

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**  
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**

**PROJETO BÁSICO DO AÇUDE FOSFATO**  
**MUNICÍPIO DE SANTA QUITÉRIA**

**MEMÓRIA DE CÁLCULO**

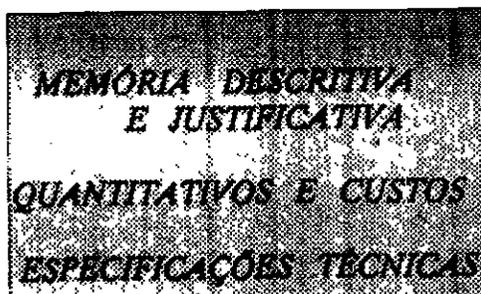
**DNOCS - DIPRO - SALA TÉCNICA**

**FORTALEZA- CE**  
**1992**

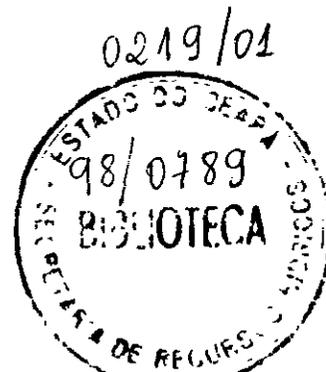
# AÇUDE FOSFATO

## PROJETO BÁSICO

SANTA QUITÉRIA -CE



DNOCS - DIPRO - SALA TÉCNICA



Lote 02363 - Prep  Scan  Index

Projeto Nº 219/01

Volume 1

Qtd A4 \_\_\_\_\_

Qtd. A3 \_\_\_\_\_

Qtd A2 \_\_\_\_\_

Qtd A1 \_\_\_\_\_

Qtd A0 \_\_\_\_\_

Outros \_\_\_\_\_

0219/01

## SUMÁRIO

1.0 - INTRODUÇÃO .....	02
2.0 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO .....	08
3.0 - ESTUDOS BÁSICOS .....	11
3.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS .....	12
3.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....	16
3.3 - ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS .....	21
4.0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO .....	30
4.1 - BARRAGEM .....	31
4.2 - SANGRADOURO .....	34
4.3 - DESCARGA DE FUNDO .....	35
5.0 - QUANTITATIVOS E CUSTOS .....	36
6.0 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS .....	44

**1.0 - MEMÓRIA JUSTIFICATIVA E DESCRITIVA**

000004

## 1.1 - INTRODUÇÃO

O relatório aqui apresentado refere-se ao Projeto Básico do Açude Fosfato no município de Santa Quitéria, Estado do Ceará. A barragem será construída sobre o rio Groaíras, pertencente ao sistema hidrográfico do rio Acaraú. O rio será barrado a 46km de suas nascentes, aproximadamente. O referido projeto foi elaborado pelo DNOCS DIPRO/ST, com apoio da Urânio do Brasil.

## 1.2 - FINALIDADES

A criação desse reservatório trará inúmeros benefícios para a região de Itataia, dentre os quais alguns passarão a ser enumerados a seguir:

A construção do Açude Fosfato movimentando cerca de 500.000m<sup>3</sup> de material proporcionará já durante a execução das obras de engenharia, oportunidade de trabalho para cerca de 300 pessoas ao longo de 20 meses.

O espelho d'água com cerca de 473,09ha, oferecerá ao longo de seus 20km de margens, condições para plantio em vazantes para cem famílias, ou 600 sertanejos carentes.

Os 41 milhões de metros cúbicos de água acumulados pela bacia hidráulica, permitirão a obtenção, por pesca tradicional, de 52.000kg de peixe por ano.

As facilidades advindas com o suprimento d'água aos sertanejos daquelas áreas bem como os rebanhos de gado têm também elevado significado social e econômico.

A elevação do nível do lençol freático a jusante desse barramento possibilitará ainda, o plantio irrigado nos solos aluviais por alguns quilômetros ao longo do rio Groaíras.

Para o Projeto Itataia o Açude Fosfato é indispensável e insubstituível.

O fato dos investidores verem o lago do Açude, que suprirá o complexo mineroindústria de Itataia, será o fator de maior atratividade pois, sabem as empresas que pretenderem participar da produção de ácido fosfórico e Urânio, a água é tão fundamental quanto o minério, para a obtenção desses produtos.

O Projeto Itataia devendo produzir por ano 200.000t de ácido fosfórico e 800t de "yellow cake", concentrado de urânio, além de 15.000t de ácido fluorsilícico e cerca de 700.000t de calcário, terá uma receita anual por volta de 94 milhões de dólares.

O efeito modificador desse projeto sobre a economia, extrapolará as fronteiras do Estado do Ceará e do Nordeste, pois os fertilizantes fosfatados são consumidos também na região Norte, até como uma forma de serem elevadas as produtividades agrícolas e reduzida a agricultura itinerante que envolve grandes áreas desmatadas afetando nocivamente o Meio Ambiente.

O abastecimento de água que o Açude Fosfato proporcionará ao nível de 6 milhões de metros cúbicos por ano, que será o consumo anual do projeto Itataia, redundará uma economia que pode ser quantificada pela redução de 32km de adutora de 12", 32km de linha de transmissão de 13,8kv, e pela redução de 79m de desnível geométrico. Estas vantagens comparativas foram encontradas em relação a única alternativa viável que seria a captação no Açude Edson Queiroz, distante 53km de Itataia.

### 1.3 - CONCEPÇÃO GERAL DA BARRAGEM

Após o desenvolvimento dos estudos básicos definiu-se alguns aspectos fundamentais da obra, que consistem em:

#### - Maciço Principal

O Maciço Principal constitui-se de terra homogênea com filtro vertical, tapete horizontal e enrocamento de pé. A ligação ao substrato rochoso se dá através de uma trincheira de vedação construída com o mesmo material do maciço.

#### - Dique Ombreira Direita

Constituído do mesmo material do maciço principal, e com os mesmos dispositivos de drenagem da barragem principal.

- Dique Ombreira Esquerda

Constituído do mesmo material empregado nos maciços anteriores - terra homogênea, constando apenas filtro vertical como dispositivo drenante.

- Proteção dos Taludes

A proteção dos taludes de montante e jusante constitui-se de uma camada de pedras de granulometria contínua ("bica corrida") sobreposta a uma camada de areia.

- Sangradouro

A localização foi condicionada pelas condições topográficas e geotécnicas. Existe uma sela topográfica a cada ombreira, sendo que as condições da fundação da sela da ombreira esquerda não se apresenta favorável a este fim. O sangradouro situa-se assim, na ombreira direita, e, por questões técnicas e econômicas a melhor solução resultou em um canal lateral de 25m de largura, escavado em gnaiss alterado, revestido com placas de concreto para proteção contra processos erosivos que poderão ocorrer. O fundo do canal é constituído de uma laje em concreto com espessura de 20cm. Os lados do sangradouro terão muros de concreto para proteção e contenção do maciço.

- Descarga de Fundo

Foi prevista um Descarregador de Fundo, localizado na ombreira esquerda da barragem principal, estaca 21 + 15m, formando um ângulo de 1060 com o eixo da barragem. A tubulação encontra-se localizada na cota 264.

A Descarga de Fundo é composta por uma tubulação de ferro fundido com diâmetro de 300mm, com 102,00m de extensão. A montante será instalada uma caixa coletora de concreto, dotada de uma grade de aço para proteção da tubulação contra a entrada de galhos, pedras ou outros elementos prejudiciais ao funcionamento da descarga.

O controle a jusante se dá através de dois registros flangeados de gaveta, de 300mm de diâmetro e bacia de dissipação de energia.

A seguir apresenta-se um resumo das características principais da obra projetada.

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA

- Nome do Açude: Fosfato
- Município: Sta. Quitéria
- Estado: Ceará
- Sistema: Acaraú
- Rio Barrado: Groaíras
- Área da Bacia Hidráulica: 473,09ha
- Área da Bacia Hidrográfica: 531,28km<sup>2</sup>
- Capacidade: 41.426.274m<sup>3</sup>
- Precipitação Média Anual: 700mm

#### - BARRAGEM PRINCIPAL

- Tipo: terra homogênea
- Altura Máxima: 27,0m
- Largura da Crista: 7,0m
- Extensão pelo Coroamento: 360,0m
- Cota do Coroamento: 283,0
- Volume do Maciço: 503.811,16m<sup>3</sup>
- Taludes:
  - . Montante: 2,5:1 da cota 283 a 268  
e 3:1 da cota 268 a 256
  - . Berma: 2,0m na cota 268
  - . Jusante: 2:1 da cota 283 a 268  
e 2:1 da 268 a 256

## - SANGRADOURO

- Tipo:	Canal lateral
- Extensão do canal:	221,0m
- Vazão Máx.de Projeto:(TR=1000 anos):	563,88m <sup>3</sup> /s
- Lâmina Máxima Prevista:	1,86m
- Volume do Corte:	87.640,00m <sup>3</sup>
- Volume de concreto massa:	70m <sup>3</sup>
- Volume de concreto ciclópico:	1785,00m <sup>3</sup>
- Volume de concreto regularização:	381,53m <sup>3</sup>
- Vol. concreto armado:	1.609,00m <sup>3</sup>
- Cota da Soleira:	280

## - MURO DE PROTEÇÃO

- comprimento:	
- esquerda:	199,00m
- direita:	67,60m
- Volume de concreto armado:	338,02m <sup>3</sup>

## - MUROS DE CONTRAVENTAMENTO

- Volume de concreto armado:	25,20m <sup>3</sup>
------------------------------	---------------------

## - DESCARGA DE FUNDO

- Localização:	Barragem Principal-Ombreira Esquerda
- Diâmetro da Tubulação:	300mm
- Comprimento da Tubulação:	102,00m
- Material da Tubulação:	Ferro Fundido
- Cota do Porão:	264
- Volume de Concreto Armado:	131,39m <sup>3</sup>
- Volume de Concreto p/ regularização:	7,20m <sup>3</sup>

- DIQUE OMBREIRA DIREITA

- Altura: 18m  
- Largura: 7m  
- Extensão: 161m  
- Volume do maciço: 76.484,55m<sup>3</sup>

- DIQUE OMBREIRA ESQUERDA

- Altura: 11,2m  
- Largura: 5m  
- Extensão: 156m  
- Volume do maciço: 27.608,48m<sup>3</sup>

2.0 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

000011

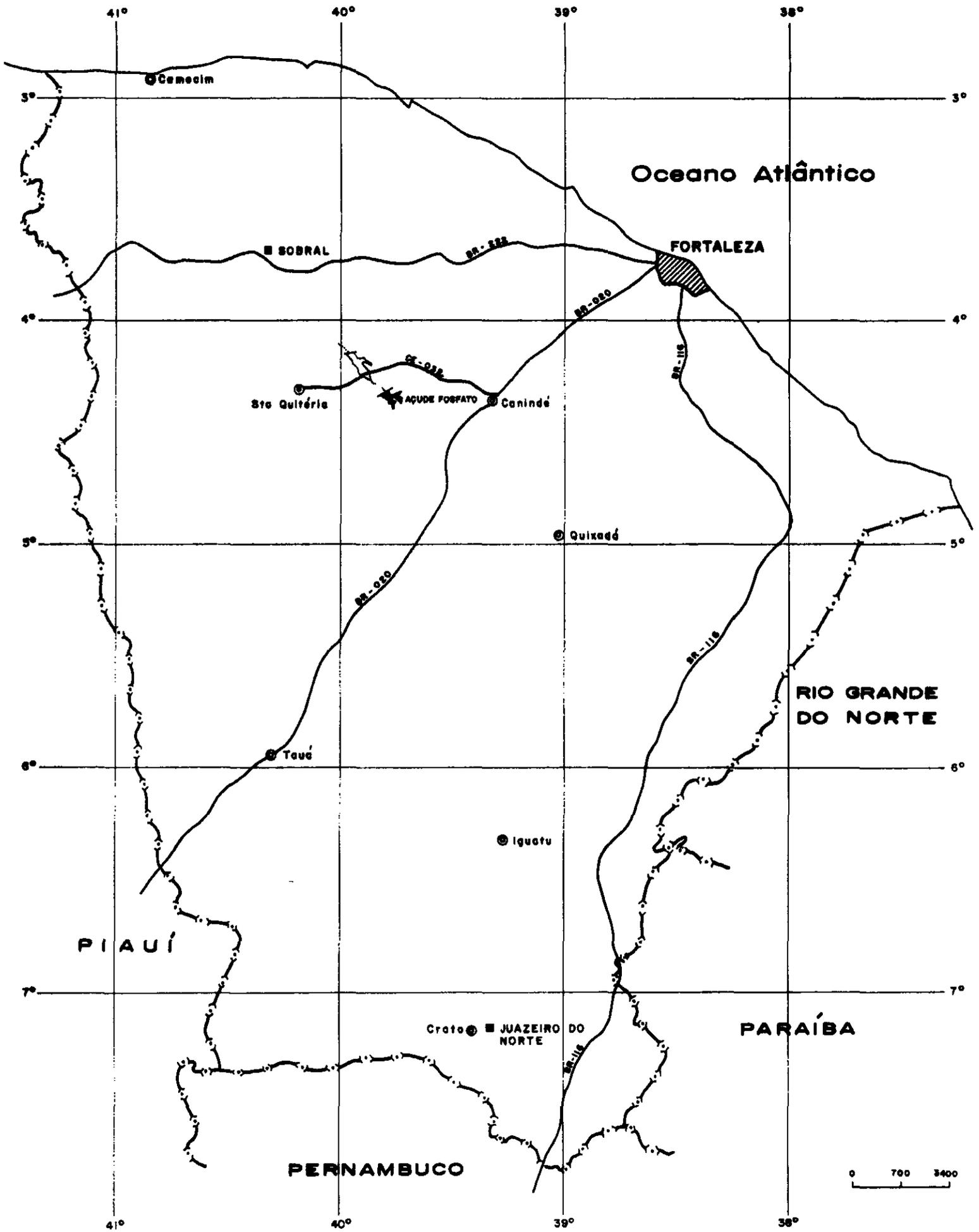
---

## 2.0 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Açude Fosfato está localizado a cerca de 42 km da cidade de Santa Quitéria, na região Centro Oeste do Estado do Ceará.

A ligação de Fortaleza até o local da barragem se dá, partindo-se de Fortaleza pela BR-020, onde percorre-se 113km até a cidade de Canindé, tomando-se aí a CE 032, percorrendo-se nesta, cerca de 101km até a cidade de Santa Quitéria. O acesso ao eixo do barramento se faz partindo da cidade de Santa Quitéria por uma estrada carroçável, que liga Santa Quitéria a Fazenda Barra, percorrendo-se nesta, cerca de 36km, até as proximidades da Fazenda Timbaúba, daí, entra-se à esquerda na direção leste, percorrendo-se aproximadamente 6km, até atingir a localidade Barriguda, onde se encontra o boqueirão.

A Figura do mapa a seguir mostra a localização e acesso.



000013

3.0 - ESTUDOS BÁSICOS

000014

---

## **- GENERALIDADES**

Os estudos básicos foram realizados visando a coleta e análise dos dados dos diversos condicionantes locais, para idealização e concepção da obra.

Inicialmente realizou-se um reconhecimento da região através de cartas topográficas, climática e geomorfológica para identificação das peculiaridades do trecho do rio onde será criado o lago de acumulação.

Após os trabalhos de escritório uma equipe deslocou-se para o local com o objetivo de verificar a validade das condições observadas em escritório e as características geológica-geotécnicas da área. A partir desta visita foram programadas as campanhas de estudo de campo, no que diz respeito à topografia e os estudos geológicos.

### **3.1 - ESTUDOS TOPOGRÁFICOS**

#### **OBJETIVO**

Os estudos topográficos realizados pela 3a Divisão de Levantamento, Unidade pertencente à Diretoria do Serviço Geográfico, Olinda Pe, tiveram como objetivo a determinação das coordenadas geodésicas dos pontos HV 01, HV 02, HV 03, HV 04, HV 05 e HV 06, que serviram de apoio para a restituição imediata da área compreendida entre os meridianos 39054' e 34058' e os paralelos 04030' e 04035', na região de Itataia, município de Santa Quitéria - Ce.

#### **TRABALHOS DE CAMPO**

##### **a. Método de Levantamento**

##### **1) DETERMINAÇÃO DE UM PONTO AUXILIAR**

Foi necessário um ponto auxiliar denominado "Aux Neves", cujas coordenadas geodésicas foram transportadas por irradiação simples, tendo como determinante o vértice SB 24.1050 (1a ordem, IBGE), situado na Serra do Gavião e orientação em seu marco de azimute. A altitude do referido ponto foi transportada por nivelamento trigonométrico, a partir da RN 514-J, também do IBGE.

## 2. DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE APOIO

Os pontos HV 05 e HV 06 tiveram suas coordenadas geodésicas determinadas através de irradiação simples tendo como determinante o ponto "Aux Neves" e como orientação o vértice SB.24 1050.

Para a determinação das coordenadas dos pontos HV 01, HV 02, HV 03 e HV 04, por questão de visibilidade, foi necessário a utilização de 4 (quatro) pontos auxiliares (Aux 01, Aux 02, Aux 03 e Aux 04).

As altitudes dos pontos HV e auxiliares foram obtidas através de nivelamento trigonométrico.

### b. Medições Angulares

#### 1. Horizontais

Os ângulos foram medidos em 4 (quatro) séries de leitura, nas posições CE e CD, com reiterações em 000, 600, 1200 e 1800, não se aceitando observações com discrepâncias superior a 5" em relação a média. Foi medida ainda uma série do repleto que teve o seguinte critério de rejeição: média do ângulo + repleto - 3600 < 10".

#### 2) Verticais

As observações verticais foram medidas também em 4 (quatro) séries, nas posições CE e CD, pelo processo das distâncias zenitais recíprocas e simultâneas, não se aceitando observações com discrepâncias superiores a 3" em relação a média.

### c. Medições Lineares

As distâncias para os pontos Aux Neves, HV 05, HV 06, Aux 01, Aux 02, Aux 03 e Aux 04, foram medidas com telurômetro MRA-3, em quatro séries de leituras recíprocas e as distâncias dos pontos auxiliares para os pontos HV 01, HV 02, HV 03 e HV 04, foram medidas com distanciômetro eletrônico Kern DM 504, também em 4 (quatro) séries de leituras.

### 3. TRABALHOS DE GABINETE

#### a. Cálculo das Coordenadas

As coordenadas dos pontos HV e Auxiliares foram obtidas por irradiação simples; todos os transportes foram efetuados em função das coordenadas geodésicas do vértice SB 24.1050.

As altitudes dos pontos foram calculadas por nivelamento trigonométrico, sendo que as zenitais recíprocas foram controladas segundo a seguinte formulação:

$$TAB B - (Z1+Z2-1800) < TAB C$$

Para determinação da TAB B, foi utilizado o valor do coeficiente de refração previsto para a região e para determinação dos valores da TAB C, fixou-se o valor de 50cm como precisão a ser atingida na determinação da diferença de altitude.

### 4. DADOS GERAIS

- a. Datum Planimétrico: SAD 69
- b. Elipsóide: Elipsóide Internacional de 1967
- c. Projeção: UTM
- d. Meridiano Central: 390WGr
- e. Local: Itataia, município de Santa Quitéria - Ce.

#### DESCRIÇÃO DO ITINERÁRIO E DA ESTAÇÃO

##### LOCALIZAÇÃO:

Na parte mais alta da Serra do Gavião, distante em linha reta, cerca de 25km a oeste da cidade de Itatira.

##### DESCRIÇÃO:

O Marco de Centro é uma chapa padrão do IBGE, estampada SB.24.1050 - 1987, cravada em uma pedra rente com o nível do solo. Os Marcos de Referência "A" e "B", são chapas estampadas, respectivamente, MR-A e MR-B, cravadas também em pedras.

O Marco de Azimute é uma chapa incrustada em um marco quadrangular de concreto, medindo 24cm de lado, quase rente com o nível do chão.

#### ITINERÁRIO:

Parte-se com zero km da Igreja Matriz de Santa Quitéria, e toma-se a estrada asfaltada na direção de Canindé. Com 36,3km deixa-se essa estrada e entra-se à direita para a cidade de Itatira. Com 60,4km deixa-se essa estrada e entra-se à direita para o Sítio Minador, no pé da Serra do Gavião. Com 70,3km chega-se nesse Sítio, local do Marco de Azimute, defronte de uma casa e ao lado do curral. Com 71,8km chega-se ao local onde deve ficar o veículo.

A pé: Sobe-se por um caminho, azimute 2500, e com umas duas horas de caminhada atinge-se o local dos marcos de Estação.

A restituição das atividades de campo foi feita em plantas nas escalas de 1:15.000 com curvas de níveis a cada 5m para a bacia hidráulica e 1:2.000 para o boqueirão.

## 3.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS

### 3.2.1 - INTRODUÇÃO

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 e da definição da vazão regularizada e da capacidade do reservatório.

Pela Carta da Região editada pela SUDENE na escala de 1:100.000, encontrou-se a área de contribuição da bacia hidrográfica para o local onde será construída a barragem, que é de 531,28km<sup>2</sup>, com uma linha de fundo de 46km e desnível em torno de 542 metros.

Na determinação da curva "Cota x Área x Volume, utilizou-se a planta topográfica na escala de 1:15.000, com curvas de níveis de 5 em 5 metros.

### 3.2.2 - ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

#### - Caracterização das chuvas sobre a bacia

O estudo das variações da precipitação anual foi feito utilizando dados das estações pluviométricas de Ibuçu, Santa Rosa, Ubiraçu e Jacampari. Os dados são relativos ao período de 1912 a 1984.

A partir da análise das séries pluviométricas, verificou-se que o regime de chuvas caracteriza-se por uma irregularidade interanual, ou seja, em determinado ano ocorre alta pluviosidade enquanto que em outros as precipitações são bastante deficientes. Os coeficientes de variação são bastante elevados, normalmente com valores em torno de 0,40.

A precipitação média anual é de 700mm, concentrando-se o período chuvoso no quadrimestre de fevereiro-maio, quando se verifica em média, 80% das precipitações anuais. O período de menor precipitação se situa normalmente, nos meses de setembro e outubro, nos quais se verifica em média, o máximo de 1% da média anual.

Praticamente a metade da chuva anual ocorre em somente 2 (dois) meses, março e abril. O trimestre fevereiro/abril ou março/maio é responsável por quase dois terços da pluviosidade do ano.

### - Chuvas Intensas

A metodologia empregada na determinação das precipitações intensas foi a das ISOZONAS, desenvolvida pelo Prof. Taborga Torrico. O método consiste basicamente, em utilizar estudos estatísticos de uma série de chuvas diárias, para através de um processo de desagregação e regionalização, estimar as precipitações de menores durações (2 horas, 1 hora, 6 minutos).

#### Chuva de Projeto

- Cálculo do tempo de concentração da bacia (tc)

$$tc = 57 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}, \text{ onde:}$$

tc = tempo de concentração em (min)

L = extensão do talvegue em (km) = 46,0km

H = máximo desnível no talvegue em (m) = 542,0m

logo:

$$tc = 57 \left( \frac{463}{542} \right)^{0,385} = 420,50 \text{ min.}$$

tc = 7 horas

#### - Chuvas de Projeto

Com o valor do tempo de concentração da bacia de 7 horas, entramos na curva "Altura x Duração x Frequência" e encontramos as chuvas de projeto para os períodos de retorno de 50, 100, 500 e 1000 anos.

### 3.2.3 - DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO

#### - Metodologia

O dimensionamento hidrológico do reservatório foi determinado com base no método de Campos, 1987.

O referido método apresenta um modelo gráfico aplicado a reservatórios de águas superficiais situadas em regiões com rios intermitentes sujeitos a altas taxas de evaporação. Tem como suporte teórico a Teoria Estocástica dos Reservatórios ou Teoria do Armazenamento de Moran. Segundo o autor, este método apresenta como novidade na Teoria a introdução de uma matriz de evaporação por levar em conta as perdas devido a esse fenômeno.

O modelo gráfico contempla as seguintes variáveis: capacidade do reservatório, volume anual regularizado e probabilidade de esvaziamento de reserva. As variáveis de entrada do modelo são: volume afluente médio anual, coeficiente de variação dos deflúvios anuais, lâmina de evaporação e um fator que representa a forma da bacia hidráulica.

- Estudos das disponibilidades:

Volume Afluente Médio Anual ( $V_a$ ) é de  $48,06 \times 106m^3$ , e o Coeficiente de Variação ( $cv$ ) dos valores dos deflúvios anual é de 1,30.

Lâmina de Evaporação ( $E_v$ )

Os dados de evaporação média foram extraídos do volume relativo aos estudos hidrológicos do Projeto Acaraú. A lâmina média anual evaporada é de 2012mm.

### 3.2.4 - ESTUDO DAS CHEIAS

- Cálculo das Cheias

Conhecida uma chuva crítica de uma bacia, isto é, a intensidade dessa chuva com duração que produza o máximo escoamento superficial (com duração igual ao tempo de concentração da bacia), bem como, o hidrograma unitário da bacia pode-se traçar o hidrograma de enchente correspondente à chuva dada. Cada chuva terá um período de recorrência da cheia.

Para o estudo da determinação das cheias de projeto foram utilizados dois métodos: Método do Hidrograma Unitário e Método do Hidrograma Total Afluente.

O cálculo da hidrógrafa unitária triangular pelo método do SCS, foi feita para duração igual a 1/5 do tempo de concentração da bacia.

#### Hidrograma Total Afluente

##### - Cálculo da precipitação em excesso

O cálculo foi feito através do método do "Curve Number" do SCS. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$PE = \frac{(P-5080/N + 50,8)^2}{(P+20.320/N-203,2)}, \text{ onde:}$$

PE = Excesso de chuva em mm;

P = Precipitação em mm, com duração igual ao tempo de concentração;

N = Número de deflúvio que define o complexo hidrológico "Solo x Vegetação", obteve-se N = 77.

O hidrograma total afluente foi calculado em duas etapas:

1 - Calculou-se o hidrograma para uma chuva de duração igual ao tempo de concentração da bacia para uma altura de chuva efetiva igual a 5mm.

2- Calculou-se o hidrograma para as chuvas de período de retorno de 100, 500 e 1000 anos, multiplicando-se as ordenadas do hidrograma obtido na etapa anterior pela relação  $PE(T)/5$  PE(T) = precipitação excedente correspondente ao período de retorno T.

##### - Estudo do Amortecimento das Chuvas

Alternado-se a vazão de entrada do reservatório de acumulação, a vazão de saída não é instantaneamente alterada do mesmo valor. O nível d'água tende a manter-se horizontal e o acréscimo de vazão na entrada é traduzido em uma elevação da superfície líquida.

Um método para avaliar o processo de propagação de onda de cheia em reservatórios foi desenvolvido por L. G. Army Corps of Engineers, E.U.A. De forma sucinta o método consiste no seguinte:

Considere a equação da continuidade:

$$I - O = \frac{ds}{dt} \quad (1)$$

onde:

I = vazão de entrada;

O = vazão de saída

ds

-- = variação do armazenamento no tempo (t)

dt

A equação (1) pode ser expressa em uma forma finita como:

$$\left( \frac{I_1 + I_2}{2} \right) \Delta t - \left( \frac{O_1 + O_2}{2} \right) \Delta t = S_1 - S_2 \quad (2),$$

onde:

Os índices 1 e 2 se referem aos valores do início e final do intervalo de tempo "delta t". O tempo "delta t" é chamado período de "Routing".

A equação (2) pode ser transformada em:

$$I_1 + I_2 + \left( \frac{2S_1}{\Delta t} - O_1 \right) = \left( \frac{2S_2}{\Delta t} + O_2 \right) \quad (3)$$

A solução da equação (3) requer uma curva de "routing" mostrando " $2S/\Delta t + O$ " versus "O".

Os cálculos foram realizados para as cheias de períodos de retorno de 100 anos e 1000 anos.

Foi determinado a curva de "routing" para largura de sangradouro de 120m.

**3.3 - ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS**

### 3.3 - ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS

#### 3.3.1 - GENERALIDADES

Os estudos geológicos de superfície envolveram o mapeamento geológico detalhado do sítio barrável, área do sangradouro, fotointerpretação geológica na bacia hidráulica e estudos de reconhecimento superficial dos materiais construtivos.

#### 3.3.2 - GEOLOGIA GERAL

Estudos Geológicos - Sondagens Geofísicas, realizados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, Diretoria de Estudos e Projetos, chegaram as seguintes conclusões:

O local da barragem é caracterizado pela ocorrência de solos aluviais, depositados sobre o embasamento cristalino gnaissico ou quartzítico, com ocorrências locais de depósitos de talus, principalmente nas ombreiras esquerda (Est. 23, 24 e 25) e direita (31 e 32).

Estes depósitos são constituídos por uma massa de solos finos e uma grande quantidade de seixos angulosos, às vezes achatados, e blocos de quartzito em camadas, com dimensões que podem atingir o tamanho de metros.

A ombreira direita (Serrote do Gato), em seu aspecto estrutural é constituída inteiramente por blocos soltos mergulhados numa matriz de solos residuais provenientes de um acamamento de leitos quartzíticos e xistosos, agora alterados para solos residuais, com blocos soltos, cujo embasamento sã apresenta visíveis dobramentos estruturais ondulados de montante para jusante, por onde poderão ocorrer percolações d'água importantes.

Por outro lado nas imediações da ombreira esquerda (Estacas 23, 24 e 25), num poço exploratório, foi observado um depósito de talus, com características um pouco diferentes da ombreira direita, isto é, os seixos da ordem de 10cm, em grande quantidade, laminados, indicando um certo acamamento, estão mergulhados numa matriz silte-argilosa de consistência

dura, pois a sua remoção com picareta foi realizada com certa dificuldade.

Por se tratar de uma camada de espessura desconhecida, os próximos estudos geotécnicos poderão indicar se a fundação da barragem poderá ser lançada neste material.

Entretanto, nas estacas 27, 28, 29 e 30, através da interpretação da velocidade sísmica do refrator, pode-se observar que o solo aluvião está praticamente em contato com a rocha sã e provavelmente haverá uma camada oculta devido ao contraste grande entre a primeira e a segunda camada.

Devido a ação do intemperismo, pode-se classificar algumas litologias diferenciadas, provenientes de alteração de rocha gnaissica, na seguinte sequência completa:

- solo superficial orgânico
- solo residual maduro
- solo residual jovem
- rocha alterada
- rocha sã

### 3.3.3 - INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

O relatório final dos estudos geotécnicos do Açude Fosfato, realizado pela GEONORTE, apresenta os resultados das sondagens executadas no eixo topográfico locado e os ensaios de perda d'água sob pressão ("LUGEON").

Foram executados, ao longo do eixo locado da barragem, 08 (oito) sondagens mistas (iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa).

Os procedimentos de execução das sondagens e os equipamentos utilizados são a seguir descritos de forma sumária:

#### - Sondagens a Percussão

O objetivo básico destas sondagens foi o de definir a espessura dos depósitos aluviais sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas através do "SPT" (STANDARD PENETRATION TEST).

Na execução das sondagens foram usados dois processos para avanço do furo. Inicialmente foi usado o trado concha de 4", ao encontrar-se nível d'água ou material impenetrável a esta ferramenta, o furo foi

revestido e prosseguido por lavagem, até atingir-se material impenetrável a este processo.

Para extração das amostras foi utilizado o amostrador padrão de 2" e 1 3/8" de diâmetros externo e interno, respectivamente, o qual era cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65 kg, com altura de queda de 75cm.

Durante a cravação do amostrador foram registrados os números de golpes necessários para fazer o amostrador penetrar cada 15cm no terreno, até uma penetração total de 45cm. Este número de golpes é denominado de "Standard Penetration Test (SPT)".

#### - Sondagens Rotativas

A perfuração foi executada com coroa BX (diâmetro externo 59,56mm) acoplada a um barrilete duplo. A sonda utilizada foi uma MACH 920 da MAQUESONDA, de avanço manual.

Para cada operação do barrilete foram registrados a porcentagem e o número de peças, dados que estão indicados nos perfis de sondagens.

#### - Ensaio "LUGEON"

Nos trechos de sondagem rotativas, dos furos SM-3 a SM-8, foram realizados ensaios de perda d'água "LUGEON" no sentido de avaliar a permeabilidade e o comportamento dos maciços rochosos frente à percolação da água através de suas fissuras.

Este ensaio consiste na injeção de água sob pressão em um trecho do furo de sondagem e na medida da quantidade de água que se infiltra no maciço durante um certo tempo, sob uma dada pressão de injeção. O ensaio é realizado em 5 (cinco) estágios de pressão, sendo os 10 e 50 estágios sob uma pressão mínima, os 20 e o 40 estágios sob uma pressão intermediária, e o 30 estágio sob uma pressão máxima.

Para determinação da pressão máxima, foi adotado 0,25 kg/cm<sup>2</sup> por metro de profundidade do obturador.

- Sondagem com Recuperação de Testemunho

Foram realizados também pela CEMINAS - Companhia Cearense de Mineração, 03 (três) furos Sondagem com Recuperação de Testemunho no vertedouro, atendendo solicitação da Urânio do Brasil, objetivando obter a espessura de alteração (zona de alteração) do pacote rochoso que compõe o embasamento da área, pela qual será o vertedouro do Açude Fosfato.

- Trabalhos Realizados

Foram executados 03 (três) furos de sondagem à diamante em locais predeterminados pela Urânio do Brasil.

As perfurações foram executadas com coroa "BX" (diâmetro externo 59,56mm e interno 44,45mm) acoplada a um barrilete simples, iniciados por sapata e revestimento "BX". A Sonda utilizada foi uma SONDEC série SS1-083, de avanço hidráulico.

Para cada manobra de barrilete foram registrados a percentagem de recuperação e o número de peças.

- Resultados Obtidos:

FURO 1:

- . Perfuração Total (profundidade): 17,70 metros;
- . Recuperação Total: 7,31 metros;
- . % de Recuperação total: 41,30%
- . Perfuração em Material Alterado (friável) sem Recuperação: 4,0 metros;
  - . Solo: aproximadamente 2,0 metros.
  - . Rocha Alterada: aproximadamente 2,0 metros
- . Perfuração em Rocha Maciça com Recuperação: 13,70 metros;
  - . % de Recuperação: 53,35%;
- . Intervalos:
  - . Rocha fraturada com alteração: 4,0 a 12,40 metros de profundidade;
  - . Rocha maciça: 12,40 a 17,70 metros de

profundidade;

FURO 02:

- . Perfuração Total (profundidade): 19,95 metros;
- . Recuperação Total: 7,31 metros;
- . % de Recuperação Total: 29,87%;
- . Perfuração em Material Alterado (friável) sem recuperação: 7,0 metros;
  - . Solo: aproximadamente 0,80 metros;
  - . Rocha Alterada: aproximadamente 6,20 metros;
- . Perfuração em Rocha Maciça com Recuperação: 12,95 metros;
  - . % de Recuperação: 56,44%;
- . Intervalos:
  - . Rocha fraturada com alteração: 7,0 a 12,95 metros de profundidade.
  - . Rocha maciça: 12,95 a 19,95 metros de profundidade.

FURO 03:

- . Perfuração Total (profundidade): 14,70 metros;
- . Recuperação Total: 5,22 metros;
- . % de Recuperação Total: 35,51%
- . Perfuração em Material Alterado (friável) sem Recuperação: 6,80 metros;
  - . Solo: aproximadamente 0,30 metros;
  - . Rocha alterada: aproximadamente 6,50 metros;
- . Perfuração em Rocha Maciça com Recuperação: 7,90 metros;
  - . % de Recuperação; 66,07%;
- . Intervalos:
  - . Rocha fraturada com alteração: 6,80 a 10,75 metros de profundidade;
  - . Rocha maciça: 10,75 a 14,70 metros de profundidade.

### 3.3.4 - MATERIAIS CONSTRUTIVOS

#### INTRODUÇÃO

Aqui, estão apresentados os trabalhos de investigação dos materiais construtivos e seus respectivos resultados realizados pela Secretaria de Planejamento e Coordenação do Estado do Ceará - SEPLAN.

Tais estudos foram executados nas proximidades da área, onde será barrado o rio Groaíras e tiveram como objetivo qualificar e estimar as reservas de materiais ali existentes. As investigações foram conduzidas para a definição das propriedades básicas de engenharia (permeabilidade, resistência ao cisalhamento etc.). Estes estudos representam apenas uma amostragem do material, o que se faz necessário um estudo, posteriormente mais aprofundado.

#### TRABALHOS REALIZADOS

Procurando-se encontrar jazidas de materiais, situadas próximas ao eixo do barramento, de preferência na área de inundação foram marcados os pontos de abertura dos poços nas regiões que apresentavam afloramentos favoráveis.

Pretendeu-se cumprir uma malha regular de 40 metros de lado, mas as características evidenciadas dos depósitos de argila reorientaram a abertura dos poços para um espaçamento maior e, às vezes, não-retangular.

Foram abertos poços com seção horizontal de 0,9x1,3 metros aproximadamente, e profundidade de até 3 metros.

O volume total escavado nesse trabalho foi de 130m<sup>3</sup>, observando-se uma média de 1,68m<sup>3</sup>/poço.

Todos os poços foram descritos procurando-se individualizar os materiais que guardavam semelhança com suas características visuais.

Foram identificadas quatro áreas, denominadas de Quintino, Serrote do Gato Sul, Vertedouro e Serrote do Moleque Flanco-Nordeste.

Em função das avaliações macroscópicas das amostras coletadas nos poços mais representativos, foram selecionadas, e remetidas para o laboratório

especializado, três amostras. Os materiais submetidos a

ensaios geotécnicos são representativos daqueles que aparentemente indicavam melhores características para serem empregados na construção da parede do barramento.

Objetivando obter-se características do depósito de areia, foram coletadas, no leito do Rio Graíras, duas amostras. Do afloramento de rocha granítica, situado à cerca de 900m, a montante do eixo do barramento, coletou-se rochas que foram submetidas ao ensaio "Los Angeles".

## RESULTADOS OBTIDOS

Nesta avaliação preliminar foi possível a apresentação das reservas dos materiais qualificados.

### AREIA

Da observação da curva granulométrica obtida no ensaio e do peneiramento realizado, pode-se constatar que esse material apresenta características adequadas ao emprego em concreto e à formação de filtro do maciço.

Com razoável segurança, pode-se apresentar a existência de 5.000m<sup>3</sup> de areia por cada 100m de leito do rio.

### ROCHA

Além do afloramento de quartzito, situado a 500m a montante do eixo, observou-se afloramento de rochas graníticas, também posicionado a montante, na bacia hidráulica, a uma distância de 900m, aproximadamente.

O corpo rochoso de quartzito ocorre sob forma de crista, salientando-se do solo em cerca de 20m, apresentando uma largura variando por volta de 20m, ao longo de 200 metros.

### MATERIAL ARGILOSO

Em função dos trabalhos realizados, foi possível a ordenação dos quadros de reservas para os quatro depósitos avaliados.

Os resultados obtidos em termos qualitativos, segundo os testes realizados, são favoráveis.

Evidencia-se, no entanto, nas áreas prospectadas, espessuras pequenas de material útil, o que vem demandar uma avaliação econômica mais acurada de cada depósito e a prospecção de outras áreas menos próximas.

Como já foi expresso, as três amostras submetidas aos ensaios geotécnicos representam parcelas predominantes dos materiais mais promissores.

A amostra de referência OA-0, coletada no poço de mesma denominação, é representativa dos materiais argilosos que ocorrem recobrimdo a maior parte do Serrote do Moleque, e a região situada a Nordeste da provável locação do Vertedouro.

O material coletado no poço Q -3 e analisado em laboratório, representa bem o pacote de material aluvionar que forma uma suave elevação sob a qual está a casa do Sr. Quintino.

A amostra de referência W-3, coletada a Sudoeste do Serrote do Gato, é um exemplar representativo dos materiais argilosos que ocorrem naquela área.

As piçarras, rochas bastante alteradas e argilizadas, passíveis de serem usadas na construção de paredes, não foram estudadas em laboratório, nesta etapa, mas foram cubadas e fazem parte dos quadros de reservas, representando 27.260m<sup>3</sup>.

**4.0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO**

000033

---

#### 4.0 - CRITÉRIOS USADOS NA ESCOLHA DO PROJETO

##### 4.1 - Generalidades

A escolha das definições finais que estruturam o projeto básico das obras foi realizada tomando como base os estudos topográficos, hidráulicos e geológico-geotécnicos.

##### 4.2 - Barragem

###### 4.2.1 - Escolha de Seção-Tipo

Para a escolha da seção-tipo adotada para o maciço da barragem, no projeto executivo, levou-se em consideração diversos fatores, tais como:

- As condições geológicas e geotécnicas da fundação no leito do rio e nas ombreiras.
- As disponibilidades de materiais terrosos, arenosos, pedregulhosos e rochosos na região da obra.
- As distâncias de transportes das ocorrências até a obra.
- Os custos das diversas técnicas de controle de percolação.

Esses fatores analisados concomitantemente, possibilitaram a definição de todos os parâmetros técnicos e econômicos que têm influência na idealização da seção, permitindo assim, a escolha da seção-tipo definitiva.

A seção-tipo consta de um maciço de terra homogêneo, com um sistema de drenagem interna constituído de filtro vertical e tapete horizontal. A estanqueidade da fundação será garantida por uma trincheira de vedação (cut-off) até encontrar o gnaisse alterado.

#### 4.2.2 - Proteção do Coroamento

Para proteção do coroamento será utilizado pedrisco que deverá formar uma camada de 0,30m de espessura, com menos de 30% de argila.

#### 4.2.3 - Proteção dos Taludes

Para proteção dos taludes de montante e jusante foi projetado um enrocamento de pedras jogadas ("rip-rap") britado na forma de "bica corrida", com espessuras de 0,45m e 0,30m respectivamente. Esta proteção abrange todas as superfícies de montante e jusante e será assentada sobre um colchão de areia grossa conforme exigência para transição e filtros.

#### 4.2.4 - Altura da Barragem

Na determinação da cota de coroamento da barragem levou-se em consideração:

- a) A variação da vazão regularizada em função da capacidade de acumulação do reservatório.
- b) A captação máxima da disponibilidade hídrica da bacia.

Analisadas essas considerações em conjunto adotou-se a cota de coroamento da barragem a partir da lâmina d'água que fornece uma acumulação de 41.426.274m<sup>3</sup>. Essa acumulação representa 0,85 vezes o volume médio afluente da bacia .

#### 4.2.5 - Taludes do Maciço

Os taludes do maciço foram pré-dimensionados com base nas características geotécnicas dos materiais disponíveis.

No paramento de montante foram criados inclinações diversificadas e, no de jusante bermas estabilizadoras.

As características do talude de montante são:

INCLINAÇÃO (H:V)	COTA
2,5 : 1	283 A 268
3,0 : 1	268 até o terreno

As características dos taludes de jusante são:

INCLINAÇÃO	BERMA	COTA
2,0 : 1		283 a 268
	2,0	268
2, : 1		268 até o terreno

#### 4.2.6 - Sistema de Drenagem Interna

O controle da água que flue pela fundação faz-se necessário para evitar a possibilidade de perdas excessivas de água e para reduzir o gradiente hidráulico na região de jusante do maciço.

Projetou-se um dreno vertical, tipo chaminé, posicionando próximo ao eixo da seção transversal, com largura de 1,0m. Esse dreno liga-se a um tapete drenante de jusante, com espessura de 1,0m.

Adotou-se esse sistema de drenagem visando interceptar o fluxo que possa ocorrer através de qualquer fissuramento do maciço que eventualmente ocorra devido a recalques diferenciais nas zonas de passagem do plano aluvionar para as ombreiras.

Nas ombreiras deu-se continuidade ao mesmo sistema de drenagem, com excessão das zonas mais altas, locais de cargas hidráulicas reduzidas, onde projetou-se apenas dreno vertical.

#### 4.2.7 - Tratamento de Fundação

Fundação em solos de alta permeabilidade podem acarretar o aparecimento de gradientes elevados e favorecer o direcionamento preferencial de grandes vazões através de regiões da fundação propiciando eventual surgimento de "canais" ou "tubos" de erosão regressiva.

Para proteção contra este eventual "piping" projetou-se um trincheira de vedação no plano aluvionar, retirando-se este material mais permeável e preenchendo-a com material de permeabilidade igual a do maciço.

Será implantada uma cortina de injeção de cimento mediante a abertura de uma linha de furos primários, secundários e terciários, ao longo do eixo da fundação da barragem principal e dique da ombreira direita, nos trechos I e II, que atingirão a uma profundidade de 9m e 16m, respectivamente, espaçados de 6,0m a 6,0m, para os furos primários e secundários e de 3 em 3 metros para os furos terciários.

O detalhe é mostrado no desenho Perfil Longitudinal pelo Eixo da Barragem e Diques.

#### 4.3 - Sangradouro

O sangradouro situa-se na ombreira direita, esta localização foi definida pelas condições topográficas e geotécnicas. Existe a cada ombreira uma sela topográfica, sendo que a fundação da sela da ombreira esquerda não se apresenta favorável a este fim. Por questões técnicas e econômicas a melhor solução resultou em um canal lateral, de 25m de largura, escavado em gnaisse alterado, com direção do fluxo paralelo ao eixo do vertedouro. O cálculo executado levou em consideração dar vazão à descarga do sangradouro dentro das proporções mais econômicas do ponto de vista construtivo.

O canal será revestido com placa de concreto para proteção contra processos erosivos, que poderão ocorrer. O fundo do canal é constituído de uma laje de concreto com 20cm de espessura. Os lados do sangradouro terão muros de concreto para proteção e contenção do maciço.

#### 4.4 - Descarga de Fundo

Foi projetado um Descarregador de Fundo, localizado na ombreira esquerda da barragem principal, estaca 21 + 15m, formando um ângulo de 106° com o eixo da barragem. Este dispositivo tem como finalidade permitir o carreamento de sedimentos acumulados no fundo do reservatório e, o escoamento no leito do rio, nos períodos de prolongada estiagem.

A descarga adotada no dimensionamento não interferirá na demanda objeto do açude - Usina de Itataia - pois, apresenta insignificante ante aquela.

**5.0 - QUANTITATIVOS E CUSTOS**000039

---

### 5.0 - QUANTITATIVOS E CUSTOS

Os custos das obras, descritos anteriormente, serão apresentados a seguir em planilhas constando das seguintes fases: Instalação e Mobilização, Barragem, Sangradouro e Descarga de Fundo.

Nas planilhas são apresentadas as especificações dos serviços, os quantitativos, os preços unitários e preço total.

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

Os preços unitários aqui apresentados, referem-se ao mês de outubro/92 e foram retirados da Tabela de Preços dos Serviços de Irrigação e Barragens do DNOCS.

Será apresentado a seguir o Quadro Resumo com os valores das principais estruturas das obras, bem como o valor total, e serão apresentadas, em seguida, as planilhas com os quantitativos, preços unitários e preços globais dos diversos itens da construção.

#### QUADRO RESUMO DOS PREÇOS

!ITEM	SERVIÇOS	PREÇOS
! 01	INSTALAÇÃO E MOBILIZAÇÃO	4.639.418.074,61
! 02	BARRAGEM	39.658.294.879,90
! 03	SANGRADOURO	11.824.263.966,23
! 04	DESCARGA DE FUNDO	66.530.871,71
!	TOTAL	56.188.507.792,45

TABELA DE ORCAMENTO DE OBRAS

DENOMINACAO DA OBRA.		ACUDE FOSFATO		PRECOS	
		OUTUBRO/92			
ITEM	SERVICOS	UNIDADE	QUANTIDADE	UNITARIOS	TOTAIS
INSTALACAO E MOBILIZACAO					
1 1	Instalacao do Canteiro de Obras	vb	-	-	2 061 963 588,71
1 2	Mobilizacao	vb	-	-	1 030 981 794,36
1 3	Desmobilizacao	vb	-	-	1 030 981 794,36
1 4	Divulgacao	vb	-	-	515 490 897,18
TOTAL DO ITEM 1					4 639 418 074,61
BARRAGEM					
2 1	Servicos Preliminares				
2 1 1	Caminho de servico com faixa de 6,0m e compactacao numa espessura de 15cm, para trafego nas areas de emprestimos e jazidas	km	10,00	8 742.355,32	87.423 553,20
2 1 2	Estradas de acesso com pista revestida de picarra com 6,0m de largura	km	6,00	99 051 531,96	594309191,76

2 1 3	Desmatamento e destocamento tipo regular do local da barragem e sangradouro e jazida compreendendo derrubada, arranca, queima, enleiramento e requema	ha	45,00	8 567 315,67	385 529 205,15
2 1 4	Expurgo de material (remocao da camada vegetal) nas areas de implantacao da barragem e sangradouro com bota-fora de ate 300m, medido no corte	m3	10 594,00	29 830,35	316 022.727,90
2 1 5	Expurgo de material (remocao da camada vegetal) nas areas de jazidas, com transporte a lamina ate 50m sem bota-fora, medido no corte	m3	60 000,00	13 812,71	828 762 600,00
2 2	Fundacao				
2 2 1	Escavacao, carga e transporte ate 300m, de material de 1a categoria, utilizando-se caminhao basculante	m3	32 892,00	23 624,18	777 046 528,56
2 2 2	Tratamento da Fundacao				
2 2 2 1	Limpeza da fundacao	m2	950,00	78 937,24	74 990 378,00
2 2 2 2	Perfuracao por rotoperussao a) diametro BX	m	842,00	1 311 564,84	1.104 337 595,28
2 2 2 3	Preparo de perfuracao a) em rocha	m2	6 891,00	419 663,85	2.891 903 590,35
2 2 2 4	Injecao e calda de cimento	saco	2526,00	235 196,23	594 105 676,98
2 2 2 5	Ensaio de Perda d'agua	un	20,00	287.769,50	5.755 390,00

2 2 2 6	Fornecimento de cimento para injecao	saco	2526,00	57 184,96	144 449 208,96
2 2 2 7	Camada de concreto para regularizacao	m3	78,00	1 008 467,33	78.660.451,74
2.3	<b>Macico</b>				
2 3 1	Aterro compactado, compreendendo escavacao, carga, descarga e transporte ate 300m, umedecimento, espalhamento, homogeneizacao e compactacao	m3	512.590,00	37 858,53	19 405 903 892,70
2 3 2	Transporte complementar em material para o macico com utiliz. de caminhao basculante	m3xkm	1 025 179,00	8 361,67	8 572 208 488,93
2 3 3	Enrocamento de pedra jogada, constando de colocacao e espalhamento de material de 3a categoria com transporte de uma distancia de ate 300m	m3	21 965,00	30 564,10	671 340 456,50
2 3 4	Execucao de tapete e transicoes de areia	m3	30 412,00	23 893,31	726 643 343,72
2 3 5	Transporte complementar em material de 1a categoria c/ util de caminhao basculante p/ tapete e e transicoes de areia	m3xkm	6 085,00	8 361,67	50 880 761,95
2 3 6	Escavacao, carga e transporte ate 300m, espalhamento, umedecimento e compactacao de areia para filtro	m3	7 706,00	23 893,31	184 121 846,86
2 3 7	Transporte complementar em material de 1a categoria p/ filtro c/ util de caminhao basculante	m3xkm	3 850,00	8 361,67	32192429,50
2 3 8	Britagem de rocha, com pedra transportada a uma dist de 500m, colocacao e espalh transicao	m3	1 674,00	333 240,31	557 844 278,94

237	Revestimento do coroamento co CG ou pedrisco (e = 30cm), incl extração medido no aterro	m2	1 422,00	112 720,86	160 289 062,92
238	Regularização dos taludes no rip-rap.	m2	54 800,00	25 795,15	1 413 574 220,00
<b>TOTAL DO ITEM 2</b>					<b>39 658 294 879,90</b>
<b>3</b>	<b>SANGRADOURO</b>				
31	Escavação				
311	Escavação, carga e transporte até 300m de material de 1ª categoria, utilizando-se caminhão basculante	m3	8 764,00	23 624,18	207 042 313,52
312	Escavação, carga e transporte até 300m de material de 2ª categoria utilizando-se caminhão basculante	m3	78 876,00	35 537,76	2 803 076 357,76
32	Concreto				
321	Concreto simples, preparo e lançamento com consumo de 150kg de cimento por m3, usando-se brita e pedra de mão para regularização, fck = 9MPa	m3	292,00	783 196,89	228 693 491,88
322	Concreto ciclopico com 12% de pedra-de-mão para soleira vertente, fck = 12MPa	m3	1 785,00	1 008 467,33	1 800 114 184,05
323	Concreto armado fck 15MPa p/ os muros de proteção, laje fundo do canal, e muros de contraventamento	m3	1 433,00	4 576 520,11	6 558 153.317,63

3 3	Terraplanagem				
3 3 1	Reaterro compactado manualmente com reaproveitamento do material escavado medido no aterro para muro de protecao	m3	2.525,00	21 495,96	54.277 299,00
3 4	Drenagem				
3 4 1	Tubo PVC D = 8"	m	319,00	38 838,67	12.389 535,73
3 4 2	Tubo PVC D = 6"	m	956,00	21 670,67	20 717 157,33
3 4 3	Britagem de rocha para dreno	m3	64,00	338 257,28	21 648 465,92
3 4 4	Escav carga e transp de areia p/dreno c/ util de caminhao basculante.	m3	256,00	23 893,31	6 116 687,36
3 5	Juntas de vedacao				
3 5 1	Junta Fugenbandd 0-22, fornecimento e montagem	m	295,00	379 780,19	112 035 156,05
	TOTAL DO ITEM 3				11 824 263 966,23
4	DESCARGA DE FUNDO				
4 1					
4 1 1	Escavacao manual em obras isoladas, em mat de 1a categoria ate 1,5m de profundidade	m3	298,00	49 440,71	14 733 331,58

4 2	Concreto				
4 2 1	Concreto armado c/fck = 12MPa para galeria, bacia de dissipacao e caixa coletora.	m3	132,00	23 624,18	3.118 391,76
4 2 2	Concreto ciclopico com ate 12% de pedra de mao para regularizacao, fck = 9MPa	m3	7,20	1 008 467,33	7 260 964,78
4 3	Equipamento Mecanico				
4 3 1	Tubo de ferro fundido de D=300mm inclusive montagem e testes	m	102,00	124 200,00	12 668 400,00
4 3 2	Registro de gaveta c/acionamento direto atraves volante, de D=300mm-Pn20-FoFo	ud	2,00	3 324 983,01	6 649 966,02
4 3 3	Grade de aco 3,25 x 3,25	ud	1,00	2 406 720,96	2.406 720,96
4 3 4	Crivo de aco para a tubulacao de Ø de 300mm	ud	1,00	2 404 811,67	2 404 811,67
4 3 5	Toco com flanges com Ø = 300mm	ud	1,00	4 636 000,00	4 636 000,00
4 3 6	Extremidade de flange e Ponta	ud	1,00	2 778 000,00	2 778 000,00
4 4	Juntas de Vedacao				
4 4 1	Junta Fungenband 0-22, fornecimento e montagem	m	26,00	379 780,19	9 874 284,94
TOTAL ITEM 4					66 530 871,71
TOTAL ITENS 2, 3 e 4					51 549 089.717,84
TOTAL GERAL					56 188 507 792,44

(CINQUENTA E SEIS BILHOES, CENTO E OITENTA E OITO MILHOES, QUINHENTOS E SETE MIL E SETECENTOS E NOVENTA E DOIS CRUZEIROS E QUARENTA E QUATRO CENTAVOS)

**6.0 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS**

## **6.0 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS PARA EXECUÇÃO DAS OBRAS DO PROJETO DO AÇUDE FOSFATO**

### **6.1 - Generalidades**

As presentes especificações, descrevem de um modo geral os trabalhos necessários à execução das obras civis, visando orientar os proponentes para a elaboração de suas propostas, bem como, durante a construção, definir as qualidades e características exigidas para cada serviço com instruções, recomendações e demais técnicas requeridas em cada caso.

### **6.2 - Especificações Técnicas para Construção das Obras de Terra e Enrocamento.**

#### **6.2.1 - Objetivo**

As presentes especificações se referem à construção da barragem de terra do Açude Fosfato, município de Santa Quitéria, no Estado de Ceará. A construção da barragem de terra compreende as escavações e o preparo das fundações, a execução dos maciços de terra compactada, inclusive do vertedouro e da descarga de fundo.

#### **6.2.2 - Projeto**

A execução das obras seguirá em todos os pormenores os desenhos e textos explicativos de projeto constantes nas presentes especificações.

As quantidades de trabalho previstas, constantes dos volumes de projeto são meras indicações de ordem de grandeza dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos no cronograma.

O Empreiteiro se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam detalhados, direta ou indiretamente, nas especificações ou nos desenhos de projeto, mas que sejam necessários à realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivesse particularmente delineado e descrito.

### 6.2.3 - Fiscalização

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

São funções da Fiscalização:

- 1) Zelar pela fiel execução dos projetos com pleno atendimento às especificações respectivas, explícitas ou implícitas.
- 2) Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles por ela julgados não satisfatórios.
- 3) Assistir ao Empreiteiro na escolha dos métodos executivos mais adequados.
- 4) Exigir do Empreiteiro a modificação de técnica de execução inadequada, a critério da Fiscalização e a recomposição dos serviços não satisfatórios.
- 5) Revisar eventualmente os projetos e normas técnicas, adaptando-se a situações específicas de local e momento.
- 6) Executar todos os ensaios necessários ao controle da construção da obra e interpretá-los devidamente.

Os agentes da Fiscalização terão poderes suficientes para impedir ou mandar suspender os trabalhos desde que eles não estejam sendo realizados de acordo com esta Especificação. A Empreiteira poderá contestar por escrito, se assim o entender, do impedimento ou suspensão dos trabalhos. Em qualquer caso a contestação não poderá ser utilizada como motivo para justificação de atrasos ou para qualquer outra reivindicação.

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

#### 6.2.4 - Implantação das Obras

O Empreiteiro não dará início a qualquer serviço sem que sua implantação tenha sido verificada pela Fiscalização, mas tal verificação não exime o Empreiteiro da responsabilidade da exata execução dos trabalhos.

As atividades e prazos executados são os previstos no projeto e nas presentes especificações.

O Empreiteiro poderá propor alteração no programa de construção, e nos prazos parciais do cronograma. Tais alterações só poderão ser levadas a efeito quando aprovadas pela Fiscalização. A aprovação por parte da Fiscalização, entretanto não exime o Empreiteiro da responsabilidade por atrasos nos prazos finais ou em prazos parciais não alterados nem lhe dá direito a qualquer outra reivindicação. Também a falta de aprovação da alteração proposta não servirá ao Empreiteiro como justificativa para atrasos nos prazos ou a outra qualquer reivindicação.

#### 6.2.5 - Canteiro de Obras e Serviços Preliminares

Logo após o recebimento da "Ordem de Serviço" a Fiscalização liberará as áreas destinadas à implantação do Canteiro de Obras, em seu estado natural, devendo proceder a limpeza, destocamento e queima de resíduos.

O Empreiteiro de acordo com as suas necessidades, procederá a elaboração do projeto, que será submetido a aprovação da Fiscalização. Efetivada a aprovação serão iniciados os trabalhos de construção do Canteiro propriamente dito, seguida da mobilização de todo equipamento, materiais, ferramentas e mão-de-obra necessários à execução das obras.

O Empreiteiro, ao término das obras deverá efetuar sua desmobilização de modo completo, deixando as áreas que lhe foram confiadas, limpas, regularizadas e em bom estado.

### 6.3 - Desmatamento e Limpeza

#### 6.3.1 - Generalidades

Estas especificações abrangem o fornecimento de toda a mão-de-obra, equipamento e materiais necessários para executar as operações de desmatar, destocar e limpar as áreas mencionadas no item seguinte, removendo e despejando, como adiante se especifica, todos os objetos que, por sua natureza, impeçam ou prejudiquem a juízo da Fiscalização, o desempenho normal das tarefas de construção.

#### 6.3.2 - Trabalhos a Executar

As áreas de construção e as áreas dos bancos de empréstimo e faixa de caminho de serviço, a juízo da Fiscalização, deverão ser desmatadas e limpas.

O desmatamento consistirá no corte, desenraizamento e/ ou remoção de todas as árvores, arbustos, bem como troncos e quaisquer outros resíduos vegetais que seja preciso retirar para poder efetuar corretamente a raspagem, e a construção das obras objeto do contrato.

A limpeza consistirá na remoção dos materiais produzidos pelo desmatamento, assim como, dos postes, pedra, arames e qualquer outro objeto que se encontre nas áreas desmatadas e que impeça o desenvolvimento normal das tarefas de construção e ponham em perigo a estabilidade das obras ou o trânsito sobre elas.

Consideram-se também como parte das operações descritas, a demolição de edificações menores localizadas dentro das áreas desmatadas e a retirada e o bota-fora dos materiais.

### 6.3.3 - Execução

As operações de desmatamento e limpeza poderão ser efetuadas, indistintamente, à mão ou mediante o emprego de equipamentos mecânicos, todavia, estas operações deverão efetuar-se, invariavelmente, antes dos trabalhos de construção, com a necessária antecedência para não retardar o desenvolvimento normal destes.

As áreas que devem ser desmatadas e limpas serão delimitadas pelo Empreiteiro, de acordo com os desenhos de projeto e/ou a critério da Fiscalização.

Nas áreas em que, após a limpeza e/ou a escavação, se note que a operação de desenraizamento produziu excesso de escavação, será indispensável para a aprovação da mencionada operação, que o Empreiteiro reaterre os vazios de tal modo, que a densidade do reaterro resulte aproximadamente igual a do terreno natural adjacente.

### 6.3.4 - Bota-Fora de Materiais

Todos os materiais provenientes do desmatamento e limpeza das áreas deverão ser colocados fora delas. Se isto não for possível, o Empreiteiro os levará a locais escolhidos pela Fiscalização, de maneira tal, que não interfiram nos trabalhos de construção a serem executados posteriormente.

Das operações de desmatamento e limpeza de áreas, as partes das árvores e arbustos aproveitáveis que se resultem deverão ser colocados nos locais indicados pela Fiscalização e serão propriedade do Contratante. O Empreiteiro não poderá utilizar tais materiais sem prévio consentimento da Fiscalização.

Outras partes das árvores, arbustos e demais materiais combustíveis deverão ser, a critério da Fiscalização, empilhados nas áreas aprovadas, e serão queimados oportunamente, tomadas as precauções necessárias para evitar a propagação do fogo às vizinhanças.

Os danos e prejuízos à propriedade alheia, produzidos por operações inadequadas na execução do desmatamento e limpeza, ou por errado bota-fora dos materiais, serão de responsabilidade do Empreiteiro.

#### 6.4. - Caminhos de Serviços e Estradas de Acesso

Define-se como caminhos de serviços, as vias construídas pela Empreiteira para permitir o trânsito de equipamentos e veículos em operação, com a finalidade de assegurar acessos às praças de trabalho, áreas de empréstimo, jazidas, estruturas, fonte de abastecimento de água e instalações industriais previstas no Canteiro de Obras. São em geral de caráter transitório.

Estradas de Acesso, são estradas provisórias que o Empreiteiro deve construir para transferir aos locais de trabalho, o pessoal, equipamento e materiais necessários à obra.

A execução de qualquer caminho de serviço ou estrada de acesso só poderá ser feita mediante prévia autorização da Fiscalização.

Estas vias deverão possuir condições técnicas de tráfego e de drenagem tão somente necessárias à utilização racional dos equipamentos e veículos.

No projeto e execução das estradas de acesso deverão ser obedecidas as normas e padrões do DNER para obras similares, no que se refere ao desmatamento, destocamento e limpeza de faixa, aterros, áreas de empréstimos, revestimento superficial, drenagem etc.

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

#### 6.5. - Escavações

##### 6.5.1 - Generalidades

As presentes especificações técnicas têm como objetivo básico apresentar critérios e fixar parâmetros para a execução das escavações para estruturas, áreas de empréstimos, fundações ou qualquer tipo de escavação para obras definitivas ou provisórias.

As escavações serão efetuadas segundo indicação dos desenhos, tomando-se todas as precauções para manutenção dos terrenos abaixo e acima dos perfis, nas melhores e mais estáveis condições possíveis.

Ao término dos trabalhos, as superfícies escavadas das áreas expostas à vista deverão apresentar uma boa aparência, com taludes estáveis e convenientemente drenados, de modo a evitar os efeitos de erosão.

#### 6.5.2 - Classificação

De acordo com a natureza, as escavações serão divididas nas seguintes classes:

a) Escavações em rochas - As escavações de trechos contendo rocha sã, fraturada e decomposta ou simplesmente matacões isolados, serão executadas inicialmente a frio, isto é, utilizando-se martelotes rompedores, perfuratrizes ou outros equipamentos adequados. Nos desmontes de pedra com volume superior a um metro cúbico serão utilizados explosivos, devendo o Empreiteiro tomar rigorosas medidas de proteção tanto no armazenamento dos mesmos como na execução dos serviços, para evitar danos a pessoas e propriedades vizinhas.

b) Escavações em terra - As escavações em terra serão aquelas executadas em solos argilíticos e areníticos, materiais soltos e fragmentos de rochas com volume inferior a um metro cúbico, que serão escavados à mão ou mecanicamente.

Deverão ser tomadas medidas de segurança, para evitar desmoronamento e escorregamento de taludes.

c) Escavações em presença de água - Nas escavações em presença d'água faz-se necessário tomar medidas especiais, tais como: esgotamento da água e proteção de superfícies e taludes, retirada do material e acabamento adequado das superfícies expostas. Além disso, deverão ser tomadas providências para a construção de escoramentos sólidos, de modo a evitar desmoronamentos para o interior das escavações, assim como, eventuais danos às construções ou quaisquer benfeitorias existentes.

### 6.5.3 - Escavação do Canal do Sangradouro

As escavações do canal de sangria deverão ser criteriosamente executadas, obedecendo os taludes, "grades" e limites de escavações indicados nos desenhos de Projeto, ao longo do traçado, cuja locação foi efetuada pela topografia.

De acordo com a classificação objeto do item anterior a escavação do sangradouro será do tipo "Escavação em Terra".

Os materiais de escavação que serão utilizados no maciço serão depositados em local próprio ou no local do aterro em camadas pronto para compactação. Os materiais que não tiverem sua utilização aprovada para execução dos aterros, serão transportados para a área de bota-fora mais próxima. Os níveis de fundação poderão sofrer variações, o que será objeto de exame da Fiscalização.

### 6.5.4 - Escavações para Fundação da Barragem

A escavação para fundação da barragem e outras obras previstas abaixo do nível do terreno, serão executadas de forma e com dimensões compatíveis com as indicações obtidas dos Desenhos de Projeto e com a natureza do terreno e o volume de trabalho a executar.

As escavações poderão ser executadas mecanicamente, a critério do Empreiteiro e, em casos de necessidade, serão convenientemente escoradas, esgotadas e/ou drenadas, adotando-se todas as providências e cautelas aconselháveis para a segurança dos operários.

Caso o lançamento dos materiais para construção das fundações não seja efetuado imediatamente após o término da escavação, necessário se faz remover todos os materiais soltos eventualmente existentes.

### 6.5.5 - Remoção de Terra Vegetal

Este item se refere basicamente à execução de todas as operações relativas a raspagem nas áreas indicadas nos desenhos e/ou ordenadas pela Fiscalização, bem como o bota-fora dos materiais resultantes de tais operações. Para isso o Empreiteiro deverá fornecer toda a mão-de-obra, o equipamento, materiais e as instalações necessárias à execução do serviço.

Entende-se como raspagem a remoção da camada superficial do terreno natural (inclusive ervas e pastos), numa espessura suficiente para eliminar terra vegetal, turfa, barro, matéria orgânica e demais materiais indesejáveis depositados no solo, a critério da Fiscalização. Esta providência se faz necessária na preparação do terreno para receber os aterros e encascalhamento no caso do maciço do barramento.

Nas áreas que exijam desmatamento e limpeza, estas operações deverão estar concluídas e aceitas pela Fiscalização antes de se iniciar a raspagem.

Na raspagem feita em bancos de empréstimos, dever-se-á remover a camada superficial cujo material não seja aproveitável para a construção. Nas áreas de construção, remover-se-á a camada superficial impréstável para a fundação.

A operação de raspagem não se limitará à simples remoção das camadas superficiais, mas incluirá a extração de todos os tocos e raízes, que no entender da Fiscalização, forem inconvenientes para o trabalho e que, por qualquer motivo, não tenham sido retirados durante a operação de desmatamento e limpeza.

#### 6.5.6 - Áreas de Empréstimo

O Empreiteiro utilizará as jazidas indicadas nos desenhos para extração de materiais necessários nos trabalhos de construção, ou poderá relacionar e explorar em locais julgados mais convenientes outras jazidas, desde que disponham de materiais que atendam às exigências destas Especificações e sejam aprovadas pela Fiscalização.

Ao término dos trabalhos as superfícies escavadas das áreas expostas à vista deverão apresentar uma boa aparência, com taludes estáveis e adequadamente drenados de modo a evitar os efeitos de erosão.

#### 6.5.7 - Pilhas de Estoque

Os materiais escavados ou provenientes de jazidas de empréstimos, que não puderem ser aplicados na obra imediatamente, deverão ser acumulados, provisoriamente, em pilhas de estoque. As pilhas de estoque serão dispostas em áreas indicadas pela

Fiscalização, em função das operações a serem executadas e das distâncias de aplicação do material escavado. Estes locais deverão ser preparados com limpeza prévia, de modo que não ocorra contaminação do material depositado. Além disso, as áreas adjacentes deverão também ser preparadas, de modo a possibilitar livre drenagem das pilhas de estoque.

Ao término da utilização da pilhas de estoque, as superfícies remanescentes, expostas à vista, deverão estar limpas, com bom aspecto e em perfeita ordem.

#### 6.5.8 - Áreas de Bota-Fora

Os materiais remanescentes das escavações, que não tiverem sua utilização aprovada para aterro e reaterros deverão ser afastados e espalhados em áreas indicadas nos desenhos, de maneira a não prejudicar o andamento dos serviços e reduzir as distâncias de transporte.

Os materiais excedentes das pilhas de estoque serão também transportados para as áreas de bota-fora mais próximas.

O Empreiteiro deverá executar uma drenagem adequada e proteger os taludes das áreas de bota-fora a fim de evitar deslizamento, erosão, etc. e com isso não causar danos ou obstrução às áreas potencialmente cultiváveis.

### 6.6 - Explosivos

#### 6.6.1 - Generalidades

Denomina-se explosivo, para efeito desta especificação, toda substância que reaja violentamente, ou estoure, decompondo-se em gases, com produção de calor e pressão utilizável para necessidades de construção e/ou remoção de materiais.

- a) Armazenamento e transporte - As cargas de ignição, espoletas e detonadores de qualquer classe, não deverão ser armazenados ou transportados nos mesmos lugares ou veículos em que se armazenem ou transportem a dinamite e demais explosivos. A localização, o projeto

e a organização dos paióis, os métodos de transporte dos explosivos, e em geral, as precauções que se tomem para prevenir acidentes, estarão sujeitas à aprovação da Fiscalização, esta aprovação porém, não exime o Empreiteiro de sua responsabilidade em caso de acidente.

- b) Utilização - O uso de explosivos está condicionado à aprovação expressa da Fiscalização, só será permitido quando tenham sido tomadas as medidas necessárias para proteger as pessoas, as obras e as propriedades públicas e privadas.

O Empreiteiro deverá apresentar à consideração da Fiscalização um programa do uso de explosivos que se propõe adotar para a execução das obras, objeto do contrato.

O uso de explosivos não será permitido, quando houver perigo de fraturação excessiva do material circundante ou de afrouxar ou prejudicar de algum modo, terrenos vizinhos que se destinam a servir de fundações para estruturas.

O Empreiteiro estará obrigado a reparar à sua própria custa os danos que as explosões venham a causar, e será responsável por todos os danos, sinistros, acidentes e prejuízos, de qualquer classe, ocasionados pelo emprego de explosivos.

Será, outrossim, obrigação do Empreiteiro inteirar-se de todas as disposições governamentais vigentes sobre aquisição, transporte e manejo de explosivos, disposições estas que serão válidas para efeitos desta especificação.

## 6.7 - Aterros e Reaterros

### 6.7.1 - Generalidades

Estas especificações abrangem o desenvolvimento dos trabalhos relacionados aos aterros e reaterros necessários para as várias obras, de acordo com o Projeto.

Serão considerados como aterros os serviços de elevação da cota do terreno natural ou reposição de material em trechos confinados e, como reaterros os serviços de recomposição do aterro.

#### 6.7.2 - Materiais de Construção

São os seguintes os materiais a serem utilizados na construção da barragem de terra e do septo estanqueador da fundação (cut-off):

- Solo CL - argilo-silto arenoso, material bem graduado, classificado como CL no USCS (Sistema Unificado de Classificação de Solos do USBR), obtido nas jazidas. Este solo apresenta média plasticidade, é estável, impermeável, não expansivo e muito pouco compressível quando compactado, sendo portanto, adequado à execução de aterros. Material que não se insira nas zonas de aceitação só poderão ser utilizados mediante autorização, expressa ou por escrito da Fiscalização. Este material será utilizado no enchimento da trincheira, na construção do núcleo impermeável da barragem e do talude de jusante da barragem.
- Areia - Areias limpas, encontráveis na calha do rio e jazidas existentes nas proximidades. Este material será utilizado na transição do dreno de pé situado a jusante do corpo da barragem, como transição no "rip-rap" de proteção dos taludes de montante e jusante, na construção do interceptor chaminé drenante e do tapete horizontal situado sob a porção de jusante do corpo barrante.
- Transições Pétreas - Material granular de granulometria adequada para função drenante e filtrante, constituído de transição fina (pedrisco) e transição grossa (brita no 2).

A critério da Fiscalização, outros materiais grosseiros poderão ser considerados para utilização como transição grossa, desde que se garanta a adequação do mesmo, tanto quanto filtro do pedrisco, como dreno da água proveniente do mesmo.

A transição fina será utilizada em contacto com a areia.

- Enrocamento - Material granular muito grosseiro, com granulometria bem distribuída, constituído por não menos de 95%, em peso de blocos de rocha sã com dimensão média por volta de 20 a 30 centímetros e dimensão mínima da ordem de 4 a 6 centímetros. O restante, não mais do que 5% em peso, poderá consistir de pó de pedra ou areia. Este material será utilizado na construção do enrocamento de pé a jusante e acima de transição grossa e na construção do rip-rap de proteção do talude de montante.

#### 6.7.3 - Exploração de Jazidas, Transporte e Aceitação dos Materiais nas Praças de Construção.

- Limpeza das áreas de empréstimo

A limpeza será feita parceladamente sem antecipar de muito o início das operações de escavação, mas em tempo hábil para permitir sua rega ou secamento, conforme necessário. Após o desmatamento, a camada superficial contendo raízes e terra vegetal será raspada e lançada em área de bota-fora aprovada pela Fiscalização. A limpeza de cada área de empréstimo será submetida a aprovação da Fiscalização antes de se iniciar sua exploração.

- Aceitação dos materiais

Todo e qualquer material só será aceito para transporte à barragem se atender ao especificado. Os materiais definidos em 6.2, só serão aceitos para transporte à barragem, quando as suas umidades se enquadrarem em faixas de tolerância a serem estabelecidas pela Fiscalização, de tal forma, que ao chegarem às praças de compactação não exijam acréscimos de umidade maiores do que 2%. Inicialmente, até que a Fiscalização desenvolva experiência táctil-visual, deverão ser executados ensaios de controle de desvio de umidade em relação à ótima.

Para o início dos trabalhos poderão ser utilizadas as seguintes faixas de tolerância: no período diurno, 2,5% abaixo a 2,0% acima da ótima. É necessário

levar em conta na fixação dos limites desta faixa as perdas por evaporação durante as operações de escavação, transporte e espalhamento. Tais perdas, que deverão ser verificadas na obra através de ensaios de umidade, dependem de fatores locais diversos e situam-se comumente entre 1% e 2% no período diurno e entre 0,5 e 1,0% no período noturno.

#### 6.7.4 - Execução dos Maciços

##### A - Solo CL

##### 1) Lançamento e espalhamento

Imediatamente antes do lançamento de cada camada, a superfície do local ou da camada anterior será examinada pela Fiscalização a qual poderá exigir o tratamento que julgar necessário quer de acerto de umidade, quer de compactação ou outro qualquer, além da remoção de camada húmica e de eventuais blocos soltos existentes no local.

Todas as superfícies lisas do aterro serão devidamente escarificadas antes do lançamento da camada superior. Os sulcos de escarificação deverão ter direção paralela ao eixo da Barragem e profundidade da ordem de 5 centímetros abaixo da superfície lisa compactada. No caso de se utilizar rolo pneumático, cada camada deverá ser escarificada antes do lançamento da camada seguinte. Serão adotadas, em princípio, as espessuras antes da compactação, de todas e quaisquer camadas de 20 centímetros. A Fiscalização poderá modificar tais espessuras à luz de observações em aterro-teste ou na praça de compactação ao longo da execução do maciço. Em nenhuma hipótese as camadas terão espessuras antes da compactação superior a 35 centímetros.

As camadas iniciais serão lançadas de modo a tomarem as depressões existentes na fundação até estabelecer-se uma superfície uniforme com inclinação máxima de 8%.

As camadas deverão ser lançadas em faixas longitudinais paralelas ao eixo da barragem. A circulação dos equipamentos deverá ser essencialmente paralela ao eixo da barragem e sua rota será deslocada sistematicamente para impedir a laminação por excesso de compactação.

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

As camadas deverão ser lançadas de forma a manter uma inclinação de 3 a 5% caindo para os lados da praça de compactação, a fim de facilitar o escoamento das águas de chuva. Na iminência de chuva e antes de período curtos de interrupção (fins de semana, feriados etc..) toda a praça deverá ser alisada pela passagem do rolo pneumático ou de outros veículos de rodas pneumáticas. Em contra-posição, no caso de se ter que abandonar determinada praça por longo período de interrupção, a área compactada será recoberta por uma camada solta, após, registrar-se devidamente a cota alcançada pela compactação, para reencontrá-la, sem qualquer dúvida, no prosseguimento futuro dos trabalhos.

Dentro do maciço de terra compactada não serão permitidos desníveis transversais de mais do que 10 camadas. Em casos excepcionais, serão adotadas rampas máximas de 1:2,5 (V:H).

Seixos equidimensionais com dimensão superior a 20 centímetros deverão ser manualmente removidos da camada espalhada.

## 2) Compactação

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

A compactação será executada com rolos pé-de-carneiro com características semelhantes, por exemplo, ao CA - 25PD da Dynapac ou T1 18 da Muller. Os rolos devem estar providos de limpadores convenientemente dispostos de modo a impedir que os solos fiquem ligados aos mesmos.

Os rolos compactadores deverão passar sempre em direção paralela ao eixo da barragem, completando um igual número de passadas sobre cada faixa lançada. A

velocidade do movimento dos rolos não será superior a 4km/hora, ou seja, uma velocidade que é facilmente acompanhada pelo Fiscal caminhando ao lado. Se os rolos tiverem que realizar curvas nas extremidades da área em compactação em dada operação, a área compactada será considerada tão somente com a coberta pelo rolo em sua translação em linha reta.

A fixação do número de passadas dos rolos e do carregamento dos mesmos será feita na fase inicial da compactação do aterro com fundamento nos primeiros resultados obtidos. Como primeira sugestão, recomendam-se 12 (doze) passadas.

No caso de se desejar utilizar algum rolo diferente do aqui especificado, exige-se como preliminar que a Empreiteira forneça documentação hábil, a critério da Fiscalização, de que o mesmo tenha sido empregado com sucesso em serviços análogos. A seguir para orientar os próprios trabalhos, torna-se absolutamente necessário a execução de um aterro experimental para verificação da capacidade do equipamento. A construção deste aterro será dirigida pela Fiscalização, que com base nos resultados, aprovará ou não o equipamento e pormenorizará as condições de seu emprego.

### 3) Controle de Qualidade

Sem prejuízo do controle quantitativo de qualidade, adiante especificado, fica estabelecido que o controle de compactação das camadas dos aterros com os materiais ora enfocados seja executado através de acompanhamento táctil-visual. Este controle táctil-visual, a ser exercido pela Fiscalização visando a liberação das camadas compactadas, deverá sempre tender para:

- o controle da homogeneização e o acerto da umidade da camada a ser compactada aceitando como inexorável um certo gradiente de umidade entre topo e base de camadas eventualmente regadas;
- a deformação sofrida pela camada durante a passagem do equipamento de compactação, visando detectar entumescimento excessivo, desenvolvimento de trincamentos, ou outras anomalias de compactação;
- o número de passadas e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;

- a observação sistemática da homogeneidade de aterro, da ligação entre camadas e do envolvimento dos cascalhos por finos compactados, por meio de poços com aproximadamente 1 metro de profundidade.

Visando não apenas aferir o controle de compactação, a ser executado táctil-visualmente pela Fiscalização, mas principalmente investigar a dispersão existente no valor do grau de compactação e do desvio de umidade de uma camada, deverá ser programada a execução de 10 ensaios de compactação com energia Normal, 10 ensaios tipo Hilf e 10 determinações de umidade, em 3 diferentes praças de compactação de cada um dos materiais ora enfocados dentre as camadas iniciais do corpo da barragem.

A seu critério, em função do tipo de material lançado e do andamento da obra, a Fiscalização poderá solicitar novos conjuntos de ensaios com o mesmo objetivo. As especificações para o controle qualitativo da compactação são fixadas, em princípio, nos itens que se seguem:

Almeja-se que a umidade média dos maciços se situe entre 0,5 abaixo da ótima e a ótima que o grau de compactação médio seja igual ou superior a 98%, ambos referenciados ao ensaio de Proctor Normal sem secagem e sem reuso.

Uma exceção no que tange à umidade, será o maciço de solo residual a montante do núcleo o qual deverá ser compactado com a umidade mais alta possível, resguardado o previsto anteriormente. A umidade adequada será estabelecida no campo pela Fiscalização. A título de esclarecimento, informa-se que materiais deste tipo já foram compactados com umidades varios percentuais acima de ótima, tendo apresentado bom desempenho.

Serão rejeitadas camadas de teor de umidade superior a 0,5% acima da ótima ou inferior a 1,0% abaixo da ótima. No caso do solo residual, a Fiscalização deverá investigar no início dos serviços a conveniência de ampliar tal intervalo.

Serão rejeitadas camadas com grau de compactação inferior a 95%.

As camadas rejeitadas deverão ser tratadas, isto é, umedecidas ou secadas ou compactadas com novas passagens do equipamento de compactação, até que se comprove terem as mesmas satisfeito aos itens acima.

Poderá ser empregada a metodologia do ensaio de Hilf em equipamento e com procedimento padrão Proctor Normal para determinação do grau de compactação e desvio de umidade. A densidade "in situ" da camada compactada será determinada através do método de cone de areia ou outro de qualidade e precisão equivalente.

As decisões imediatas de aprovação ou não de cada camada compactada devem ser tomadas pela equipe de Fiscalização com base na observação táctil-visual experiente de um bom produto compactado. Na fase inicial dos trabalhos e para servir de base de aferição dos critérios tácteis-visuais dos membros da equipe de Fiscalização, será necessário observar um critério de rejeição quantitativo, baseado em ensaios. O primeiro critério de rejeição aplicado na praça de compactação refere-se ao desvio de umidade, determinado por ensaio de Hilf sobre a camada espalhada, antes da compactação aplicando-se as exigências do item 6.3. Imediatamente após a compactação de cada camada será executado o ensaio de controle tipo Hilf para determinar a porcentagem de compactação e o desvio de umidade.

Caso a Fiscalização constate, através de ensaios comparativos em grande número, que o ensaio Hilf antes da compactação reproduz corretamente aquele executado após compactação, tanto no que tange ao grau de compactação como ao desvio de umidade, o ensaio após a compactação poderá ser suprimido. Fica resguardado o direito da Fiscalização, em qualquer momento e a seu critério, reintroduzir a exigência de execução do ensaio Hilf após a compactação e/ou exigir novas séries de ensaios comparativos.

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

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

Os dados de controle estatístico da compactação dos aterros a serem encaminhados nos boletins de controle da obra deverão seguir a nomenclatura do ensaio de Proctor: umidade do aterro maior que a umidade ótima, desvio de umidade positivo. Com esta nomenclatura serão traçadas também como a mesma periodicidade do item anterior, curvas de frequências relativas ao período e acumuladas dos desvios de umidade.

#### 4) Disposições Complementares

Exposição Prolongada - No caso de se prever a exposição prolongada de uma superfície após compactação, esta deverá ser recoberta para protegê-la contra o secamento excessivo.

Compactação especial - Em áreas junto a quaisquer corpos sólidos rígidos existentes ou instalados dentro do corpo da barragem e em locais sem espaço suficiente para a compactação industrial, a compactação será procedida por meio de soquetes mecânicos tipo "sapo", de preferência a ar comprimido. A espessura das camadas antes da compactação não será superior a 10cm. Os critérios de rejeição e de dispersão de resultados aplicáveis a estas áreas serão os mesmos estabelecidos para o grosso do maciço. A frequência dos ensaios comprobatórios, no entanto, será estabelecida pela Fiscalização, limitando-se as presentes especificações a sugerir um número inicial de ensaios da ordem de 1 ensaio por 100m<sup>3</sup>.

Conformação dos Taludes - A conformação da seção final do maciço, compostos pelos materiais ora enfocados nos taludes de montante e jusante, será feita compactando-se até cerca de 0,50 metros a mais do que o indicado nos desenhos de construção e cortando-se para obter a seção projetada.

#### B - Areia

##### 1) Lançamento e Espalhamento

Imediatamente antes do lançamento da areia a superfície da camada anterior, seja de areia seja de fundação ou outro material, será examinada pela Fiscalização com vistas a garantir a não contaminação dos filtros por finos transportados por chuvas, ventos, utilização inadequada do maquinário, etc. A Fiscalização poderá exigir o tratamento que julgar necessário, inclusive a remoção de espessura a seu critério, da camada anterior.

A sequência da execução dos elementos drenantes em areia será a seguinte:

- Tapete-drenante: Os trechos do tapete drenante horizontal serão lançados para a compactação em camadas com espessura máxima de 30cm centímetros.

## 2) Compactação

O equipamento de compactação da areia será o seguinte:

- Tapete-drenante: Utilizar-se-á rolo vibratório de qualquer tipo com peso superior a 5 toneladas e capaz de regular a frequência de vibração entre cerca de 1000 e 1300 ciclos por minuto. Poderá ser aceita, a critério da Fiscalização e com base em ensaios comprobatórios, a utilização de trator pesado de esteiras (tipo D7 equivalente) deslocando-se em alta velocidade.

## 3 - Controle de Qualidade

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

- o tipo de material lançado;
- a uniformidade do material lançado;
- o respeito aos métodos executados e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- a qualidade da zona de contacto entre as areias e os materiais do maciço e da fundação.

O controle qualitativo far-se-á através de determinação sistemática da densidade "in situ"; ( d "in situ"; ASTM D. 1556-64 (1974) ou D. 2167-66 (1977), da densidade do material seco compactado, com apenas um corpo de prova e utilizando o equipamento e a sistemática do ensaio padronizado de compactação Proctor Normal ( dp; ABNT/MB-33) e da granulometria (ABNT/MB-32).

O número de ensaios de densidade "in situ" ( d "in situ"), e de densidade Proctor Normal ( dp) será estabelecido pela Fiscalização à luz da variação das características das areias disponíveis e dos resultados acumulados de controle de compactação. Recomenda-se que inicialmente, se execute um conjunto de ensaios ( d "in situ" e dp) a cada 100m<sup>3</sup> de areia compactada.

O número de ensaios de granulometria também será estabelecido pela Fiscalização, recomendando-se que, inicialmente, se execute 1 ensaio a cada 250m<sup>3</sup> de areia colocada.

A densidade "in situ" (d "in situ") da areia compactada deverá atender à seguinte relação:

$$0,95 \text{ dp} < d \text{ "in situ"} < 1,00 \text{ dp}$$

onde:

d "in situ" e dp obtidos a partir dos ensaios de controle previstos no B - 3.

As camadas que não atingirem a densidade inferior especificada deverão ser compactadas segundo metodologia a ser estabelecida pela Fiscalização. No caso de incidência sistemática de densidades maiores que a superior especificada, a Fiscalização deverá modificar a técnica de compactação (peso, frequência, número de passadas, etc. do equipamento) de forma a evitar bolsões extensos de compactidade muito elevada.

Os dados de controle qualitativo serão registrados em relatórios que apresentarão, a cada lote de 10 ensaios consecutivos de densidade, além dos valores individuais, os seguintes elementos:

- curvas de distribuição da densidade "-in situ" ( d "in situ") e da densidade Proctor Normal ( dp) para o lote de 20 ensaios consecutivos;
- curvas de distribuição da densidade "in situ" ( d "in situ") e da densidade Proctor Normal ( dp) para todos os ensaios disponíveis;
- faixa de curvas granulométricas obtidas concomitantemente com o lote de 10 ensaios.

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

### C - Enrocamento e Transição Graúda

As camadas serão lançadas apenas, sem compactação, a menos que a Fiscalização, com base em estudos de campo, decida diferentemente.

A Fiscalização exercerá controle táctil-visual objetivando um produto acabado composto por grãos e/ou blocos bem embricados e sem vazios grandes. Os blocos ou seixos maiores deverão resultar uniformemente distribuídos e os seixos ou grãos menores deverão preencher os vazios entre eles. Caso a Fiscalização julgue insatisfatório o produto resultante, ela poderá exigir a remoção de todo o trecho ou de determinados blocos, a adição de bloco por ela especificados, a arrumação braçal com alavanca de certos blocos ou outra qualquer, medida a seu critério.

### D - Proteção e Drenagem Superficial do Talude de Jusante

A proteção do talude de jusante será feita mediante uma camada de pedra jogada, com espessura de 30cm, em toda a sua extensão, assentada sobre um colchão de areia com 30cm de espessura.

## 6.8 - Especificações Técnicas para Tratamento de Fundações

### 6.8.1 - Objetivos

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

### 6.8.2 - Injeções de Impermeabilização e Consolidação

Será executado na área da barragem, ao longo da trincheira de vedação, o tratamento do maciço rochoso através de injeções de cimento, conforme mostra o desenho de projeto.

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

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

#### 6.8.2.1 - Injeções de cimento

Está prevista a execução de uma linha de injeção ao longo do eixo da trincheira de vedação.

A distribuição espacial dos furos, sequência de injeções, e profundidade final são apresentados no desenho de projeto.

Deverão ser executados, em conformidade com esta Especificação e com as Instruções de Campo a serem emitidas, os seguintes serviços:

- Limpeza adequada da superfície de rocha no local das injeções, para facilitar a execução dos demais serviços e permitir o controle de eventual saída de calda na superfície;
- Execução de furos por perfuratrizes roto-pneumáticas ou rotativas;
- Lavagem dos furos com jatos alternados de ar e água sob pressão contínua;
- Ensaios de perda d'água;
- Injeção de calda de cimento com dosagem diversa nas fraturas e nas descontinuidades do maciço rochoso.

#### 6.8.2.1.1 - Equipamentos

O Empreiteiro deverá instalar uma central de injeção em local adequado e previamente aprovado pela Fiscalização, contendo no mínimo o seguinte:

- depósito de cimento e aditivos;
- Misturador para preparação de calda;
- Tanque de manutenção de calda, provido de agitadores com escala de volumes (precisão 10 l);
- Relógio de horas com leitura de minutos;
- Estoque de medidores, a saber, manômetros (até 10 kg/cm<sup>2</sup>, com leituras de 0,5kg/cm<sup>2</sup>, com leituras de 0,25kg/cm<sup>2</sup>) e hidrômetros devidamente calibrados;
- Bomba para injeção (capacidade mínima para injetar 100 l de calda ou argamassa por minuto, a 10kg/cm<sup>2</sup>, em furos distantes até 200m da central);
- Estabilizador de pressão;
- Tubulação e/ou mangueiras;
- Obturadores de vários diâmetros e tipos (couro, borracha e pneumático), para garantir a vedação de qualquer trecho de furo.

#### 6.8.2.1.2 - Localização e características geométricas dos furos para injeção

A localização e as características geométricas dos furos para injeção serão fornecidas no desenho de projeto, e será complementado com as Instruções de Campo da Fiscalização, elaboradas na obra.

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

#### 6.8.2.1.3 - Técnica de Injeção

As injeções, salvo orientação contrária da Fiscalização deverão ser iniciadas com emprego de calda com uma relação água-cimento de 2:1, em peso.

Após a injeção de um volume aproximado de 1000 l de calda, no trecho de injeção de 3m, a relação água cimento da calda deverá ser gradativamente diminuída para 1,5:1, até uma concentração de 0,7:1, em peso, a cada 1000 l injetado. Se, numa concentração intermediária (por exemplo 1,5:1), depois de aproximadamente 10min. a bomba continuar injetando a calda sem conseguir aumentar a pressão, a concentração deverá ser diminuída de novo.

Quando da utilização da relação 0,7:1, o trecho continuar a absorver calda, será injetado até um máximo de 200kg de cimento por metro, quando deverá ser encerrada a injeção.

Caso ocorra comunicação entre o furo, em injeção, e os adjacentes, ou saída em calda em fraturas na superfície da rocha, os furos adjacentes e as fraturas deverão ser tamponadas com tocos e cunhas de madeira e estopa, dando continuação às operações de injeção.

Após a conclusão da injeção do trecho, o furo ou furos adjacentes, onde se verificarem surgência de calda, deverão ser reperfurados e injetados.

As injeções serão executadas pelo método ascendente a intervalos de 3m. A Fiscalização poderá, entretanto, determinar a injeção do sentido inverso ou em trechos mais curtos, se as condições do maciço aconselharem essa técnica.

Sempre que um furo de injeção absorver calda em quantidade superior à equivalente a 100kg de cimento, por metro de furo, em cada trecho de injeção, serão localizados, perfurados e injetados dois outros furos adjacentes ao mesmo e com a denominação uma unidade superior à do do furo injetado, ficando o furo inicial intermediário aos outros dois.

#### 6.8.2.1.4 - Pressões de Injeção

As pressões de injeção serão variáveis tendo como limite 0,25kg/cm<sup>2</sup> por metro de profundidade, medido na vertical, a contar da boca do furo até a metade do trecho a ser injetado.

#### 6.8.2.1.5 - Finalização da injeção num trecho de furo

Num trecho de um determinado furo, a injeção sob uma certa pressão será encerrada quando for constatada a "nega" da calda. Segundo o critério adotado, fica entendido que "nega" é uma absorção de calda inferior a 30 litros/20min.

#### 6.8.2.1.6 - Furos de controle

O objetivo da execução de furos de controle será o de permitir avaliar a eficiência das operações de injeção.

Os furos de controle serão indicados pela Fiscalização e situar-se-ão próximo a regiões que registrarem grandes absorções de calda de cimento.

Nos furos de controle serão executados ensaios de perda d'água, segundo as diretrizes para execução de ensaios de perda d'água sob pressão publicada pela ABGE.

Após o término do ensaio da perda d'água os furos de controle serão injetados.

#### 6.8.2.1.7 - Equipe de trabalho

O chefe e membros da equipe de injeção deverão possuir comprovada experiência em trabalhos dessa natureza e competência para garantir o bom andamento dos serviços, bem como a adequada manutenção dos equipamentos.

Tal equipe deverá controlar a velocidade de circulação de calda no circuito de injeção, evitando a deposição de cimento no interior das tubulações, conexões e tanques, sendo responsável também pela proteção dos manômetros contra deposição de cimento.

#### 6.8.2.1.8 - Registro de dados

Todas as informações de interesse da injeção serão registradas em Boletins de Campo adequados, onde conste pelo menos o seguinte:

- Nome do chefe e dos membros da equipe;
- Designação do furo e do trecho injetado;
- Composição da calda nos vários estágios;
- Pressão de injeção medida na boca do furo;
- Absorção de cimento em kg/m.

## 6.9. - Especificações Técnicas para Execução das Obras de Concreto.

### 6.9.1 - Generalidades

Estas especificações cobrem todos os trabalhos de concreto, para execução das estruturas permanentes, de acordo com o projeto e, incluem equipamento e materiais para fabricação, transporte, lançamento, moldagem, acabamento e cura do concreto.

Os materiais, dosagem, preparo, formas, lançamento, adensamento e aço estrutural do concreto armado, bem como outras disposições, obedecerão rigorosamente às Normas Brasileiras da ABNT, especialmente a NBR-6118, a NBR-6120 e às indicações descritas neste item.

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

### 6.9.2 - Escavação e preparo da fundações

As escavações das áreas de fundações das estruturas de concreto, deverão seguir os limites e cotas conforme indicações dos desenhos de projeto ou indicadas pela Fiscalização.

Fragmento de rocha, pedregulhos, pedras soltas ou blocos de pedra não rigidamente ligados à rocha deverão ser removidos. As arestas vivas e saliências da rocha que possam provocar descontinuidades no concreto das estruturas deverão ser chanfradas a critério da Fiscalização.

Após o término da escavação, a superfície de fundação deverá ser limpa com jato de ar e água, de modo que haja a remoção da poeira, da lama, dos fragmentos de rocha, etc. Após a remoção de todo material solto e pulverulento, o terreno deverá se apresentar seco, sem água acumulada ou nascente visível.

Imediatamente, antes do lançamento do concreto, as superfícies da rocha serão recobertas por uma camada de 2 cm de espessura de argamassa de cimento e areia com o mesmo traço e mesmo fator água-cimento que a do concreto a ser lançado. Essa camada deverá ser estendida uniformemente de modo a obstruir todas as fissuras e trincas da superfície, e a garantir boas condições de aderência concreto-rocha.

#### 6.9.3 - Liberação das fundações

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

#### 9.9.4 - Composição

O concreto deverá ser composto de cimento Portland, água, agregados inertes e dos aditivos que se possam revelar necessários, para obter maior trabalhabilidade e outras propriedades desejadas.

A composição da mistura será comprovada através de ensaios de laboratórios executados pela Fiscalização e a partir das análises dos agregados adequados, da granulometria e relação água-cimento mais oportunas, a fim de assegurar:

- a) Uma mistura homogênea, trabalhável segundo as necessidades de utilização.
- b) Um concreto que, após completada a cura, tenha durabilidade, impermeabilidade e resistência compatíveis com os desenhos de Projeto.

#### 6.9.5 - Materiais

Os materiais empregados na obtenção do concreto deverão cumprir as exigências prescritas nas normas da ABNT.

Deverão ser obedecidas todas as instruções e normas no que se referir a transporte, recepção, manipulação, emprego e estocagem de materiais que serão utilizados nas obras.

#### a) Cimento Portland

O cimento Portland, conforme as normas da ABNT/NBR 5732 será adotado para todas as estruturas 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 embalagens 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.

Lotes recebidos em épocas diversas serão guardados em separado, de forma a facilitar o emprego na ordem cronológica do recebimento.

O cimento que apresentar condições inadequadas de armazenamento, será recusado pela Fiscalização.

#### b) Água

Deverá ser limpa e isenta de quantidades inadmissíveis de silte, matéria orgânica, óleo, álcalis, sais, despejos de esgotos e outras substâncias nocivas.

Deverá também obedecer aos dispositivos da NBR-6118 e PB-19, ou seja, aproximar-se de água potável.

A Fiscalização poderá subordinar a autorização de seu emprego, a análise de laboratórios.

#### c) Agregado miúdo

Deverá ter diâmetro máximo de 4,8mm, podendo ser constituído de areia natural quartzosa ou areia artificial resultante da britagem de rochas estáveis ou, uma combinação de ambas. A Fiscalização poderá rejeitar toda areia que tiver peso específico aparente abaixo de 1.500kg/m<sup>3</sup>, em estado seco.

A areia não poderá conter substâncias nocivas, tais como argilas, matérias orgânicas, materiais pulverulentos e outros, conforme as Especificações EB-4 - Agregados para concreto - da ABNT. As condições de granulometria da areia deverão, também obedecer à EB-4.

O agregado miúdo deverá ser guardado e mantido de forma a evitar a contaminação de qualquer material estranho ou outros agregados.

d) Agregado graúdo

Deverá entre outras exigências, atender:

- diâmetro igual ou superior a 4,8mm;
- diâmetro inferior a 1/4 da menor dimensão da peça.

Além disso, deverão ser observadas todas as disposições da NBR-6118 referentes a produção, seleção, armazenagem e utilização de agregados graúdos.

O agregado graúdo deverá ser constituído de pedra britada, proveniente da britagem de rochas graníticas, apresentando grânulos resistentes, duros, estáveis e impermeáveis. Deverá também, ter granulometria uniforme e resistência maior que a argamassa. Será admitido, a exclusivo juízo da Fiscalização, o emprego de pedregulho ou seixo rolado para concreto, desde que sua qualidade seja satisfatória ao serviço a que se destinem e, que as dosagens dos concretos sofram as necessárias correções. Para isso, devem ser rebritadas ou selecionadas em peneira vibratória.

O agregado graúdo não deverá conter impurezas, tais como: pó, torrões de argila, óleos, materiais orgânicos e deverá estar de acordo com a EB-4 - Agregados para Concreto, da ABNT. As substâncias nocivas aos agregados graúdos, devem ser determinadas pelos métodos MB-8 e MB-9 da ABNT. O armazenamento deverá ser efetuado separadamente, atendendo as diversas granulometrias e, de tal forma, que evite contaminação de materiais estranhos.

#### e) Aditivos

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

#### 6.9.6 - Preparo do concreto

O preparo do concreto será regido pelas normas NBR-6118 da ABNT.

Anteriormente ao início das operações de concretagem o Empreiteiro deverá estabelecer, com base em dosagens racionais, os traços para todos os tipos de concreto a serem utilizados na obra. Os traços assim estabelecidos, deverão ser aprovados pela Fiscalização. A quantidade de cimento por metro cúbico de concreto, será compatível com a finalidade e a resistência pretendida, variando de 150kg/m<sup>3</sup> a 300kg/m<sup>3</sup>, conforme indicado no sub-item "Classes de Concreto".

O concreto deverá ser preparado racionalmente e de maneira que seja obtida uma mistura trabalhável, compatível com a resistência final e com os coeficientes de variação pretendidos, com menor quantidade de cimento e baixo "Slump". A consistência deverá estar de acordo com as dimensões da peça, distribuição das armaduras no seu interior e com os processos de lançamento e adensamento. Os materiais componentes deverão ser medidos em peso. É facultada a medida em volume dos agregado miúdos e graúdos, desde que sejam observadas rigorosamente as prescrições constantes no item 91 da NBR-6118, da ABNT.

A Fiscalização a seu exclusivo critério, controlará a umidade de agregados, como medida de correção do traço do concreto estabelecido.

Excepcionalmente, e em conformidade rigorosa com as prescrições da NBR-6118, a dosagem empírica poderá ser admitida em obras de pequeno vulto, e a critério da Fiscalização.

## 6.9.7 - Mistura

O concreto será completamente misturado até que seja obtida uma aparência uniforme, com todos os componentes igualmente distribuídos.

A mistura deverá ser obrigatoriamente mecânica, em qualquer tipo de betoneira aprovada pela Fiscalização e, a sequência da introdução dos componentes na betoneira deverá ser determinada na obra, a fim de que seja obtida máxima eficiência.

O tempo de mistura e o número de rotações das betoneiras deverão ser ajustados, em função do tipo de betoneira, conforme indicado no quadro abaixo, onde D corresponde ao diâmetro do tambor, medido em metros.

Quadro no 1 - TEMPO DE MISTURA DO CONCRETO

Tipo de Betoneira	Rotações/min	Tempo de Mistura (seg)
Eixo Horizontal	18 ----- D	90 D
Eixo Inclinado	20 ----- D	120 D
Eixo Vertical	15 ----- D	25 D

O tempo de mistura será aumentado sempre que as amostras retiradas do centro e do fundo da betoneira, apresentarem uma diferença superior a 10% do fator areia/cimento.

O preparo e a mistura do concreto deverão ser procedidos o mais próximo possível dos locais de concretagem, para evitar segregação do concreto e aumento desnecessário do tempo gasto durante o transporte.

#### 6.9.8 - 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 que ocorra perda no "slump" em valor superior a 2,5 cm.

Após as operações de mistura, o concreto deverá ser despejado diretamente nos meios de transporte, de modo a sofrer o mínimo possível de abalos até o local de lançamento.

O transporte deverá ser efetuado com carrinhos providos de rodas de borracha, que deverão trafegar sobre pista uniforme e livre de ondulações ou desníveis abruptos, com o fim de evitar segregação no concreto recém-misturado.

Não será permitido acrescentar água ao concreto durante ou após as operações de transporte.

#### 6.9.9 - Formas

As formas deverão ser rigorosamente executadas, com as dimensões indicadas no Projeto, com material escolhido de boa qualidade e adequado para o tipo de acabamento destinado às superfícies de concreto por elas envolvidas. Para as partes da estrutura em concreto à vista serão utilizadas chapas de madeira compensada, ou tábuas apropriadas às exigências do projeto, que atendam condições de espessura e acabamento de superfície.

Deverão ter resistência necessária para suportar os esforços resultantes do lançamento do concreto, das pressões provocadas pelos vibradores no concreto fresco e ser convenientemente fixadas e travadas, de tal modo que não sofram deformações pela ação destes esforços, nem pela ação dos fatores de ambiente. Precauções especiais deverão ser tomadas para garantir as contra-flechas e os acabamentos indicados no projeto. Além disso deverão ser suficientemente estanques para evitar a perda de argamassa ou nata de cimento.

A construção das formas deverá facilitar a desforma, evitando-se assim esforços e choques violentos sobre o concreto endurecido.

Todos os serviços, desde o escoramento até as formas propriamente ditas, deverão ser cuidadosamente revistos pelo Empreiteiro, antes de qualquer concretagem.

Os escoramentos deverão ser dimensionados para resistir aos esforços atuantes e manter as formas rigidamente em suas posições. Para os escoramentos, não será admitidos pontalotes de madeira de seção menor que 5 x 7cm ou seção circular equivalente, nem altura maior que 3,0m sem contraventamento.

Por ocasião do lançamento do concreto, as formas deverão ser cuidadosamente limpas e isentas de incrustações de argamassa e outros materiais estranhos. Além disso, deverão ser molhadas até a saturação, de modo a impedir a absorção da água de amassamento.

As formas não deverão ser removidas antes dos prazos indicados na NBR-6118, item 14, exceto em casos especificamente autorizados pela Fiscalização.

#### 6.9.10 - Armaduras

O aço empregado para armaduras das estruturas permanentes será do tipo CA-50 ou CA-60, em barras redondas e deverá obedecer aos preceitos da EB-3/72 da ABNT.

As barras serão cortadas e dobradas a frio, com auxílio de equipamento apropriado, sendo vedado qualquer tipo de aquecimento para facilitar o dobramento ou corte. Os pinos de dobramento deverão estar de acordo com as normas específicas da ABNT.

Não será permitida a utilização de barras com curvas ou dobras não indicadas em Projeto, bem como o emprego de barras redobradas.

Após o corte será posicionada e fixada em obediência ao Projeto, devendo para isso ser dotada de amarração, escoras, espaçadores e demais dispositivos necessários para garantir a indeslocabilidade das barras, durante o processo de lançamento e adensamento do concreto.

Os dispositivos de fixação das armaduras, bem como seus espaçadores, estarão sujeitos a prévia aprovação da Fiscalização e, deverão ser constituídos de materiais não prejudiciais a qualidade e homogeneidade do concreto. Não será permitida a colocação de barras sobre o concreto fresco, nem o reposicionamento durante o endurecimento do concreto.

Serão adotados os seguintes cobrimento para a armadura, salvo indicações em contrário, nos desenhos de Projeto:

- Partes submersas ou enterradas .....3cm
- Peças ao ar livre .....2cm

As emendas efetuadas na obra não deverão ser inferiores a 60 vezes o diâmetro das barras e, as barras que ficarem expostas durante longos períodos, nas juntas de concretagem, deverão ser convenientemente protegidas contra corrosão. Salvo autorização em contrário da Fiscalização, não será permitida emenda com soldas, para emprego nas estruturas definitivas.

O Empreiteiro evitará que as barras de aço e as armaduras nos depósitos, fiquem em contato com o terreno, apoiando-se sobre vigas ou toras de madeira, colocadas sobre terreno previamente drenado.

Todas as barras deverão ser procedentes de fabricantes idôneos e acompanhadas de certificado, com indicação das características físicas e químicas do material fornecido.

#### 6.9.11 - Chumbadores e Peças Embutidas no Concreto

Os materiais a serem utilizados na confecção de chumbadores e peças metálicas tais como: chapas, cantoneiras, luvas, enfim, todas as peças metálicas embutidas deverão obedecer ao projeto executivo.

O Empreiteiro deverá verificar, antes de qualquer concretagem, a locação e posicionamento dos chumbadores e peças embutidas.

Antes da concretagem o Empreiteiro deverá ainda certificar os calçamentos dos chumbadores e peças embutidas para garantir a indeslocabilidade das referidas peças, pelo lançamento e adensamento do concreto.

#### 6.9.12 - Lançamento

Antes de cada concretagem, o Empreiteiro deverá submeter à Fiscalização um plano detalhado indicando o trecho a concretar, cotas, volumes, meios utilizados e todas as demais informações necessárias ao julgamento dos métodos aplicados.

A Fiscalização após a verificação cuidadosa de todos os requisitos necessários para o perfeito e ininterrupto desenvolvimento da concretagem programada, autorizará o início da concretagem.

Assim, deverá ser verificada a existência, em quantidades suficientes e acessíveis, de todos os equipamentos e materiais, tais como: betoneiras (mínimo duas), vibradores (mínimo três), meios de transporte, agregados, cimento, água e eventuais aditivos, além de mão-de-obra.

Deverá também ser comprovada a execução completa das formas, colocação da armadura, instalação de peças embutidas, limpeza geral das superfícies de contato com o concreto, desvio ou drenagem de água porventura existente. Além disso, todas as superfícies de contato com o concreto deverão ser convenientemente umedecidas, para evitar absorção da água do concreto.

Todo o concreto lançado sobre a terra deverá ser despejado sobre superfícies firmes, limpas, úmidas e isentas de água livre.

Não será permitido o lançamento de altura superiores a 2m, a menos que sejam utilizadas tremonhas e trombas, com a finalidade de orientar a queda do concreto diretamente aos pontos de aplicação, evitando qualquer tipo de segregação.

Serão rejeitados concretos que tenham entre o fim de sua preparação e o início de seu lançamento, tempo de espera superior a 30 minutos.

Se durante o lançamento houver paralização provocada por defeitos na betoneira, ocorrência de chuvas intensas ou qualquer outra situação anormal, que não permita a continuação do lançamento, a concretagem somente poderá ser reiniciada, caso a última camada ainda esteja no período de pega, o que poderá ser definido com a introdução do vibrador e sua retirada. Quando retirado, a cavidade provocada pelo vibrador não deverá permanecer aberta. Caso contrário, o Empreiteiro, de acordo com aprovação da Fiscalização, poderá executar uma junta forçada (junta fria), tomando as precauções indicadas no item Juntas de Concretagem.

#### 6.9.13 - Adensamento

Logo após o lançamento, o concreto será adensado, através de vibradores de imersão até atingir a densidade máxima praticável e obter o perfeito

preenchimento dos vazios, eliminando bolhas de ar e permitindo um bom contato entre argamassa, agregados, forma e ferragem.

A vibração será feita até que cesse o aparecimento de bolhas de ar na superfície do concreto e, deverá ser controlada com o fito de evitar segregação e exsudação.

Os vibradores serão introduzidos no concreto recém lançado, em posição próxima da vertical, e deverão penetrar cerca de 10cm na camada subjacente, garantindo bom entrosamento entre as camadas.

Somente após o completo e uniforme adensamento de cada camada, será permitido o lançamento da subsequente.

A quantidade de vibradores, suas potências e diâmetros devem ser adequados a todas as peças a serem adensadas e, as posições de aplicação sucessivas devem manter distâncias de no máximo, pouco inferior ao raio de ação do vibrador.

#### 6.9.14 - Juntas de concretagem

Todas as superfícies de reinício de concretagem serão consideradas como "juntas de concretagem" e deverão ser tratadas conforme descrito a seguir.

Quando da interrupção de uma concretagem, por razões de planejamento deficiente ou por causas acidentais, o Empreiteiro executará o adensamento imediato das extremidades dos lances que estão sendo concretados, obtendo uma rampa de inclinação suave e procederá a lavagem das superfícies com jato de ar comprimido e água, tão logo o concreto tenha consistência suficiente para receber os esforços resultantes da lavagem (4 a 6 horas após o final da concretagem) e, antes do início do endurecimento do concreto.

A lavagem deverá remover toda a nata da superfície da concretagem concluída, de modo a deixar aparente o agregado graúdo, proporcionando as melhores condições de aderência possíveis, com a camada seguinte.

Caso a lavagem superficial com água e ar comprimido, não resulte satisfatória, a critério exclusivo da Fiscalização, poderá ser exigido o apicoamento da superfície, até que seja obtida a rugosidade requerida.

Sempre que não indicadas no projeto, as juntas de concretagem deverão ser locadas pelo Empreiteiro e aprovadas pela Fiscalização, de maneira a reduzir ao mínimo o enfraquecimento da estrutura. Em caso contrário deverão ser rigorosamente obedecidas as juntas indicadas no projeto.

#### 6.9.15 - Acabamentos das superfícies

Todos os serviços de acabamento deverão ser executados por profissionais especializados e apresentar os requisitos mínimos aceitáveis pela Fiscalização.

Os diversos graus de acabamento a serem obtidos, com ou sem forma, estão indicados nos desenhos e deverão obedecer às seguintes premissas:

a) Acabamentos obtidos com formas - Os acabamentos com formas deverão ser obtidas de acordo com as especificações abaixo descritos e serão classificadas do seguinte modo: F1, F2 e F3.

F1 - Acabamento a ser obtido em superfícies que servirão de apoio ao concreto ou qualquer tipo de revestimento. As irregularidades serão de no máximo 3cm, em qualquer direção e deverão ser reparados eventuais defeitos provenientes de ganchos de fixação ou remoção de formas, com dimensões superiores àquela indicada. (concreto de limpeza).

F2 - Adotado em superfícies permanentes descobertas, que dispensem acabamento aprimorado. Não serão toleradas irregularidades superiores a 1cm se contínuas ou 1,5cm se graduais. (Face externa do muro lateral do sangradouro, suporte da tubulação no trecho aparente e laterais da soleira).

F3 - Adotado em superfícies cujas arestas ou paramentos devam apresentar ausência de irregularidades, face a movimentos de água ou em função do aspecto estético. Deverão ser obtidos com emprego de formas revestidas com compensado ou outros materiais similares, com juntas devidamente concordadas no encontro das placas. As irregularidades contínuas não deverão ser aparentes e as graduais inferiores ou iguais a 1,0cm. (Face interna das paredes do canal de sangria).

Particular atenção deve ser dada aos cuidados por ocasião da desforma, com o fito de evitar danos às arestas e superfícies.

- b) Acabamentos obtidos sem formas - Os acabamentos sem forma deverão ser obtidos em obediência aos preceitos descritos a seguir e serão classificados do U1, U2 e U3.

Todas as superfícies terão inclinação adequada, com o intuito de permitir a drenagem de água, conforme indicado nos desenhos ou instruções da Fiscalização.

U1 - Aplicável em superfícies que serão cobertas com aterro ou outras camadas de concreto e, em bases de pisos que serão revestidas. (Fundações e Sapatas).

U2 - Será aplicado em superfícies não permanentemente encobertas e que exijam aspecto e rugosidade adequados. Este tipo de acabamento será obtido com desempenadeira tão logo o concreto resista ao peso de uma pessoa sem apresentar deformações superficiais. A superfície acabada deverá apresentar textura uniforme e ausência de irregularidades provocadas pela passagem da régua. ( piso da torre).

U3 - Será aplicado em superfície que exija acabamento, obtido com colher de pedreiro, deverá resultar liso e totalmente uniforme. O serviço de alisamento será iniciado tão logo a superfície desempenada estiver endurecida o suficiente, para que o material fino não seja removido. ( soleira e fundo do canal de sangria).

Na falta de qualquer indicação nos desenhos de projeto o concreto deverá receber o acabamento indicado pela Fiscalização.

#### 6.9.16 - Cura do Concreto

Concluída a concretagem, e tão logo o concreto lançado tenha adquirido consistência suficiente para que não seja prejudicado pela presença de água, será iniciada a operação de cura.

O concreto deverá obrigatoriamente, permanecer com sua superfície abundantemente molhada e protegida contra a radiação solar e a ação dos ventos, durante pelo menos 07 dias.

As formas deverão ser constantemente molhadas e a superfície horizontal será coberta com areia, sacos de juta ou outro material que retenha umidade e evite a evaporação.

#### 6.9.17 - Reparos no concreto

Todas as imperfeições ou falhas, não aceitáveis pela Fiscalização, deverão ser preparadas pelo Empreiteiro, logo após a retirada das formas.

Nos casos mais graves de falha de concretagem, com ocorrência de "ninhos" ou "bicheiras", todo o concreto defeituoso será removido e substituído por concreto de enchimento, de consistência adequada, com utilização de cola epóxica no contato entre concreto velho e novo.

As superfícies soltas desses locais deverão ser apicoadas e jateadas, removendo-se completamente todo o material solto ou de pouca resistência, antes da aplicação da cola epóxica.

O concreto de enchimento deverá ser preparado com aditivo expensor e sua aplicação será procedida de modo a preencher completamente as cavidades.

As superfícies de bermas e passeios das obras serão alisadas a colher por ocasião da concretagem para evitar imperfeições à vista.

Todos os materiais utilizados nos reparos de concreto deverão ser aprovados pela Fiscalização.

#### 6.9.18 - Classes do concreto

Visando melhor adaptação a cada aplicação, serão utilizados 03 classes de concreto, adiante especificadas e, indicadas nos desenhos de forma.

- a) Concreto Classe "A" - Será aplicado em estruturas e demais casos que exijam maiores resistências. O consumo mínimo de cimento será de 300kg/m<sup>3</sup> e a tensão mínima de

ruptura à compressão (fck) será 15MPa. O fator água/cimento não deverá exceder a 0,56. Este concreto será utilizado no revestimento do sangradouro, (lajes e muros).

- b) Concreto Classe "B" - Terá sua aplicação restrita a obras que não exijam grandes resistências, conforme indicado nos desenhos. O consumo mínimo de cimento será de 250kg/m<sup>3</sup> e a tensão mínima de ruptura à compressão (fck) será de 12MPa. Este traço será utilizado na execução da caixa de entrada e bacia de dissipação da tomada d'água, galeria etc.
- c) Concreto Classe "C" - Terá sua aplicação limitada a lastros e regularização de superfícies. O consumo mínimo de cimento será de 150kg/m<sup>3</sup> e a tensão mínima de ruptura à compressão (fck) será de 9MPa.

#### 6.9.19 - Controle de Qualidade

Com a finalidade de acompanhar e avaliar a qualidade do concreto utilizado nas obras, a Fiscalização executará todos os ensaios e testes exigidos pela ABNT e aplicáveis às obras de concreto. A critério exclusivo da Fiscalização poderão ser dispensados alguns ensaios julgados desnecessários.

Entre outros, a Fiscalização deverá providenciar os seguintes ensaios:

- análise das características dos materiais disponíveis para confecção do concreto;
- determinação dos traços que atendam às necessidades da obra;
- análise da uniformidade e qualidade do concreto e seus componentes.

#### 6.9.20 - Juntas de Expansão e Contração

As juntas de expansão e contração nas obras de concreto, serão construídas com dimensões e posições indicadas nos desenhos do projeto.

As juntas de expansão e contração, com folga indicada nos desenhos, serão preenchidas por material elástico, como cortiça betumada, ou mastique.

Todos os dispositivos de vedação das obras hidráulicas inclusive o canal de sangria, a serem colocados nas juntas de expansão e contração, deverão ser do tipo "Fungeband" posicionados de acordo com o projeto.

#### 6.9.21 - Concreto de Revestimento

A presente especificação refere-se à colocação de uma camada de revestimento de concreto, de espessura indicada nos desenhos ou determinada pela Fiscalização.

As dimensões das juntas de construção e de dilatação, e a disposição destas últimas, serão as indicadas nos desenhos.

As juntas de dilatação poderão ser feitas com armações de madeira, guias metálicas ou cortadas no concreto fresco por meio de equipamentos apropriados e aprovados. A superfície deverá ser nivelada com a superfície de revestimento.

O revestimento de concreto será colocado sobre uma base firme e meticulosamente umedecida a uma profundidade de 15mm, com o acabamento já especificado.

O revestimento poderá ser colocado manualmente ou com equipamento mecânico, de forma tal que forneça superfícies lisas, à espessura especificada.

A execução deverá ser rigorosamente controlada de forma que o concreto não seja poroso com vazios ou ninhos de agregado.

O revestimento lançado manualmente deverá ser acabado com desempenadeira mecânica tipo régua vibratória, sobre guias.

A superfície deverá ficar bem alisada, devendo para tanto ser lançada sobre a mesma antes da última passada uma argamassa de cimento e areia no traço 1:5.

A régua vibratória se deslocará sobre guia de madeira ou metálica com um mínimo de três passadas.

O revestimento será executado em painéis alternados.

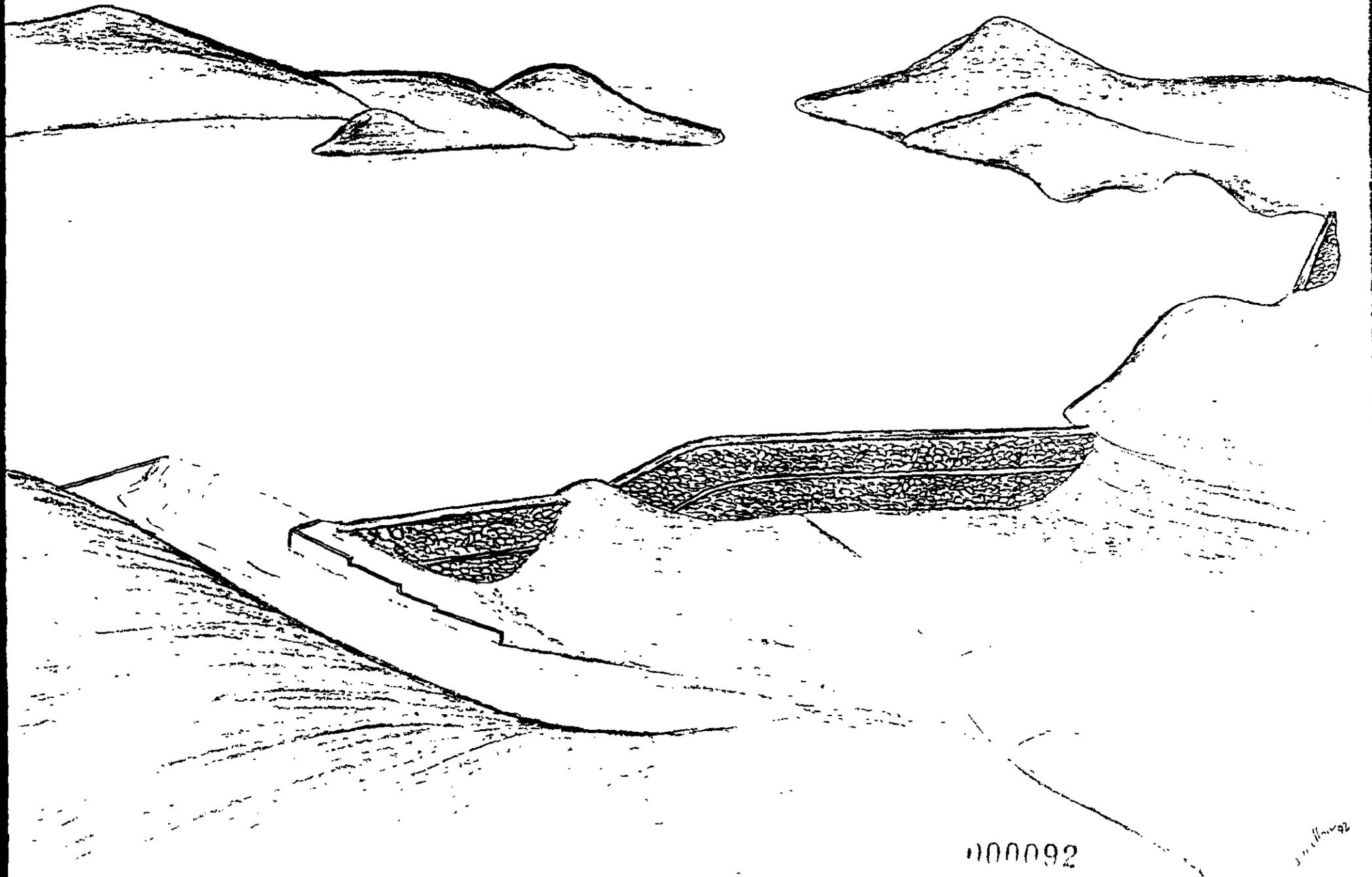
Deverá ser dada especial atenção à cura do revestimento. Fissuras resultantes de cura inadequada serão motivo para rejeição do trecho. Poderá à critério da Fiscalização ser utilizado o processo de cura à vácuo.

O Empreiteiro poderá, à sua opção, aplicar impermeabilizante, previamente aprovado pela Fiscalização, a fim de conseguir a cura adequada.

#### 6.9.22 - Concreto Impermeabilizado

Quando as paredes e quaisquer outras peças estruturais necessitarem de proteção, contra influências ou infiltrações de águas sob pressão, as faces do concreto em contato com a água serão revestidas com argamassa de boa consistência, plástica preparada no traço de 1:3 (cimento e areia) para pressões até 20 m.c.a e 1:2 para pressões maiores, com aditivo impermeabilizante. Este revestimento deverá apresentar acabamento áspero e espessura média de 15mm.

AÇUDE FOSFATO



000092

3/11/1992