

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS SOHIDRA

**Estudo do Aproveitamento Hidroagrícola
da Vertente Fluvial dos Municípios de
Ipaumirim / Baixio / Umari - Ce**

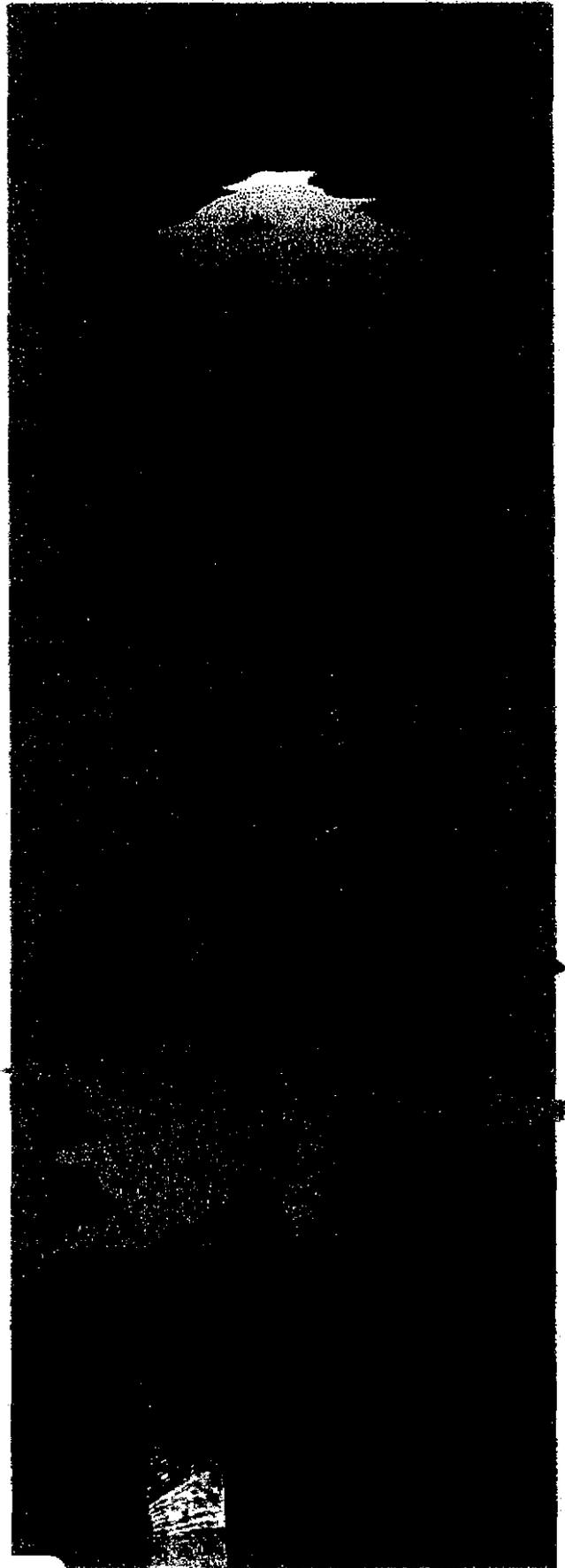
**TOMO III PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM
POMBAS**

VOLUME III 1 TEXTO

KL Serviços e Engenharia

FORTALEZA- CE
Novembro 1995

**Estudo de Aproveitamento Hidroagrícola da Vertente Fluvial dos Municípios de
 IPAUMIRIM / BAIXIO / UMARI - CE**



**TOMO III - Projeto Básico da
 Barragem Pombas**

**Vol. III.1 - Relatório Geral
 A - Textos**

Lote: 01465 - Prep () Scan () Index ()
 Projeto Nº 458/03/03/01/A
 Volume
 Qtd. A1 Qtd. A3
 Qtd. A2 Qtd. A1
 Qtd. A0 Outros

Serviço de Engenharia Ltda



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS-SRH
SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS HIDRÁULICAS - SOHIDRA

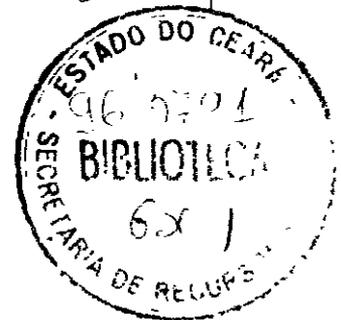
**ESTUDO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA VERTENTE FLUVIAL DOS
MUNICÍPIOS DE IPAUMIRIM, BAIXIO E UMARI NO ESTADO DO CEARÁ**

TOMO III - PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM POMBAS

VOLUME III.1 - RELATÓRIO GERAL

A - TEXTOS

Novembro/1995



000003



SUMÁRIO

000004



SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO.....	05
1 - INTRODUÇÃO	07
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO.....	10
3 - ESTUDOS BÁSICOS	13
4 - CRITÉRIOS USADOS NA DEFINIÇÃO DO PROJETO.....	16
4 1 - Arranjo Geral das Obras	17
4 2 - Definição da Seção -Tipo do Maciço	17
4 3 - Definição do Sangradouro	18
4 4 - Definição da Tomada D'Água	19
5 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO.....	20
5 1 - Maciço	21
5 2 - Sangradouro	22
5.3 - Tomada D'Água	22
6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS	23
7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DA BARRAGEM POMBAS	27
7 1 - Objetivos	28
7 2 - Especificações Técnicas para Execução das Obras de Terraplanagem	28
7 2 1 - Limpeza Geral da Área	28
7 2 2 - Escavações e Preparo das Fundações	29
7 2 3 - Execução do Maciço de Terra e Enrocamento	31
7 2 3.1 Construção do Maciço	32
7 2 3 2 Controle Tecnológico	36
7.3 - Especificações Técnicas para Execução das Obras de Concreto	37
7 3 1 - Escavação e Preparo das Fundações	37
7 3 2 - Liberação da Fundação	38
7 3 3 - Especificações Técnicas para Preparo e Execução de Concreto	
Simples e Armado	38
7 3.3 1 Normas para Concretagem	38
7 3 3 2 Ensaio Tecnológicos . . .	39
7 3 3 3 Cimento Portland	40



7 3 3 4 Água	40
7 3 3 5 Preparo do Concreto	41
7 3 3 6 Vibração	41
7 3 3 7 Cura do Concreto	42
7 3 3 8 Formas	42
7 3 3 9 Armaduras	42
7 3 3 10 Transporte	43
7 3 3 11 Lançamento	43
7 4 - Galena	45
8 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO BÁSICO.....	46
8 1 - Determinação do Volume Afluente Anual	47
8 2 - Determinação dos Parâmetros Geométricos	47
8 3 - Sangradouro	53
8.4 - Tomada D'Água	53



000006



1. APRESENTAÇÃO

000007



1 - APRESENTAÇÃO

O presente trabalho constitui o Estudo do Aproveitamento Hidroagrícola da Vertente Fluvial dos Municípios de Ipaumirim, Baixo e Uman no Estado do Ceará

O Estudo visará dotar a bacia de infraestrutura hídrica, de modo a possibilitar seu aproveitamento com ênfase para o abastecimento humano das sedes municipais, possibilitando ainda a exploração de uma agricultura mais tecnificada e com melhores índices de produtividade

A apresentação dos trabalhos segue a seguinte organização

TOMO I - Estudos Básicos

Volume I 1 - Relatório de Estudos Sócio-econômicos

Volume I 2 - Relatório de Estudos Pedológicos

TOMO II - Projeto Básico da Barragem Trapiá

Volume II 1 - Relatório Geral - A - Textos
B - Desenhos

Volume II 2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos

Volume II 3 - Relatório de Estudos Geológico - Geotécnicos

Volume II 4 - Relatório de Estudos Topográficos

TOMO III - Projeto Básico da Barragem Pombas

Volume III 1 - Relatório Geral - A - Textos
B - Desenhos

Volume III 2 - Relatório de Estudos Hidroclimatológicos

Volume III 3 - Relatório de Estudos Geológico - Geotécnicos

Volume III 4 - Relatório de Estudos Topográficos - Parte 1
Parte 2

TOMO IV - Relatório Geral

Volume IV 1 - Textos

Volume IV 2 - Desenhos

TOMO V - Relatório Síntese

Este Volume trata-se do TOMO III - Projeto Básico da Barragem Pombas, Volume III 1 - Relatório Geral - A - Textos



1 - INTRODUÇÃO

000009



1 - INTRODUÇÃO

O Relatório do Projeto Básico da Barragem Jenipapeiro/Pombas foi elaborado para a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, por intermédio da SOHIDRA e tem como objetivo a explanação detalhada das obras projetadas, dos critérios de cálculos adotados nas mesmas, bem como a apresentação de um orçamento preliminar global das obras

A obra em questão barra o Riacho Jenipapeiro, a montante da cidade de Uman, possibilitando a criação de um reservatório de $13,3 \times 10^6 \text{ m}^3$, que irá perenizar o Riacho barrado

Os aspectos básicos das obras são apresentados a seguir

- a) maciço de terra, homogêneo com filtro vertical e horizontal e com trincheira de vedação em toda extensão do eixo,
- b) sangradouro localizado na ombreira esquerda sobre rocha gnáissica, constituído de soleira espessa com 100,0m de largura e um cordão de fixação,
- c) tomada d'água na ombreira esquerda constituída de caixa de entrada, galena e bacia de dissipação contendo dois registros para controle de vazão,

As principais características técnicas da Barragem são mostradas na ficha a seguir

Localização

Riacho-----Jenipapeiro/Pombas
Municípios-----Baixio/Uman

Características Gerais

Área da Bacia Hidrográfica----- 189 km²
Volume de Acumulação----- 13,3 x 10⁶ m³
N A Normal-----262,00
N.A maximorum -----263,68



Barragem

Tipo _____ Aterro homogêneo
Cota do coroamento _____ 265,20
Altura máxima _____ 14,50 m
Comprimento da crista _____ 540,0 m
Largura da crista _____ 5,0 m
Volume de maciço _____ 128 552,6 m³

Sangradouro

Tipo _____ Soleira espessa
Cota da soleira _____ 262,00
Largura _____ 100,00 m
Vazão de projeto (TR = 500 anos) _____ 313,0 m³/s
Lâmina máxima _____ 1,68 m

Tomada D'Água

Tipo _____ Galena com crivo e registro
Número de condutos _____ 01
Diâmetro do tubo _____ 400 mm
Comprimento do tubo _____ 47,0 m
Vazão regularizada _____ 0,133 m³/s
Estaca de localização _____ 14 + 15 m
Cota do eixo do tubo _____ 254,43



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000012



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Pombas está localizada no Riacho Jenipapeiro à jusante da confluência com o riacho Pombas. No local do barramento, o Jenipapeiro situa-se no limite dos municípios de Baixo e Uman.

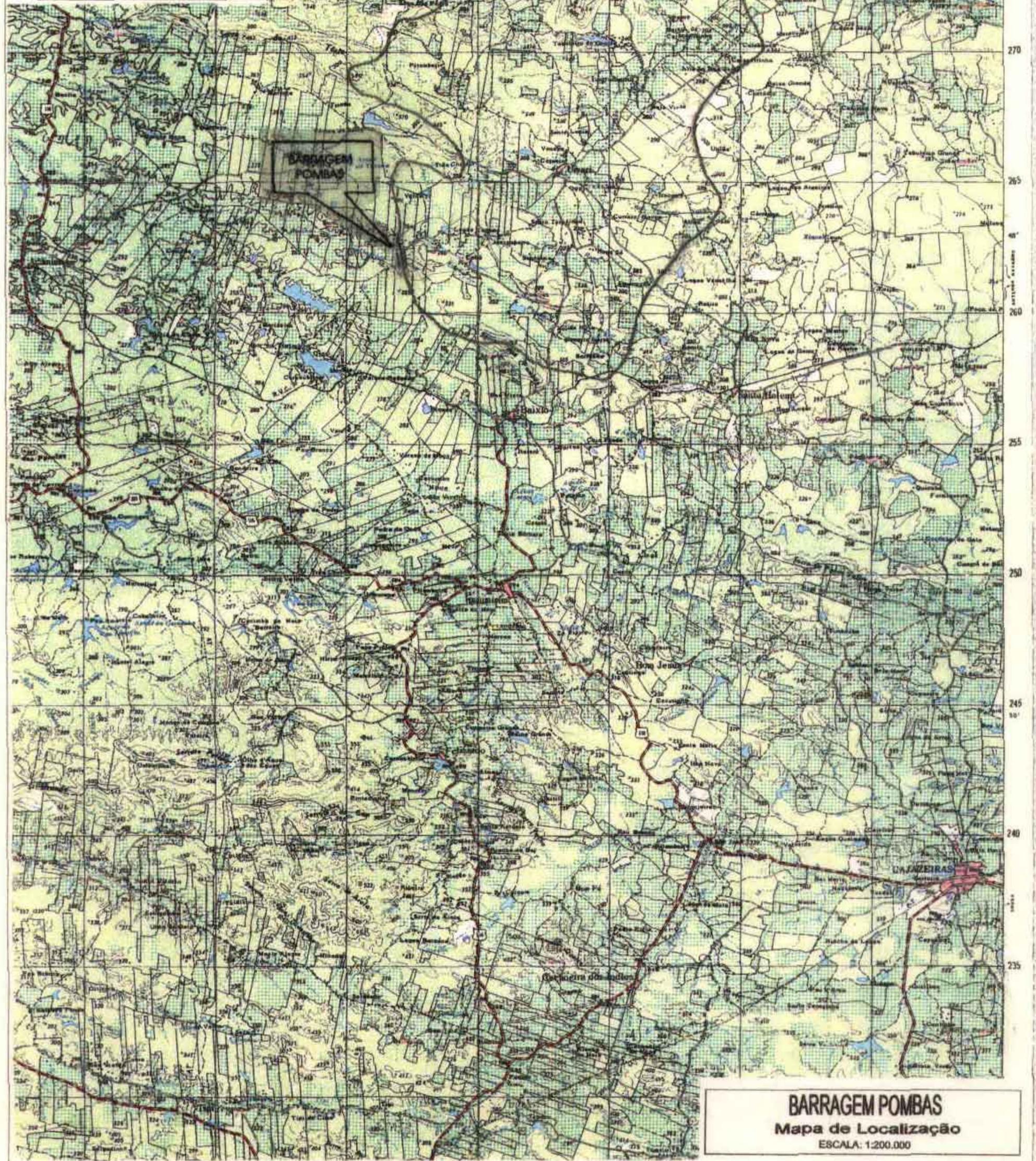
Os Municípios de Baixo e Uman localizam-se na porção sudeste do Estado do Ceará, distando de Fortaleza 450 km. O acesso ao barramento, partindo-se de Fortaleza, é feito pela BR-116 até o quilômetro 435 da citada rodovia. Neste ponto toma-se na direção leste uma estrada carroçável. O barramento situa-se na localidade denominada Xique-Xique, que dista 7 Km da BR 116.

Na Figura a seguir é mostrado o mapa de localização da Barragem Pombas/Jenipapeiro em relação ao Estado do Ceará.

000013

ESTADO DO CEARÁ

ÁREA DO PROJETO



BARRAGEM POMBAS
Mapa de Localização
ESCALA: 1:200.000

000014



3 - ESTUDOS BÁSICOS

000015



3 - ESTUDOS BÁSICOS

A realização dos Estudos Básicos teve como objetivo a obtenção dos dados necessários à perfeita caracterização dos elementos naturais e técnicos a serem utilizados na definição dos parâmetros técnicos, nas normas do projeto e no arranjo geral das obras

Os Estudos Básicos constaram inicialmente da identificação e caracterização geológica e geotécnica do local da obra. Em seguida foi elaborada uma programação que constou de estudos topográficos, hidrológicos, geológicos e da identificação dos materiais de empréstimos, através de poços de inspeção, e investigações geotécnicas de superfície e subsuperfície pela realização de sondagens a percussão e rotativa

Com base nos resultados destes estudos definiram-se algumas conceituações técnicas iniciais para as obras, possibilitando verificação de sua viabilidade técnica e, posteriormente, fornecendo dados para a realização de um novo programa de estudos de superfície e subsuperfície, visando a obtenção de dados a níveis que permitissem as conceituações e concepções técnicas finais das obras

Os estudos realizados se concentram nos seguintes grupos

- Estudos topográficos
- Estudos hidrológicos
- Estudos geológicos
- Estudos geotécnicos

Os estudos topográficos foram realizados na área de implantação das obras, e na bacia hidráulica do reservatório

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos visando a caracterização do regime pluviométrico da região, das chuvas médias e intensas, da determinação dos deflúvios e descargas máximas, da definição da vazão regularizada e da capacidade de acumulação do reservatório



Os estudos geológicos foram realizados em escala regional, dando uma visão ampla dos condicionantes geológicos da região

Os estudos geotécnicos constaram da identificação das características geotécnicas regionais a nível de reconhecimento e das pesquisas geotécnicas detalhadas de superfície e subsuperfície, constando de uma campanha de sondagens e poços de inspeção

Cada grupo de atividade mencionado acima, será detalhado em outros volumes, onde serão mostrados os trabalhos e os resultados obtidos



4 - CRITÉRIOS USADOS NA DEFINIÇÃO DO PROJETO

000018



4 - CRITÉRIOS USADOS NA DEFINIÇÃO DO PROJETO

As obras de Projeto Básico da Barragem Pombas/Jenipapeiro foram definidas a partir dos dados obtidos dos estudos realizados em campo, laboratório e escritório, que foram interpretados e analisados conjuntamente, a fim de se obter uma otimização das obras

Buscou-se durante o desenvolvimento do projeto optar por alternativas que fornecessem os menores custos, sem comprometer, entretanto, a eficiência técnica das estruturas. Os posicionamentos das obras, sangradouro e tomada d'água, também foram definidos buscando-se um melhor aproveitamento dos condicionantes topográficos e geotécnicos locais

A seguir serão descritos para cada, os critérios adotados para a definição das mesmas

4.1 - Arranjo Geral das Obras

Na definição do arranjo geral das obras foram considerados e analisados os condicionantes topográficos do local das obras, constatando-se que o eixo escolhido apresenta características técnico-econômico viável, como também, os condicionantes geológicos e geotécnicos, geotecnológicos dos materiais de empréstimos e hidrológicos da bacia em estudo

O arranjo geral consta de um maciço de terra, homogêneo, de um sangradouro localizado na ombreira esquerda e de uma tomada d'água do tipo galena, localizada na ombreira esquerda

A distribuição espacial das obras é mostrada no desenho "Arranjo Geral das Obras"

4.2 - Definição da Seção - Tipo do Maciço

Foram levantados três eixos: o primeiro na localidade de Ubaieiras, o segundo à montante de Xique-Xique, e o terceiro que foi o escolhido, à jusante da localidade de Xique Xique

Para a escolha e definição da seção-tipo do maciço foram consideradas e analisadas as condições topográficas do eixo levantado, e estudado de forma mais detalhada, no que diz respeito às características técnicas do substrato rochoso da fundação, além das características geotécnicas dos materiais de empréstimos identificados, suas disponibilidades e distâncias de transporte



De acordo com as investigações geotécnicas realizadas ao longo do eixo da barragem escolhido, o substrato rochoso apresenta-se a uma profundidade máxima de 4,00 m, no leito do nacho, sendo encoberto por aluvião, enquanto que nas ombreiras, o topo do substrato rochoso apresenta-se quase aflorando, sendo encoberto por uma delgada camada de solo de alteração

Baseado na disponibilidade e homogeneidade dos materiais terrosos existentes na região e sua distância de transporte, optou-se por um maciço homogêneo com material do tipo SC, com drenagem interna composta de filtro vertical e horizontal. Vale ressaltar que a areia utilizada nos filtros será transportada de grandes distâncias devido a inexistência de material em áreas próximas as obras

Os cálculos relativos aos parâmetros geométricos do maciço, filtros e transições, são apresentados no Capítulo "Memórias de Cálculo" neste volume

4.3 - Definição do Sangradouro

A concepção do sangradouro baseou-se nas condições topográficas do local da obra, geotécnicas da fundação e nos estudos hidrológicos realizados

A alternativa adotada foi a do vertedouro situado na ombreira esquerda com soleira estabelecida na cota 262,00. A nível de projeto executivo deve ser analisada uma alternativa na ombreira direita a fim de preservar o acesso da localidade de Xique-Xique até a sede do município de Baixo

O vertedouro escolhido foi soleira espessa, escavada em rocha gnáissica na ombreira esquerda, pois o substrato rochoso neste local apresenta condições técnicas satisfatórias à implantação da obra

O sangradouro tem uma largura de 100,0 m, dimensionado para uma vazão de 500 anos de 313,0 m³/s, permitindo uma lâmina máxima de 1,68 m

A memória dos cálculos hidráulicos do sangradouro é apresentada no Capítulo "Memória de Cálculo", neste volume



4.4 - Escolha da Tomada D'Água

Para a escolha do local da tomada d'água foram considerados os aspectos hidráulicos da obra e geológico/geotécnico do local de assentamento da mesma. A solução adotada para a tomada d'água foi a de uma galena com um canal de aproximação a montante, uma bacia de dissipação e canal de fuga a jusante.

A memória dos cálculos hidráulicos relativos à tomada d'água é apresentada no Capítulo, "Memória de Cálculo", neste volume.



5 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

000000



5 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

O Projeto Básico da Barragem Pombas/Jenipapeiro consta de um maciço homogêneo com 540,00 metros de extensão, de um sangradouro do tipo soleira espessa com 100,0 metros de largura, localizado na ombreira esquerda e de uma tomada d'água do tipo galena, localizada na ombreira esquerda

A distribuição espacial das obras pode ser visualizada no Desenho "Arranjo Geral das Obras" do Volume de Desenhos

5.1 - Maciço

O maciço da barragem é homogêneo, constituído do material SC, segundo a classificação unificada dos solos, e se desenvolve ao longo de um eixo reto em toda sua extensão

A seção transversal do maciço apresenta uma geometria trapezoidal com topo de 5,0 metros de largura, na cota 265,20, e com altura máxima de 14,50 metros em relação ao terreno natural. As inclinações dos taludes de montante é 2,5 1,0 e jusante é 2,0 1,0 (H V)

A drenagem interna do maciço será efetuada por um filtro vertical, tipo chaminé, com 1,0m de espessura e topo na cota 263,68 e, por um filtro horizontal que encobre toda a superfície do terreno, a partir do filtro vertical até o paramento de jusante, com espessura de 1,0m

Ao longo de toda extensão do maciço será removida uma camada de solo ($e = 0,30\text{m}$) de material orgânico e/ou fofo para posterior implantação do maciço

Uma trincheira de vedação do tipo "cut-off", será também escavada ao longo do maciço, até atingir o substrato rochoso com o objetivo de interceptar o pacote aluvionar. O "cut-off" será escavado com talude 1,0 1,0 (H V) e terá 5,0 m de base sobre o substrato rochoso

A proteção do maciço contra chuvas, erosões e movimentos das ondas será efetuada por um "nap" com 0,60 m de espessura de enrocamento e 0,30 m de bnta comda



Os detalhes da seção-tipo do maciço, bem como seções transversais de 20 em 20 metros são apresentados nos Desenhos do Projeto

5.2 - Sangradouro

O Sangradouro da Barragem Pombas/Jenipapeiro tem sua soleira definida em função do potencial hídrico, na cota 262,00 que corresponde a um armazenamento de $13,26 \times 10^6 \text{ m}^3$

O sangradouro está localizado na ombreira esquerda e é constituído de soleira espessa com 100,0 m de largura, escavado em rocha gnáissica, dimensionado para a vazão para 500 anos de $313 \text{ m}^3/\text{s}$

Para fixação da soleira do sangradouro foi projetado um cordão de fixação ao longo dos 100,0m de largura do sangradouro, com uma seção de 0,5 m de largura e 1,0 m de profundidade, com o objetivo de evitar uma provável erosão regressiva no substrato gnáissico. O cordão de fixação divide o canal de escavação em dois trechos: o de montante, chamado canal de aproximação e o de jusante chamado canal de fuga.

O perfil longitudinal do sangradouro com cortes transversais da escavação e o cordão de fixação podem ser visualizados no Desenho, "Sangradouro - Cortes Transversais e Longitudinal"

5.3 - Tomada D'água

A tomada d'água está localizada na ombreira esquerda, estaca 14 + 15 m, composta por um canal de aproximação, por uma caixa de entrada com crivo a montante, um conduto forçado, e uma bacia de dissipação com um canal de fuga a jusante. Os aspectos gerais da tomada d'água são apresentados no Desenho "Tomada D'Água," do Volume de Desenhos.

Na caixa de entrada, localizada a montante, será instalada uma grade de aço para a proteção de entrada na tubulação de galhos, pedras ou outros elementos prejudiciais ao funcionamento da tomada d'água. A galena constituída de concreto estrutural, envolve a tubulação de aço de 400mm de diâmetro e tem uma extensão de 47,0 m. Na bacia de dissipação, projetada para amortecer a velocidade de saída da água a jusante, serão instalados dois registros de gaveta de onde fará o controle da vazão da tomada d'água e manutenção da mesma.



6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

000025



6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

Os custos das obras desenvolvidos no projeto serão apresentados a seguir em planilhas constando das seguintes etapas: administração e fiscalização, serviços preliminares, barragem, sangradouro e tomada d'água

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

Os preços unitários utilizados são originários da Tabela de Preço da SRH, e os itens que não constam na Tabela, são oriundos de pesquisa de mercado

**ORÇAMENTO PRELIMINAR
BARRAGEM POMBAS
OUTUBRO, 1995**

Item	Especificação dos serviços	Unid.	Quant.	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
1.0	Administração e Fiscalização				
1.1	Instalação e manutenção de canteiro de obras (1,5% de 2,3,4 e 5)	ud	1,00	13.619,08	13.619,08
1.2	Mobilização (1,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	13.619,08	13.619,08
1.3	Desmobilização (1,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	13.619,08	13.619,08
1.4	Divulgação (0,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	4.539,69	4.539,69
	Total do item 1				45.396,93
2.0	Serviços preliminares				
2.1	Camínhos de serviços com faixa de 6,0m, para acesso as obras e jazidas.	km	10,00	623,63	6.236,30
2.2	Desmatamento e destocamento tipo regular do local da barragem sangradouro e empréstimos, compreendendo derruba, arranca, queima, enleiramento e requeima.	ha	16,00	400,00	6.400,00
2.3	Expurgo de material (remoção de camada vegetal), nas áreas de implantação da barragem, sangradouro e jazidas, com bota-fora de até 300m, medido no corte.	m ³	32.000,00	0,93	29.760,00
	Total do item 2				42.396,30
3.0	Barragem				
3.1	Escavação, carga, transporte e descarga p/ fundação de material de 1a. categoria, com bota-fora até 300m .	m ³	15.088,00	0,75	11.316,00
3.2	Escavação, carga, transporte e descarga p/ fundação de material de 2a. categoria, com bota-fora até 300m.	m ³	6.466,00	1,16	7.500,56
3.3	Escavação, carga, transporte e descarga de material argiloso para o corpo da barragem até 3,00 m	m ³	92.075,00	0,75	69.056,25
3.4	Espalhamento, expurgo, umedecimento e homogeneização e compactação de solos selecionados para o maciço e fundação.	m ³	113.629,00	0,57	64.768,53
3.5	Espalhamento, expurgo, umedecimento e adensamento da areia.	m ³	11.778,00	0,54	6.365,52
3.6	Fornecimento de brita para transição (inclusive carga, transporte e descarga).	m ³	5.392,00	10,15	54.728,80
3.7	Fornecimento e espalhamento de blocos de rocha, para "rip-rap" e rock-fill (inclusive carga, transporte até 300m e descarga).	m ³	10.598,00	8,74	92.626,52
3.8	Espalhamento e compactação da transição.	m ³	5.392,00	3,39	18.278,88
3.9	Transporte complementar de material de 1a. categoria.(D = 2,0 km)	m ³ xkm	214.326,00	0,70	150.028,20
3.10	Transporte complementar de areia (D = 19 km)	m ³ xkm	223.972,00	0,70	156.780,40
3.11	Transporte complementar de material de 3ª categoria. (D = 1,0 km)	m ³ xkm	10.598,00	1,08	11.445,84
3.12	Plantio de grama no talude de jusante.	m ²	11.155,00	1,78	19.855,90
3.13	Preparo e regularização dos taludes.	m ²	24.350,00	1,04	25.324,00
3.14	Revestimento do coroamento com pedrisco ou cascalho, inclusive extração, medido no terreno, e = 0,20m	m ²	2.860,00	1,26	3.603,60
3.15	Meio fio de concreto para o coroamento	m	1.144,00	14,63	16.736,72
	Total do item 3				708.415,72

000007

ORÇAMENTO PRELIMINAR
BARRAGEM POMBAS
OUTUBRO, 1995

Item	Especificação dos serviços	Unid.	Quant.	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
4.0	Sangradouro				
4.1	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de material de 1a. categoria	m ³	2.800,00	0,75	2.100,00
4.2	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de material de 2a. categoria.	m ³	4.668,00	1,16	5.414,88
4.3	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de material de 3a. categoria.	m ³	11.202,00	8,03	89.952,06
4.4	Concreto ciclópico 200kg/m ³ , com 12% de pedra de mão para o cordão de fixação.	m ³	60,00	86,05	5.163,00
	Total do item 4				102.629,94
5.0	Tomada de água				
5.1	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 1a. categoria.	m ³	110,00	2,77	304,70
5.2	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 2a. categoria.	m ³	44,00	3,76	165,44
5.3	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 3a. categoria.	m ³	66,00	6,66	439,56
5.4	Concreto ciclópico para regularização (200kg de cimento/m ³) com até 12% de pedra de mão.	m ³	12,00	86,05	1.032,60
5.5	Concreto com consumo de cimento de 300kg/m ³ , para caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m ³	50,00	98,15	4.907,50
5.6	Junta de vedação tipo O-22, fornecimento e montagem.	m	19,00	37,94	720,86
5.7	Fornecimento e aplicação de aço CA-60.	kg	3.000,00	1,08	3.240,00
5.8	Formas planas de madeira comum	m ²	200,00	9,95	1.990,00
5.9	Tubulação em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 400 mm, inclusive assentamento, para tomada d'água.	m	47,00	600,00	28.200,00
5.10	Registro de acionamento direto, volante e bay-pass de d = 400mm, med. R16-fV ou similar.	ud	2,00	5.310,00	10.620,00
5.11	Arruela de borracha para flanges, d = 200mm.	ud	5,00	57,51	287,55
5.12	Parafuso com porca, flange 5/8" x 4	ud	36,00	9,00	324,00
5.13	Curva de 45 graus, com flange, d = 400mm.	ud	1,00	882,00	882,00
5.14	Grade de aço de 2,00 m x 2,00 m e dispositivo de colagem, inclusive assentamento e acessórios.	ud	1,00	850,00	850,00
5.15	Crivo para entrada da galeria, com diâmetro de 400 mm.	ud	1,00	532,96	532,96
	Total do item 5				54.497,17
TOTAL GERAL					953.336,06

Obs.: US\$ 1,00 = R\$ 1,00



7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

000029



7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DE OBRAS DE IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM POMBAS.

7.1 - Objetivos

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas que, juntamente com os Desenhos do Projeto e instruções da Fiscalização, deverão ser obedecidas durante a construção das Obras de terra

7.2 - Especificações Técnicas para Execução das Obras de Terraplenagem

7.2.1 - Limpeza geral da área

A limpeza consistirá na remoção de todo o material, de origem vegetal de dentro da área a ser designada pela Fiscalização. A limpeza incluirá, onde necessário, as operações de desmatamento, destocamento e remoção dos detritos de origem vegetal, de forma que a superfície resultante se apresente livre de qualquer detrito

Por desmatamento entende-se a derrubada, remoção e transporte de todas as árvores, arbustos e capoeira existentes na área. O destocamento significa a remoção dos tocos e raízes existentes dentro da área designada pela Fiscalização

O material removido na operação de limpeza deverá ser transportado para locais previamente indicados pela Fiscalização

As áreas a serem limpas correspondem àquelas em que serão realizadas as escavações programadas ou as que serão utilizadas como empréstimos, bota-fora ou destinadas à estocagem. Além disso, a Executante deverá limpar, às suas expensas, a região em que instalar seu canteiro de serviço. Os limites das áreas a serem limpas se estenderão dez metros além das linhas de demarcação das escavações, saias de aterro, pilhas de agregados ou bota-fora

O acabamento das áreas sujeitas a operação de limpeza consistirá em regularização do terreno, de forma a que este se mantenha estável e com drenagem adequada, para evitar a formação de bolsões onde possa haver acumulação de água



7.2.2 - Escavações e preparo das fundações

Todas as escavações deverão ser levadas até as linhas, declividades e taludes mostrados nos Desenhos ou indicados pela Fiscalização

Essas profundidades foram fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, que poderão ser alteradas durante a construção, objetivando que sejam alcançadas as condições previstas nas especificações

Os limites das escavações poderão ser alterados pela Fiscalização em função das condições locais, caso a rocha e/ou outros materiais, apresentem características diferentes dos previstos nas considerações do projeto e nos desenhos

- **Fundações das ombreiras**

As escavações deverão compreender a remoção dos solos húmidos, bem como os matacões soltos ou parcialmente enterrados, areias e siltes inconsolidados e camadas de solos compressíveis. O material removido deverá ser depositado em bota-fora ou depósitos

Após a remoção dos materiais indesejáveis, o terreno será regularizado e compactado, nas regiões entre os blocos ou onde ocorrerem solos, antes de receber a primeira camada de material do maciço

Na região central do maciço, deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre a fundação e o núcleo, sem planos preferenciais de percolação, através da abertura de uma trincheira de vedação "cut-off", até atingir rocha alterada pouco decomposta ou rocha sã, por toda a extensão do núcleo

No trecho de contato do núcleo com a rocha, a mesma deverá ser limpa com jato de ar e/ou água

As reentrâncias e/ou saliências da superfície da rocha de fundação deverão ser aparadas, ou então, o espaço sob as mesmas, preenchido com concreto ou argamassa, de modo que nenhuma superfície de fundação tenha uma declividade maior do que 0,75 horizontal para 1,00 vertical



Após o tratamento localizado das irregularidades da rocha de fundação, toda a superfície que ficará em contato com o núcleo impermeável deverá ser recoberta por uma camada de concreto de regularização, com uma espessura de 5 a 7 cm, e em tempo hábil, para que se verifique a pega antes da rega e lançamento da primeira camada do atemo

- Fundação do leito do no

A escavação na região do depósito aluvionar arenoso do leito principal do no, compreenderá apenas a escavação de uma trincheira de vedação para permitir uma perfeita ligação do núcleo com a rocha de fundação, sendo que o restante será apenas regularizado e retirado qualquer material compressível que possa ocorrer na área

- Trincheira de vedação

A escavação da trincheira de vedação exigirá o rebaixamento do lençol freático até a base das mesmas, para possibilitar a execução do maciço compactado, conforme detalhado nos desenhos de projeto

- Desmoronamento

A executante deverá tomar todas as providências para evitar a ocorrência de desmoronamento. Caso estes ocorram, a reparação dos danos e a retirada do material resultante serão feitas pela Executante e às suas expensas

- Utilização e rejeição do material escavado

Todo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem e separado por cargas durante as operações de escavações. Será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária. O material não aproveitável deverá ser depositado em bota-foras

Todos os materiais onudos das escavações que se destinam ao maciço da barragem, deverão ter seu aproveitamento direto das escavações para o maciço, necessitando portanto de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do maciço



7.2.3 - Execução do maciço de terra e enrocamento

Antes de se iniciar a construção do maciço de terra, deverão estar concluídos todos os serviços relativos à escavação, preparo e tratamento das fundações em solo e rocha

O maciço da barragem será construído de acordo com os desenhos de projeto, a presente especificação e instruções complementares de campo emitida pela Fiscalização

- **Matenais para o maciço**

Na construção do maciço da barragem serão empregados os matenais areno-argilosos das jazidas e os matenais arenosos aluvionares do leito do rio. Os matenais rochosos serão obtidos a partir das escavações obrigatórias em rochas ou da pedreira. No volume do projeto básico correspondente aos estudos geológicos e geotécnicos, são detalhadas as jazidas e/ou empréstimos de matenais a serem utilizados.

- **Solos areno-argilosos**

Para a construção do núcleo impermeável, está prevista a utilização do solo residual de composição areno-argiloso.

As características geotécnicas, destas áreas, suas localizações são apresentados no desenho do projeto.

Antes da exploração destas áreas de empréstimos, deverão ser realizados estudos, visando a caracterização e seleção dos matenais a serem lançados no maciço.

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

- umidade ótima $\geq 10\%$
- percentagem de grãos passando na peneira 200 $\geq 30\%$
- deverão ser plásticos, materiais não plásticos, não serão utilizados



- Transição fina (areia)

Para a zona de transição fina de areia adensada, será utilizada a areia transportada do leito do rio Salgado a uma distância de 25 Km

- Transições

Para a construção das zonas de transições, está previsto o beneficiamento através da britagem da rocha, proveniente das escavações obrigatórias e/ou da pedreira

7.2.3.1 - Construção do Maciço

O processo de construção consiste em depositar os materiais nos locais convenientes, segundo suas características e indicações do projeto, lançá-los e espalhá-los com espessuras pré-determinadas, corrigir a umidade, quando necessário, e fazer a compactação obedecendo a especificações ou instruções de campo

- Núcleo impermeável

O núcleo impermeável deverá apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permitam ao mesmo, a plenitude de suas funções. Estas características deverão ser obtidas através do controle da variação de umidade e grau de compactação

- Lançamento e espalhamento

O lançamento das camadas de solo serão sempre em camadas horizontais e dispostas em faixas paralelas ao eixo da barragem

O trajeto do equipamento de transporte do material, quando passar na zona de material impermeabilizador, deverá ser mudado frequentemente, a fim de que no caso de produzir uma estratificação nesta direção, seja menor o risco de infiltração



Deve ser prevista a drenagem natural do maciço impermeável, com a finalidade de se evitar que as águas da chuva elevem a umidade além dos limites prescritos

Quando esta drenagem for insuficiente, os trabalhos serão interrompidos a fim de permitir a evaporação. Quando uma forte chuva for prevista, deverá ser passado, sobre o maciço, um rolo liso ou de pneus, de modo a aumentar a estanqueidade superficial. A superfície do terreno será inclinada para montante de 4%, ou menos, quando o trabalho estiver sujeito a interrupções em virtude de chuvas fortes. Serão necessários cuidados especiais permitindo que seja assegurado um espalhamento uniforme entre as diversas camadas lançadas

- Espessuras das camadas, números de passagem do rolo, umidade e grau de compactação

A espessura máxima das camadas, bem como o número de passadas do equipamento de compactação, no maciço impermeável, será determinada, conforme os equipamentos a serem empregados em função dos resultados obtidos no início dos trabalhos

Inicialmente será adotada a espessura de material solto de 25 cm, lançada com controle lateral de espessuras por intermédio de cruzetas. Estas deverão ser consideradas como controle orientativo e preliminar da espessura das camadas, a serem confirmadas pelos ensaios de controle

O controle efetivo deverá ser realizado pelo Executante, por meio de nivelamentos de vários pontos da praça, a cada dez camadas sucessivas

O número de passadas, para os diversos equipamentos, é definido em item posterior

O teor de umidade situar-se-á ao redor da ótima do Proctor Normal, com faixa de tolerância de 1,5% abaixo até 1,0% acima da ótima. Os materiais que se encontrarem na barragem com umidade fora destes limites, serão submetidos a rega ou secamento antes da compactação

O grau de compactação deverá ser no mínimo de 95%, ficando a média em torno de 98%, quando não atingido o valor mínimo a camada deverá ser recompactada





- **Ligação entre as camadas**

Para assegurar uma boa ligação entre as camadas do maciço é necessário que os materiais em contacto estejam nas mesmas condições de umidade, e que seja escanificada a superfície da camada compactada antes da colocação de nova camada. As rugosidades deixadas pelos rolos de compactação que penetre uns 3 cm na camada compactada são suficientes. Entretanto, grande parte dessas rugosidades são muitas vezes suprimidas pela passagem dos equipamentos de transporte, devendo, então, as trilhas deixadas por estes equipamentos serem revolvidas por uma grade de disco até uma profundidade de três a oito centímetros ou escanificadas.

- **Equipamento de compactação**

A compactação pode ser feita por meio de sapos, rolo pé-de-carneiro, rolos vibratórios ou rolos de impacto.

O sapo mecânico ou pneumático será usado nos locais inacessíveis a outros tipos de compactadores.

A fixação do número de passadas dos equipamentos será feita na fase inicial da compactação do aterro, com fundamento nos primeiros resultados obtidos. Como sugestão inicial, recomenda-se 10 (dez) passadas com o rolo pé-de-carneiro, e 8 (oito) passadas para os rolos vibratórios.

Quando indicado o rolo pé-de-carneiro, o pé desse rolo deve penetrar pelo menos até $\frac{3}{4}$ da espessura da camada fofa por ocasião da primeira passagem do rolo, a fim de assegurar a compactação da parte inferior da camada e permitir boa aderência com a camada subjacente.

A velocidade de deslocamento do rolo compactador não deve exceder a 5km/h para o rolo pé-de-carneiro e 15 a 20 km/h para os rolos de impacto.

- **Núcleo impermeável**

O material para o núcleo impermeável da barragem deverá ser obtido das áreas de empréstimos indicados no desenho de projeto, e devidamente compactado de acordo com as especificações vigentes.



A umidade será corrigida antes da compactação. O acréscimo de água, quando necessário, poderá ser feito por meio de carros pipas, aspersores ou mangueiras. Em seguida a esta operação, se necessário, a camada de terra será destorroada e pulverizada por meio de grade de disco que, simultaneamente, uniformizará a umidade.

A critério da Fiscalização, sempre que for mais econômico, deve-se corrigir o teor de umidade desejado no próprio empréstimo, irrigando a superfície. Quando o material não absorver água rápida e uniformemente, será prático molhar a face do terreno à medida que se for fazendo a escavação.

Neste caso, a correção da umidade no local da construção se limitará às perdas por evaporação.

Na hipótese do material no empréstimo ter teor de umidade mais elevado do que o apropriado para a utilização na obra, a Executante procederá à aeração e secagem na área de empréstimo através de drenagens, escarificação e ou revolvimento por meio de grades de discos.

Os valores das umidades ótimas, densidades secas máximas e características granulométricas são apresentados no desenho de projeto.

- **Material de filtro**

A compactação desse material será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com saturação completa e com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente, o material de filtro deverá ser composto por areia bem lavada com granulometria contínua. A compactação relativa mínima a obter em ensaio de controle para este tipo de material será de 65%.

- **Zona de transição**

A zona de transição deverá ser composta por uma faixa granulométrica previamente definida, e constituída de fragmentos de rochas sãs com elevada resistência à abrasão e à decomposição química.



A compactação desse material será realizada em camadas não superiores a 50 cm, com emprego de equipamentos vibratórios

Especificamente o material de transição deverá ser composto por materiais britados, isentos de material pulverulento com granulometria contínua

- Enrocamento

Para execução do enrocamento deverá ser utilizado materiais provenientes das escavações obrigatórias e/ou da pedreira, constituídos de fragmentos de rocha sã com elevada resistência a abrasão e a decomposição

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

O lançamento destes materiais será sempre efetuado sobre o talude ou nas bordas da camada que está sendo lançada

O diâmetro médio e máximo das pedras, será especificado em função do local de aplicação e das suas características necessárias

7.2.3.2. Controle Tecnológico

O controle de qualidade deverá ser feito por pessoal da Fiscalização, através de acompanhamento e inspeção visual e tátil permanente das diversas operações de escavação, lançamento, espalhamento, homogeneização e compactação. Este acompanhamento de campo será complementado com a realização de Poços de Inspeção e Ensaio Geotécnicos de Controle, objetivando um registro do acompanhamento técnico

Os métodos a serem empregados no controle tecnológico da obra são

- Para o núcleo impermeável o controle tecnológico será realizado através de ensaios Hilf-Proctor, com uma frequência de ensaio a cada 300m³ de aterro compactado, ou no mínimo 2 ensaios por camada. Estes dados deverão ser tratados estatisticamente a cada 80 ensaios, onde será analisado o comportamento do grau de compactação e do desvio de umidade,



- Para o material do filtro, o controle será realizado através da determinação da compactidade relativa,
- Para os materiais de transição e enrocamento, o controle será realizado através dos métodos construtivos e de passadas do equipamento de compactação

A análise dos resultados obtidos fornecerá subsídios para eventuais determinações de novas rotinas de trabalho em substituição a presente especificação

A Empreiteira deverá manter no canteiro da obra um laboratório equipado que permita a realização de ensaios de caracterização completa Limites de Alteberg, Hilf-Proctor, Proctor Normal, Permeabilidade e Densidade Relativa

7.3 - Especificações Técnicas Para Execução das Obras de Concreto

7.3.1 - Escavação e preparo das fundações

As escavações das áreas das fundações das estruturas de concreto, deverão seguir as indicações das linhas, declividades e taludes mostrados nos desenhos de projeto ou indicados pela Fiscalização

Na escavação a fogo, será de total responsabilidade do Executante o correto manuseio dos explosivos e a execução dos trabalhos de escavação

Durante as escavações, à medida que se aproxima dos limites finais, os métodos de fogo serão *correspondentemente modificados de modo a se preservar a integridade da superfície final, em função de sua utilização posterior* As últimas explorações não devem causar trncas ou qualquer outra alteração às superfícies finais, o que poderá torná-las impróprias para a utilização prevista

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



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

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

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

7.3.2 - Liberação da fundação

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

7.3.3 - Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado

7.3.3.1 - Normas para concretagem

Serão obedecidas as Normas Brasileiras para execução e escolha dos materiais necessários tais como brita, areia, cimento, água e aditivos.

A composição do concreto será obtida por qualquer método de dosagem racional, sendo de responsabilidade da Executante.

A Executante manterá no canteiro de obra um laboratório equipado para ensaios dos corpos de prova retirados durante as concretagens.

Os corpos de prova de concreto serão moldados em cilindros de 15 x 30 cm, de acordo com as prescrições das N B.



Serão utilizados na obra os seguintes tipos de concreto

- Concreto tipo A para as estruturas de concreto armado Este concreto terá um teor de cimento mínimo de 300 kg/m^3 e fator água-cimento não superior a 0,6, de modo a satisfazer a resistência à ruptura dos corpos de prova aos 28 dias, será função do tipo de controle utilizado durante a concretagem
- Concreto tipo B para as camadas de regularização do terreno Este concreto terá um teor de cimento de 150 kg/m^3 e fator água-cimento em torno de 0,8

Na dosagem da água de amassamento será levada em consideração a umidade dos agregados inertes, principalmente da areia que será determinada pelo aparelho "speedy moisture tester" ou por outros processos expeditos usuais

Sempre que for necessário, a Fiscalização poderá exigir o emprego de mais de uma qualidade de areia

Quando houver mudança da qualidade dos agregados, determinar-se-á, novamente, a composição do traço mais adequado para conseguir-se um concreto com as qualidades exigidas pelo projeto

Quando for necessário, o agregado graúdo deverá ser regado, repetidamente, pelo menos 24 horas antes de sua aplicação, de maneira a manter a sua superfície úmida

7.3.3.2 - Ensaio Tecnológicos

Deverá ser feita uma série de 3 corpos de prova para cada 50 m^3 de concreto tipo A Os corpos de prova serão confeccionados e terão sua cura de acordo com o MB-2 e MB-3 da ABNT e segundo as normas a seguir

O resultado dos ensaios será a média das resistências de 3 cilindros, a menos que um deles mostre sinais evidentes de irregularidade na colheita, na moldagem ou no método de ensaios, casos em que o resultado será dado pelos dois corpos de prova restantes

No caso em que dois corpos de prova sejam considerados defeituosos, o resultado do ensaio não será aceito



Os ensaios serão feitos, normalmente, a 28 dias, mas podem ser adotadas provas de 3 a 7 dias a critério da Fiscalização

As tensões mínimas de ruptura em função das quais serão determinadas as resistências médias a ruptura de corpo de prova a 28 dias serão Concreto Tipo A $R = 150 \text{ kg/cm}^2$

7.3.3.3 - Cimento Portland

O cimento Portland, conforme as normas da ABNT/EB-1, será adotado para toda a estrutura de concreto

Na eventualidade dos agregados, em parte ou na totalidade serem quimicamente ativos, a percentagem de alcalinos de cimento não deverá ultrapassar a 0,6%

Não poderá ser empregado cimento proveniente de limpeza de sacos ou embalagem, ou de sacos rasgados ou molhados durante o transporte

O cimento deverá ser colocado em depósitos secos e ventilados de modo que seja consumido segundo a ordem de chegada

O cimento não deverá permanecer armazenado por mais de 90 dias e as pilhas não deverão ter mais de 12 sacos

7.3.3.4 - Água

Deverá ser limpa e isenta de quantidade inadmissível de silte, matéria orgânica, óleo, álcali, sais, despejos de esgotos e outras substâncias nocivas

Os agregados (areia e brita), deverão obedecer às prescrições das Normas da ABNT (EB-4, MB-7, MB-8 E MB-10)



Os montes de agregados deverão ter boas condições de drenagem impedindo-se a introdução de materiais estranhos e modificações da granulometria

7.3.3.5 - Preparo do Concreto

Os componentes do concreto serão introduzidos conjunta e gradualmente na betoneira, podendo parte da água ser colocada depois de terminada a carga dos outros materiais

O tempo de mistura na betoneira deverá ser, no mínimo, 1,5 minutos depois da carga. A água deverá ser totalmente introduzida na betoneira antes que tenha decorrido $\frac{1}{4}$ do tempo total da mistura

As betoneiras poderão descarregar diretamente no recipiente de transporte

Será tomado especial cuidado em toda a manipulação do concreto para que não haja segregação dos seus componentes nem perda excessiva de água por evaporação, sendo permitida uma redução máxima de 2,5 cm no abatimento do ensaio de consistência no cone de Abrams, para o percurso do concreto da betoneira à posição definitiva nas formas

O concreto será transportado da betoneira para as formas, tão rapidamente quanto praticável, por métodos que impeçam a segregação ou perda de ingredientes. O tempo máximo entre a mistura e o lançamento deverá ser de 45 minutos

7.3.3.6 - Vibração

O concreto deverá ser vibrado até que se obtenha a máxima densidade possível, evitando-se a criação de vazios e bolhas de ar na sua massa. A vibração deverá ser procedida por vibradores pneumáticos ou elétricos com dimensões apropriadas para o tamanho da peça que está sendo concretada. Será mantido o vibrador na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição

Os vibradores de imersão deverão trabalhar com uma frequência mínima de 6 000 vibrações/minuto



7.3.3.7 - Cura do Concreto

A superfície do concreto será protegida adequadamente contra a ação nociva do sol e da chuva, de água em movimento, de agentes mecânicos e não será deixada secar desde o lançamento até pelo menos, 7 dias após

As formas de madeira que permaneçam no local, deverão ser mantidas úmidas até o final da cura para evitar a abertura de juntas e o consequente secamento local do concreto. A água usada para a cura deverá satisfazer as mesmas exigências da água usada para misturar o concreto

Todas as superfícies do concreto deverão ser mantidas úmidas durante 7 dias ou conforme estabelecer a Fiscalização

7.3.3.8 - Formas

As formas deverão ter resistência suficiente para suportar as pressões resultantes do lançamento do concreto

Deverão ser mantidas rigidamente na posição correta para não sofrer deformações e suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de nata de concreto

No momento da concretagem a superfície das formas deverá estar livre de incrustações, de nata ou outros materiais estranhos

A superfície que receberá o concreto deverá ser aplainada e untada com óleo especial para formas ou óleo de caráter usado a fim de evitar a aderência do concreto

7.3.3.9 - Armaduras

As barras de aço para as armaduras de concreto seguirão as prescrições das Normas da ABNT

000044



Os depósitos de vergalhões deverão ser dispostos em áreas adequadas permitindo a armação das diversas partidas, tipos de aço, etc

As barras de armaduras serão colocadas cuidadosamente e ligadas nos cruzamentos por arame de ferro doce. Devem ficar firmemente nas posições indicadas nos desenhos do projeto e, quando necessário, serão usados distanciadores ou suportes próprios de acordo com a NB-1

7.3.3.10 - Transporte

Os métodos e equipamentos para o transporte bem como o tempo decorrido nessa operação devem ser de tal forma, que não provoquem a segregação dos agregados, nem ocorra perda no "slump" em valor superior a 2,5 cm

7.3.3.11 - Lançamento

Nenhuma concretagem poderá ser realizada sem a presença da Fiscalização

As superfícies de rocha ou de concreto endurecido devem ser previamente limpas e umedecidas

O lançamento do concreto será procedido de um recobrimento preliminar dessas superfícies por uma camada de argamassa cuja espessura será, aproximadamente, de 6 a 10 mm. A argamassa deverá ter a mesma composição de argamassa desse concreto

A argamassa deve possuir os mesmos fatores água-cimento e aditivos, bem como as quantidades de cimento e areia utilizados no traço do concreto, exceto quando a Fiscalização determinar por escrito o emprego de outro traço

As superfícies de um concreto que já tenham começado a secar e não requeram novo tratamento de limpeza, devem ser conservadas úmidas por algumas horas, preferivelmente, durante a noite, antes do lançamento de uma nova camada



De modo algum poderá ser colocado um concreto em local onde exista água acumulada, formando poça

A altura da queda livre de um concreto lançado deverá ser inferior a 1,5 metros, procurando-se sempre obter condições para que seja a menor possível. Para isso devem ser utilizadas caçambas, guias ou calhas que dirijam o concreto para o local em que ficarão na forma, no local definitivo

O concreto deve penetrar em todas as reentrâncias das formas, tomando-se para isso providências necessárias

A separação da argamassa pode ser minimizada, evitando-se ou controlando movimentos laterais do concreto durante as operações de manipulação ou colocação

Para conseguir os melhores resultados de vibração, as espessuras das camadas depositadas sucessivamente devem estar entre os limites

- de 30 cm para concreto estrutural,
- de 40 cm a 50 cm para concreto massa

A vibração do concreto deve ser efetuada tão logo seja colocado nas formas, de modo a permitir ao vibrador penetrar na massa com esforço do seu peso próprio

O concreto utilizável deve apresentar uma redução de altura, da ordem de 6 cm, no teste de "slump". Qualquer concreto que tenha atingido "pega" deve ser rejeitado

Após o espalhamento no local da forma, a vibração deve ser efetuada antes da passagem de aparelhos ou dispositivos que alisem a superfície aparente da camada, não permitindo endurecimento preliminar de qualquer parte da massa a vibrar

Nos locais em rampa, a concretagem deve ser procedida das partes altas para as baixas, facilitando a remoção dos excessos de massa

A qualidade do concreto é melhorada com a redução do fator água-cimento. Entretanto, isso resulta mais da diminuição da quantidade de cimento



Para uma mesma quantidade de cimento por metro cúbico de concreto, as limitações do fator água-cimento ficam condicionadas

- A menor redução de altura no teste de "slump",
- O diâmetro máximo prático do agregado graúdo,
- A menor porcentagem de areia compatível com uma boa trabalhabilidade do concreto

7.4 - Galeria

A tubulação da galena será de aço ASTM A-36 com dimensões indicadas em projeto. Sua fabricação e montagem deverá seguir as normas usuais.

As peças, (curvas, crivos, etc) e válvulas (registros), deverão ser de ferro fundido flangeadas, capazes de suportar, pelo menos, a pressão de serviço da tubulação da galena. Sua construção e montagem serão de acordo com as Normas Brasileiras complementadas pelas Normas Internacionais da AWWA.





8 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

000048



8 - MEMÓRIA DE CÁLCULO

8.1 - Determinação do Volume Afluente anual

Utilizou-se a precipitação média do Posto Pluviométrico de Uman

Posto de Uman = 787,4 mm/ano

A área da bacia hidrográfica = 189,0 km²

onde

S = área da bacia hidrográfica

Pelas fórmulas de Aguiar

$V_a = R\% H U S$

em que R% = Rendimento em percentagem
H = altura da chuva em m/ano
S = área da bacia hidrográfica em m²
U = para bacia tipo 3 = 1,0

$V_a = 0,10 \times 0,7874 \times 1,0 \times 189\ 000\ 000,00$

$V_a = 14\ 881\ 860\ m^3/ano$

Pelo PERH o defluxo médio anual para Uman é de 76 mm ou 14 364 000 m³/ano

8.2 - Determinação dos Parâmetros Geométricos

Os parâmetros geométricos aqui calculados e definidos dizem respeito a

- Tipo do maciço
- Folga
- Revanche
- Cota do coroamento da barragem
- Altura máxima da barragem

000049



- Largura do coroamento
- Rip-Rap
- Transição
- Taludes do maciço

Os estudos e considerações adotados são mostrados a seguir

Tipo de Maciço

O maciço é de terra, homogêneo, composto de material existente na área, caracterizado como SC, segundo a classificação USC. No trecho central da seção foi projetado um filtro vertical seguido de um tapete horizontal com enrocamento de pé (rock-fill). O talude de montante está protegido por uma camada de "rip-rap".

Folga (f)

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

$$h_0 = 0,75 + 0,34\sqrt{F} - 0,26\sqrt[4]{F} \quad (\text{Stevenson})$$

$$v_0 = 1,5 + 2h \quad (\text{Gaillard})$$

$$f = 0,75h + \frac{v_0^2}{2g}$$

onde

h_0 = altura da onda em m

F = "fetch" em Km



v_o = velocidade da onda m/s

f = folga, em m

$$h_o = 0,75 + 0,34\sqrt{4,55} - 0,26\sqrt{4,55}$$

$$h_o = 1,10 \text{ m}$$

$$v_o = 1,5 + 2 \times 1,10$$

$$v_o = 3,7 \text{ m/s}$$

$$f = 0,75 \times 1,10 + \frac{3,7^2}{2 \times 9,8}$$

$$f = 1,52$$

Revanche

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

$$R = C_c - C_s$$

onde

C_c = cota do coroamento

C_s = cota da soleira do sangradouro

$$R = 3,20 \text{ m}$$



Altura Máxima da Barragem

A cota do leito do rio no local do eixo do barramento é 250,66. Desejando-se aproveitar o potencial hídrico da bacia e considerando o arranjo topográfico do local do eixo do barramento, definiu-se a soleira do sangradouro na cota 262,00 que permite um volume acumulado de $13,3 \times 10^6 \text{ m}^3$, conforme cota x área x volume mostrado a seguir.

QUADRO 6.1 - Cota x Área x Volume (Açude Pombas)

COTAS	ÁREA (m ²)	VOL. PARCIAL (M ³)	VOL. ACUMULADO (m ³)
250	-	-	-
251	2 328,00	1 164,00	1 164,00
252	20 719,20	11 523,60	12 687,60
253	59 364,00	40 041,60	52 729,20
254	131 379,47	95 371,74	148 100,94
255	526 935,47	329 157,47	477 258,41
256	717 103,11	622 019,29	1 099 277,70
257	1 020 254,05	868 678,58	1 967 956,28
258	1 421 529,30	1 250 891,68	3 218 847,96
259	1 971 193,09	1 726 361,20	4 945 209,16
260	2 476 734,14	2 223 963,62	7 169 172,78
261	3 025 523,12	2 751 128,63	9 920 301,41
262	3 661 699,28	3 343 611,20	13 263 912,61
263	4 352 569,55	4 007 134,42	17 271 047,03
264	5 185 535,01	4 769 052,28	22 040 099,31
265	5 899 135,91	5 542 335,46	27 582 434,77

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

$$H_b = C_c - C_{LR}$$

onde

C_c = cota do coroamento

$$C_c = 265,20$$

000052



C_{LR} = cota do leito do rio

$C_{LR} = 250,66$

$H_b = 14,54$ m

Largura do Coroamento (b)

O critério adotado para a escolha da largura do coroamento foi a sugerida por E F Preece

$$b \geq 1,1\sqrt{H_b} + 0,9 \quad , \quad \text{onde}$$

b = largura do coroamento em metro,

H_b = altura da barragem em metro,

$$b \geq 5,09\text{m}$$

Adotou-se $b = 5,0\text{m}$

Cálculo do RIP - RAP

O sistema de proteção do paramento de montante adotado é do tipo "Rip-Rap" lançado

O dimensionamento do "rip-rap", para o talude de montante, de barragens de terra é baseado em recomendações técnicas do Tennessee Valley Authority, T V A, através da fórmula

$$e_r = C V_o^2 \quad \text{onde}$$

e_r = espessura do "rip-rap",

V_o = velocidade das ondas, já calculada em (b)

C = constante, função da inclinação e do tipo de rocha utilizada



$e_r = e_a + e_b$, onde,

e_a = espessura da camada de areia subjacente da rocha,

e_b = espessura da camada de blocos de rocha

Com os dados de projeto e considerando-se a rocha do tipo variando de gnaisse a gnaisse-granito, para um paramento com inclinação de 2,5 1,0 (H V) tem-se segundo o T V A

$c = 0,031$,

$V_o = 3,70$ m/s (calculado em b)

$e_b = 0,031 \times (3,70)^2 = 0,42$ m,

$e_a = 0,20$ m (usualmente adotado),

$e_r = 0,42 + 0,20 = 0,62$ m

Adotou-se a espessura do "Rip-Rap" de 0,60m

Espessura da Transição

$e_t = e_r/2$

onde

e_t = espessura da transição

$e_t = 0,30$ m



8.3 - Sangradouro

O vertedouro escolhido foi do tipo soleira espessa, pois se adequa perfeitamente as condições físicas do local escolhido. Apresenta um valor da lâmina máxima de sangria satisfatória para uma largura de soleira pré-determinada.

A lâmina máxima de sangria foi determinada a partir da expressão

$$Q = c \cdot l \cdot H^{3/2}$$

onde Q = vazão, m^3/s

c = coeficiente devido ao vertedouro,

l = largura do sangradouro em metro,

H = altura da lâmina de sangria em metro,

Para a soleira espessa o $c = 1,45$

Adotando o $l = 100,0$ m

$$H = R - f = 1,68 \text{ m}$$

Esta lâmina corresponde a uma vazão de $315,74 \text{ m}^3/s$, que é superior a cheia de 500 anos amortecida ($313 \text{ m}^3/s$). Se considerarmos a folga zero, a revanche permite sangrar uma vazão de ocorrência decamilenar.

8.4 - Tomada D'Água

Adotou-se a cota do porão $C_p = C_{LR} + 6,00$ m (Recomendação do DNOCS para açudes com altura máxima de barragem $> 12,0$ m)

$$C_p = 250,66 + 6,00$$



$$C_p = 256,66 \text{ m}$$

O diâmetro foi calculado pela fórmula

$D = \sqrt{(4Q / \pi)}$, recomendada pelo DNOCS, que corresponde a uma velocidade média de escoamento aproximado de 1,0 m/s

onde Q = descarga regularizada

$$\text{logo } D = 0,400 \text{ m}$$

Diâmetro adotado = 400 mm

Os estudos hidrológicos prevêem uma descarga regularizada, para a Barragem Pombas, de cerca de 0,133 m³/s (Quadro 6.3 do Relatório Hidroclimatológico)

Com base nesta descarga, tem-se

$$V = Q/A \text{ onde,}$$

V = velocidade da água no interior da galena,

Q = vazão regularizada máxima estimada,

A = área da seção da vazão do tubo,

Como o diâmetro encontrado para o tubo foi 400mm, tem-se

$$V = \frac{0,133}{\frac{\pi d^2}{4}} = 1,06 \text{ m/s}$$



- Cálculo das perdas de carga na tubulação,

Adotou-se a equação de Hazem e Williams

$$j = 10,643 \times (Q/C)^{1,852} \times D^{4,27}$$

Sendo

Q = vazão - m³/s

V = Velocidade média - m/s

D = diâmetro interno da tubulação - m

j = perda de carga - metro/metro

C = coeficiente que depende da natureza do produto, para tubulação de aço C = 90

Para D = 0,40 m, Q = 0,133 m³/s e C = 90, obtém-se j = 0,53/100 m

A perda de carga (hf) ao longo da tubulação de 47,0 metros é de 0,25 m

Ao longo da galena existirão perdas localizadas. Elas são calculadas pela expressão

$$h_a = \sum k_a \frac{v^2}{2g}, \text{ onde}$$

$k_a = k_c + k_r + k_s$

$k_c = 0,75$ cnvo

$k_r = 0,20$ registro

$k_s = 1$ saída da tubulação

$k_a = 2,15$

$h_a = 0,12$

Desta forma a perda de carga total será,

$h_t = 0,37$ m



Cota da boca de montante = $C_{bm} = C_p - 4,5 D$

$C_{bm} = 254,86$

Cota da boca de jusante = $C_{bj} = C_{bm} - (ht + 0,50)$

$C_{bj} = 253,99$