que aproveitou a informação proporcionada por escavações e amostras de sondagens existentes e tomou à sua conta a iniciativa dos estudos e trabalhos necessários para esclarecer devidamente os condicionamentos geológicos de realização da obra

2 - PRESCRIÇÕES GERAIS DOS MATERIAIS

2.1 - DISPOSIÇÕES COMUNS

§ 1º - Todos os materiais necessários a obra serão diretamente adquiridos e/ou explorados pelo Empreiteiro, sob sua responsabilidade e encargo, e ficam sujeitos à aprovação da Fiscalização

§ 2º - O Empreiteiro fará prova de que todos os materiais possuem as características de qualidade exigidas pelos regulamentos e normas aplicáveis à data de execução da empreitada, ainda que não expressamente referidos, e justificará que a composição, o fabrico e os processos de aplicação são compatíveis com a finalidade a que se destinam

§ 3º - Serão por conta do Empreiteiro todos os transportes, cargas, descargas, armazenamentos e aparcamentos realizados de modo a evitar a mistura de materiais de tipos diferentes, bem como a sua conservação e todos os encargos inerentes

§ 4º - O Empreiteiro deverá garantir a existência de todos os materiais necessários a execução da obra em qualidade e quantidade adequadas, por forma a garantir o início dos trabalhos na data indicada pelo Dono da Obra e a não existência de interrupções na sua evolução. Para tal procedera sempre que necessário, a realização de armazenamentos em locais e condições a aprovar pela Fiscalização

§ 5º - A Fiscalização terá livre acesso aos armazens, silos, parques de depósito, oficinas e locais de aplicação, para verificar a qualidade, a quantidade e a arrumação dos materiais, bem como o seu acondicionamento

§ 6º - Cumpre ao Empreiteiro, em qualquer ponto do Canteiro de Obras e sem direito a retribuição, facultar todas as amostras de materiais para ensaios laboratoriais que a Fiscalização pretenda efetuar

§ 7º - A aceitação e o controlo exercidos pela Fiscalização não reduzem a responsabilidade do Empreiteiro sobre os materiais utilizados

§ 8º - Os materiais rejeitados pela Fiscalização serão prontamente removidos do Canteiro de Obras pelo Empreiteiro, sem direito a qualquer indenização ou prorrogação de prazos

§ 9º - Serão da conta do Empreiteiro as perdas de materiais no transporte, armazenamento e aplicação

2.2 - MATERIAIS DE ATERRO

2.2.1 - Materiais compactados de alteamento da barragem

§ 1º - Os materiais terrosos a serem empregues no alteamento do coroamento da barragem serão obtidos em áreas de emprestimo localizadas a menos de 3 km em linha reta dos limites de implantação das obras. após aprovação pela Fiscalização Eventualmente, poderão resultar da desagregação do maciço silto-arenítico existente na zona de implantação da obra

§ 2º - É da responsabilidade do Empreiteiro executar ensaios de identificação - granulometrias e índices de Atterberg - de compactação Proctor Normal e de determinação da umidade natural sobre amostras de materiais recolhidos nas áreas de emprestimo que se pretende explorar Os resultados serão fornecidos a Fiscalização com cerca de 15 dias de antecedência relativamente a data de inicio da construção do aterro de alteamento, para sua apreciação

§ 3º - De uma forma geral os materiais a empregar deverão ser caracterizados por granulometria extensa, uma percentagem de finos minima de 30% e elementos com dimensão maxima inferior a 150 mm

§ 4º - Não serão aceites materiais com raízes, vegetação, materia orgânica ou outros inadequados a critério da Fiscalização

§ 5º - Sempre que necessario os materiais terrosos serão sujeitos a tratamento prévio nas áreas de emprestimo, objectivando a correcção do grau de umidade e a homogeneização dos materiais

2.2.2 - Materiais de filtro

§ 1º - Os materiais de filtro a colocar no talude de montante sob o enrocamento de protecção deverão obedecer as seguintes regras

$$a) \frac{D_{15} \text{ do filtro}}{D_{15} \text{ da base}} \geq 5, \quad \frac{D_{15} \text{ do filtro}}{D_{85} \text{ da base}} \leq 5$$

b) Os materiais dos filtros não deverão conter mais do que 5% de elementos passados no peneiro #200 (0,074 mm) e a sua dimensão máxima ($D_{\text{máx}}$) não devera ultrapassar os 15 mm

c) O coeficiente de uniformidade, C_u , dos filtros deverá ser superior a 8

§ 2º - Os criterios deverão ser igualmente aplicados as características dos materiais de quaisquer duas camadas filtrantes consecutivas, bastando para tal considerar a primeira camada filtrante estudada como material base

§ 3º - Quando o material a filtrar contiver uma percentagem significativa com dimensão cascalho bem como de material fino (dimensão inferior a 0,074 mm), os limites do material do filtro devem ser determinados com base na fração de solo a filtrar que passe no peneiro nº 4 da ASTM. Deste modo pretende-se evitar a passagem de finos para o filtro. Este procedimento deve ser seguido sempre que o material a filtrar tenha mais de 10% de material retido no peneiro nº 4 (ASTM) e mais de 10% passado no peneiro nº 200 (ASTM)

§ 4º - É da responsabilidade do Empreiteiro executar ensaios granulométricos dos materiais do aterro da barragem sobre os quais assentara as camadas de filtro, por forma a poder estabelecer a granulometria daquele

§ 5º - Os materiais a utilizar na execução dos filtros poderão, eventualmente, ser obtidos a partir da seleção e lavagem previa de materiais a explorar em áreas de emprestimo na proximidade da obra (distâncias inferiores a 3 km em linha reta dos limites de implantação das obras), designadamente de aluviões granulares na ribeira, ou, em alternativa, ser fabricados em areeiros ou pedreiras cujas distâncias aos limites de implantação das obras se estimam serem inferiores a 30 km em linha reta

§ 6º - O Empreiteiro devera submeter a aprovação da Fiscalização a origem e a composição granulométrica de todos os materiais a empregar nos filtros e drenos

2.2.3 - Materiais de dreno

§ 1º - Os materiais a utilizar na execução dos drenos, designadamente na proteção do talude de montante, deverão ter granulometria adequada as suas funções

§ 2º - O material colocado não poderá apresentar finos e deverá ter um $D_{max} \leq 150$ mm

§ 3º - Para situações em que a camada de dreno assente sobre materiais de filtro, deverá a granulometria do dreno respeitar as regras indicadas no artigo 1 da alínea 2.2.2

§ 4º - Os materiais a utilizar na execução dos drenos poderão ser fabricados em areeiros ou pedreiras cujas distâncias a barragem se estimam inferiores a 30 km em linha reta

§ 5º - O Empreiteiro devera submeter à aprovação da Fiscalização a origem e a composição granulometrica de todos os materiais a empregar nos drenos

2 2 4 - Material de revestimento da crista

§ 1º - A ultima camada de 20 cm do aterro de alteamento da crista será constituída por material granular bem graduado proveniente de pedreiras localizadas a uma distância inferior a 30 km dos limites de implantação das obras ou, em alternativa, podera ser constituída por solos lateriticos existentes na proximidade da barragem, devidamente selecionados

§ 2º - O material devera ser bem graduado com um diâmetro máximo de 10 cm. Em princípio devera ser constituído por cascalho com matriz areno-argilosa

2 2 5 - Enrocamento de proteção

§ 1º - Os materiais a utilizar na proteção do paramento de montante serão formados por pedra são de blocos angulares e poderão ser obtidos em pedreiras que se estima fiquem localizadas a distâncias dos limites da implantação das obras, em linha reta, inferiores a 30 km e deverão ser sujeitos a aprovação da Fiscalização

§ 2º - A Fiscalização indicara, face a qualidade dos materiais de enrocamento extraídos das pedreiras, quais os ensaios de caracterização a que deverão ser submetidos para a sua aprovação final. Estes ensaios poderão ser definidos basicamente de entre os seguintes pesos volumicos, porosidade, absorção de agua, secagem-molhagem, resistência à compressão, resistência ao esmagamento, expansibilidade, teor de sulfatos, Los Angeles

§ 3º - Os blocos individuais da rocha em contato com as águas do reservatório não deverão ser deslocados pela ação das vagas. A dimensão media (D50) do enrocamento a utilizar nestas condições não devera apresentar valores inferiores a aproximadamente 38 cm

§ 4º - A qualidade da rocha a utilizar deve ainda satisfazer a condição de não alteração quando sujeita a variações de temperatura, particularmente a que se encontra mais exposta aos agentes atmosfericos, além de, no geral, dever garantir que não se altere quando submetida a alternados ciclos de molhagem e secagem

2 3 - AÇO PARA CONCRETO E PARA PREGAGENS

§ 1º - As barras de aço, nomeadamente os chumbadouros e os grampos utilizados nas pregagens, seguirão as prescrições da norma EB-3 da ABNT

§ 2º - A dobragem e concretagem obedecerá ao prescrito na NBR6118 e NBR7178

§ 3º - Os chumbadouros terão um diâmetro de 20 mm e serão constituídos preferencialmente por aço CA50

§ 4º - Os grampos de aço a utilizar na ligação do concreto projectado ao enrocamento terão 12 mm de diâmetro e serão constituídos preferencialmente por aço CA50

§ 5º - Não serão aceites remessas de aço que não atenderem as normas indicadas no artigo § 1º A devolução de qualquer quantidade de aço julgada inaceitável não confere o direito a qualquer indenização por parte do Dono de Obra

§ 6º - Antes da colocação, as barras devem ser raspadas e limpas de eventual camada de ferrugem, resíduos de tinta, oleos, graxa, lama ou qualquer substância que possa reduzir a aderência com o concreto ou a calda

§ 7º - O dobramento dos ferros será executado a frio

2.4 - MATERIAIS DE SELAGEM

§ 1º - Sera utilizada calda de cimento para preencher os furos e fixar os chumbadouros ao terreno e os grampos ao enrocamento

§ 2º - A calda a utilizar na selagem deverá ser constituída por cimento e agua numa relação em peso não superior a $A/C = 1/2$, devendo exibir aos 28 dias uma resistência à compressão simples de, no mínimo, 28 MPa Os ensaios de verificação desta característica serão realizados sobre prismas de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$

§ 3º - A utilização de aditivos nas caldas ficara sujeita à previa autorização da Fiscalização, devendo o Adjudicatario comprovar a eficiência do(s) aditivo(s) utilizado(s)

§ 4º - A água a utilizar nas caldas devera obedecer às exigências da agua para concreto O cimento a utilizar devera ser 'Portland Normal'

§ 5º - A calda de cimento devera ser misturada em misturadoras de dois compartimentos, sendo mantida por meios mecânicos, em agitação permanente durante um período mínimo de 5 minutos

§ 6º - A colocação da calda no furo da pregagem deverá ocorrer num período máximo de 1 hora apos se ter considerado que a mistura está feita

2.5 - MATERIAIS PARA CONCRETO PROJETADO

§ 1º - O concreto projetado sera constituído por cimento, areia, gravilha e agua

2.5.1 - Cimento pozolânico

§ 1º - O cimento Pozolânico obedecerá as características constantes na NBR 5732 da ABNT

§ 2º - Caso os agregados sejam quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos no cimento não devera ultrapassar 0.6%

§ 3º - Serão executados ensaios de qualidade do cimento, de acordo com os métodos da NBR 7215 e NBR 5740 da ABNT, no laboratório existente no campo ou em qualquer outro, se a Fiscalização o exigir correndo por conta do Empreiteiro as despesas daí originadas

§ 4º - A Fiscalização rejeitara as partidas de cimento, em sacos ou a granel, cujas amostras revelarem, nos ensaios, características inferiores aquelas estabelecidas pela NBR 5732, sem que caiba ao Empreiteiro direito a qualquer indenização, mesmo que o lote ja se encontre no canteiro da obra

§ 5º - Caso seja utilizado cimento ensacado, os sacos de cimento serão empregues na ordem cronologica em que forem colocados na obra

§ 6º - Cada lote de cimento ensacado devera ser armazenado de modo a se poder determinar, facilmente, a sua data de chegada ao canteiro, sendo encargo do Empreiteiro todo o cuidado no sentido de protegê-lo de deterioração, armazenando-o em pilhas de, no maximo, 10 sacos, durante um periodo nunca superior a 90 dias

§ 7º - Se for utilizado cimento a granel, os silos de armazenamento serão esvaziados e limpos pelo Empreiteiro, quando exigido pela Fiscalização. Todavia, o intervalo entre duas limpezas sucessivas dos silos nunca sera superior a 120 dias

2.5.2 - Inertes

§ 1º - A origem dos inertes devera ser aprovada pela Fiscalização

§ 2º - A designação areia aplica-se aos agregados com 4.76 mm de dimensão máxima (peneiro #4 da ASTM) A areia a ser utilizada na confeção do concreto terá a sua qualidade aferida de acordo com as prescrições NBR7721. A areia devera ser bem graduada

§ 3º - Os inertes terão forma cúbica ou arredondada, não sendo permitida a inclusão de materiais de forma alongada e ou lamelar

§ 4º - A granulometria dos inertes devera ser cuidadosamente controlada, de modo a ser obtida uma boa compactação

§ 5º - Os inertes deverão conter cerca de 3 a 5% de humidade

2.5.3 - Fibras metálicas

§ 1º - As fibras a utilizar deverão ter um comprimento suficiente para desenvolver uma aderência razoável e formar uma armadura efetiva no revestimento. Por outro lado, o comprimento estará limitado pela necessidade de as fibras não ocasionarem qualquer tipo de obstrução na máquina gunitadora e na conduta flexível

§ 2º - As fibras deverão apresentar uma forma adequada para conseguir um efeito de ancoragem nos extremos de cada fibra

§ 3º - O diâmetro das fibras deverá ser reduzido por forma a se obter uma maior quantidade de fibras por unidade de peso, o que será conseguido à custa do aumento do número de fibras e pela redução da distância entre fibras vizinhas

§ 4º - As fibras serão fornecidas em grupos colados de modo a evitar a formação de aglomerações de fibras que possam afectar a sua distribuição uniforme no revestimento em concreto projetado

§ 5º - As fibras deverão ter uma resistência à tração não inferior a 1100 N/mm² e deverão apresentar um comportamento adequado em meios com umidade elevada e variável, podendo para o efeito ser protegidas contra a corrosão

2.5.4 - Água

§ 1º - A água será doce, limpa e isenta de matéria orgânica, impurezas e de substâncias prejudiciais aos fins em vista, em especial de cloretos, sulfatos e óleos

2.6 - CONCRETO MAGRO

§ 1º - Trata-se de um concreto com baixo teor de cimento (no mínimo 100 kg/m³) que será utilizado no preenchimento da vala no pé de talude, no preenchimento dos vazios do talude

quer na zona subjacente ao concreto projetado, quer na zona superior que possa causar instabilização e para preenchimento de cavidades no rasto do canal

2.7 - CONCRETO CICLÓPICO

§ 1º - Trata-se de um concreto simples ao qual se adicionam pedras sãs, limpas, resistentes e duráveis, num volume máximo igual a 40% do volume de concreto. Cada pedra deverá ficar envolta por uma camada de concreto com 5 cm de espessura mínima. Este material será utilizado no preenchimento dos vazios do talude em maciço rochoso potencialmente instáveis e dos vazios existentes sob o concreto projetado na zona do talude em enrocamento

§ 2º - O teor mínimo de cimento será de 200 kg/m³ e a resistência à compressão simples aos 28 dias deverá ser superior a 12,5 MPa

2.8 - MATERIAIS PARA O REVESTIMENTO VEGETAL DO PARAMENTO DE JUSANTE

2.8.1 - Natureza e qualidade dos materiais

2.8.1.1 - Terra arável

§ 1º - A terra arável a utilizar na cobertura do paramento de jusante do aterro de alteamento da barragem poderá ser proveniente da camada superficial de terrenos situados em áreas adjacentes

2.8.1.2 - Corretivos e fertilizantes

Corretivos

§ 1º - Corretivos orgânicos industriais, doseando no mínimo 40% de matéria orgânica

Fertilizantes

§ 1º - Adubo químico compostos (N-P-K) do tipo 10 20 10 ou 4 14 8.

§ 2º - Adubo químico nitrogenado, doseando cerca de 26% de N

2.8.1.3 - Sementes

§ 1º - Deverão corresponder integralmente à espécie ou espécies componentes do lote a semear

§ 2º - As sementes deverão apresentar o grau de pureza e o poder de germinação exigidos por lei, sempre que as espécies figurem nas tabelas oficiais. As não representadas deverão ser provenientes da última colheita, salvo justificção especial de germinação tardia, e deverão estar isentas de sementes estranhas, impurezas e apresentar-se em bom estado de conservação.

2.8.1.4 - Propágulos

§ 1º - No caso de se optar pelo plantio de grama no revestimento do paramento de jusante da barragem, os rizomas e estolhos da graminea proposta para o local deverão ser coletados em campos relvados em bom estado vegetativo, sem sintomas de doenças, pragas ou deficiências fisiológicas.

2.8.1.5 - Água de rega

§ 1º - Deve ser limpa, arejada e isenta de produtos tóxicos ou cáusticos, tanto para as plantas como para os animais e pessoas. O pH deverá situar-se entre 6,5 e 8,4 e a condutividade elétrica ser inferior a 750 µmhos/cm a 25° C.

3 - ESCAVAÇÕES

3.1 - DISPOSIÇÕES GERAIS

§ 1º - As escavações efetuar-se-ão segundo as técnicas mais aconselháveis em face da natureza do terreno e dos condicionamentos específicos de cada caso, segundo planos previamente aprovados pela Fiscalização.

§ 2º - O Empreiteiro adotará medidas eficazes de proteção no sentido de evitar repercussões nocivas sobre instalações e elementos de obra já executados, ou em execução, pertencentes ou não a empreitada, e assumirá inteira responsabilidade por todos os danos que ocasionar.

§ 3º - A Fiscalização poderá exigir que a escavação se realize nas seguintes condições:

- por fases, com interposição de elementos estabilizadores,
- criando planos de corte, mediante perfuração profunda, devidamente espaçada e cargas intercaladas (pré-corte),
- aplicando pregagens e outros elementos estabilizadores, designadamente pré-revestimento e entivações.

§ 4º - Independentemente do disposto no paragrafo 3. o Empreiteiro tomara a iniciativa de executar, com prontidão, a colocação de pregagens, redes ou entivações necessárias para evitar derrocadas ou simplesmente como medida de segurança, devendo obter prévio acordo da Fiscalização para as soluções que tencione adotar

§ 5º - O Dono da Obra reserva-se o direito de determinar a execução de aterros, enrocamentos e enchimentos com produtos de escavação, mediante lançamento a granel nos locais que indicar, suportando apenas o encargo com o excesso de transporte, se o houver, relativamente ao percurso ate a escombreira em utilização

3.2 - ESCAVAÇÕES NO ATERRO DA BARRAGEM

§ 1º - As cotas e os perfis de escavação indicados no projeto servem apenas de orientação geral e estão sujeitos as correções que a Fiscalização julgar convenientes em face das condições locais, o que poderá implicar sucessivas retomas de trabalho

§ 2º - Os taludes de escavação não deverão ficar expostos aos agentes atmosfericos por periodos prolongados

§ 3º - No caso de exposição prolongada do aterro da barragem escavado, poderá a Fiscalização obrigar ao aprofundamento da escavação sem que de tai resultem encargos adicionais para o Dono de Obra

4 - INTERFACE ENTRE ATERROS DE IDADES DIFERENTES

§ 1º - A ligação entre o aterro de alteamento do coroamento e o aterro existente na zona do talude de jusante sera precedida pelo corte em degraus do aterro antigo. Os degraus deverão ter uma largura de aproximadamente 1 m e altura de 0,5 m

§ 2º - A escavação em degraus e a subida dos aterros devera ser feita em sequência não deixando exposto por periodos prolongados o aterro antigo

§ 3º - No coroamento serão saneados os 20 cm superiores procedendo em seguida à escarificação e umedecimento da camada exposta e a colocação imediata das novas camadas de aterro

§ 4º - Em situações de exposição prolongada, podera a Fiscalização exigir novo corte do talude ou da camada superior de aterro, sendo os custos adicionais a cargo do Empreiteiro

5 - ATERROS

5.1 - DISPOSIÇÕES GERAIS

§ 1º - O aterro de alteamento da barragem deverá ser construído obedecendo aos zonamentos e tipos de materiais indicados nos desenhos do projeto e nestas Especificações. Nos casos omissos serão seguidas as indicações da Fiscalização. As espessuras e taludes das diversas zonas poderão sofrer variações durante a construção, se isto for julgado conveniente ou necessário pelo Projetista e/ou pela Fiscalização.

§ 2º - Antes do início de quaisquer serviços de construção de maciços terrosos, será feito o levantamento topográfico detalhado dos locais, a fim de serem definidas as linhas das seções já escavadas e as linhas iniciais dos maciços de terra, que deverão ser objeto de aprovação pela Fiscalização.

§ 3º - A execução de um aterro é sempre precedida das operações definidas no capítulo 3 e/ou no capítulo 4 das presentes especificações.

§ 4º - Os materiais a empregar nos aterros deverão ser isentos de raízes e de outros elementos prejudiciais à compactação, designadamente de terra vegetal. A Fiscalização determinará a remoção dos materiais que não possuam as características indicadas.

§ 5º - Os aterros serão executados por camadas a toda a largura, com espessura e grau de umidade adequados aos meios de compactação, devidamente regularizadas e com inclinação suficiente para fácil escoamento da água das chuvas.

§ 6º - Durante a execução das camadas de material filtrante deverá evitar-se a sua contaminação pelo atravessamento pelos veículos de transporte e compactação. Caso seja absolutamente necessário, o que cabe à Fiscalização avaliar, essas zonas serão devidamente protegidas e tratadas para retoma dos aterros sobre as mesmas.

§ 7º - As camadas de aterro deverão ser executadas com uma pequena inclinação (cerca de 2%) a partir do eixo da barragem para jusante, a fim de evitar a acumulação da água das chuvas.

5.2 - EQUIPAMENTOS

§ 1º - A execução dos diferentes aterros do projeto deverá prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a produtividade exigida.

§ 2º - Na construção dos diferentes aterros poderão ser utilizados tratores de lâmina, escavo-transportadores, caminhões basculantes, cilindros vibratórios, cilindros de pes de carneiro, além de equipamentos portáteis de compactação (sapos) e ar comprimido ou motor a gasolina, para a compactação nos locais de difícil acesso, além de outros equipamentos complementares e necessários, tais como caminhões cisterna, escarificadores, grades de disco, etc

§ 3º - O Empreiteiro deverá submeter à aprovação da Fiscalização, pelo menos 15 dias antes do início da construção, uma lista dos equipamentos a serem utilizados nos serviços de escavação, transporte, lançamentos, preparo e compactação dos materiais, indicando a quantidade, o modelo, o ano de fabricação e os usos previstos

§ 4º - Para cada máquina, deverão ser incluídos catálogos com informações sobre procedência, dimensões, capacidade, carga nas rodas, pás ou cilindros, pressão por roda sobre os aterros, velocidades de translação, frequências de vibrações, pesos, etc. Adicionalmente, poderão ser exigidos dados sobre a eficiência dos equipamentos no lançamento, preparo e compactação de materiais semelhantes em outras barragens

§ 5º - O Empreiteiro deverá manter todos os equipamentos em boas condições de operação e tomara as providências necessárias para obter a compactação especificada dentro dos limites previstos

§ 6º - Os compactadores mecânicos de operação manual serão utilizados apenas nas áreas confinadas, nos locais inacessíveis aos equipamentos convencionais, devendo ser obtidos nestes locais os requisitos de compactação exigidos para o restante maciço envolvente

§ 7º - Caso haja necessidade, a umidificação dos materiais a serem compactados mecanicamente deverá ser efetuada por caminhões cisterna equipados com barras aspersoras que permitam a aplicação uniforme de água na área a ser regada e o controle de aspersão durante a operação. Não serão permitidos equipamentos de aspersão com vazamentos que possam prejudicar os aterros

5.3 - CONTROLE TECNOLÓGICO

5.3.1 - Considerações gerais

§ 1º - Os trabalhos serão orientados de forma a garantir maciços compactados, coesos e uniformes por zonas, isentos de descontinuidades e laminações e dotados das características

de resistência, compressibilidade e permeabilidade adequadas aos fins em vista, tendo em conta as presentes especificações

§ 2º - A Fiscalização indicará, face à qualidade dos materiais, quais os ensaios de caracterização de que deverão ser objeto, para a sua aprovação final

§ 3º - Para atendimento do controlo de qualidade e de acordo com as indicações da Fiscalização o Empreiteiro realizara poços de inspeção, perfurações, amostragens e observações diretas ou indiretas, ensaios de campo e de laboratório, que servirão para avaliação das características dos materiais compactados

§ 4º - Para além destes ensaios a Fiscalização poderá realizar ensaios "in situ" ou proceder a recolha de amostras indeformadas dos aterros para execução de ensaios de laboratório com o objetivo de verificar as características geotécnicas dos materiais e aferir os ensaios a cargo do Empreiteiro. Para a realização destes ensaios, a cargo do Dono da Obra, o Empreiteiro dará todas as facilidades para a recolha de amostras

§ 5º - Todos os valores obtidos nos ensaios de controlo, bem como a respetiva localização dos pontos de ensaio ou de colheita de amostras, devem ficar indicados no Registo Diário da Obra e deverão ser elaborados pelo Empreiteiro relatórios parciais, a entregar ao Dono de Obra até 15 dias após o fim de cada campanha. Estes relatórios deverão incluir a descrição, caracterização e interpretação dos ensaios. Terminadas todas as campanhas e no prazo de 2 meses, deverá o Empreiteiro entregar ao Dono de Obra um relatório com a compilação da descrição, caracterização e interpretação de todos os ensaios e campanhas efetuadas

§ 6º - Será exigida a remoção de todas as camadas que não verificarem as especificações granulométricas e de qualidade dos materiais preconizados, nomeadamente, peso específico, teor em água, grau de compactação e características granulométricas, sem encargos adicionais para o Dono de Obra

§ 7º - Caso se verifique uma elevada percentagem de camadas remexidas e recompostas, deverá ser feita uma reavaliação dos processos de compactação

5.3.2 - Ensaio de controle no aterro compactado de alteamento da barragem

§ 1º - Os ensaios de comprovação (grau de compactação e umidade) serão realizados um por cada duas camadas colocadas, com um número mínimo de um por cada 250 m³ de material

compactado e ainda nas áreas onde os rolos fizerem manobras e/ou diminuírem a sua velocidade durante as operações de compactação e em outros locais a critério da Fiscalização

§ 2º - Caso ocorra alguma mudança nas características dos materiais ou no método construtivo, a frequência de ensaios poderá ser alterada a critério da Fiscalização

§ 3º - O material empregue na execução dos aterros deverá apresentar um teor de umidade apropriado para a compactação, situado entre w_{opt} e $w_{opt}+2\%$ obtido no ensaio Proctor Normal (NBR-7182 ABNT)

§ 4º - Em média, os materiais deverão apresentar um grau de compactação de 98% relativamente ao Proctor Normal

§ 5º - Como critério de controle para liberação das camadas será exigido grau de compactação (GC) mínimo de 95% e máximo de 102%. Será tolerado no máximo 15% de resultados com valores iguais ao mínimo GC especificado, desde que estes valores não estejam em áreas concentradas no aterro

§ 6º - Se a camada apresentar grau de compactação inferior a 95%, mas com desvio de umidade dentro da faixa especificada, a mesma deverá receber passadas adicionais do rolo compactador

§ 7º - No caso de ocorrência de camadas supercompactadas ($GC > 102\%$) ou com desvio de umidade além do especificado, as mesmas deverão ser retiradas e recompactadas. Em ambos os casos, os serviços serão executados à expensas do Empreiteiro

5.3.3 - Ensaios de controle em filtros e drenos

§ 1º - Os parâmetros de aceitação de uma camada serão a sua compactação relativa que deverá ter um valor médio de cerca de 75-80%, mínimo de 70% e máximo de 85%

§ 2º - Cada duas camadas de material colocado serão efetuados ensaios de determinação do peso específico do material e cada três camadas, ensaios granulométricos e de determinação de compactação relativa. Esta frequência poderá ser reduzida pela Fiscalização depois da colocação das primeiras camadas e desde que se tenha verificado a adequação dos procedimentos a obtenção das características especificadas

5.3.4 - Ensaio de controlo sobre o enrocamento de proteção do talude de montante

§ 1º - Serão controladas a espessura do material lançado, espalhado e arrumado, bem como a qualidade do enrocamento

§ 2º - Na execução do "rip-rap", a granulometria será verificada a cada 100 m³ de material lançado ou como determinado pela Fiscalização

§ 3º - A Fiscalização poderá exigir alterações nos métodos construtivos empregues, caso não sejam atendidas as condições aqui especificadas, bem como alterar a frequência dos ensaios de controle, intensificando-os no início dos serviços e reduzindo-os à medida em que se estabelecer uma rotina de execução

§ 4º - A Fiscalização indicará, face a qualidade dos materiais de enrocamento extraídos da pedra, quais os ensaios de caracterização de que deverão ser objecto para a sua aprovação final. Estes ensaios poderão ser definidos basicamente de entre os seguintes pesos volumicos, porosidade, absorção de água, resistência a compressão, resistência ao esmagamento, expansibilidade, teor de sulfatos, Los Angeles

5.4 - ATERRO COMPACTADO DE ALTEAMENTO DA BARRAGEM

5.4.1 - Aterro compactado com equipamentos convencionais de terraplenagens

§ 1º - A compactação dos materiais será efetuada após o seu espalhamento, utilizando-se cilindros de pes de carneiro ou outros meios de ação que propostos pelo Empreiteiro sejam aprovados pela Fiscalização

§ 2º - O número de passagens do cilindro deverá ser determinado em obra de acordo com os resultados dos ensaios a realizar sobre as primeiras camadas de aterro a colocar

§ 3º - Nas paralizações eventuais de trabalho, o Empreiteiro deverá providenciar, em períodos secos, para que a última camada de aterro seja deixada solta antes da paralização e regada durante todos os dias anteriores à retoma. Em períodos chuvosos, deverá proceder-se à selagem da última camada que deverá ser posteriormente revolvida aquando da retoma dos trabalhos

§ 4º - A compactação deverá ser realizada de modo sistemático, ordenado e contínuo, com espessura de camadas, o número de passadas e equipamento definido pela Fiscalização

Entende-se como uma passada o deslocamento do equipamento de compactação sobre a superfície da camada em somente uma direcção e sentido, mesmo que o equipamento possua também tambores em série

§ 5º - Os teores de umidade exigidos para os aterros, quando da sua compactação, serão fixados pela Fiscalização, considerando-se, em princípio, que eles devem ficar compreendidos entre o teor ótimo e o ótimo+2%. Deverá haver uniformidade no teor em água, antes e durante a compactação. Estes teores de umidade são referidos à fração do solo do aterro que passa no peneiro nº4 (ASTM)

§ 6º - O grau de compactação em toda a extensão das camadas, será, no mínimo de 95% do valor do ensaio Proctor Normal. Não será permitido o espalhamento de uma camada sem que na anterior se tenha atingido o grau de compactação estabelecido

5.4.2 - Aterro compactado em áreas inacessíveis aos equipamentos convencionais de terraplenagem

§ 1º - Nas áreas confinadas e/ou inacessíveis aos equipamentos convencionais de terraplenagem, designadamente na zona limitada a montante pelo talude de jusante da barragem e a jusante pelo talude previsto para o aterro de recarga, o lançamento e o espalhamento do material serão executados com o auxílio de equipamentos mecânicos de pequeno porte, como tratores de esteiras do tipo CAT-D4 ou pás-carregadeiras tipo "Bobcat"

§ 2º - O lançamento e o espalhamento nestas áreas serão efectuados em camadas horizontais, de modo a se obter uma espessura não superior a 10 cm de material solto, isento de matéria orgânica e torrões e dotado de humidade adequada à compactação. A espessura das camadas poderá variar ligeiramente, a critério da Fiscalização, em função do tipo de compactador utilizado

§ 3º - Antes do lançamento de uma nova camada, a superfície da anterior deverá ser levemente escarificada ou gradeada com ponta de enxada ou picareta, de forma a assegurar boas condições de ligação com a camada sobrejacente. As camadas compactadas que apresentarem teores de umidade fora dos limites especificados serão retiradas e recompactadas pelo Empreiteiro, sem direito a pagamentos adicionais

§ 4º - Os critérios de umidade e compactação serão os mesmos definidos no item relativo ao aterro compactado com equipamento tradicional de terraplenagens

5.5 - ATERROS DE FILTROS E DRENOS

§ 1º - Neste item incluem-se as camadas de filtro e dreno no talude de montante de alçamento da barragem

§ 2º - Os materiais de qualquer elemento composto por material filtrante, quando essencialmente horizontais, serão lançados e compactados em espessuras espalhadas não superiores a 35 cm, compactando-se com o cilindro vibrador ou, no mínimo, com 4 passagens de tractor tipo D7 a tipo D8 em marcha rápida. A compactação relativa mínima a atingir será de 70%, com um valor médio de cerca de 75-80%, não devendo o valor máximo ultrapassar os 85%

§ 3º - Nas zonas em que os filtros são inclinados, o material será lançado e compactado simultaneamente com a subida do aterro de recarga, mas desfasado de 1 camada, andando sempre acima do aterro lateral, sendo as larguras indicadas nos desenhos os valores mínimos de lançamento. As espessuras de lançamento não deverão ultrapassar os 35 cm e a compactação será feita com cilindros vibradores ou com um mínimo de 4 passagens de tractor tipo D7. Nestes filtros o valor mínimo de compactação relativa é também de 70% e o valor médio deverá ser de cerca de 75-80%

§ 4º - Os materiais de filtro devem ser colocados úmidos

§ 5º - A retoma dos aterros, originada por descontinuidade no ritmo de trabalho e provocando a exposição excessiva da camada, deverá ser sempre precedida de uma operação de remoção do material até 20 cm de profundidade. Esta espessura poderá ser aumentada, desde que a Fiscalização assim o defina por ser evidente a migração dos finos, com consequente alteração da granulometria do material. Deve constituir preocupação fundamental a necessidade de garantir a homogeneidade dos filtros, quer em termos de granulometria quer de continuidade. Dos trabalhos de remoção e reposição de material aqui definidos não resulta qualquer encargo para o Dono da Obra

§ 6º - A colocação e controlo dos materiais drenantes é em tudo idêntica à definida para os materiais de filtro

5.6 - REVESTIMENTO DA CRISTA

§ 1º - O material de revestimento do coroamento será lançado e espalhado numa única camada com 20 cm de espessura e compactado com 4 passagens de cilindro de rasto liso vibratório

§ 2º - O material deverá ser colocado úmido e apresentar depois de compactado uma elevada compactidade

§ 3º - Devera garantir-se uma pendente transversal de 1% para montante da crista da barragem

5.7 - ENROCAMENTO DE PROTEÇÃO DO TALUDE DE MONTANTE

§ 1º - O rip-rap será colocado de baixo para cima a medida que a colocação das camadas de filtro e dreno no talude de montante da barragem são executados, evitando a segregação de rochas de dimensões diferentes

§ 2º - Estes materiais serão lançados e espalhados em camadas de espessura equivalente ao diâmetro máximo do enrocamento, empurrando-se as pedras de maior dimensão para a face externa do talude e fazendo-se uma arrumação final manual

§ 3º - O rip-rap so será colocado após a conformação do talude

6 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES

6.1 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES DE ATERRO DA BARRAGEM

§ 1º - As variações máximas das espessuras dos filtros e drenos podem atingir localmente o valor de 5%, entendendo-se que as espessuras médias serão conforme os valores indicados nos desenhos

§ 2º - A conformação da seção final dos taludes do aterro de alteamento da barragem, seja nas suas etapas parciais, seja na definitiva, será feita sempre compactando-se até cerca de 0.5 m a mais do que o indicado nos desenhos de construção e cortando-se para obter a seção projetada. O corte poderá ser efetuado por meio de tratores com lâminas, aproveitando-se integralmente o material raspado para a compactação de camadas sobrejacentes ou contíguas. Tal corte será realizado imediatamente antes do lançamento das proteções superficiais previstas

6.2 - CONFORMAÇÃO DE TALUDES DO CANAL DO SANGRADOURO

§ 1º - Nos taludes marginais ao canal do sangradouro, esquerdo e direito, proceder-se-á à remoção de todo o material grosseiro solto instável com o auxílio de equipamento adequado e a retirada dos materiais amolecidos pela ação da água

§ 2º - No que respeita ao talude esquerdo, concluída a sua limpeza deverá ser objeto de cuidadoso mapeamento topográfico e geológico-geotécnico por parte do Empreiteiro, sendo supervisionado pela Fiscalização

§ 3º - O mapeamento efetuado pelo Empreiteiro deverá ser materializado por peças escritas e desenhadas segundo as orientações e supervisão da Fiscalização, devendo ser entregues ao Dono de Obra

§ 4º - No que se refere ao mapeamento geológico-geotécnico este deverá conter a litologia dos materiais atravessados e respetiva caracterização geotécnica do maciço rochoso e dos materiais de aterro (estacas 4+10 a 6+5), a ocorrência de fendas, fraturas, vazios e descontinuidades diversas tais como a xistosidade, falhas, etc , sendo definida a sua direção e mergulho

§ 5º - Na zona do talude constituída por enrocamento e depois de concluído o mapeamento, procederá o Empreiteiro ao acerto da superfície do talude pela acomodação dos blocos instáveis e aos preenchimento dos vazios por blocos menores

§ 6º - Nas cotas superiores a zona a ser impermeabilizada por concreto projetado do talude esquerdo, as depressões existentes que possam causar instabilidade do mesmo serão preenchidas por concreto magro ou ciclópico. No talude direito todas as depressões passíveis de conduzirem a instabilização do talude serão coimadas com concreto magro ou ciclópico

7 - ELEMENTOS DE CONCRETO E CERCA NA CRISTA DA BARRAGEM

§ 1º - Os elementos de concreto existentes na atual crista da barragem de cada um dos lados e ao longo de todo o seu desenvolvimento, assim como a cerca existente a jusante, deverão ser removidos previamente ao alteamento do aterro e conservados de forma adequada para posterior reposição

§ 2º - Finalizado o alteamento da barragem, nos vértices do coroamento com os taludes de montante e de jusante, serão repostos os elementos de proteção em concreto, assim como a cerca na crista a jusante

§ 3º - De 30 em 30 m deverá prever-se, a montante, a interposição de um elemento com abertura para drenagem do coroamento

8 - LIMPEZA DO FUNDO DO CANAL DO SANGRADOURO

§ 1º - Em toda a extensão do canal do sangradouro promover-se-à a sua limpeza pela remoção dos blocos e materiais depositados, quer a montante da soleira, quer a jusante ate a confluência com a linha d'agua

§ 2º - Numa faixa de 3 m junto ao talude esquerdo do canal deverá o Empreiteiro remover todos os materiais depositados no seu fundo, expondo a rocha de fundação

§ 3º - Tal como indicado no Capitulo 6 2 devera o Empreiteiro realizar o mapeamento topografico e geologico-geotecnico da area do canal adjacente ao talude numa área de 3 m. de acordo com o indicado nos artigos § 3º e § 4º do mesmo capítulo (6 2)

§ 4º - As depressões existentes nesta faixa de 3 m que possam acarretar perdas de água, assim como as existentes no trecho do canal a jusante da soleira, serão preenchidas com concreto magro

9 - VALA NO PÉ DO TALUDE

§ 1º - A abertura da vala devera ser executada com uma largura minima de 0.5 m na base e 0.4 m de altura, utilizando para o efeito uma retro-escavadeira ou meios manuais

§ 2º - Sempre que os trabalhos não possam ser conduzidos de forma a assegurar o livre escoamento das aguas, devera proceder-se ao seu desvio provisorio ou esgoto por bombagem

§ 3º - O Empreiteiro executara, por sua conta, todos os trabalhos de entivação das valas, sempre que necessario

§ 4º - Depois de convenientemente limpa, a vala será preenchida por concreto magro

10 - EXECUÇÃO DE PREGAGENS E DA IMPERMEABILIZAÇÃO POR CONCRETO PROJETADO DO TALUDE ESQUERDO DO CANAL DO SANGRADOURO

10.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

§ 1º - O presente capítulo diz respeito a execução e controlo de qualidade das intervenções de estabilização e impermeabilização do talude esquerdo do canal do sangradouro, designadamente no que respeita a execução de pregagens no maciço rochoso e à impermeabilização do talude com concreto projetado armado com fibras de aço

§ 2º - O Empreiteiro deverá promover o acompanhamento de todos os trabalhos de estabilização e de impermeabilização por técnicos experientes neste tipo de trabalhos que serão responsáveis pela formação do restante pessoal nas operações de execução

§ 3º - A Fiscalização podera introduzir nestas especificações as alterações que considerar pertinentes resultantes das reais condições encontradas durante a execução dos trabalhos

§ 4º - Os trabalhos de reforço da estabilidade com chumbadouros, a introdução dos grampos no enrocamento e a impermeabilização do talude por concreto projectado só serão iniciados depois de concluída a limpeza e conformação do talude e o seu respetivo mapeamento tal como definido no Capítulo 6 2

10.2 - CONCRETO PROJETADO

§ 1º - A aplicação do concreto projetado nas superfícies so sera permitida depois de convenientemente mapeadas e apos autorização expressa da Fiscalização

§ 2º - Previamente a aplicação do concreto projetado serão preenchidas todas as cavidades existentes abaixo da cota (723.3) com concreto magro no maciço rochoso e com concreto magro ou ciclopico no enrocamento

§ 3º - O concreto projetado considerado nesta Especificação e aquele obtido pela via seca

§ 4º - O Empreiteiro podera submeter a aprovação do Dono de Obra, para o lançamento do concreto projetado, o processo via úmida, desde que comprove a obtenção de um produto acabado de qualidade igual ou superior ao obtido pelo método ora especificado

10.2.1 - Composição do concreto projetado

§ 1º - A dosagem mínima de cimento será de 300 kg/m³

§ 2º - A máxima dimensão dos inertes será de 16 mm

§ 3º - Ao concreto serão adicionadas fibras de aço numa proporção de 40 kg por cada m³

10.2.2 - Mistura

§ 1º - A medição dos diversos componentes que constituem o concreto projetado poderá ser efetuada por pesagem ou em volume, desde que se garanta a necessária precisão

§ 2º - Os materiais deverão ser cuidadosamente misturados durante um período mínimo de 1,5 min ou de acordo com as instruções do fabricante do equipamento de projeção

§ 3º - Devera ter-se em especial atenção o teor de umidade dos inertes

§ 4º - A mistura dos materiais secos deve ser utilizada o mais brevemente possível, devendo ser remexida antes de aplicada

§ 5º - O período de tempo entre a obtenção da mistura e a sua utilização (colocação no alimentador) deve ser determinado e posteriormente respeitado

10.3 - APLICAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO**10.3.1 - Equipamento de projeção**

§ 1º - O equipamento de projeção deverá ser cuidadosamente mantido de acordo com as instruções do fabricante

§ 2º - A bomba devera ser cuidadosamente verificada antes de cada utilização e estar equipada com manômetros de ar e água e medidor de vazão de água

§ 3º - A pressão do ar e da água devera manter-se estável e de acordo com as instruções do fabricante

10.3.2 - Aplicação

§ 1º - As superfícies a proteger deverão estar limpas de material solto, poeira, sujidade, lamas e outros materiais estranhos

§ 2º - O jacto deve ser dirigido normalmente as superfícies a tratar e a agulheta deve situar-se a uma distância de 1 a 1.5 m da superfície

§ 3º - A fim de evitar a eventual absorção de água de amassadura do concreto pela superfície do maciço o que impediria a hidratação adequada do cimento, podera eventualmente ser necessario proceder imediatamente antes da projeção do concreto à rega da superfície do talude

§ 4º - O concreto projetado deve ser aplicado de modo a obter uma boa aderência a superfície rochosa e ao enrocamento de proteção (e às camadas subsequentes) e a garantir a sua coesão

§ 5º - A espessura maxima de cada camada deverá ser aferida em obra função do equipamento, do operador e do metodo de projeção. A espessura máxima admitida e aquela para a qual ocorre aderência entre a camada e a superfície a proteger, sem se dar a queda do concreto (em principio esta espessura não devera ultrapassar os 5 cm)

§ 6º - A aplicação da camada seguinte de concreto projetado só pode ser efetuada apos o endurecimento da camada anterior, devendo proceder-se previamente a molhagem desta

§ 7º - Cada camada de concreto projetado devera ser objecto de uma cura cuidada a fim de garantir a hidratação completa do cimento e a minimizar a formação de fendas de retração. Antes de ganhar presa o concreto apenas pode ser regado por pulverização

§ 8º - Sempre que se verificarem zonas de concreto projetado defeituosas ou danificadas, devera o Empreiteiro proceder a sua substituição ou reparação de acordo com a Fiscalização. As despesas decorrentes destas situações serão a cargo do Empreiteiro

10.3.3 - Ensaios

§ 1º - A qualidade do concreto poderá ser testada através da recolha de amostras (tarolos) obtidas a partir das superfícies tratadas de acordo com as instruções da Fiscalização

§ 2º - Se necessario devem ser executados painéis mais espessos de modo a possibilitar a obtenção de tarolos. Estes paineis devem ser executados em zonas consideradas representativas de acordo com as instruções da Fiscalização

§ 3º - O diâmetro dos tarolos deve ser de, pelo menos, quatro vezes a máxima dimensão do inerte e a altura será igual a duas vezes o diâmetro do tarolo

§ 4º - Os tarolos devem ser devidamente referenciados com o local de recolha, a data e outros aspetos que a Fiscalização considerar relevantes

§ 5º - O concreto projetado com fibras de aço deve ser um material dúctil com capacidade para se deformar sem estalar (pós-fissuração). As fibras de aço opoem-se ao alargamento das fissuras encontrando-se distribuídas em toda a espessura do revestimento

§ 6º - A resistência do concreto projetado será avaliada através de ensaios de compressão simples de um cilindro (provete). O valor mínimo de resistência à compressão simples admissível aos 28 dias não devera ultrapassar os 20 MPa

§ 7º - A ductilidade adicionada pelas fibras mede-se mediante a realização de ensaios de flexão ou de punçoamento-flexão. A Fiscalização estabelecerá o tipo e a frequência dos ensaios a realizar para controle da ductilidade do concreto armado

§ 8º - O ensaio de flexão (viga) permite apreciar o comportamento do concreto armado com fibras através do registo da curva carga - deformação. Os ensaios devem ser realizados em conformidade com as Normas ASTM C 78-84

§ 9º - O ensaio de punçoamento - flexão será realizado sobre uma placa gunitada, fazendo-se o registo da curva carga - deformação em simultâneo. Este ensaio permite apreciar a ação multi-direcional da rede de fibras, sendo medida a absorção de energia de uma laje de concreto armado com fibras de aço de 60x60x10 cm, suportada nos quatro bordos, deixando um vão livre de 50 cm. A carga aplica-se no centro da laje com uma superfície de contacto de 10 cm x 10 cm. Através do diagrama em que se registou a carga e a deformação no centro da laje aos 28 dias calcula-se a energia absorvida até se atingir uma deformação de 25 mm. No mínimo a energia absorvida pela laje será de 500 J

§ 10º - A Fiscalização poderá exigir a realização de ensaios de caracterização (definição de agregados, fibras, etc.) antes da aplicação do concreto projectado e ensaios de verificação durante o decorrer da obra, segundo as normas em vigor

10.4 - EXECUÇÃO DAS PREGAGENS E DO CONCRETO PROJETADO

§ 1º - Abertura dos furos para pregagens com um diâmetro de 76 mm no maciço rochoso

§ 2º - Introdução dos chumbadouros nos furos e preenchimento destes com calda por gravidade, devendo o Empreiteiro estar preparado para preencher os furos com calda de

cimento sobre pressão. sem encargos adicionais para o Dono de Obra. Esta última solução será empregue em maciços rochosos muito fraturados

§ 3º - No caso do talude em enrocamento serão introduzidos grampos de aço nos vazios do enrocamento e será feito o preenchimento da zona envolvente com concreto magro por forma a garantir a necessária ligação entre os grampos e o enrocamento

§ 4º - Para um posicionamento correto das pregagens, deverão colocar-se centralizadores em PVC ou de outro material resistente à corrosão, de forma a evitar o contato da pregagem com o terreno, assegurando o seu adequado revestimento

§ 5º - Gunitagem do talude por camadas numa espessura final mínima de 10 cm com o concreto ao qual se adicionaram as fibras de aço numa proporção média de 40 kg/m³

§ 6º - A Fiscalização poderá exigir a realização de ensaios de arrancamento das pregagens

11 - PROTEÇÃO VEGETAL

11.1 - PREPARAÇÃO DO TERRENO

11.1.1 - Mobilização superficial

§ 1º - Será efetuada uma ligeira mobilização dos terrenos, à profundidade de 0,10 / 0,15 m

11.1.2 - Espalhamento de terras

§ 1º - No paramento de jusante do aterro de alteamento deverá aplicar-se uma camada com aproximadamente 0,15 / 0,20 m de espessura de terra vegetal retirada na decapagem

11.2 - REVESTIMENTO VEGETAL DO PARAMENTO DE JUSANTE DA BARRAGEM

§ 1º - O revestimento do paramento de jusante da barragem, objeto de conformação, poderá ser feito por sementeira ou por plantio de propagulos. Na sementeira poderá usar-se o método vulgarmente conhecido por hidro-sementeira, isto é, a sementeira por projeção hídrica, do modo a seguir indicado

no tanque misturador introduzir-se-ão o lote de sementes, o fertilizante, o corretivo orgânico e o incentivador da germinação em quantidades proporcionais à área a semear. Preencher-se-á a sua capacidade com água, misturando até conseguir homogeneidade. A mistura será aspergida sobre o paramento por meio de uma moto-

bomba de alta pressão e grande caudal, através de uma mangueira com espalhador apropriado

§ 2º - No caso de se preferir utilizar propagulos de grama. (método mais aconselhável e que permite um mais rápido recobrimento do solo), procede-se da seguinte maneira

- arrancam-se os rizomas nos campos relvados com a espécie preconizada e que sejam aprovados pela Fiscalização.

cortam-se os rizomas em pedaços com o comprimento de 5-10 cm, e conservam-se durante 2/3 dias antes de fazer o plantio, em local abrigado,

- faz-se de seguida o plantio manual dos propágulos, com o espaçamento de 0,15-0 20 m e a pequena profundidade (2-3 cm), com a ajuda de um sacho ou mesmo de um pau afiado.

se necessário, passa-se depois um rolo agrícola, pouco pesado, sobre todo o terreno.

finalmente, caso não chova no dia seguinte ao plantio, convém fazer uma rega de todo o terreno plantado

11.3 - CONSERVAÇÃO

11.3.1 - Fertilização

§ 1º - No final do verão seguinte à execução dos trabalhos de revestimento vegetal, deverá fazer-se uma fertilização geral dos terrenos com adubo nitrogenado. A aplicação será em cobertura, a razão de 10 g/m²

11.3.3 - Ressementeira ou replantio do paramento de jusante

§ 1º - Cerca de 45 a 60 dias após a execução da sementeira ou plantio da grama deverão ser semeadas ou plantadas de novo as zonas que se apresentem mal revestidas ou desnudas

11 3.4 - Cortes de vegetação

§ 1º - No paramento da barragem deverão executar-se cortes da grama duas vezes por ano, para a remoção da vegetação seca, eliminar as espécies vegetais consideradas invasoras e ainda para manter a cobertura vegetal em bom estado de desenvolvimento

§ 2º - A vegetação será sempre cortada e nunca arrancada, à excepção das espécies consideradas invasoras

§ 3º - Devera cortar-se tambem toda a vegetação arbustiva e arborea que se desenvolva no paramento da barragem

§ 4º - O material cortado tera que ser removido para fora do paramento, de modo a não obstruir a rede de drenagem construida

**LISTA DE
QUANTIDADES**

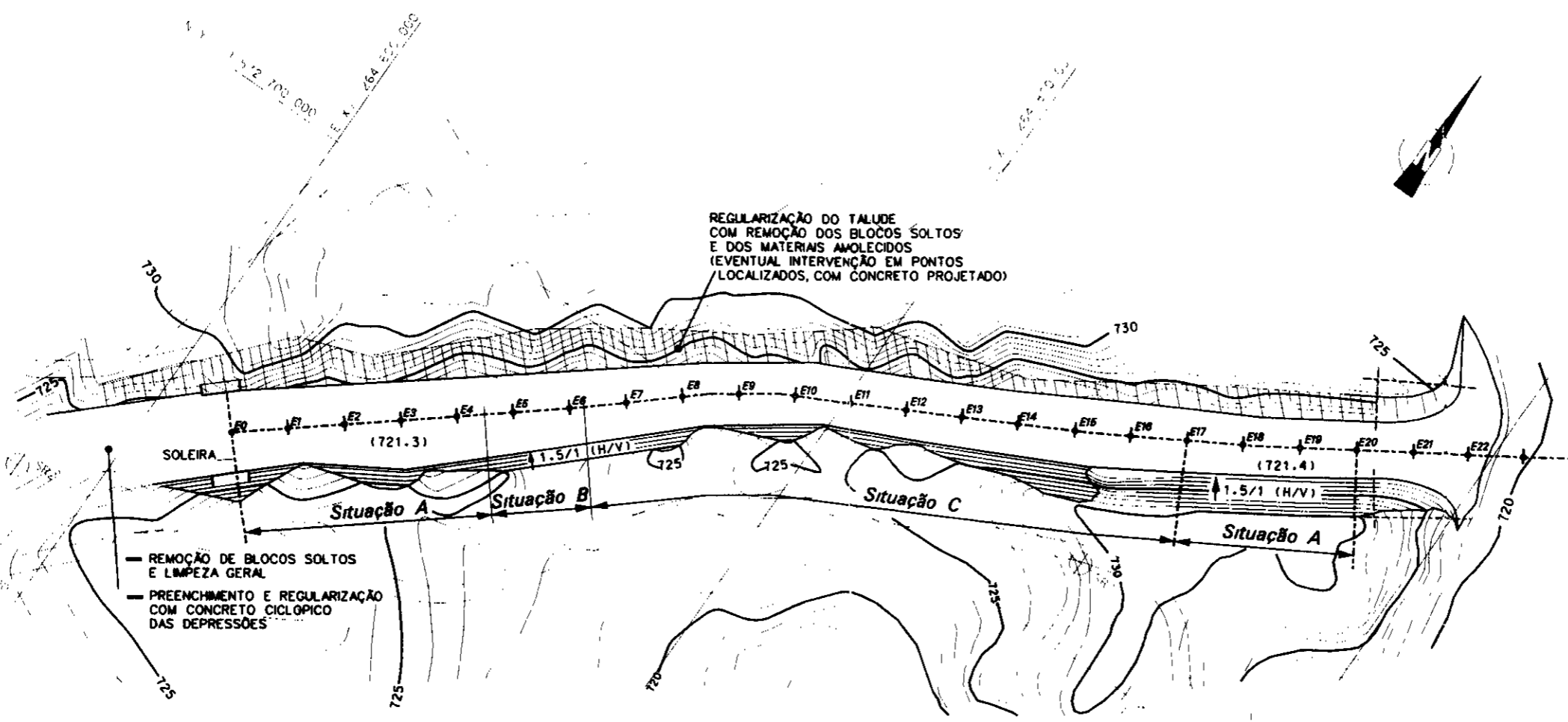
COBA		BARRAGEM DE JABURU			FOLHA
GOV ESTADO DO CEARA		INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO			DATA Março 2000
		LISTA DE QUANTIDADES			AUTOR
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO	IMPORTÂNCIA
1	ALTEAMENTO DO COROAMENTO				
1.1	Escavações				
1.1.1	Escavação no coroamento e talude de jusante da barragem numa espessura variavel para colocação do aterro de alteamento incluindo carga transporte a uma distancia inferior a 3 km em linha reta da area de implantação das obras descarga e arrumação em deposito	m3	3 480 00		
1.2	Aterros				
1.2.1	Colocação incluindo carga e descarga, transporte processamento espalhamento e compactação para execução de aterro de alteamento no coroamento da barragem em materiais provenientes da exploração em areas de emprestimo a uma distância maxima de 3 km em linha reta do local da barragem conforme especificações técnicas	m3	10 100 00		
1.2.2	Colocação incluindo cargas e descargas, transportes processamento espalhamento e compactação para execução da camada de filtro entre o talude de montante da barragem e o enrocamento de proteção do aterro de alteamento Materiais provenientes da exploração selectiva com posterior lavagem em area de emprestimo a uma distância maxima de 3 km em linha reta da área de implantação das obras ou de outras areas de emprestimo a uma distância maxima de 30 km conforme especificações técnicas	m3	270 00		
1.2.3	Colocação incluindo cargas e descargas, transporte processamento espalhamento e compactação da camada de dreno entre a camada de filtro e o enrocamento de proteção do talude de montante do aterro de alteamento Materiais provenientes de areas de emprestimo a uma distância maxima em linha reta de 30 km dos limites de implantação das obras conforme especificações técnicas	m3	270 00		
1.2.4	Colocação incluindo cargas e descargas, transporte processamento espalhamento e arrumação do enrocamento de proteção do talude de montante no aterro de alteamento Materiais provenientes de areas de emprestimo a uma distância maxima em linha reta de 30 km, da area de implantação das obras conforme especificações técnicas	m3	540 00		

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO	IMPORTÂNCIA
125	Colocação incluindo cargas e descargas transporte processamento espalhamento e compactação da camada de revestimento da pista do coroamento do aterro de alteamento da barragem Materiais provenientes de áreas de emprestimo a uma distancia maxima em linha reta de 30 km dos limites de implantação da obra conforme especificações técnicas	m3	800 00		
126	Proteção vegetal no talude de alteamento da barragem Preparação do terreno do talude com limpeza e mobilização mecanica superficial simples Colocação de terra aravel no talude, incluindo todos os trabalhos necessários designadamente cargas e descargas transportes stocks e espalhamento e posteriores sementeiras, incluindo fornecimento de sementes e demais componentes e trabalhos de manutenção (area medida em planta)	m2	3 450 00		

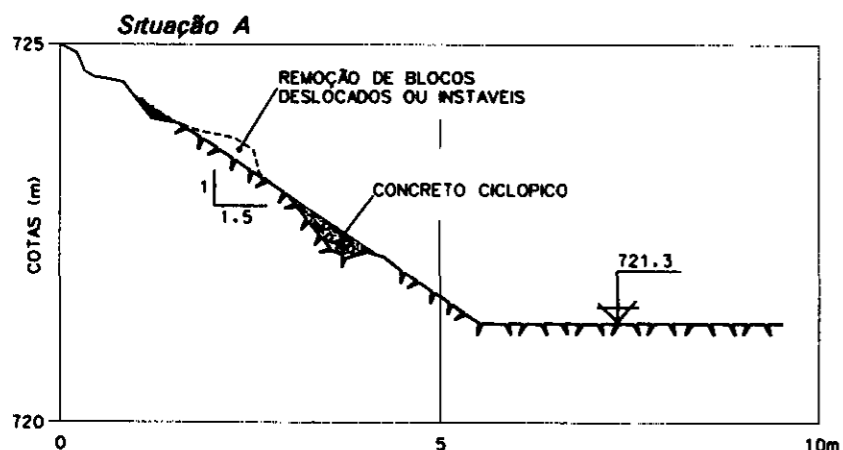
COBA		BARRAGEM DE JABURU			FOLHA
GOV. ESTADO DO CEARÁ		INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO			DATA Março 2000
		LISTA DE QUANTIDADES			AUTOR
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO	IMPORTÂNCIA
2	INTERVENÇÕES DE REABILITAÇÃO. IMPERMEABILIZAÇÃO E REFORÇO DO CANAL E TALUDES DO SANGRADOURO				
2 1	ACERTOS E REMOÇÕES				
2 1 1	Limpeza geral do canal com remoção dos blocos e dos materiais finos provenientes da erosão do talude incluindo todas as atividades necessarias a sua realização e o transporte dos materiais escavados a deposito	VG			
2 1 2	Escavação de limpeza regularização e saneamento de materiais amolecidos e/ou deslocados do rasto do canal numa faixa de 3 m e escavação da valeta no pe do talude incluindo todas as atividades necessarias a sua realização e o transporte dos materiais escavados a deposito a uma distancia inferior a 3 km em linha reta	m2	800 00		
2 1 3	Limpeza geral do talude esquerdo com remoção dos blocos soltos ou instaveis e dos materiais amolecidos e/ou deslocados incluindo todas as atividades necessarias a sua realização e o transporte dos materiais escavados a deposito a uma distancia em linha reta inferior a 3 km (area medida em planta)	m2	2 000 00		
2 1 4	Acerto do talude de enrocamento com preenchimento de vazios por blocos menores incluindo todas as atividades necessarias a sua realização de acordo com as especificações tecnicas	VG	1 00		
2 2	PREENCHIMENTO DE CAVIDADES				
2 2 1	Fornecimento e colocação de concreto magro ou ciclopico em vaietas e cavidades, sem formas	m3	200 00		
2 3	IMPERMEABILIZAÇÃO E CONTENÇÃO DO TALUDE ESQUERDO				
2 3 1	Fornecimento e colocação de chumbadouros de 20 mm de diametro e 2 m de comprimento incluindo furação e fixação com calda e todos os demais trabalhos necessarios a sua execução de acordo com as especificações técnicas	un	250 00		
2 3 2	Fornecimento e colocação de grampos de 12 mm de diâmetro e 1 m de comprimento nos vazios do enrocamento e todos os demais trabalhos necessarios a sua execução de acordo com as especificações tecnicas	un	50 00		
2 3 3	Fornecimento e aplicação de concreto projetado armado com fibras de aço numa espessura de 10 cm e demais trabalhos necessarios a sua execução (area projectada no plano do talude)	m2	750 00		

COBA		BARRAGEM DE JABURU			FOLHA
GOV ESTADO DO CEARA		INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO			DATA Março 2000
		LISTA DE QUANTIDADES			AUTOR
TEM	DESCRICAÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITARIO	IMPORTANCIA
2 4	ACERTOS, REMOÇÕES E CONTENÇÃO DO TALUDE DIREITO Limpeza geral do talude direito com remoção dos blocos soltos ou instáveis e dos materiais amolecidos e eventual aplicação de concreto projetado armado com fibras de aço numa espessura de 10 cm incluindo todas as atividades e materiais necessários a sua execução e o transporte dos materiais escavados a deposito a uma distancia inferior a 3 km em linha reta de acordo com as especificações técnicas	VG			
2 5	INTERVENÇÕES NO CANAL A JUSANTE DA SOLEIRA				
2 5 1	Escavação de limpeza regularização e saneamento com remoção dos blocos soltos incluindo todas as actividades necessarias a sua realização e o transporte dos materiais escavados a deposito a uma distancia em linha reta inferior a 3 km	VG			
2 5 2	Fornecimento e colocação de concreto magro para preenchimento de sumidouros sem forma	m3	20 00		
2 6	Remoção e recolocação dos elementos de concreto e da cerca na crista da barragem incluindo todos os trabalhos e materiais necessários a sua execução de acordo com as especificações técnicas	VG			

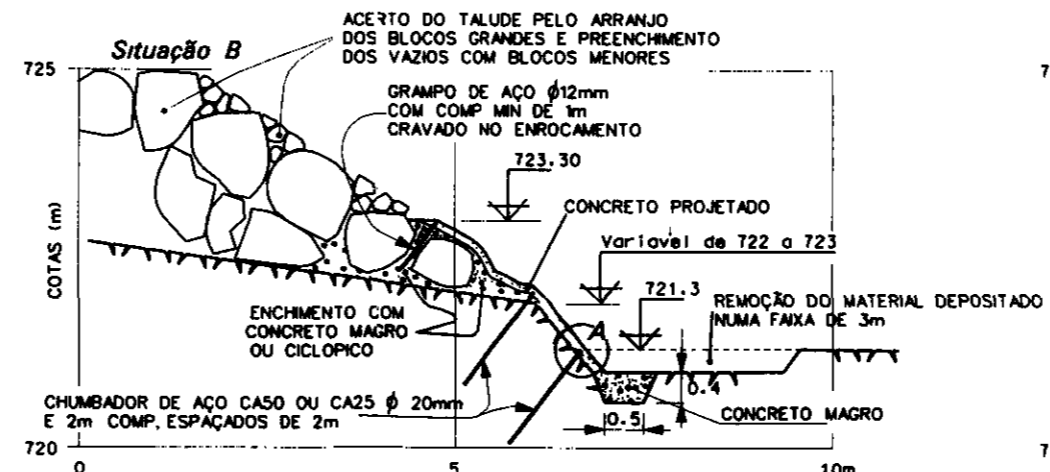
DESENHOS



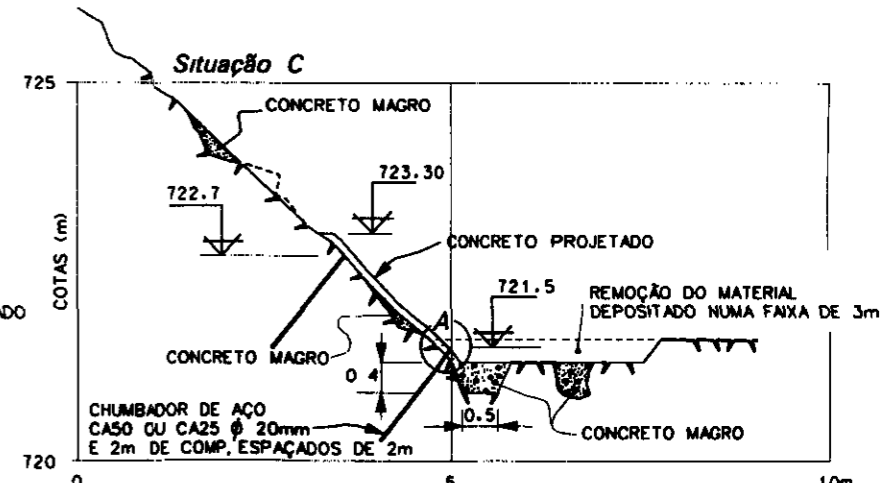
PLANTA
Esc. 1/2000



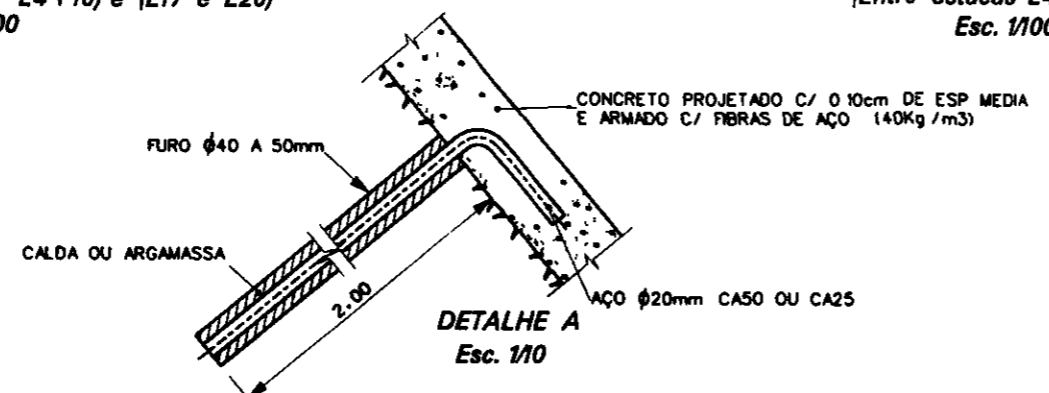
SEÇÃO TIPO
(Entre estacas E0 e E4+10) e (E17 e E20)
Esc. 1/100



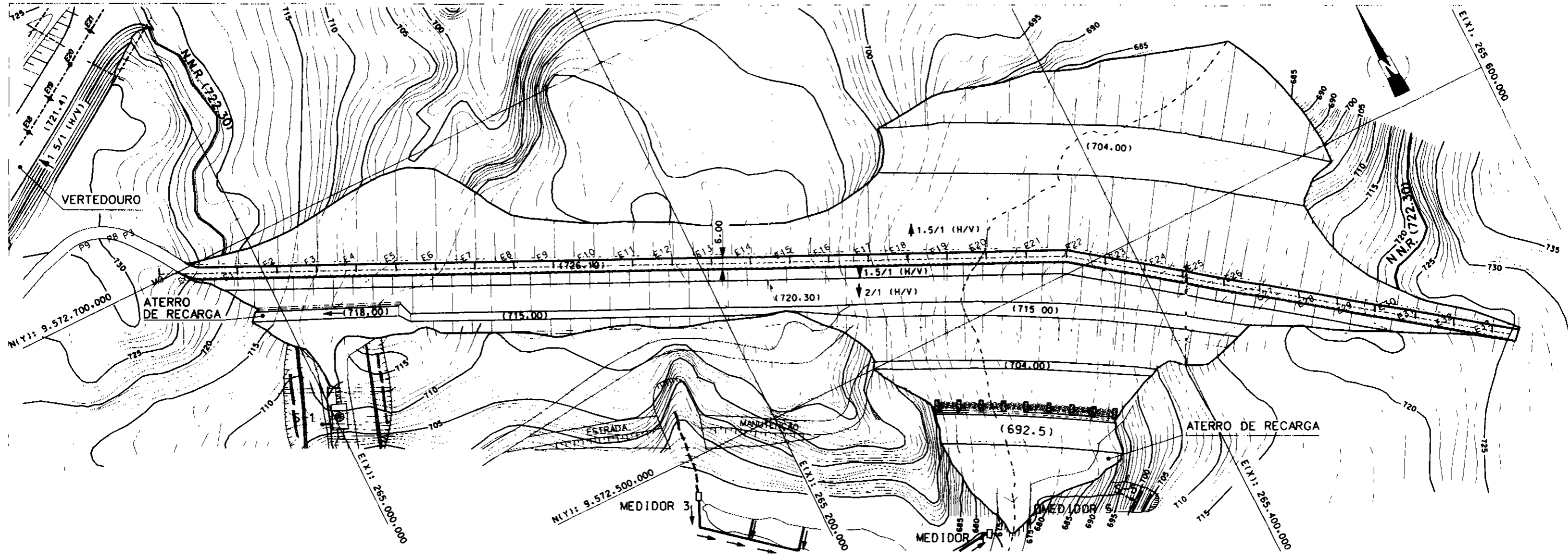
SEÇÃO TIPO
(Entre estacas E4+10 e E6+5)
Esc. 1/100



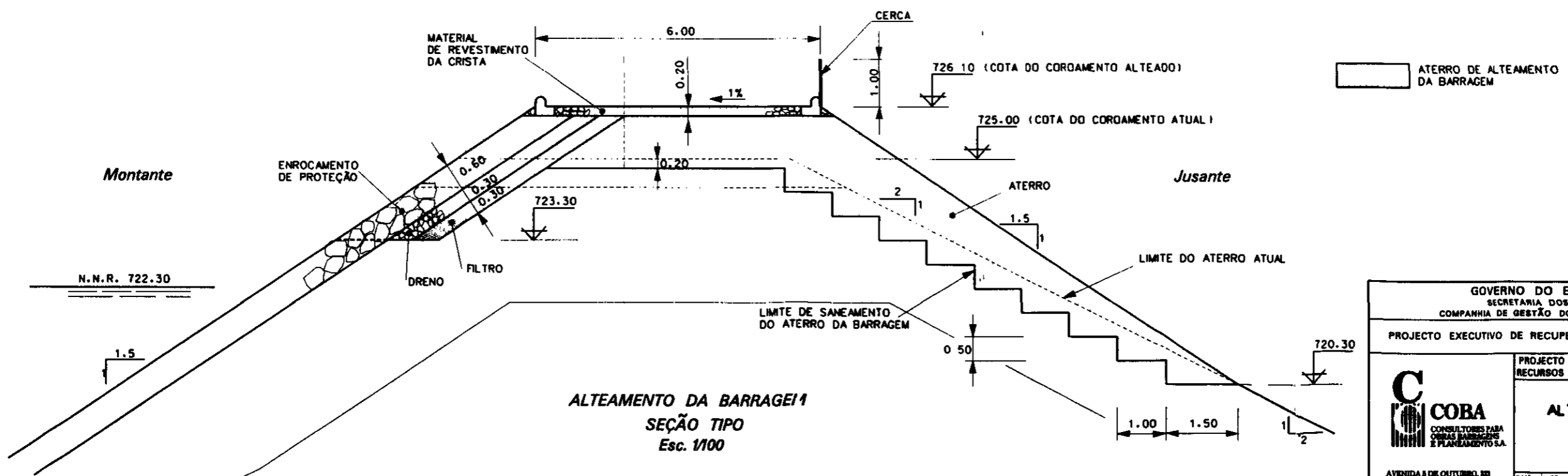
SEÇÃO TIPO
(Entre estacas E6+5 e E17)
Esc. 1/100



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH	
PROJECTO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DE JABURU	
<p>CONSULTORES PARA OBRAS BARRAGENS E PLANEJAMENTO SA.</p> <p>AVENIDA 5 DE OUTUBRO, 223 1608 011 LISBOA PORTUGAL</p>	<p>PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB / CE</p> <p>SANGRADOURO INTERVENÇÕES DE RECUPERAÇÃO</p>
	<p>data / 3/2000 de nº 1</p> <p>VARIAS 61325011</p>



PLANTA
Esc. 1/2000



ALTEAMENTO DA BARRAGEM I
SEÇÃO TIPO
Esc. 1/100

000074

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS-COGERH	
PROJECTO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DE JABURU	
 COBA CONSULTORES PARA OBRAS BARRAGENS E PLANEJAMENTO S.A.	PROJECTO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB /CE
ALTEAMENTO DA BARRAGEM PLANTA E PERFIL TIPO	
AVENIDA DE OUTUBRO, 83 1009-011 LIMBUA PORTUGAL	data: 13/2008 escala: 1/2000 folha: 1/100
projeto: <i>[assinatura]</i> desenhado: <i>[assinatura]</i> aprovado: <i>[assinatura]</i>	data: 13/2008 folha nº: 2 613121502