

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

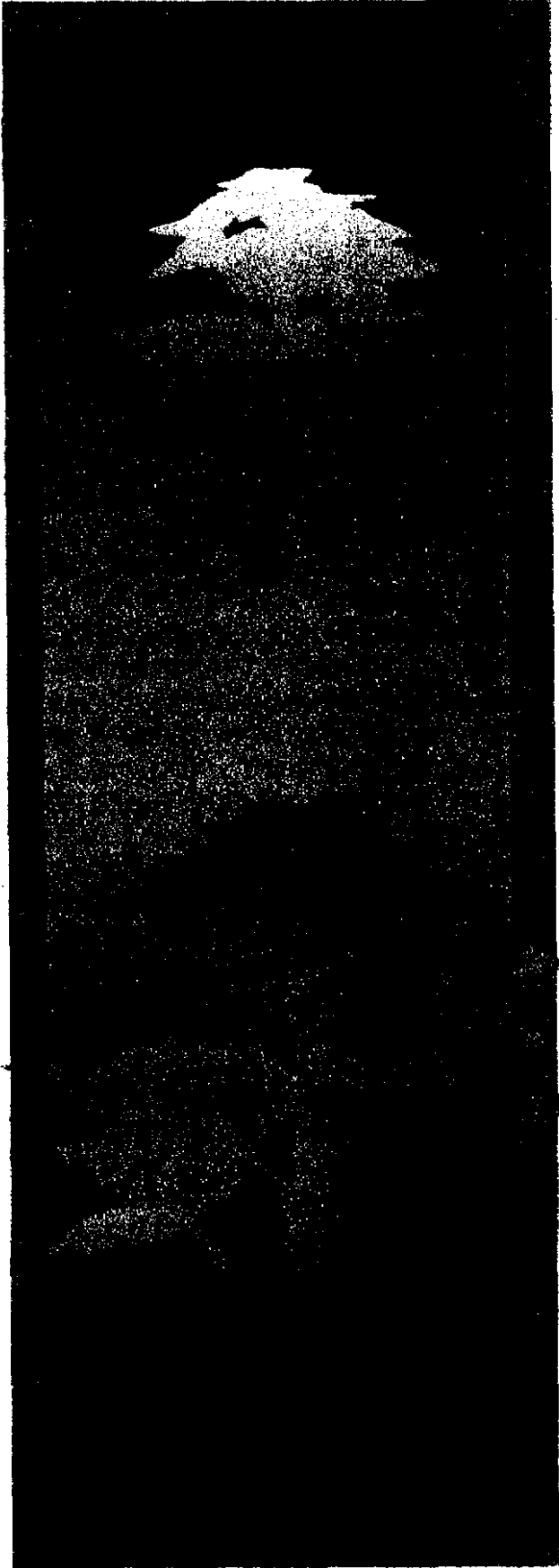
TOMO II PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM TRAPIÁ

VOLUME A TEXTO

KL Serviços e Engenharia

FORTALEZA- CE
Novembro 1995

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



Lote: 01473 - Prep (X) Scan () Index ()
 Projeto Nº 158102/02/01/A
 Volume _____
 Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
 Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
 Qtd. A0 _____ Outros _____

**Tomu II - Projeto Básico da
 Barragem Trapiá**

**Vol. 001 - Relatório Geral
 A - Textos**



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

ESTUDO DO APROVEITAMENTO HIDROGRÁFICO DA VERTENTE FLUMINA, DOS
MUNICÍPIOS DE PALHEM, BARRIO E LIMAES NO ESTADO DO CEARÁ

TOMO II - PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM TRAPÁ

VOLUME II-1- RELATÓRIO GERAL

A - TEXTOS

Novembro/1980



0000013

0158/02/03/04/80

SUMÁRIO

	Página
APRESENTAÇÃO	04
1 - INTRODUÇÃO	05
2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO	09
3 - ESTUDOS BÁSICOS	12
4 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO	18
4.1 - Análise Geral das Obras	18
4.2 - Definição da Seção-Tipo de Muro	19
4.3 - Definição do Sangradouro	17
4.4 - Definição da Tomada D'Água	19
5 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO	19
5.1 - Muro	20
5.2 - Sangradouro	21
5.3 - Tomada D'Água	21
6 - QUANTITATIVOS E CUSTOS	22
7 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DA BARRAGEM TRAPUÁ	26
7.1 - Objetivos	27
7.2 - Especificações Técnicas para Execução das Obras de Terraçaparedão	
7.2.1 - Limpeza Geral da Área	27
7.2.2 - Escavações e Preparo das Fundações	28
7.2.3 - Execução do Muro de Terra e Enrocamento	30
7.2.3.1 - Construção do Muro	31
7.2.3.2 - Controle Tecnológico	35
7.3 - Especificações Técnicas Para Execução das Obras de Concreto	36
7.3.1 - Escavação e Preparo das Fundações	36
7.3.2 - Utilização de Punção	37
7.3.3 - Especificações Técnicas Para Preparo e Execução de Concreto	
Armadura e Armado	37
7.3.3.1 - Normas Para Concretagem	37
7.3.3.2 - Controle Tecnológico	38



T.3.3.3. Cimento Portland	39
T.3.3.4. Água	39
T.3.3.5. Preparo de Concreto	39
T.3.3.6. Vibração	40
T.3.3.7. Cura de Concreto	40
T.3.3.8. Formas	41
T.3.3.9. Armaduras	41
T.3.3.10. Transporte	42
T.3.3.11. Lançamento	42

8 - MÉDIA DE CÁLCULO DO PROJETO BÁSICO	44
8.1 - Determinação da Precipitação Média de Área Hidrológica	45
8.2 - Determinação dos Parâmetros genéticos	45
8.3 - Sangradouro	50
8.4 - Tomada D'Água	51

APRESENTAÇÃO

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

O Estudo visa 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 diversificada 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 Pedagógicos

TOMO II - Projeto Básico da Barragem Trajã

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

Volume II.2 - Relatório de Estudos Hidroclimáticos

Volume II.3 - Relatório de Estudos Geológico - Geomórficos

Volume II.4 - Relatório de Estudos Topográficos

TOMO III - Projeto Básico da Barragem Pontal

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

Volume III.2 - Relatório de Estudos Hidroclimáticos

Volume III.3 - Relatório de Estudos Geológico - Geomórficos

Volume III.4 - Relatório de Estudos Topográficos - Parte I
Parte II

TOMO IV - Relatório Geral

Volume IV.1 - Textos

Volume IV.2 - Desenhos

TOMO V - Relatório Síntese

Este Volume trata-se do TOMO II - Projeto Básico da Barragem Trajã, volume II.1.A - Relatório Geral - Textos.



1 - introdução

000008



1. INTRODUÇÃO

O Relatório do Projeto Técnico da Barragem Triângi foi elaborado para a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará e tem como objetivo a explanação detalhada das obras projetadas, dos critérios de cálculos adotados nos projetos, bem como a apresentação de um orçamento preliminar global das obras.

A obra tem sua sede sobre a Fiação de Cachimbo, a montante da cidade de Ipaumirim, possibilitando a criação de um reservatório de $11,8 \times 10^6 \text{ m}^3$, que irá permitir a Fiação Barrado.

Os aspectos técnicos das obras são apresentados a seguir:

- maço de terra, homogêneo com filio vertical e horizontal e com trincheiras de vedação em toda extensão do eixo;
- sargiteira localizada na central direita sobre rocha granítica, constituída de soleira espessa com 70/0m de largura e um canchão de basalto;
- lombada d'água na central esquerda constituída de caixa de entrada, galeria e bacia de desaguamento vertendo para registro para controle de vazão;

As principais características técnicas da Barragem são resumidas na ficha a seguir:

Localização

Rio: _____ Caixente

Município: _____ Ipaumirim

Características Gerais

Área da Bacia Hidrográfica: _____ 88,8km²

Volum. de Acumulação: _____ $11,8 \times 10^6 \text{ m}^3$

N.A. Normal: _____ 350,80

N.A. Máxima: _____ 388,84

Barragem

Tipo	Altera homogênea
Cota de coroamento	281,00
Altura máxima	19,80 m
Comprimento da obra	512,0 m
Largura da obra	5,0 m
Volume de enche	170.805,0 m ³

Barragem de terra

Tipo	Bateria espessa
Cota de cota	281,20
Largura	79,0 m
Volume de projeto (TR = 100anos)	229,0 m ³
Altura máxima	1,84 m

Tomada D'Água

Tipo	Galéria com crivo e registro
Número de condutos	01
Diâmetro do tubo	300 mm
Comprimento do tubo	80,0 m
Volume regularizado	0,040 m ³ /s
Distância de localização	4 + 10 m
Cota de eixo de tubo	277,36



2. Consumo e attività

000011



2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A Barragem Trapá está localizada na Praça Cearense, no município de Ipaumirim.

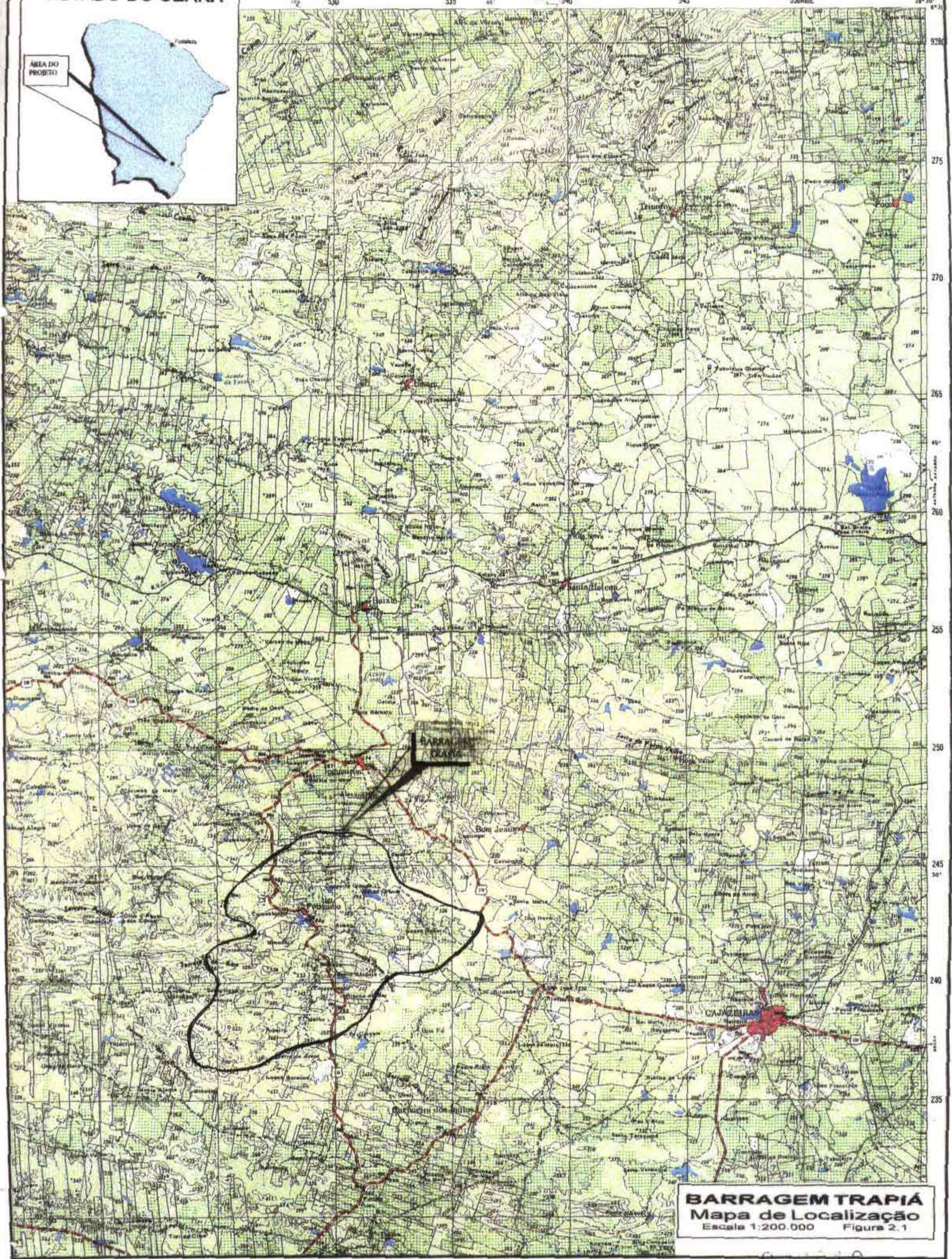
O Município de Ipaumirim localiza-se na porção suldeste do Estado de Ceará, distante de Fortaleza 480 km. O acesso ao município, partindo-se de Fortaleza, é feito pela BR-116 até o quilômetro 440 da cidade ribeira; neste ponto toma-se na direção leste uma estrada estadual e a 3,0 km chega-se à sede do município de Ipaumirim.

O acesso ao eixo férreo saindo de Ipaumirim, é feito através de uma estrada carroçável, que segue na direção sul, após 4,0 km nesta estrada chega-se ao eixo de barragem em estudo.

Na Figura 2.1 é mostrado a mapa de localização da Barragem Trapá em relação ao Estado de Ceará.

ESTADO DO CEARÁ

ÁREA DO PROJETO



BARRAGEM TRAPIÁ
Mapa de Localização
Escala 1:200.000 Figura 2.1

000013

6 - ESTUDIOS BÁSICOS



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 de projeto e no arranjo geral das obras.

Os Estudos Básicos consistem essencialmente da identificação e caracterização geológica e geotécnica do local de obra. Em seguida foi elaborada uma programação que consistiu de estudos hidrográficos, geológicos, de identificação dos materiais de empréstimos, através de poços de inspeção e investigações geotécnicas de superfície e subsuperfície através da realização de sondagens a percussão e costiva.

Com base nos resultados destes estudos definiram-se algumas condições técnicas básicas para as obras, possibilitando a 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 nível que permitissem as conclusões e concepções técnicas finais das obras.

Os estudos realizados se concentram nos seguintes grupos:

- Estudos topográficos
- Estudos hidrográficos
- Estudos geológicos
- Estudos geotécnicos

Os estudos topográficos foram realizados na área de implantação das obras, tendo em vista que a base hidrográfica foi fornecida pela Prefeitura de Ipauri em estudos anteriormente realizados.

Os estudos hidrográficos foram desenvolvidos visando a caracterização do regime pluviométrico da região, das chuvas médias e máximas, da determinação dos deflúvios e descargas mínimas, da definição de 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 geológicos consistem de identificação das características geológicas regionais e nível de reconhecimento e de pesquisas técnicas detalhadas de superfície e subsuperfície, contando de uma campanha de sondagens e poços de inspeção.

Cada grupo de atividades mencionadas acima, será detalhado em outros volumes, onde serão mostrados os trabalhos e os resultados obtidos.



4 - CRITÉRIOS USADOS NA DEFINIÇÃO DO PROJETO

11/06/17

12



4 - CRITÉRIOS USADOS NA DEFINIÇÃO DO PROJETO

As obras de Projeto Básico de Barragem Traipu 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 das condicionantes topográficas e geológicas 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 as condicionantes topográficas do local das obras, constatando-se que o sítio escolhido apresenta características técnicas favoráveis além, como também, as condicionantes geológicas e geotécnicas, geotecnológicas dos materiais de empelamentos e hidrologia da bacia em estudo.

O arranjo geral consiste de um maciço de terra, homogêneo, de um sangradouro localizado na cunha direita e de uma tomada d'água de tipo gaiola, localizada na cunha esquerda.

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

4.2 - Definição da Brecha - Tipo do Maciço

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

De acordo com as investigações geotécnicas realizadas ao longo do sítio de barragem escolhida, o substrato rochoso apresenta-se a uma profundidade máxima de 5,50m, no lado do direito, sendo

encoberto por alvenão, enquanto que nas ondinas, o tipo de substrato utilizado apresentará quase o mesmo, encoberto por uma camada camada de este de alvenão.

Baseado na disponibilidade e homogeneidade das matérias primas existentes na região e nas distâncias de transporte, optou-se por um tipo de Fôrmeiras com material do tipo BC, 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 da massa, fôrma e fundação, 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 de obra, geométricas da fundação e nos estudos hidrológicos realizados.

Foram estudadas duas alternativas para a localização do sangradouro. A primeira, na ondina esquerda da barragem, entre as estações 0 e -5, foi descartada em virtude das condições geométricas adversas da fundação. A alternativa adotada foi a do vertedouro situada na ondina direita com coteira estabelecida na cota 285,80.

O vertedouro escolhido foi acima exposto, localizada em vista gratuita na ondina direita, pois o substrato rochoso neste local apresenta condições técnicas satisfatórias à implantação da obra.

O sangradouro tem uma largura de 15,0 m, dimensionada para uma vazão máxima de 228,0 m³/s, permitindo uma lâmina residual de 1,84 m.

A finalidade dos cálculos preliminares do sangradouro é apresentada no Capítulo "Memórias de Cálculo", neste volume.

4.4 - Descrição da Tomada D'Água

Para a escolha do local de tomada d'água foram considerados os aspectos hidráulicos do córrego e geológico/geotécnicos do local de assentamento de mesma. A solução adotada para a tomada d'água foi a de: uma galeria 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.



8 - ORCENÇÃO GERAL DO PRODUTO

060621 ..

5 - DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO

O Projeto Básico da Barragem Triplá consiste de um maciço homogêneo com 511,3 metros de extensão, de um संग्रेदोर de tipo caixa expressa com 70,3 metros de largura localizada no eixo de simetria e de uma tomada d'água do tipo galeria localizada no eixo de simetria.

A distribuição espacial das obras pode ser visualizada na Descrição "Arranjo Geral das Obras" do Volume de Canteiros.

5.1 - Maciço

O maciço da barragem é homogêneo, constituído de material SC, segundo a classificação utilizada nos solos, e se desdobra ao longo de um eixo reto em toda sua extensão.

A seção transversal do maciço apresenta uma geometria trapezoidal com topo de 5,8 metros de largura, na cota 267,00, e com altura de 13,00 metros em relação ao terreno natural. As inclinações das taludes de montante é 1,5:1,0 e jusante é 2,0:1,0 (H/V).

A drenagem interna do maciço será efetuada por um filtro vertical, tipo charnô, com 1,0m de espessura e tipo na cota 268,04 e, por um filtro horizontal que encobre toda a superfície do terreno, a partir do filtro vertical até o parapeito de jusante, com espessura de 1,0m.

Ao longo de toda extensão do maciço será removida uma camada de solo ($\approx 0,30m$) de material orgânico-rico, todo para posterior implantação do maciço.

Uma trincheira de vedação do tipo "cut-off", será também executada ao longo do maciço, até atingir o substrato rochoso com o objetivo de interceptar o lençol freático. O "cut-off" será executado com talude 1,0:1,0 (H/V) e terá 0,2 m de base sobre o substrato rochoso.

A proteção do maciço contra chuvas, enchentes e movimentos das águas será efetuada por um "spray" com 0,50m de espessura de enrocamento e 0,30m de grão corado.

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

8.2 - Sangradouro

O sangradouro da Barragem Tripiá tem sua seção definida em função do potencial hidráulico, na cota 282,80, que corresponde a um armazenamento de $11,6 \times 10^6 \text{ m}^3$.

O sangradouro está localizado na corrente direita e é constituído de seção espessa com 75,0 m de largura, executado em rocha granítica, dimensionado para a vazão crítica de 226 m³/s.

Para fixação da seção do sangradouro foi projetado um cordão de fixação ao longo dos 75,0m de largura do sangradouro, com uma seção de 0,3m de largura e 1,2m de profundidade, com o objetivo de evitar uma possível erosão regressiva no substrato granítico. O cordão de fixação divide o canal de escoação 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 de escoação e o cordão de fixação podem ser visualizados no desenho, "Sangradouro - Cortes Transversais e Longitudinal".

8.3 - Tomada D'Água

A tomada d'água está localizada na corrente esquerda, cotada 4 + 10m, composta por um canal de aproximação, por uma caixa de entrada com rivas 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 galeria, constituída de concreto estrutural, envolve a tubulação de aço de 200cm de diâmetro e tem uma extensão de 50 m. Na bacia de dissipação, projectada para absorver a velocidade de saída da água a jusante, serão instalados dois registros de gaveta de aço para o controle de vazão da tomada d'água e manutenção da mesma.



8 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

Os custos das obras descritivas no projeto serão apresentados a seguir em planilhas constantes das seguintes etapas: administração e fiscalização; serviços preliminares; terraplen; sinalização e formatação elétrica.

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 SMT, e os itens que não constam na Tabela, são oriundos de pesquisa de mercado.

ORÇAMENTO PRELIMINAR
BARRAGEM TRAPIÁ
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	12.340,65	12.340,65
1.2	Mobilização (1,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	12.340,65	12.340,65
1.3	Desmobilização (1,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	12.340,65	12.340,65
1.4	Divulgação (0,5% de 2, 3, 4 e 5)	ud	1,00	4.113,54	4.113,54
	Total do Item 1				41.135,49
2.0	Serviços preliminares				
2.1	Caminhos de serviços com faixa de 6,0m, para acesso as obras e jazidas.	km	6,00	623,63	3.741,78
2.2	Desmatamento e destocamento tipo regular do local da barragem sangradouro e empréstimos, compreendendo derruba, arranca, queima, enleiramento e requeima.	ha	19,00	400,00	7.600,00
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	21.952,00	0,93	20.415,36
	Total do Item 2				31.757,14
3.0	Barragem				
3.1	Escavação, carga, transporte e descarga p/ fundação de material de 1a. categoria, com bota-fora até 300m .	m ³	4.239,00	0,75	3.179,25
3.2	Escavação, carga, transporte e descarga p/ fundação de material de 2a. categoria, com bota-fora até 300m.	m ³	1.816,00	1,16	2.106,56
3.3	Espalhamento, expurgo, umedecimento e homogeneização e compactação de solos selecionados para o maciço e fundação.	m ³	110.805,00	0,57	63.158,85
3.4	Espalhamento, expurgo, umedecimento e adensamento da areia.	m ³	9.498,00	0,54	5.128,92
3.5	Fornecimento de brita para transição (inclusive carga, transporte e descarga).	m ³	3.940,00	10,15	39.991,00
3.6	Fornecimento e espalhamento de blocos de rocha, para "rip-rap" e rock-fill (inclusive carga, transporte até 300m e descarga).	m ³	8.079,00	8,74	70.610,46
3.7	Espalhamento e compactação da transição.	m ³	3.940,00	3,39	13.356,60
3.8	Transporte complementar de material de 1a. categoria. (D = 0,4 km)	m ³ xkm	44.322,00	0,70	31.025,40
3.9	Transporte complementar de areia (D = 25 km)	m ³ xkm	237.450,00	0,70	166.215,00
3.10	Transporte complementar de material de 3ª categoria. (D = 0,20 km)	m ³ xkm	1.615,80	1,08	1.745,06
3.11	Plantio de grama no talude de jusante.	m ²	3.780,00	1,78	6.728,40
3.12	Preparo e regularização dos taludes.	m ²	7.560,00	1,04	7.862,40
3.13	Revestimento do coroamento com pedrisco ou cascalho, inclusive extração, medido no terreno, e= 0,20m	m ²	2.700,00	1,26	3.402,00
3.14	Meio fio de concreto para o coroamento	m	1.080,00	14,63	15.800,40
	Total do Item 3				430.310,30

**ORÇAMENTO PRELIMINAR
BARRAGEM TRAPIÁ
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	8.604,00	0,75	6.453,00
4.2	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de material de 2a. categoria.	m ³	14.340,00	1,16	16.634,40
4.3	Escavação, carga, descarga e transporte até 300m de material de 3a. categoria.	m ³	34.416,00	8,03	276.360,48
4.4	Concreto ciclópico 200kg/m ³ , com 12% de pedra de mão para o cordão de fixação.	m ³	45,00	86,05	3.872,25
	Total do Item 4				303.320,13
5.0	Tomada de água				
5.1	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 1a. categoria.	m ³	24,00	2,77	66,48
5.2	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 2a. categoria.	m ³	34,00	3,76	127,84
5.3	Escavação manual inclusive carga, descarga e transporte até 300m de material de 3a. categoria.	m ³	186,00	6,66	1.238,76
5.4	Concreto ciclópico para regularização (200kg de cimento/m ³) com até 12% de pedra de mão.	m ³	9,20	86,05	791,66
5.5	Concreto com consumo de cimento de 300kg/m ³ , para caixa de entrada, galeria e bacia de dissipação	m ³	65,00	98,15	6.379,75
5.6	Junta de vedação tipo O-22, fornecimento e montagem.	m	12,00	37,94	455,28
5.7	Fornecimento e aplicação de aço CA-60.	kg	5.280,00	1,08	5.702,40
5.8	Formas planas de madeira comum	m ²	265,00	9,95	2.636,75
5.9	Tubulação em aço de ASTM A-36 com diâmetro de 200 mm, inclusive assentamento, para tomada d'água.	m	50,00	485,50	24.275,00
5.10	Registro de acionamento direto, volante e bay-pass de d = 200mm, med. R16-IV ou similar.	ud	2,00	6.885,82	13.771,64
5.11	Arruela de borracha para flanges, d = 200mm.	ud	5,00	4,18	20,90
5.12	Parafuso com porca, flange 5/8" x 4	ud	36,00	2,06	74,16
5.13	Curva de 45 graus, com flange, d = 200mm.	ud	1,00	290,08	290,08
5.14	Grade de aço de 1,50 m x 1,50 m e dispositivo de colagem, inclusive assentamento e acessórios.	ud	1,00	762,88	762,88
5.15	Crivo para entrada da galeria, com diâmetro de 200 mm.	ud	1,00	728,16	728,16
	Total do Item 5				57.321,74
	TOTAL GERAL				863.844,80

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



7 - ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

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

7.1 - Objetivos

A presente especificação tem por objetivo o estabelecimento das Condições Técnicas Básicas que, juntamente com as Desenhos da Projeto e Instruções da Fiscalização, deverão ser obedecidas durante a construção das Obras de arte.

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, desboscamento e remoção dos restos 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 todos os árvores, arbustos e capoteis existentes na área. O desboscamento significa a remoção das tocas e raízes existentes dentro da área designada pela Fiscalização.

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

As áreas a serem limpas compreendem aquelas em que serão realizadas as escavações programadas ou as que serão utilizadas como empréstimos, bota-fores ou destinadas à estocagem. Além disso, o Executante deverá limpar, de suas respostas, a região em que instalar seu canteiro de serviço. Os limites das áreas a serem limpas se entenderão das linhas além das linhas de demarcação das escavações, bases de aterro, pilhas de agregados ou bota-fores.

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 serão fixadas com base na interpretação dos resultados das investigações de subsuperfície, que poderão ser atendidas durante a construção, com o objetivo de se atingir as condições previstas nas especificações.

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

• Fundações das estruturas

As escavações deverão compreender a remoção dos solos froucos, bem como as instalações sobre ou parcialmente enterradas, arcos e outras irregularidades e camadas de solos compressíveis. O material removido deverá ser depositado em local fora do canteiro.

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

Na região central de enchimento, deverá ser assegurada uma perfeita ligação entre a fundação e o núcleo, sem planos preferenciais de penetração, através de abertura de uma trincheira de vedação "cut-off", até atingir rocha sã ou 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 irregularidades ou saliências da superfície da rocha de fundação deverão ser apodadas, ou entalhadas, a expaço tal 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 realizado 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 8 a 10cm, em tempo hábil, para que se verifique a pega antes da regra e lançamento da primeira camada do alvenário.

- Fundação de laje de rio

A escavação na região do declivante situaciona áreas do laje principal de rio, compreendendo apenas a escavação de uma trincheira de vedação para permitir uma perfeita ligação do núcleo com a rocha de fundação. Para o restante será apenas regularizada e retirado qualquer material compressível que possa ocorrer na área.

- Trincheira de vedação

A escavação da trincheira de vedação seguirá o estabelecimento de largura fixado até a base das mesmas, para possibilitar a execução do manto compactado, conforme detalhado nos desenhos do projeto.

- Desmoronamento

A execução 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

Tudo o material aproveitável retirado das escavações programadas, deverá ser usado na construção da barragem separada por camadas durante as operações de escavação. Será lançado nos locais definitivos sem estocagem intermediária. O material não aproveitável deverá ser depositado em outra forma.

Todos os materiais oriundos das escavações que se destinam ao manto de barragem, terão sua aproveitamento direto das escavações para o manto, necessitando apenas de uma programação conjunta dos trabalhos de escavação e construção do manto.

7.1.2 - 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 de barragem será construído de acordo com os desenhos de projeto, à presente especificação e instruções complementares de campo, emitida pela Fiscalização.

• Materiais para o maciço

Na construção do maciço de barragem serão empregados os materiais arenos-argilosos das jazidas e os materiais arenosos aluvionares do leito do rio. Os materiais rochosos serão obtidos a partir das escavações obrigatórias em rochas ou de pedreiras.

• Solos arenos-argilosos

Para a construção de máximas impermeáveis, está prevista a utilização do solo residual de composição arenos-argilosa.

As características geotécnicas, destas áreas e suas localizações são apresentadas no desenho de projeto.

Antes da exploração destas áreas de empréstimo, serão realizadas análises, visando a caracterização e seleção dos materiais a serem lançados no maciço.

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

- umidade ótima \geq 10%.
- penetração de placa passando na prensa 200 \geq 50%.
- 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 São João a uma distância média de 25 km.

• Transições

Para a construção das zonas de transições, está previsto o lançamento através de lançagens de trevo, proveniente das escavações obrigatórias em, da primeira.

7.3.3.1. 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 unidade, quando necessário, e fazer a compactação obedecendo a especificação ou instruções de campo.

• Máximo Impedimento

O máxmo impedimental deverá apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade, que permitam ao maciço, a plasticidade de suas funções. Estas características deverão ser obtidas através de controle via variação de unidade e grau de compactação.

• Lançamento e espalhamento

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

O trajeto do equipamento de transporte de material, quando passar na zona de material impedimental, deverá ser mudado frequentemente, a fim de evitar um excesso prejudicial a compactação.

Este trajeto deverá ser sempre paralelo ao eixo da barragem a fim de que, no caso de produzir uma estratificação nesta direção, seja menor o perigo de infiltração.

Devê prevista a drenagem natural do maciço impermeável, com a finalidade de se evitar que as águas da chuva elevem a umidade entre as lâminas prescritas.

Quando esta drenagem for insatisfatória, os trabalhos serão interrompidos a fim de permitir a impermeabilização. Quando uma forte chuva for prevista, deverá ser passado, sobre o maciço, um revestimento de areia, a fim de aumentar a estanqueidade superficial. A superfície do terreno será inclinada para montante de obra, ou terrosa, quando o trabalho estiver sujeito a interrupções em virtude de chuvas fortes. Serão necessárias cuidados especiais com a finalidade de se assegurar um espalhamento uniforme entre as diversas camadas lançadas.

• Espessuras das camadas, número de passadas de rolo, umidade e grau de compactação.

A espessura mínima 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 adotado a espessura de material sobre de 20cm, lançada com controle lateral de espessura 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 relativo deverá ser realizado pelo Executante, por meio de revelamentos de várias partes da obra, a cada oito camadas sucessivas.

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

O teor de umidade situar-se-á no redor da lâmina do Proctor Normal, com taxa de tolerância de 1,5% abaixo até 1,0% acima da lâmina. Os materiais que se encontrarem na obra com umidade fora desses limites, serão submetidos a rega ou secamento antes da compactação.

O grau de compactação deverá ser no mínimo de 95%, fixando 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 as mesmas em contacto estejam nas mesmas condições de umidade, e que seja escarificada a superfície de camada compactada antes da colocação de nova camada. As rugosidades deixadas pelos rolos de compactação que penetra um pouco na camada compactada não são suficientes. Entretanto, grande parte dessas rugosidades são muitas vezes suprimidas pela passagem dos equipamentos de transporte, devarde, então, as rituras deixadas por estes equipamentos, serão revividas por uma grade de disco até uma profundidade de três a oito centímetros ou escarificadas.

• Equipamentos de compactação

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

O tipo escolhido ou preferido terá quele rolo tenha transmissíveis a outros tipos de compactadores.

A fixação do número de passadas dos equipamentos será feita na fase inicial de 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 1/3 da espessura da camada feita por ocasião de 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 20km/h para os rolos de impacto.

• Núcleo impermeável

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



A unidade será corrigida antes da compactação. O acréscimo de água, quando necessário, poderá ser feito por meio de canos plásticos suspensos ou mangueiras. Em seguida a esta operação, se necessário, a camada de terra será desmontada e pulverizada por meio de grade de disco que, simultaneamente, uniformizará a unidade.

A unidade de Finalização, sempre que for mais econômica, deve-se corrigir o teor de umidade desajuste no projeto empírico, limpando a superfície. Quando o material não absorver água rápida e uniformemente, será preciso molhar a face de terra à medida que se for fazendo a escavação.

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

Na hipótese de material no empilhado ter teor de umidade mais elevado do que é apropriado para a utilização na obra, é Existente proceder à secagem e resagrem na área de empilhado através de desaguagem, aerificação e revolvimento por meio de grades de disco.

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

• Método de filtro

A compactação deste 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 constituirá de fragmentos de rochas sil com elevada resistência a abrasão e a decomposição química.

A compactação desse material será realizada em camadas não superiores a 30 cm, com emprego de equipamentos vibratórios.

Especificamente o material de baseção deverá ser composto por matrizes britadas, isentas de material pulverulento com granulometria contínua.

• Enrocamento

Para execução do enrocamento deverá ser utilizada matéria proveniente das escavações cotejadas ou de pedreiras, constituída de fragmentos de rocha sã com elevada resistência a tensão 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 vãos maiores, evitando ainda a possibilidade de entupimento dos furos e deslocamentos 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.

7.3.3.3 - 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 Fogos de Inspeção e Ensaios Geotécnicos de Controle, objetivando um registro de acompanhamento técnico.

Os ensaios a serem empregados no controle tecnológico de obra são:

- Para o núcleo impermeável o controle tecnológico será realizado através de ensaios Hídro-Pneúma, com uma frequência de ensaio a cada 300m² de obra compactada, ou no mínimo 3 ensaios por camada. Estes dados deverão ser tratados estatisticamente a cada 50 ensaios, onde será analisado o comportamento do grau de compactação e de ensaio de vazamentos.



- Para o material do fôrro, o controle será realizado através da determinação da compactação relativa;
- Para os materiais de transição e arrocamento, o controle será realizado através dos métodos constitutivos e de passadas do equipamento de compactação.

A análise dos resultados poderá fornecer subsídios para eventuais determinações de novas rotinas de trabalho em substituição à presente especificação.

A Empresa deverá manter no canteiro de obra um laboratório equipado que permita a realização de ensaios de caracterização completa: Límites de Atterberg; HR-Proctor; Proctor Normal; permeabilidade e Consolidação Relativa.

7.2 - Especificações Técnicas Para Execução das Obras de Concreto

7.2.1 - 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 fundo, 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 consequentemente modificados a fim de se preservar a integridade da superfície final, em função de sua utilização posterior. As últimas explosões não devem causar fissuras ou qualquer outra alteração de superfícies finais, o que poderá torná-las impróprias para a utilização prevista.

Após as escavações nos limites e rasos cotas dos desenhos de projeto, ou na cota indicada pela fiscalização, as superfícies devem ser limpas com jato de ar, para remoção de poeira, lama, 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, o 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 aí será assentada.

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

F.3.2 - Liberação da fundação

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

F.3.3 - Especificação para preparo e execução de concreto simples e armado

F.3.3.1 - Normas para concretagem

Serão obedecidas as Normas Brasileiras para execução e controle dos materiais necessários tais como terra, 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 no obra os seguintes tipos de concreto:

- 1. Concreto tipo A para as estruturas de concreto armado. Este concreto terá um teor de cimento mínimo de 300kg/m³ e taxa água-cimento não superior a 0,5, de modo a satisfazer a



resistência à ruptura dos corpos de prova aos 28 dias, será função do tipo de cimento utilizado durante a concretagem.

- Concreto tipo II para as camadas de regularização da terreno. Este concreto terá um teor de cimento de 180kg/m^3 e taxa água/cimento em torno de 0,5.

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

Quando for necessário, a Fiscalização poderá exigir o emprego de areia de uma qualidade de areia.

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

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

7.3.3.3 - Ensaio tecnológico

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-0 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 adotados prazos de 3 a 7 dias, a critério da Fiscalização.



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

7.3.3.3 - Cimento Portland

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

Na eventuaisidade 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 torpeda de sacos ou embalagem, ou sacos rasgados ou rachados durante o transporte.

O cimento deverá ser colocado em depósitos secos e ventilados de modo que seja consumido segundo o critério de entrega.

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 sílica, matéria orgânica, óleo, álcalis, sais, despejos de esgoto e outras substâncias nocivas.

Os agregados (areia e brita), deverão atender às prescrições das Normas da ABNT (NBR-4, NBR-7, NBR 8 e NBR-10).

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

7.3.3.5 - Preparo do concreto

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

O tempo de mistura na betoneira deverá ser, no mínimo, 1,5 minutos depois de carga. A água deverá ser totalmente introduzida na betoneira antes que tenha decorrido ¼ do tempo total de mistura.

As betoneiras poderão descarregar diretamente no recipiente de transporte.

Devê ser evitado qualquer cuidado em toda a manipulação de concreto para que não haja segregação dos seus componentes com perda excessiva de água por evaporação, sendo permitida uma redução máxima de 2,5cm no abatimento do ensaio de consistência no caso de Adrens, para o preparo do concreto da betoneira à posição definitiva nas formas.

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

T.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. Não mantenha 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 inserção deverão trabalhar com uma frequência mínima de 5.000 vibrações/minuto.

T.3.3.7 - Cura do concreto

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



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

Todas as superfícies de concreto deverão ser mantidas úmidas durante 7 dias ou conforme estabelecer a fiscalização.

7.2.2.8 - 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 do 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 apimentada e untada com óleo especial para formas ou óleo de cântar usado a fim de evitar a aderência do concreto.

7.2.2.9 - Armaduras

As barras de aço para as armaduras de concreto segundo as prescrições das Normas de ABR.

Os dispositivos de vergalhões deverão ser dispostos em áreas adequadas, permitindo a armação das diversas partes, spots de aço, etc.

As barras de armadura serão colocadas cuidadosamente e ligadas nos cruzamentos por meio de ferro doce. Devem ficar firmemente nas posições indicadas nos desenhos do projeto e, quando necessário, sendo usadas distâncias ou suportes próprios de acordo com a NR-7.

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 ou "abrup" em valor superior a 2,5 cm.

7.3.3.11 - Lançamento

Nenhuma consagração poderá ser realizada sem a presença da Fiscalização.

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

O lançamento do concreto será precedido de um revestimento preliminar dessas superfícies por uma camada de argamassa cuja espessura será, aproximadamente, de 8 a 10cm. A argamassa deverá ter a mesma composição de argamassa desse concreto.

A argamassa deve possuir os mesmos fatores de equilíbrio e aditivos. Sem contar as quantidades de cimento e areia utilizadas no tipo de concreto, excetuando-se apenas quando a Fiscalização determinar por motivo e tempo de cura (tempo).

As superfícies de um concreto que já tenham começado a secar e não tenham 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 de 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 capangas, guias ou calhas que dirijam o concreto para o local em que fluído na forma, no local definitivo.

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



A separação da argamassa pode ser minimizada, evitando-se os movimentos laterais da concretagem durante as operações de manipulação ou colocação.

Para conseguir os melhores resultados de vibração, os acessórios das camadas dispostas 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 o seu peso próprio.

O concreto utilizado deve apresentar uma redução de altura, de ordem de 15 cm, no teste de "tump". 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 atiram a superfície aparente da camada, não permitindo endurecimento preliminar de qualquer parte da massa a vibrar.

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

A qualidade do concreto é melhorada com a redução de fator água-cimento. Entretanto, isso é resultado 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 "tump";
- O diâmetro máximo prévio de agregado grão; e
- A menor porcentagem de areia compatível com uma boa trabalhabilidade do concreto.

E - MEMÓRIA DE CÁLCULO

000048 **

8 - MEMBRIA DE CÁLCULO

8.1 - Determinação da Precipitação Média da bacia hidrográfica

Utilizam-se a precipitação média normal dos seguintes pontos:

Ponto de Ipauemba = 173,3mm/ano

Ponto de Felizardo = 1129,9mm/ano

A área da bacia hidrográfica = 98,5km²

onde:

\bar{Q} = área da bacia hidrográfica

L = linha de fundo = 12,5km

\bar{Q} = 178,0mm/a (des carga efetiva)

8.2 - Determinação dos Parâmetros Geométricos

Os parâmetros geométricos aqui calculados e definidos dizem respeito a:

- Tipo de manço
- Folha
- Revanche
- Cota do concreto de barragem
- Altura máxima da barragem
- Largura do concreto
- Flip-Flip
- Transição
- Taludes do manço

Os estudos e considerações adicionais são mostrados a seguir:

Tipo de Maciço

O maciço é de terra homogênea, composta de material existente na área, caracterizado como BC, segundo a classificação USC. No trecho central da seção foi projetado um filtro vertical seguido de um tapete horizontal com enrocamento de pé (pedra-80). O talude de montante está protegido por uma camada de "rip-rap".

Faixa (Z)

A faixa de batimetria em relação ao nível máximo das águas foi determinada pelas fórmulas:

$$b_s = 0,75 + 0,34\sqrt{F} - 0,16F \quad \text{(Stevenson)}$$

$$v_s = 1,8 + 2F \quad \text{(Geller)}$$

$$f = 8,75h + \frac{100^2}{3g}$$

onde:

b_s = altura da onda em m;

F = Froude em Km;

v_s = velocidade da onda em m/s;

f = faixa, em m

$$b_s = 0,75 + 0,34\sqrt{2,8} - 0,16(2,8)$$

$$b_s = 0,88 = 1,00m$$

$$s_0 = 2,000$$

$$r = 1,20$$

Barragem

Para o cálculo da 'barragem' utiliza-se a fórmula:

$$R = C_0 - C_1$$

onde:

C_0 = cota de coronamento

C_1 = cota da cunha do sangradouro

$$R = 0,2 \text{ m}$$

Altura Máxima da Barragem

A cota do leito do rio no local do eixo do barramento é 273,98. Desprezando-se aproveitar o potencial hidráulico da queda e considerando o arranjo topográfico do local do eixo do barramento, definiu-se a cota do sangradouro na cota 280,80, que permite um volume armazenado de $11,8 \times 10^6 \text{ m}^3$, conforme cota e área e volume, mostrado a seguir:

TABELA 8.1 - Cota x Área e Volume (Após Pontas)

COTA (m)	ÁREA (m ²)	VOL. PARCIAL (m ³)	VOL. ACUMULADO (m ³)
273	16.004,09	-	-
274	42379,80	26.375,71	26.375,71
275	121.200,87	81.786,33	111.487,38
276	258.252,09	186.719,33	301.197,91
277	416.600,60	336.576,98	637.774,89
278	603.808,36	534.797,43	1.172.572,32
279	840.860,98	788.588,87	1.961.161,19
280	1.271.100,82	1.198.098,20	3.159.259,39
281	1.875.771,86	1.472.408,98	4.631.668,37
282	2.735.884,38	1.943.879,08	6.575.547,45
283	3.880.301,78	2.658.483,08	9.234.030,53
284	5.323.877,12	3.368.038,42	12.602.068,95
285	7.067.680,28	4.022.408,19	16.624.477,14
TOTAL		18.308.118,00	80.861.710,34

Para determinação da altura máxima de terraplen utilizado a seguinte fórmula:

$$H_0 = C_0 - C_{2,0}$$

onde:

C_0 = cota do cercamento

$$C_0 = 287,00$$

$C_{2,0}$ = cota do topo do rio

$$C_{2,0} = 273,10$$

$$H_0 = 13,90 \text{ m}$$



largura do Concreto (b)

O critério adotado para a escolha da largura do concreto foi a sugerida por E. P. Friesel:

$$b \geq 1,4\sqrt{h_0} + 0,30$$

onde:

b = largura do concreto em metro;

h_0 = altura da laje em metros;

$$b \geq 0,34 \text{ m}$$

Adotou-se: $b = 0,50 \text{ m}$

Cálculo de RFP - RFP

O sistema de proteção do pavimento de montante adotado é do tipo "rip-rap" lançado.

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

$$e_1 = C_{10}$$

onde:

e_1 = espessura do "rip-rap";

V_0 = velocidade das ondas, já calculada em (b);

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

$$e_1 = e_2 + e_3$$

onde:

e_2 = espessura da camada de areia subjacente da rocha;

e_3 = espessura da camada de blocos de rocha.

Com os dados de projeto e considerando-se a vista de tipo variando de granito a granito-granito, para um pavimento com instrução de 2,8 t/d (PCA), tem-se segundo o TTA:

$$s = 0,007;$$

$$V_0 = 3,50 \text{ m/s (calculado em %)}$$

$$a_0 = 0,281 + (3,50)^2 = 0,267 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,20 \text{ m (usualmente adotado)}$$

$$a_2 = 0,267 + 0,20 = 0,267 \text{ m}$$

Adotar-se a espessura do "Pip-Fog" de 0,50 m.

Espessura da transição:

$$e_1 = a_1/2$$

onde:

a_1 = espessura da transição

$$e_1 = 0,20 \text{ m}$$

8.3 - Sangradouro

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

A lâmina máxima de sangria foi determinada a partir da expressão:

$$Q = c_{\text{atm}} \cdot H^2$$

onde Q = vazão, m^3/s

c = coeficiente devido ao vertedouro,

l = largura do tangenteiro em metros,

H = altura da lâmina de sangria em metros.

Para a seção exposta o $c = 1,45$

Adotando: $l = 19,0 \text{ m}$

$$H = 0,7 = 1,84$$

Esta lâmina corresponde a uma vazão de $271,43 \text{ m}^3/\text{s}$, que é superior a cheia máxima amortecida ($208 \text{ m}^3/\text{s}$). Se considerarmos a balsa seca, a reserva permite sangrar uma vazão de ocorrência decadal.

8.4 - Tomada D'Água

Adotou-se a cotia de piele $C_p = C_{\text{LH}} + 0,00 \text{ m}$ (recomendação da DNOCB para eques com altura máxima de sangria $> 10,0 \text{ m}$).

$$C_p = 270,11 + 0,00$$

$$C_p = 270,11 \text{ m}$$

O diâmetro foi calculado pela fórmula:

$D = \sqrt[3]{4Q / (v \cdot \pi)}$, recomendada pelo DNOCB, que corresponde a uma velocidade média de movimento aproximado de $1,0 \text{ m/s}$.

onde: Q = descarga regularizada

logo: $D = 0,200$ m

Diámetro abollado = 200 mm

b) Os estudos hidrológicos previram uma descarga regularizada, para a Barragem Trapiá, de cerca de $0,040 \text{ m}^3/\text{s}$ (Quadro 6.8 do Relatório Hidroclimatológico).

Com base nesta descarga, tem-se:

$V = Q/A$, onde:

V = velocidade da água no interior da galeria;

Q = vazão regularizada máxima estimada;

A = área da seção do vazão do tubo;

Como o diâmetro encontrado para o tubo foi 200mm, tem-se:

$$V = \frac{0,040}{\frac{\pi \cdot 0,2^2}{4}} = 1,273 \text{ m/s}$$

- Cálculo das perdas de carga na tubulação:

Adotou-se a equação de Hazen e Williams

$$j = 14,830 \cdot (Q/C)^{1,486} \cdot D^{-4,753}$$

sendo:

Q = vazão - m^3/s

V = velocidade média - m/s

D = diâmetro interno da tubulação - m

j = perda de carga - metros/metro

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



Para $D = 0,40\text{ m}$, $Q = 2,150\text{ m}^3/\text{s}$ e $C = 90$, obtém-se $j = 1,89\text{ m}$

A perda de carga (h_f) ao longo da tubulação de 50,0 metros é de 0,95 m.

Ao longo da parede existem perdas localizadas. Elas são calculadas pela expressão:

$$h_{L0} = \sum h_{L0} = \frac{v^2}{2g} \cdot \text{coeficiente}$$

$$h_{L0} = h_0 + h_1 + h_2$$

$$h_0 = 0,78\text{ coeficiente}$$

$$h_1 = 0,20\text{ coeficiente}$$

$$h_2 = 1\text{ coeficiente da tubulação}$$

$$h_0 = 2,15$$

$$h_1 = 0,90$$

Desse forma a perda de carga total será:

$$h_t = 3,15\text{ m}$$

$$\text{Cota da base do montante} = C_{tm} = C_p + 4,8\text{ D}$$

$$C_{tm} = 276,24$$

$$\text{Cota da base do suporte} = C_s = C_{tm} - (H + 0,80)$$

$$C_s = 276,58$$