

GOVERNO DO ESTADO



**CEARÁ**  
AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH**  
**PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS**  
**RECURSOS HÍDRICOS PROURB / CE**

**AÇUDE PÚBLICO JERIMUM**  
**TOMO 2 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM JERIMUM**  
**VOLUME 5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

AGUASOLOS

SDU

BEC

FORTALEZA- CE  
OUTUBRO DE 1993



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO  
PRO-URB / CE

AÇUDE PÚBLICO JERIMUM  
TOMO 2: PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM JERIMUM  
VOLUME 5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Lote 00613 - Prep () Scan () Index ( )  
Projeto Nº 10691 / 15  
Volume \_\_\_\_\_  
Qtd A4 121 Qtd. A3 \_\_\_\_\_  
Qtd A2 \_\_\_\_\_ Qtd A1 \_\_\_\_\_  
Qtd A0 \_\_\_\_\_ Outros \_\_\_\_\_



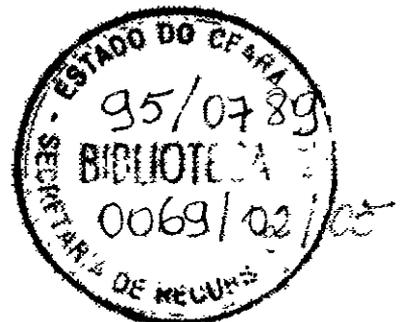
**SRH - SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

**AÇUDE PÚBLICO JERIMUM**

**TOMO 2: PROJETO EXECUTIVO DO AÇUDE**

**VOLUME 5 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**Outubro/93**



000003

O Projeto Executivo do Açude Público Jerimum compõe-se dos seguintes volumes

**Volume 1 - Relatório Geral**

**A - Textos**

**B - Desenhos**

**Volume 2 - Estudos Hidrológicos**

**Volume 3 - Estudos Topográficos/Geológicos/Geotécnicos**

**Volume 4 - Memorial de Cálculo**

**Volume 5 - Especificações Técnicas**

**ÍNDICE**

000005

## ÍNDICE

	PÁGINA
<b>APRESENTAÇÃO</b> . . . . .	2
<b>1. INTRODUÇÃO</b> . . . . .	3
<b>2. CONDIÇÕES GERAIS E SERVIÇOS PRELIMINARES</b> . . . . .	5
<b>3. LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL DA ÁREA DA FUNDAÇÃO</b> . . . . .	23
<b>4 SISTEMAS DE REBAIXAMENTO E DRENAGEM NA ZONA DA TRINCHEIRA</b> . . . . .	29
<b>5. TRATAMENTO DE SUB-SUPERFÍCIE</b> . . . . .	32
<b>6 ESCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO DA GALERIA DA TOMADA D'ÁGUA</b> . . . . .	46
<b>7. COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS</b> . . . . .	48
<b>8. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM</b> . . . . .	51
<b>9. LIMPEZA SUPERFICIAL E EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO</b> . . . . .	55
<b>10 ATERRO EXPERIMENTAL</b> . . . . .	57
<b>11 LANÇAMENTO, CONTROLE DE UMIDADE E COMPACTAÇÃO</b> . . . . .	61
<b>12 INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO</b> . . . . .	74
<b>13. SERVIÇOS EM CONCRETO</b> . . . . .	77
<b>14 ARGAMASSA DE CIMENTO</b> . . . . .	98
<b>15 FORMAS E ESCORAMENTOS</b> . . . . .	100
<b>16. ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO</b> . . . . .	104
<b>17 ASSENTAMENTO E ANCORAGEM DA TUBULAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA</b> . . . . .	108
<b>18 TOPOGRAFIA</b> . . . . .	110
<b>19. MANUTENÇÃO</b> . . . . .	113

**APRESENTAÇÃO**

000007

## APRESENTAÇÃO

Para a elaboração das especificações aqui apresentadas, foram consideradas a experiência acumulada em obras similares e observações em diversas bibliografias. Algumas das fontes bibliográficas utilizadas na concepção destas especificação são relacionadas a seguir

- ABMS, 1981 Notas de Aulas do Curso da Barragem de Terra e Enrocamento, 493 p.
- USBR, 1987 Design of Small Dams U S Government Printing Office, Denver, Colorado, U S A , 860 p
- Carvalho, 1983 Curso de Barragens de Terra - com vistas ao Nordeste Brasileiro DNOCS, Volume I, 173 p
- Carvalho, 1984 Curso de Barragens de Terra - com vistas ao Nordeste Brasileiro DNOCS, Volume II, 193 p
- DNOCS, Barragem do Serrote - Especificações Técnicas para construção Volume 3, 99 p
- DNOCS/AGUASOLOS, 1991 Açude Público Fogareiro - Projeto Executivo, Vol I, 105 p
- DNOCS/AGUASOLOS, 1992 Açude Público Arneiroz II - Projeto Executivo, Vol V, 115 p
- DNOCS, 1981 Instruções a serem observadas na Construção das Barragens de Terra 255 p

**1. INTRODUCȚIUNEA**

000009

Este Volume, parte integrante do Projeto Executivo o Açude Público Jerimum, em Irauçuba/Tejuçuoca de propriedade da Secretaria de Recursos Hídricos - SRH (Contratante), Ceará, contém as Especificações Técnicas para construção

As Especificações Técnicas contém as exigências básicas necessárias à boa execução dos serviços correspondentes pela firma executora, EMPREITEIRA (Contratada). Tais instruções objetivam o estabelecimento das condições técnicas e básicas que deverão ser obedecidas durante a construção das obras, no sentido de que fique garantido o comportamento do maciço executado, de acordo com as hipóteses adotadas no projeto e traduzidas pelos parâmetros adotados nos cálculos. Estas Especificações Técnicas e outras especificações citadas no texto ou figuras de outros volumes complementam-se e não devem ser utilizadas independentemente, pois a fiel observância a cada uma delas é indispensável ao êxito da construção e funcionamento da barragem

Sempre que houver discrepâncias e/ou contradições diretas, ouvida previamente a Fiscalização, estas Especificações Técnicas prevalecerão sobre as demais

O relatório do Projeto e as recomendações em que deverão ser observadas na fase de construção, têm apenas caráter informativo; visam facilitar a execução, não podendo ser utilizadas para pleitear indenizações por falhas, deficiência ou dúvidas porventura existentes

As especificações e recomendações complementares serão emitidas durante o desenvolvimento das etapas construtivas, sempre que se fizer necessário, em função das condições que se observarem no local, bem como de ajustes e otimizações nas diversas etapas construtivas.

Todos os documentos do contrato devem ser considerados conjuntamente com estas Especificações Técnicas; os assuntos aos quais se referem ou descrevem os demais documentos, não se repetem, necessariamente, nas Especificações Técnicas

**2. CONDIÇÕES GERAIS E SERVIÇOS PRELIMINARES**

000011

## **2.1 Introdução**

### **2.1.1. Objetivo**

Estas Condições Gerais completam, no tocante às Especificações Técnicas, as **CONDIÇÕES GERAIS** integrantes do projeto Executivo da Barragem Jerimum. São complementadas pelos Serviços Preliminares necessários ao início e desenvolvimento posterior das obras.

Fazem parte integrante das presentes Especificações todas as Normas, Regulamentos, Especificações, Métodos e Terminologias da Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT, em sua mais recente edição, publicadas até a data de lançamento da concorrência para construção da barragem.

Na falta de Normas Brasileiras, para assuntos específicos serão adotadas normas, regulamentos e padrões técnicos de outras organizações nacionais e/ou estrangeiras de aceitação universal, a critério da FISCALIZADORA e após aprovação da CONTRATANTE.

### **2.1.2 Abreviações**

As especificações, normas, métodos, padrões ou códigos de associações ou órgãos abaixo relacionados, quando mencionados, poderão ser citados apenas pelo uso das abreviações transcritas a seguir:

- American Association of State Highway Officials - AASHO
- American Concrete Institute - ACI
- American Institute of Electrical Engineers - AIEE
- American National Standard Institute - ANSI
- American Institute of Steel Construction - AISC
- American Railways Engineers Association - AREA
- American Society of Civil Engineers - ASCE
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Engineers - ASHRAE
- American Society of Mechanical Engineers - ASME
- American Society for Testing Materials - ASTM
- American Water Works Association - AWWA
- American Welding Society - AWS
- Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT
- Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP
- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE

- Associação Brasileira de Mecânica de Solos - ABMS
- Association Française de Normalisation - AFNOR
- British Standards - BS
- California Department of Water Resources - CDWR
- Comité Européen du Béton - CEB
- Concrete Reinforcing Steel Institute - CRSI
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER
- Deutsche Industrie Normen - DIN
- Electricité de France - EDF
- Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE
- Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (São Paulo)
- International Committee on Large Dams - ICOLD
- International Electrotechnical Commission - IEC
- National Board of Fire Underwriters - NBFU
- National Electric Code - NEC
- National Electrical Manufacturers Associations - NEMA
- Society of Nondestructive Tests - SNT
- United States Army Corps of Engineers - USACE
- United States Bureau of Reclamation - USBR
- United States Federal Specifications - USFS

### 2.1.3 Serviços não medidos

Além daqueles especificamente citados no texto dos diversos capítulos que compõem este volume, os custos dos serviços relacionados a seguir deverão ser considerados e distribuídos nos preços unitários e taxas apresentadas para a execução das diversas etapas do projeto e não serão medidos e, tão pouco, pagos separadamente. Para tal, a EMPREITEIRA deverá inspecionar o local, a fim de melhor quantificar a participação de cada item nos custos da obra

- a) Desmatamento das áreas de instalação de canteiros de serviços e remoção de todo o material, proveniente do desmatamento, das áreas correspondentes para locais convenientes,
- b) Montagem e desmontagem de andaimes e escoramentos auxiliares, acessos, passagens e pontes provisórias ou de emergência e outros serviços ou obras de caráter transitório, não relacionados no Projeto e/ou nas Especificações,

- c) Dimensionamento de peças para construção, estaqueamento e outras medidas excedentes necessárias à boa execução da obra,
- d) Locação de áreas para instalação, acessos, depósitos de material e outras, ainda que não indicadas no Projeto,
- e) Proteção dos materiais de construção e materiais auxiliares, em estoque, contra roubo, fogo, chuva e intempéries; obediência às prescrições brasileiras nos depósitos de explosivos, gasolina, óleo, ligantes betuminosos e outros fluidos inflamáveis,
- f) Orientação do tráfego durante o período de construção, inclusive, iluminação e posicionamento dos guardas de trânsito, quando necessário, destruição das vias e restabelecimento do estado original, quando indicado pela FISCALIZADORA,
- g) Relocação e nivelamento do eixo do projeto, marcação de off-set e todos os serviços topográficos necessários ao controle geométrico das diversas etapas de trabalho,
- h) Todos os serviços de drenagem necessários à retirada da água superficial nas áreas de construção, bem como recomposição de erosões em taludes de cortes e/ou de aterros,
- i) Todos os testes de materiais julgados necessários e exigidos pela FISCALIZADORA, inclusive ensaios de campo e de laboratório. A EMPREITEIRA deverá instalar laboratório para ensaios de solos, agregados e concreto, de acordo com o constante no Ítem 2 1 4 deste capítulo, dimensionando sua equipe de modo a tornar possível a realização de todos os ensaios de controle, de acordo com estas Especificações. Os custos de instalação, operação e manutenção do laboratório deverão estar incluídos no custo de cada fase ou tipo de serviço sujeito a controle na obra.
- j) Aluguel ou aquisição de áreas destinadas a jazidas e/ou pedreiras, indicadas ou não no Projeto, e que, por conveniência da EMPREITEIRA, ou por recomendação da FISCALIZADORA, venham a ser utilizadas, em qualquer das fases de construção da Barragem e/ou para construção e/ou conservação de desvios e/ou caminhos de serviços

#### **Fiscalização**

- A SRH manterá 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 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:

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

Os agentes da Fiscalização da SRH terão poderes suficientes para impedir ou mandar suspender os trabalhos desde que eles não estejam sendo realizados de acordo com estas Especificações. A Empreiteira poderá contestar por escrito, se assim o entender, de impedimento ou suspensão dos trabalhos mas, até que o assunto seja resolvido pelo delegado mais categorizado da SRH junto às obras, a Empreiteira acatará a decisão do agente da Fiscalização. 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, á 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

#### **2 1 4 Laboratório**

O laboratório para ensaios de controle de execução da obra, cuja instalação, operação e manutenção competem à Construtora, deverá ser dividida em três seções distintas.

- a - Seção de ensaios de solos, geologia e agregados. Esta será subdividida, pelo menos, em dois setores: um para depósito e preparo de amostras de solos e agregados, com um mínimo de 20m<sup>2</sup>, e outro para ensaios propriamente ditos. O segundo setor terá uma área destinada a ensaios de compactação e moldagem de corpos de prova diversos, com não menos de 15m<sup>2</sup>, independentemente da área destinada a ensaios de caracterização que, por sua vez, também não será inferior a 10m<sup>2</sup>. A área mínima da seção de ensaios de solos será, portanto, de 45m<sup>2</sup>. Para geologia (sondagens), destinar uma área mínima de 10m<sup>2</sup>
- b - Seção de ensaios de cimento, argamassa e concreto, com 20m<sup>2</sup> de área mínima
- c - Seção de cálculo e desenho com 10m<sup>2</sup> de área mínima

As instalações deverão ter pisos cimentados, com laje de impermeabilização, e as bancadas, além de perfeitamente niveladas, deverão ter fundações tais que não transmitam vibrações excessivas quando da realização de ensaios, tais como compactação. Deverão permitir o trabalho com iluminação natural durante o dia e ser dotadas de iluminação artificial suficiente para permitir o trabalho após o entardecer.

A ventilação deverá ser tal que permita o trabalho em condições normais de conforto, sem perturbar a manipulação de balanças e outros equipamentos sensíveis

Será dotado de tanque elevado, com capacidade mínima de dois mil litros, e disporá de instalação elétrica capaz de atender à utilização simultânea dos aparelhos cujo funcionamento dependa da mesma.

São os seguintes os equipamentos de que deverá dispor o laboratório, durante um período correspondente àquele em que os mesmos serão necessários ao controle de materiais e execução dos serviços programados

**RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÍNIMOS**

Item	ESPECIFICAÇÃO	QUANT MÍNIMA
1	Conjuntos para determinação da densidade de campo, pelo método do garrafão de areia, ou densitômetros de membrana, completos, inclusive acessórios para determinação do teor de umidade	8
2	Conjuntos completos para análise granulométrica por peneiramento, por via seca e via úmida	4
3	Conjuntos completos para determinação dos Limites de Atterberg	3
4	Conjuntos completos para ensaios de compactação.	4
5	Conjuntos completos para ensaios de sedimentação e massa específica real dos solos	6
6	Equipamentos complementares (estufas, cápsulas, balanças, bandejas, provetas etc ), capazes de atender à solicitação do laboratório, nos setores de solos, ligantes e misturas betuminosas	-
7	Conjuntos completos para ensaios de finura e de pega de cimento	1
8	Moldes para corpos de prova cilíndricos de concreto	50
9	Prensa para rompimento de corpos de prova de argamassa e de concreto, capacidade 100 toneladas.	1
10	Acessórios necessários ao preparo de traços de concreto e de argamassa, moldagem e cura de corpos de prova etc.	-
11	Conjunto completo para ensaio de abatimento em concreto ("Slump test")	1
12	Conjunto completo para ensaio colorimétrico em areias	2
13	Frasco de Chapman	6
14	Equipamentos complementares necessários ao funcionamento do laboratório nos setores de agregados, cimento e concreto (estufas, balanças, cápsulas, bandejas etc )	-

Além do equipamento relacionado, a EMPREITEIRA deverá providenciar qualquer outro necessário à realização de ensaios previstos pelas Especificações Técnicas, e/ou no Contrato, de acordo com as recomendações a seguir apresentadas

- a - A EMPREITEIRA deverá ter, à disposição da FISCALIZADORA, além dos equipamentos anteriormente referidos e do pessoal especializado necessário à operação dos mesmos, todos os meios materiais e de transporte necessários à realização dos ensaios
- b - Os equipamentos e materiais de laboratório serão novos ou em boas condições de utilização, de acordo com as normas de ABNT, DNOCS e/ou outras previstas pelas Especificações Técnicas e/ou pelo Projeto, devendo ser, também, de fabricação já consagrada e/ou aceita pela FISCALIZADORA
- c - A EMPREITEIRA manterá os equipamentos de laboratório em perfeitas condições de funcionamento e, quando solicitado pela FISCALIZADORA, deverá substituir, às suas próprias custas, equipamentos defeituosos e/ou danificados, mantendo sempre um estoque mínimo de acessórios e materiais de consumo, de acordo com determinação da FISCALIZADORA
- d - A EMPREITEIRA deverá, também, fornecer todos os meios para retirada e transporte de amostras, ainda de acordo com as normas do DNOCS, ABNT e/ou outra especificada
- e - O laboratório de que trata esta seção deverá estar em condições de funcionamento, para a realização dos ensaios especificados, antes do início dos trabalhos

## 2.1.5 Quantidades

Consideram-se incluídas, nos preços unitários estabelecidos para os diversos itens do quadro de quantidades, todas e quaisquer obras, de natureza provisória, não constantes do projeto e/ou destas Especificações Técnicas

A EMPREITEIRA deverá ter em conta que os itens relacionados no quadro de quantidades devem cobrir todos os custos das diversas etapas do projeto e obras correspondentes, de qualquer gênero e/ou natureza.

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 arquivadas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos

Não serão admitidas solicitações de indenizações, salvo nos casos especificados e estabelecidos nos documentos de contrato

*Todos os serviços serão pagos conforme efetivamente executados, salvo quando houver indicação em contrário*

À SRH reserva-se o direito de revisar e complementar o projeto e as normas técnicas, sem que tais revisões entretanto introduzam alterações sensíveis quanto à natureza dos serviços durante a construção. Tais revisões serão apresentadas em desenhos e instruções escritas e não poderão servir como justificativa de acréscimos nos preços unitários ou de atrasos

O Empreiteiro poderá, justificando detalhadamente por escrito, propor alterações de pormenores construtivos que entender convenientes, só podendo as mesmas serem executadas depois da aprovação escrita da SRH. A demora na aprovação ou a não aprovação da alteração proposta, por parte da SRH, não poderá servir de justificativa a atrasos no cumprimento dos prazos estabelecidos ou a outra qualquer reivindicação.

O Empreiteiro é obrigado a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam detalhados, direta ou indiretamente nas Especificações ou nos desenhos de projetos mas que sejam necessários à realização da obra em apreço, de modo tão completo como se estivesse particularmente delineado e descrito

#### **2.1.6 Dimensões e Cotas**

Todas as dimensões, cotas e quantidades das plantas de projeto, deverão ser verificadas pela EMPREITEIRA, antes do início dos serviços

#### **2.1.7. Ensaio Especiais e Sondagens Complementares**

Ensaio especiais em laboratório e/ou no campo, tais como de adensamento e cisalhamento serão objeto de negociação à parte e/ou serão contratados com terceiros. O mesmo procedimento será aplicado a sondagens a percussão e/ou rotativas (com ou sem determinação de perda d'água), a critério da CONTRATANTE.

## **2.2 Mobilização e Desmobilização**

Os serviços gerais de mobilização, no início da obra e durante a execução da mesma, e de desmobilização, quando do término dos serviços, compreendem mas não se limitam às seguintes providências a serem tomadas pela EMPREITEIRA

- transporte de todo o equipamento, de propriedade da EMPREITEIRA ou de suas subempreiteiras, até o local da obra e sua posterior retirada, para o local de origem ou outro que não o local da obra, acampamentos, vila residencial e/ou acessos e adjacências
- movimentação de todo pessoal da EMPREITEIRA e de suas subempreiteiras até o local da obra, em qualquer tempo, e posterior regresso a seus locais de origem, inclusive transporte diário de empregados da Vila Residencial e/ou Acampamento até o canteiro de obras e respectivo retorno diário;
- viagens e estadas, em qualquer tempo, de pessoal administrativo de consultoria, de supervisão ou qualquer outro ligado à EMPREITEIRA e a serviço da obra

Incluem, outrossim, todos os serviços indiretos de administração e supervisão, necessários à execução das obras, realizados no local da obra ou fora dele, tais como:

- supervisão da obra, fiscalização dos trabalhos, planejamento, controle e coordenação,
- serviços de administração em geral, de contabilidade, de almoxarifado, de pessoal, de tesouraria, de secretaria, de expediente, de compras, de arquivo, de contratação, etc ,
- preenchimento de cargos de chefia e direção de trabalhos especializados,
- complementações do projeto, investigações adicionais de qualquer natureza.

## **2.3 Implantação, Operação e Manutenção do Canteiro**

A EMPREITEIRA terá a seu cargo a implantação, operação e manutenção de todas as instalações, máquinas e ferramentas necessárias à correta e completa execução das obras, globalmente indicadas como instalações de Canteiro

### 2.3.1 Plano de Construção

O plano de construção do canteiro, bem como de sua eventual ampliação em função das necessidades de prazos de execução das Obras, será de inteira responsabilidade e o apresentará para aprovação prévia da FISCALIZADORA

As instalações de produção e de apoio à Obra no local compreenderão, mas não se limitarão, as seguintes

- central de concreto,
- silos e depósitos de materiais,
- central de ar comprimido;
- central de britagem,
- instalações para beneficiamento de agregados;
- instalações de água potável e água industrial,
- pátio de pré-moldados,
- oficinas de carpintaria,
- pátios de montagens do canteiro,
- oficinas de montagens do canteiro,
- pátios de treinamento,
- "plant" de combustível e lubrificantes;
- pátio de estruturas tubulares,
- instalações para explosivos,
- instalações para fornecimento de energia à construção;
- escritórios centrais e de campo, quer da EMPREITEIRA, quer da FISCALIZADORA, quer da CONTRATANTE,
- laboratórios de solos e concreto;
- almoxarifados,
- oficinas de manutenção;
- ambulatórios

As edificações, qualquer que seja sua finalidade, deverão obedecer aos padrões correntes, devendo seus projetos ser submetidos à aprovação prévia da FISCALIZADORA

### 2.3.2 Operação e Manutenção

A EMPREITEIRA fará a operação do Canteiro de Obras de acordo com as necessidades dos serviços, prazos e qualidade dos trabalhos, compreendendo inclusive quaisquer providências

de caráter geral, no local das Obras e que expressamente especificadas neste ítem, venham a ser solicitadas pela CONTRATANTE ou pela FISCALIZADORA.

A EMPREITEIRA fará a manutenção das edificações, instalações, ferramentas, máquinas e demais equipamentos do Canteiro de Obras, inclusive montagens, desmontagens, movimentação, lubrificação, substituição de peças quebradas ou gastas por novas e demais serviços do gênero, de maneira a manter todas as edificações, instalações, ferramentas, máquinas e equipamentos em perfeitas condições de uso, a critério da FISCALIZADORA

### 2.3.3 Estradas de Serviço

Além das estradas permanentes de acesso ou internas ao local das obras, será de responsabilidade da EMPREITEIRA a construção e manutenção de todas as estradas e caminhos de serviço que forem necessários para acesso às várias frentes de trabalho, movimentação de máquinas e veículos, extração de materiais e seu transporte das jazidas a Obra etc

As estradas e caminhos de serviços serão construída com projeto e especificações da EMPREITEIRA, sujeitos a aprovação prévia da FISCALIZADORA

A EMPREITEIRA terá a seu cargo todo o serviço de conservação de estradas, pontes, áreas de estacionamento, permanentes ou provisórias, construída ou não pela EMPREITEIRA, bem como de todas as rodovias estaduais e municipais de acesso e internas ao local das Obras, compreendendo, mas não se limitando a recomposição de trechos com buracos, desobstrução de bueiros, proteção de taludes 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.

A EMPREITEIRA será também responsável pelos eventuais prejuízos de tráfego intenso que seus próprios veículos ou veículos de seus fornecedores ou subcontratados possam acarretar a estruturas, pavimentação e infra-estruturas de vias públicas ou particulares

### 2.3.4. Energia Elétrica

Caberá à EMPREITEIRA dimensionar e construir às suas expensas todas as estações e subestações abaixadoras que julgar necessárias para atender as instalações do Canteiro de Obras, a partir das linhas de A T próximas, ou instalando seus próprios geradores

A EMPREITEIRA será ainda responsável pelo dimensionamento, fornecimento e operação de instalações de geração de emergência, necessárias à continuidade de suprimento às instalações, durante eventuais falhas no fornecimento normal de energia dos postos de comunicação rádio-telefônicos, ambulatórios e outras instalações de funcionamento prioritário, a critério da FISCALIZADORA

Todas as instalações deverão obedecer aos padrões e normas da COELCE, que aprovará os projetos da EMPREITEIRA e autorizará as ligações a seu sistema de transmissão, a pedido da FISCALIZADORA

*Todo e qualquer gasto de energia elétrica nos acampamentos e canteiros e na execução dos serviços correrá por conta da EMPREITEIRA, sendo que o custo relativo será incluído nos preços unitários ou globais dos serviços*

A CONTRATANTE e a FISCALIZADORA terão o direito de interligar-se às redes de distribuição de energia elétrica da EMPREITEIRA para todos os usos necessários às suas próprias instalações de canteiro. Nenhuma remuneração será devida à EMPREITEIRA pelo consumo de energia elétrica daquelas instalações

Caso o desenvolvimento dos serviços o exija, a EMPREITEIRA será obrigada a fornecer energia elétrica a outras EMPREITEIRAS, sendo reembolsada de seus custos, acrescidos de 50% relativos a taxa de uso e manutenção de suas instalações durante a vigência de seu contrato. As modalidades para a medição dos consumos serão estabelecidas de comum acordo entre a EMPREITEIRA e as outras EMPREITEIRAS ou fixadas pela FISCALIZADORA

### 2.3.5 Abastecimento de Água Potável e Industrial

Será de responsabilidade da EMPREITEIRA, o fornecimento de água potável em todas as instalações e dependências do canteiro, inclusive aquelas da CONTRATANTE e da FISCALIZADORA, bem como em todas as frentes de serviços, sendo o ônus incluído nas despesas indiretas da EMPREITEIRA

A FISCALIZADORA reserva-se o direito de exigir à EMPREITEIRA testes de potabilidade da água, quando necessário, sem ônus para a CONTRATANTE.

Será ainda ônus da EMPREITEIRA a captação, recalque, adução e eventual tratamento de toda a água necessária para o atendimento industrial dos seguintes itens e demais que forem necessários, a critério da FISCALIZADORA

- lavagem de veículos e equipamentos;
- lavagem de agregados para concreto;
- lavagem de fundações;
- preparo de concreto,
- cura de concreto;
- limpeza de furos de drenagem, injeções e sondagens,
- refrigeração do equipamento industrial;
- alimentação dos equipamentos de perfuração;
- umedecimento contra poeira, das estradas de serviço.

O abastecimento de água potável poderá ser feito a partir da mesma captação de água industrial, construindo estação de tratamento, constando, essencialmente, de unidade de coagulação, filtração, floculação, correção final de pH e desinfecção

#### 2.3.6. Rede de Esgoto

A EMPREITEIRA será responsável pela construção e manutenção da rede de esgoto do Canteiro de Obras, assegurando, por seus próprios meios, o lançamento de água servidas, resíduos e esgotos de Canteiro, de modo a garantir e conservar a salubridade da região

#### 2.3.7 Ambulatórios

Será da responsabilidade da EMPREITEIRA o atendimento médico de seus empregados e respectivos dependentes, pelo que, seguindo orientação da CONTRATANTE, providenciará convênios entre o INSS e os hospitais das cidades vizinhas.

A EMPREITEIRA operará ainda um ambulatório central, junto ao acampamento, onde serão atendidos os trabalhadores em casos de pequenos acidentes e enfermidades menos graves, sendo que os casos graves serão encaminhados aos hospitais das cidade vizinhas

A EMPREITEIRA construirá, ainda no Canteiro, um posto de pronto-socorro, onde serão prestados os primeiros socorros em situações de emergência

O posto de pronto-socorro será atendido por um enfermeiro qualificado, à disposição permanente nas horas de trabalho. A gerência do ambulatório e de todos os serviços de assistência médica será exercida por um médico, que prestará serviço ao Canteiro em todos os dias de trabalho.

#### **2.4. Implantação e Manutenção de Acampamento e Vila Residencial**

Para alojamento do pessoal destacado para construção da Barragem, a EMPREITEIRA construirá acampamento para solteiros e Vila Residencial, junto ao local das obras.

A EMPREITEIRA será responsável pela operação e manutenção, em perfeitas condições de uso, de todas as instalações, bem como pela disciplina de seu pessoal. A EMPREITEIRA terá ainda a seu cargo pagamento de quaisquer taxas, tarifas ou impostos, tais como contas de luz, água, telefone etc., cobrados por órgãos municipais, estaduais ou federais, a título de fornecimento ou serviços prestados.

Das casas da Vila Residencial poderão ser cobrados aluguéis, a serem oportunamente fixados em comum pela EMPREITEIRA e pela CONTRATANTE, em função da categoria funcional dos usuários. Estes serão responsáveis pelo pagamento de impostos, taxas, tarifas e quaisquer outros ônus incidentes sobre os imóveis ou decorrentes de seu uso, como contas de luz, água, gás e telefone, taxa de conservação de ruas, de remoção de lixo, de pavimentação, imposto predial, tarifa de utilização da rede de esgotos etc. Caberá à EMPREITEIRA zelar pelo fiel cumprimento dessas obrigações, no caso de cobranças por débitos em aberto, a responsabilidade será exclusivamente da EMPREITEIRA, desde que o usuário inadimplente seja ou tenha sido funcionário da mesma.

A EMPREITEIRA terá ainda a seu cargo a manutenção da Vila Residencial, compreendendo, mas não se limitando aos seguintes serviços:

- cobrança pela EMPREITEIRA, dos aluguéis a serem pagos pelos usuários,
- controle pela EMPREITEIRA, do pagamento, pelo usuários, de todas as taxas, tarifas, impostos etc., cobrados pelos órgãos municipais, estaduais ou federais;
- manutenção da infra-estrutura da Vila Residencial, com os serviços de reparos que forem necessários durante o uso, bem como das próprias residências,
- pintura nova e reparos gerais, quando da entrega das habitações a CONTRATANTE.

## **2.5 Locação e Implantação das Obras**

No prazo de 8 (oito) dias contados a partir da data de assinatura do Contrato, a CONTRATANTE entregará à EMPREITEIRA o local e as áreas destinadas à obra, bem como os marcos de referência para a locação plani-almétrica das obras

Na ocasião, será assinado, por ambas as partes, um termo de recebimento que especificará as condições do local, a situação dos trabalhos eventualmente já executados e a descrição dos marcos topográficos com suas coordenadas e níveis. A partir dessa entrega, a EMPREITEIRA será inteiramente responsável pelo local, nos termos previstos no Contrato

Todos os marcos de referência entregues pela CONTRATANTE deverão ser protegidos e preservados pela EMPREITEIRA durante a execução dos trabalhos. Caso a remoção de algum marco se torne necessária para prosseguir os trabalhos, deverá o mesmo ser substituído por um novo marco, em local próximo, aprovado pela FISCALIZADORA, que será amarrado aos demais existentes.

A EMPREITEIRA, sob sua responsabilidade, executará a locação das obras e qualquer outro serviço topográfico eventualmente necessário, a partir dos marcos de referência recebidos. Todos os danos decorrentes de erros de locação ou nivelamento, bem como eventuais ônus de reconstrução, que em virtude deles se fizerem necessários, serão, entretanto, debitados à EMPREITEIRA, que deverá, assim, verificar previamente todos os dados e elementos fornecidos pela CONTRATANTE

A EMPREITEIRA não dará início a qualquer serviço sem que sua implantação tenha sido verificada pela Fiscalização mas tal verificação não exime a EMPREITEIRA da responsabilidade da exata execução dos trabalhos

As atividades e prazos executivos são os previstos no projeto e nas presentes Especificações

A EMPREITEIRA poderá propor alterações no programa de construção, e nos prazos parciais. Tais alterações só poderão ser levadas a efeito quando aprovadas pela Fiscalização. A aprovação por parte da Fiscalização, entretanto, não exime a EMPREITEIRA 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 à EMPREITEIRA como justificativa de atrasos nos prazos ou a outra qualquer reivindicação. Não serão considerados como justificativas para atrasos nos prazos:

- a) As chuvas ou a seca e suas consequências, ainda que coincidência maior que o normal

- b) Discrepâncias entre as umidades dos solos nos emprestaras encontrados por ocasião de seu aproveitamento e as determinadas quando da execução das sondagens
- c) Discrepâncias entre as quantidades previstas em projeto e as realmente encontradas
- d) Quaisquer outras ocorrências, salvo as que, a critério da SRH, sejam de força de responsabilidade da SRH

## **2.6 Desmatamento e Destocamento**

Consiste em uma série de serviços de limpeza das áreas onde se implantarão obras previstas no Projeto e do reservatório, após a devida liberação da IBAMA/SEMACE ou outro órgão responsável

Na área de implantação de obras será feita a eliminação da vegetação rasteira ou arbustiva e dos detritos acumulados, em áreas previamente determinadas pela Fiscalização

Proceder-se-á, a seguir, a derrubada de árvores e o conseqüente destocamento. Os troncos deverão ser transportados para as áreas já delimitadas, onde permanecerão até posterior decisão sobre os seus destino final

Na área do reservatório os serviços serão executados para eliminação da vegetação rasteira e arbustiva exclusivamente. Os detritos serão depositados em área a ser designada pela fiscalização

Os resultados obtidos por este tipo de serviço deverão ser apreciados através do controle visual e serão constituídos por uma superfície limpa e uniforme em condições de permitir a realização dos serviços que devem ser executados sobre a mesma.

## **2.7 Limpeza Final**

Antes da aceitação final da Obra, ou de partes dela, a EMPREITEIRA limpará o local, removerá os equipamentos instalados e todos os elementos temporários, materiais de construção e equipamentos, resíduos e detritos, e deixará o local limpo e apresentável.

Todos os revestimentos, pisos, esquadrias e estruturas serão limpos cuidadosamente, usando-se em cada caso a técnica mais adequada; todas as manchas e salpicos de tinta serão cuidadosamente removidas e todas as partes metálicas móveis perfeitamente lubrificadas.

No fim dos serviços, as instalações do Canteiro e do Acampamento de solteiros serão removidas, as edificações provisórias demolidas, as máquinas e equipamentos de canteiro

desmontados, as peças encaixadas, os materiais em sobra colocados a disposição da CONTRATANTE e as áreas restauradas a contento da FISCALIZADORA.

A limpeza final e remoção de todas as instalações provisórias do Canteiro e do Acampamento serão executadas dentro do prazo especificado para o término de toda a obra, com as exceções solicitadas e/ou aprovadas por escrito pela FISCALIZADORA.

### **3. LIMPEZA E TRATAMENTO SUPERFICIAL DA ÁREA DA FUNDAÇÃO**

000029

### **3.1 Área sob o tapete drenante**

O objetivo principal do tratamento superficial das fundações sob esta área é o de regularizar a superfície da fundação a fim de permitir o lançamento e compactação do material do tapete drenante

3.1.1. As fundações do tapete drenante, poderão situar-se em horizonte de solo aluvionar arenoso e/ou em rocha alterada, dependendo do material ter ou não resistência adequada às cargas impostas pela obra em apreço

No caso de situar-se em solo aluvionar arenoso, as escavações deverão avançar no mínimo 1 m abaixo da cota do terreno natural, até encontrar a camada onde o material "in situ" se apresente "táctil-visual" com grau de compactação (GC) > 95% referidos ao ensaio de Compactação Proctor Normal

As dúvidas que recaírem sobre a liberação e aceitação de eventuais regiões deverão ser aferidas a partir de ensaio de compactação Hilf-Proctor

Segue-se como critério de aceitação que a média entre os GC de três ensaios adjacentes seja superior a 95%, sendo os ensaios realizados no máximo a cada 400m<sup>2</sup>

3.1.2. Quando a superfície final da fundação situar-se em solo aluvionar, recomenda-se envolvê-la e a seguir compactá-la com pelo menos 4 passadas de rolo vibratório

3.1.3. A superfície da fundação do tapete quando situar-se em rocha alterada deve ser regularizada suficientemente (através de desmonte mecânico cuidadoso) de modo a permitir o lançamento do material do tapete, não se fazendo necessário a remoção de saliências bem como retalhamento de taludes abruptos ou negativos que ocorram no maciço rochoso

3.1.4. Após as escavações a FISCALIZADORA deverá apontar as regiões em que julgar necessário a execução de tratamento localizados, que deverão ser submetidas à apreciação do Projetista para que forneça à Obra as recomendações necessárias.

3.1.5. A fundação será liberada para compactação após inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

### **3.2 Área Sob o Enrocamento do Espaldar de Jusante**

Objetivo básico do tratamento das fundações na área sob o enrocamento do espaldar de jusante é o de delimitar onde garantidamente as camadas subjacentes possuem características

de resistência suficientes de modo a evitar qualquer comprometimento de estabilidade do talude de jusante da barragem e para permitir a formação da cunha anti-cisalhante ("Shear-Key")

3 2 1 As fundações nesta área deverão situar-se em horizonte de rocha pouco alterada a sã

3 2 2. A superfície desta área deverá ser suficientemente regularizada, de modo a permitir o lançamento das camadas de material granular filtrante que compõem o tapete drenante conforme especificado nos desenhos das seções. Dispensa-se a remoção de saliências bem como o restabelecimento de taludes abruptos ou negativos que ocorreram no maciço rochoso

3 2 3 A superfície deverá ser limpa apenas por meio de jatos de ar

3 2 4 As depressões existentes deverão ser preenchidas com o material correspondente às primeiras camadas do tapete drenante

3 2 5 Caixas de falha, contatos geológicos e fraturas constituídos de material alterado relativamente permeável e sujeito a erosão, deverão ser removidos manual ou mecanicamente até uma profundidade equivalente a 3 vezes a sua espessura, sendo e seguir preenchida com argamassa

3 2 6 A determinação dessas áreas será feita por inspeção visual pela FISCALIZAÇÃO

3 2 7 A fundação será liberada para lançamento e compactação das primeiras camadas após inspeção pela FISCALIZAÇÃO

### **3.3. Área sob o Enrocamento e Zona de Transição do Espaldar de Montante**

Deve-se procurar obter para fundação da zona de enrocamento e transição de montante as características de resistência necessárias, à garantia de uma estabilidade adequada para o talude de montante do maciço

3 3 1 As fundações do espaldar do talude de montante da barragem deverão situar-se em horizonte de rocha pouco alterada a sã.

3 3 2 Deverão ser removidos mecanicamente/ou manualmente todos os materiais aluvionares, sendo que os blocos soltos de pedra existentes poderão permanecer, desde que possuam características compatíveis com o enrocamento e transição a serem lançados nas primeiras camadas (granulometria e tipo de rocha)

3.3.3 A limpeza final da superfície deverá ser feita através de jato de ar

3.3.4. As fraturas, juntas e os contatos geológicos que tem continuidade no sentido Montante-Jusante, deverão ser limpos até uma profundidade equivalente à 3 vezes sua espessura, e preenchidos com calda ou argamassa, conforme sua espessura, para evitar a possibilidade de carreamento de material de preenchimento inconsistente quando houver.

3.3.5. As zonas de intenso fraturamento poderão ser recobertas localmente por um tapete de regularização em concreto com espessura da ordem de 0,30m, que substitue o tratamento isolado indicado no Ítem 3.3.4

3.3.6. A fundação será liberada para lançamento e compactação após inspeção pela FISCALIZAÇÃO.

#### 3.4 Área Sob Núcleo Impermeável

Os objetivos da limpeza e tratamento superficial das fundações do núcleo impermeável são

- a - remover o material inconsistente e regularizar a superfície da fundação a fim de evitar problemas de recalques diferenciais, concentrações de tensões etc , que poderiam dar origem a trincas no maciço do núcleo;
- b - proteger o material do núcleo do risco de erosão regressiva que poderia ocorrer devido a um mal contato com a fundação, devido à presença de fraturas abertas etc

Os objetivos mencionados no Ítem "a" poderão ser atingidos através de retaludamentos (mecânicos ou a fogo cuidadoso) com concreto, escavações de regularização etc. Recomenda-se que após o retaludamento o talude máximo seja da ordem de 1(H):1(V).

Na medida do possível deverá ser evitada a escavação a fogo em áreas contíguas às áreas onde já se executou o acerto de taludes, a regularização e o tratamento da superfície com o concreto e argamassa de cimento.

3.4.1 As fundações sob a área do núcleo impermeável deverão situar-se em rocha pouco alterada a sã A profundidade de escavação da trincheira (CUT-OFF), onde será implantado o núcleo, será delimitada pela profundidade do horizonte do maciço rochoso, devendo ser removido todo material superficial inconsistente, solos aluvionares, bem como blocos rochosos soltos

3 4 2 Deverá ser previsto e executado se necessário, um sistema de rebaixamento e/ou drenagem superficial, bem como um tratamento das minas d'água, conforme descrito no Ítem 4 a seguir

3 4 3 As escavações em solos arenosos aluvionares para implantação da trincheira, notadamente na região de calha do rio, poderão ser executadas por meio de escavações submersa ou a seco com o auxílio de um sistema de rebaixamento.

No caso da escavação ser executada submersa, a drenagem da vala deverá ser implantada ao final da escavação devendo a CONSTRUTORA tomar precauções visando evitar a erosão dos taludes da escavação, através do lançamento de camadas de material filtrante (pedrisco e brita) nos pontos de drenagem provisória

No caso da escavação ser executada com o auxílio de um sistema de rebaixamento, ou ainda se o NA do lençol freático à época estiver suficientemente baixo que dispense o emprego de tal sistema, bastando o emprego de um sistema de drenagem superficial no interior da própria cava, a escavação no solo aluvionar arenoso, poderá ser executada segundo talude com declividades da ordem de 1 0 (V) · 1,0 (H).

3 4.4 Taludes naturais na direção montante-jusante, com inclinação superiores a 1 (V) 0,5 (H) ou negativos, deverão ser retaludados com concreto (concreto dental) até taludes da ordem de 1 (V) 1 (H), ou mais suaves para evitar o uso de formas

3 4 5. Caixas de falha, contatos geológicos, cruzando a região do núcleo no sentido montante-jusante e preenchidos com material alterado, permeável, erodível deverão ser escavados até uma profundidade equivalente a 3 vezes a sua espessura, sendo a seguir encoberto com argamassa

3 4 6 Cavidades, fendas e fraturas nos taludes da trincheira deverão ser desobstruídos e limpos com jatos de ar e água, após o que serão convenientemente preenchidos com argamassa.

3 4 7 A superfície da fundação sob o núcleo impermeável deverá ser regularizada quando necessário por meio de um tapete de concreto de espessura média da ordem de 0,30m, que deverá preencher as cavidades e depressões , suavizando a superfície final e distribuindo melhor as tensões para a fundação

3 4 8. O traço do concreto a ser utilizado no tratamento das fundações deverá ser fixado em obra pela FISCALIZAÇÃO

**3 4 9 A delimitação das áreas a serem tratadas com concreto dental, calda ou argamassa será feita em Obra pela FISCALIZAÇÃO**

**3 4.10. A fundação será liberada para lançamento e compactação após inspeção pela FISCALIZAÇÃO**

#### **4. SISTEMAS DE REBAIXAMENTO E DRENAGEM NA ZONA DA TRINCHEIRA**

Para execução das escavações da Trincheira, na região de calha do rio, poderá vir a ser necessário a implantação de um sistema de rebaixamento do lençol freático, conforme indicado no Item 3 4 2

Tal sistema poderá ser executado através de ponteiras filtrantes ou poços locados com um espaçamento conveniente de modo a se obter o rebaixamento necessário para execução das escavações e implantação do aterro compactado

O dimensionamento do sistema de rebaixamento, nº de ponteiras ou poços, bem como seu espaçamento e profundidade, deverá ser definido em obra conjuntamente com o projetado, a partir de ensaio de recuperação em poços (pelo menos 10, locados a montante do local de Trincheira), a serem executados pela Construtora.

Estes ensaios de permeabilidade em poços deverão ser executados e interpretados segundo o procedimento proposto pelo USBR EARTH MANUAL - E-19 (WELL PERMEAMETER METHOD)

4 1 Deve ser prevista a utilização de bombas para esgotamento de vala durante a escavação, bem como dos poços de rebaixamento, caso necessário

4.2 Finalizada a escavação, a superfície de fundação deve ser examinada cuidadosamente, bem como os taludes de escavação, para determinar os locais onde ocorrem as surgências d'água. Nestes locais deve ser executado um sistema de drenagem com bombeamento provisório.

4 3. O número de poços e/ou valetas de drenagem necessários é determinado por inspeção da Fiscalização

4 4 Qualquer poço de drenagem no interior da trincheira escavada, deverá ser constituído por tubos de concreto, sendo o primeiro metro perfurado.

O poço deve ser fixado com argamassa de cimento, contornado interiormente e preenchido parcialmente com brita e areia.

Devem ser deixados tubos de 2" no interior do poço imersos na brita, a fim de possibilitar sua injeção com calda a posteriori

4 5 As valetas devem ter largura em torno de 30cm e ser preenchidas com brita e areia. As valetas devem conduzir a água aos poços

4.6 Em cada poço deve ser instalada uma bomba adequada para retirada contínua da água.

4.7 As valetas não devem ser transversais ao eixo da Barragem

4.8 Depois que a compactação atingir uma cota acima do NA estático nos poços, o bombeamento deverá ser interrompido.

A brita no interior do poço será injetada com calda de cimento e o poço preenchido com argila compactada por meio de sapo



## 5.1. Introdução

A campanha de investigações geotécnicas realizada para elaboração do projeto indicou *haver necessidade de tratamento da rocha de fundação da barragem com injeções de cimento, objetivando a melhoria de sua estanqueidade.*

Definiu-se o eixo da cortina de injeções coincidindo com o centro da base do núcleo (Figura 5 1 ) As injeções serão executadas em duas linhas de furos paralelas ao eixo da cortina e dele distantes 2,0 metros (Figura 5 2 ). Na primeira linha, situada a montante do eixo da cortina, os furos estarão à distância de 4,0 metros um do outro Na segunda linha, os furos terão espaçamento de 4,0 ou 8,0 metros, conforme os resultados obtidos na primeira, ver Ítem 5 6 A cortina extender-se-á lateralmente, no mínimo, entre as estacas 1 e 12 e sua profundidade será, em princípio, a indicada nos desenhos de projeto A profundidade e a extensão lateral finais da cortina serão função das tomadas de calda nos furos, em atendimento aos critérios explicitados no Item 5 6 Os furos de injeção na ombreira esquerda deverão ser inclinados

Em alguns trechos, uma terceira linha de furos, intermediária às duas primeiras (isto é, coincidente com o eixo da cortina de injeções) poderá vir a ser executada caso os ensaios de perda d'água de controle, ver Ítem 5 6, indiquem a sua necessidade

## 5.2. Equipamento

### 5 2 1 Equipamento de Perfuração

O equipamento de perfuração será do tipo rotativo ou do tipo de percussão onde as profundidades a perfurar o permitirem sem redução da bitola de mais do que 5% Entretanto, a cada quatro furos de injeção e nos furos para ensaios de perda d'água será exigida a extração de testemunhos da rocha, requerendo portanto o uso de equipamento rotativo. Os furos serão de diâmetro BX ou superior (preferivelmente NX)

### 5 2 2 Equipamento de Ensaio de Perda D'Água

São os seguintes os equipamentos (Figura 5 3):

a) Bomba. A bomba deve ser capaz de produzir uma vazão de 60 litros/min sob pressão de 10 atm.

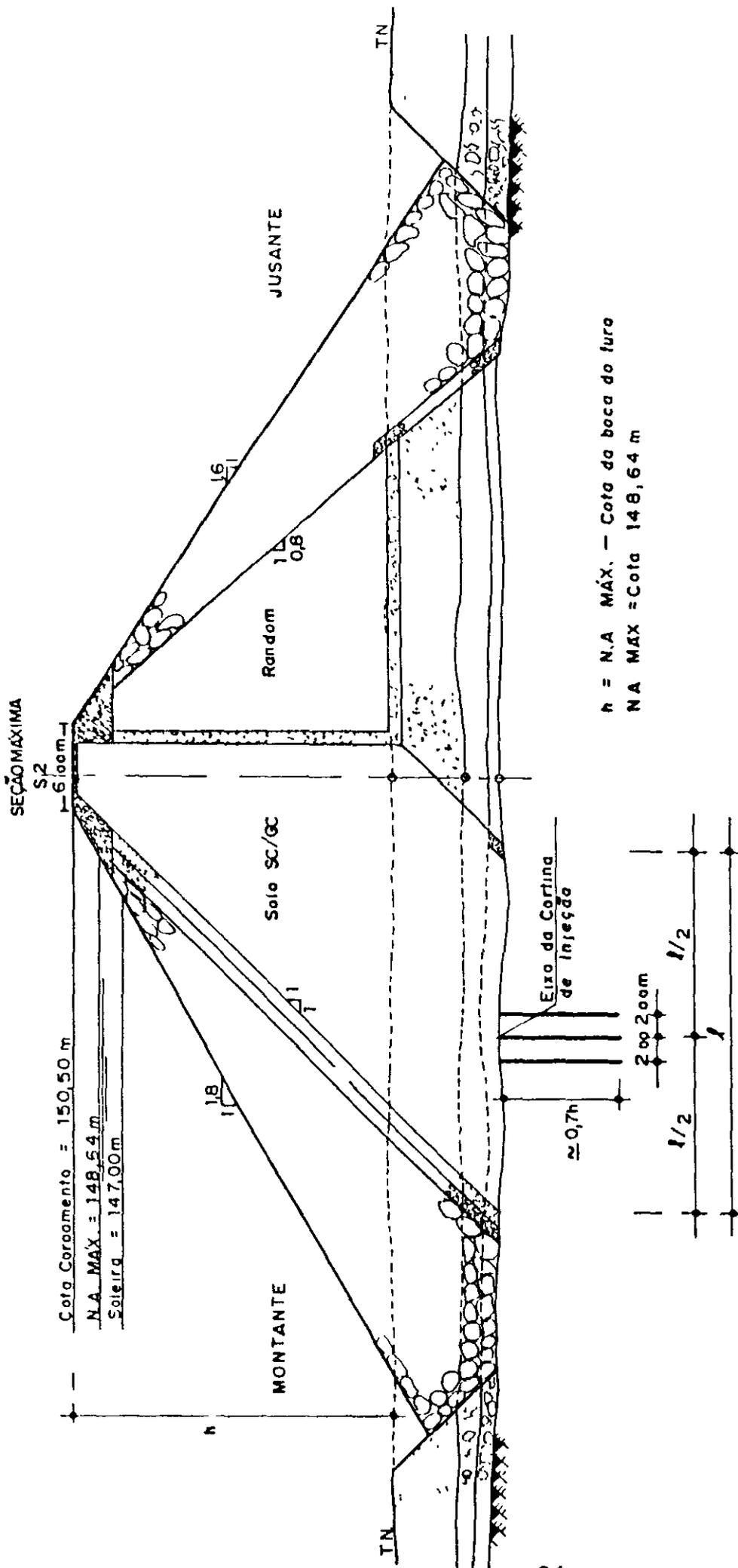


FIGURA 5 1 - SEÇÃO TRANSVERSAL ESQUEMÁTICA DA CORTINA DE INJEÇÕES.

000040

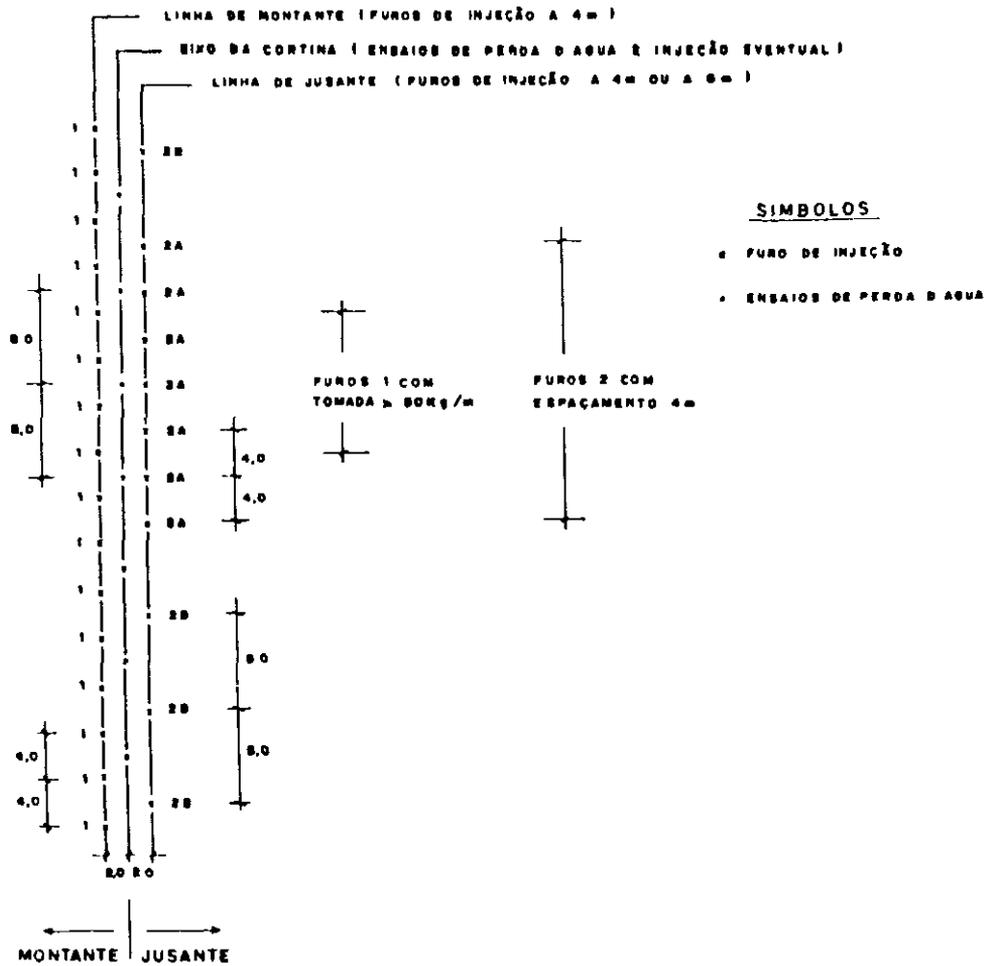


FIGURA 5.2 - PLANTA ESQUEMÁTICA DA CORTINA DE INJEÇÕES.

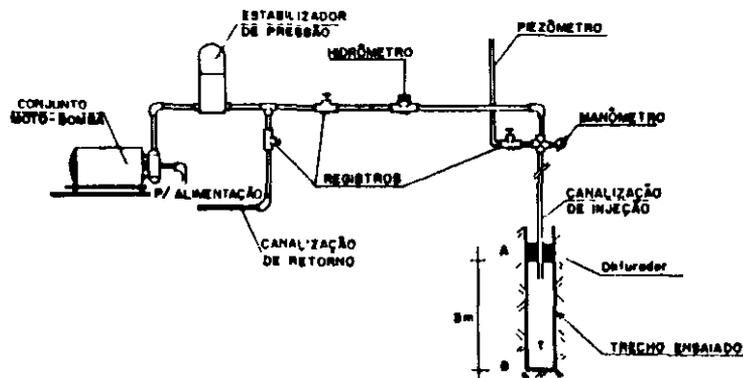


FIGURA 5.3 - EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE PERDA D'ÁGUA (LUGEON).

b) Obturadores. Prevê-se o uso de obturadores de borracha de fuso, simples e duplos. Entretanto, à luz dos resultados iniciais, poderá ser exigido pela FISCALIZAÇÃO o emprego de outros obturadores.

c) Estabilizadores de Pressão. Devem ser capazes de estabilizar a pressão de tal forma que as leituras manométricas não oscilem em mais do que 10% do valor almejado. Surgere-se a utilização de dois estabilizadores em linha.

d) Manômetros. Utilizar-se-ão dois manômetros ou um piezômetro e um manômetro independentemente conectáveis à tubulação, um para baixas pressões e outro para altas pressões. O manômetro de baixas pressões terá capacidade máxima de 5 atm e será graduado de 0,1 em 0,1 atm. Poder-se-á utilizar também um piezômetro. O manômetro de altas pressões, terá capacidade máxima de 50 atm e será graduado de 1 em 1 atm. A utilização de salvamanômetros fica à critério do executor.

e) Hidrômetro. Deve ser graduado de litro em litro e ter seu interior livre de impurezas ou sujeiras que induzam perdas de carga significativas.

f) Tubulações. As tubulações, luvas, cotovelos etc. devem estar em bom estado de conservação sem obstruções ou oxidações que possam reduzir a seção de fluxos. Entre a bomba e o furo de ensaio a tubulação deverá ter diâmetro compreendido entre 1" e 1 1/2" e estar capacitada a resistir a pressões de até 15 atm.

### 5.2.3 Equipamentos de Injeção

Para a injeção será utilizado equipamento igual ao especificado para os ensaios de perda d'água acrescido dos seguintes componentes (Figura 5.4):

a) Misturadeira. A mistura das caldas de cimento será feita em misturadeira do tipo alta turbulência, capaz de transmitir à calda na periferia do tanque velocidades superiores a 10 m/s, com capacidade mínima de 500 litros. A entrada para a misturadeira será provida de hidrômetro com precisão de ordem de 5 litros. As vazões de entrada de água e saída de calda da misturadeira devem ser tais que propiciem seu enchimento ou descarga em cerca de 1 1/2 minutos. A calda deverá estar homogênea ou em suspensão após 2 minutos de mistura. Em suma, a misturadeira deverá ser capaz de produzir 500 litros de calda a cada 5 ou 6 minutos.

b) Peneira de Filtragem. Da misturadeira ao agitador, a calda deverá passar por peneira, bitola 12 a 16 mm, de fácil remoção para limpeza.

c) Agitador. O agitador terá a mesma capacidade da misturadeira e será equipado com agitador de pás que imprima à calda na sua perifeira velocidade não inferior a 2 m/s

d) Sifão. Do agitador para a bomba, a calda passará por tubulação em sifão instalada próxima ao centro do agitador e em altura não inferior a 0 20 metros do seu fundo, evitando desta forma que se enviem para a bomba as parcelas mais grosseiras de calda

e) Derivação. Na saída da tubulação para o furo de injeção deve existir derivação, dotada de registos adequados, que permita a injeção simultânea de dois furos.

#### 5 2 4 Equipamento para Ensaio de Controle de Caldas

Deverão estar disponíveis no local de execução das injeções os equipamentos necessários para a condução dos ensaios de controle de qualidade das caldas, especificados no Ítem 5.5 a saber

- cones tipo Corps of Engineers CRD-C79-59 com tubo de saída modificado,
- provetas de 1000 ml, com 33 cm de altura útil e graduadas de 10 em 10 ml,
- cronômetros,
- equipamentos para determinação do início de pega pelo método MB-1 da ABNT.

#### 5 3 Materiais

##### Água

A água usada nas caldas deverá ser limpa e isenta de quantidades prejudiciais de óleo, ácido, álcalis, sais ou material orgânico, bem como de quaisquer sólidos estranhos. Recomenda-se observar o limite máximo de 5 g/l de matéria orgânica ou de material em suspensão. No caso de se suspeitar da qualidade da água quanto a outras substâncias nocivas, a mesma será comprovada em primeira instância, através de sua interferência nos ensaios de pega de cimento, em comparação com água satisfatória

##### Cimento

Será empregado o cimento Portland comum, satisfazendo os requisitos da EB-1 da ABNT. Se o cimento contiver pedaços endurecidos ou quaisquer corpos estranhos, a Fiscalização deverá exigir o peneiramento do mesmo com a peneira nº 100 (USBR), e comprovar suas qualidades de pega mediante os ensaios padrões

## Caldas

a) No presente caso, as caldas serão de água e cimento somente. As proporções de água para cimento serão dadas em volume, por exemplo. 5:1 significa uma parte por volume de cimento para 5 partes por volume de água, correspondendo, aproximadamente, a 1 saco de cimento por 175 litros de água. O peso específico do cimento solto é tomado nestes cálculos como 1,43 t/m<sup>3</sup>

b) Prevê-se o emprego de caldas com relação água cimento variando entre 5:1 e cerca de 0,5:1

c) Em casos de tomadas excepcionais e a critério da Fiscalização poderão ser misturados aditivos, areia ou outros, à calda como estabelecido no ítem 5.4.2 (d)

## **5.4 Execução de Injeções**

### **5.4.1 Perfuração**

Os furos terão diâmetro preferivelmente NX, porém, não terão diâmetro inferior a BX. Cada trecho de furo deverá ser lavado por circulação de água até que o afluyente saia limpo.

### **5.4.2 Injeção de Calda**

a) A injeção realizar-se-á por estágios ascendentes em trechos com comprimentos da ordem de 3 metros. O comprimento de cada estágio será fixado pela Fiscalização com base nos trechos de furo nos quais se possa conseguir uma vedação com os obturadores. Caso se mostre inviável a obturação devido às características da rocha (fraturada, alterada, etc) a injeção poderá, a critério da Fiscalização, ser descendente em trechos da ordem de 3 metros reperfurando-se os trechos injetados após a cura.

b) Até que se reuna um maior número de informações relativas à injetabilidade da formação local, a injeção de cimento será procedida até que se atinja a pressão máxima de 0,25 atm vezes a profundidade, em metros, do ponto médio do trecho injetado.

c) A injeção de um trecho será considerada terminada, isto é, terá sido atingida a nega, quando sob a pressão máxima a absorção de calda for menor do que 2 litros/metro em 10 minutos. Ao atingir a nega, a pressão não deve ser aliviada imediatamente. Deverão ser aguardados alguns minutos, com o trecho isolado através do fechamento dos registros, durante os quais normalmente ocorre a alívio natural da pressão.

d) As relações água cimento a utilizar nas injeções serão as seguintes

- calda 5:1 até absorção de 50 Kg cimento/metro ou até a nega
- calda 2:1 até absorção de 125 Kg cimento/metro ou até a nega
- calda x 1 até a nega, sendo x 1 no interior da região de menor curvatura da curva característica das caldas, tal como definida no Ítem 5.5.1.

As caldas serão progressivamente engrossadas segundo a sequência acima, até a ocorrência da nega. Caso, com a calda x 1 e após a injeção de 350 Kg de cimento/metro não se atinja a nega, a injeção será suspensa e o trecho será lavado ainda com o obturador preso. Nesta lavagem serão utilizados não menos que 250 litros de água. A injeção será retomada após o tempo de pega do cimento, ainda com calda na relação x 1, até que se injete mais 350 Kg cimento/metro. A critério da Fiscalização, após a absorção total de 700 Kg de cimento/metro com a calda na relação x 1, poderá ser adicionado outros materiais (e.g. areia, pozolana, bentonita) ao cimento injetando-se até à nega, com paralizações até a pega a cada 200 Kg de sólidos/metro injetados. Caso, após a injeção de 400 Kg de sólidos/metros (isto é, dois ciclos de injeção) não se atinja a nega, a Fiscalização deverá estudar as providências a tomar que poderão envolver caldas com aditivos diversos, mesmo em proporção mais densas do que a região de menor curvatura da curva característica (Figura 5.5), injeção simultânea de furos especialmente posicionados etc.

e) para cada furo deverá ser redigido um boletim de injeção onde constarão:

- Número e locação do furo
- Método de perfuração e diâmetro
- Profundidade e cota
- Nível d'água do furo
- Data de perfuração e injeção
- Método de injeção e de obturação
- Pressão de injeção e trecho injetado
- Quantidade de calda injetada para cada traço utilizado
- Tempo de duração de cada estágio de injeção
- Observações pertinentes (perdas d'água de circulação, artesianismos, desmoronamentos, interrupções e seus motivos etc.)

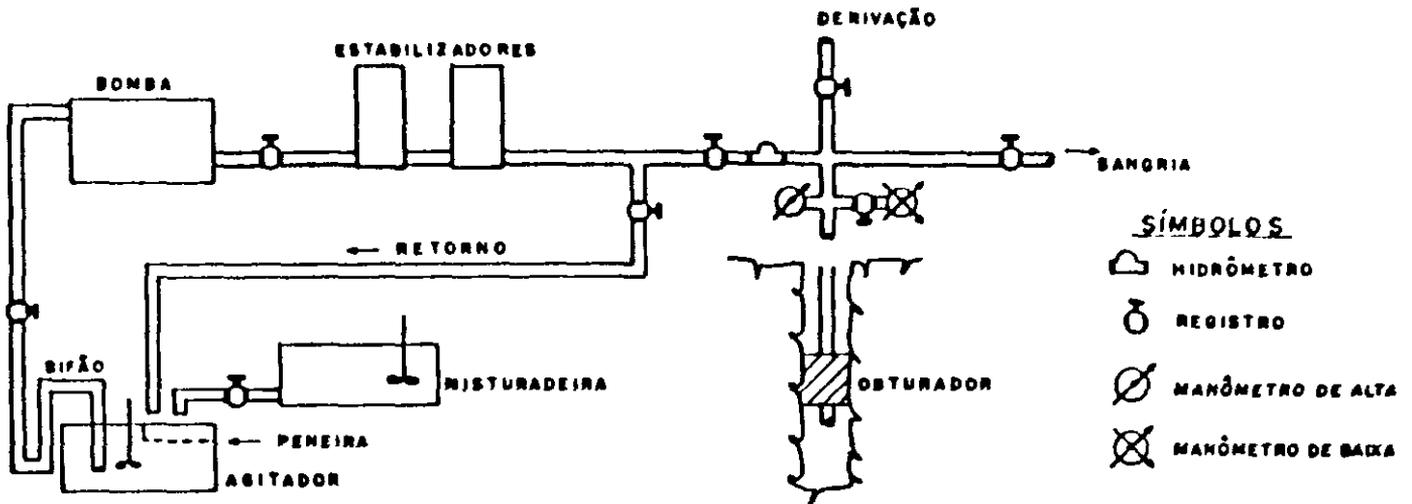


FIGURA 5.4 - EQUIPAMENTO DE INJEÇÃO

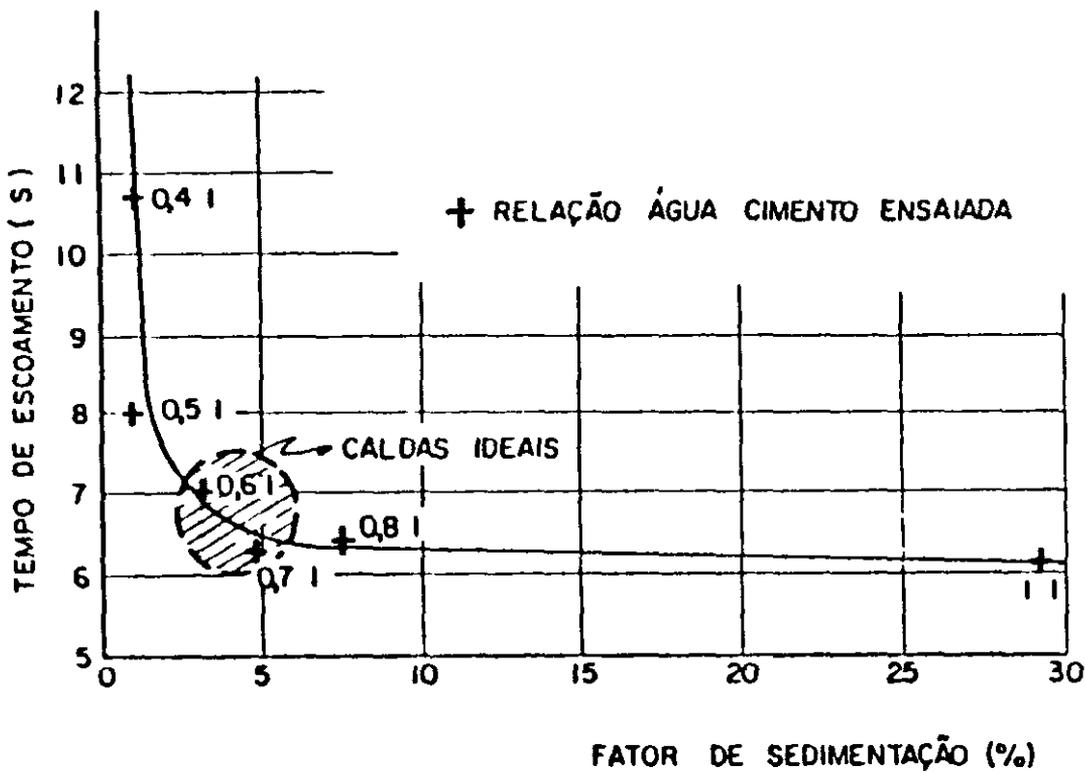


FIGURA 5.5 - CURVA CARACTERÍSTICA DE INJETABILIDADE

## 5.5 Ensaios de Controle da Calda

5.5.1. Logo no início dos serviços e sempre que os ensaios de controle descritos no Ítem 4.5.3 o sugerirem será conduzido uma bateria de ensaios de escoamento e de ensaios de sedimentação, especificados naquele ítem, em misturas de água-cimento (em peso) nas seguintes proporções. 0,4:1, 0,5:1, 0,8:1, 1:1, e 5:1. Os resultados de tais ensaios serão plotados em gráfico (Figura 5.5) (curva característica das caldas) no qual caracterizar-se-ão o ponto de menor curvatura e a região de aceitação

5.5.2. Serão conduzidos, para cada partida de cimento, três ensaios de pega nas caldas utilizadas, seguindo o método NB-1 da ABNT.

5.5.3 Serão conduzidos rotineiramente, com vista à verificação da calda, uma vez em cada furo, durante a execução das injeções, com calda na suposta região de aceitação (relação x 1, ver Ítem 5.4.2 (d)), coletada diretamente da tubulação de injeção, dois ensaios de caracterização, a saber:

- ensaios de escoamento, para determinação do tempo de escoamento (TE) definido, como tempo em segundos necessários para que um litro de calda escoe através do funil especificado no Ítem 5.2.4. O mesmo funil deverá ser utilizado durante toda a execução do programa de injeções

- ensaio de sedimentação para determinação do fator de sedimentação (FS) definido como a relação em porcentagem entre a altura ( $\Delta H$ ) de água limpa observada sobrenadando a calda na proveta padrão de 1000 ml após repouso de 120 minutos e a altura inicial da suspensão (H)

Caso a calda ensaiada não se encontre no interior da região de aceitação, serão feitos ajustes de dosagem. Novos ensaios serão executados na calda ajustada e a injeção será prosseguida com a mesma

5.5.4 Devem ser evitadas condições extremas de temperatura durante a execução dos ensaios de caracterização. Sua execução à sombra, entretanto, é suficiente para os fins aos quais eles se destinam.

## **5.6 Critérios para Estabelecimento da Geometria da Cortina**

### **5.6.1. Profundidade da Cortina**

Os furos de injeção aprofundar-se-ão até que a tomada de calda seja menor que 2 l/m/10 min (nega) com a calda 5 1 ou até uma profundidade correspondente a 70% da altura de coluna d'água máxima na boca do furo de injeção (Figura 5.1.) Ficando porém a Fiscalização livre para, à luz do resultado das injeções, exigir profundidades maiores ou menores

### **5.6.2. Distribuição dos Furos de Injeção em Planta**

A distribuição em planta dos furos está indicada esquematicamente na Figura 5.2, e os critérios para execução de furos adicionais estão apresentados sob a forma de fluxograma como o apresentado na Figura 5.6. Em resumo:

- Haverá uma primeira linha de injeções, 2 metros a montante do eixo da cortina, na qual serão injetados furos distantes entre si de 4,0 metros

- Haverá uma segunda linha de injeções, 2 metros a jusante do eixo da cortina, na qual serão injetados furos distantes entre si de 8,0 metros. Nesta segunda linha, serão injetados furos intermediários (reduzindo, portanto o espaçamento para 4,0 metros) nos trechos em que a tomada de calda da primeira linha tenha sido superior a 50 Kg de cimento/metro em qualquer profundidade, excedendo o trecho em dois furos para cada lado.

- Executadas a primeira e a segunda linhas, serão executados furos com ensaios de perda d'água, espaçados de 8,0 metros ao longo do eixo da cortina. Nos trechos em que, em todas as profundidades, a perda d'água sob a pressão máxima do ensaio for menor do que 0,3 litros/minutos/metro/atmosfera, a cortina de injeção será considerada terminada. Nos trechos em que, em qualquer profundidade, se constatar perda d'água sob a pressão máxima do ensaio, superior a 0,3 litros/minutos/metro/atmosfera, o furo de ensaio será injetado e dois furos laterais, distantes 4,0 metros, serão ensaiados. Caso estes ensaios indiquem perdas d'água superiores a 0,3 litros/minuto/metro/atmosfera competirá à Fiscalização estabelecer um plano de injeções e posteriores ensaios de perda d'água para verificação da cortina nos trechos. Este plano considerará, inclusive, o uso de furos inclinados.

A cortina poderá ser totalmente executada em frentes de cerca de 60 metros para evitar excessivo deslocamento dos equipamentos

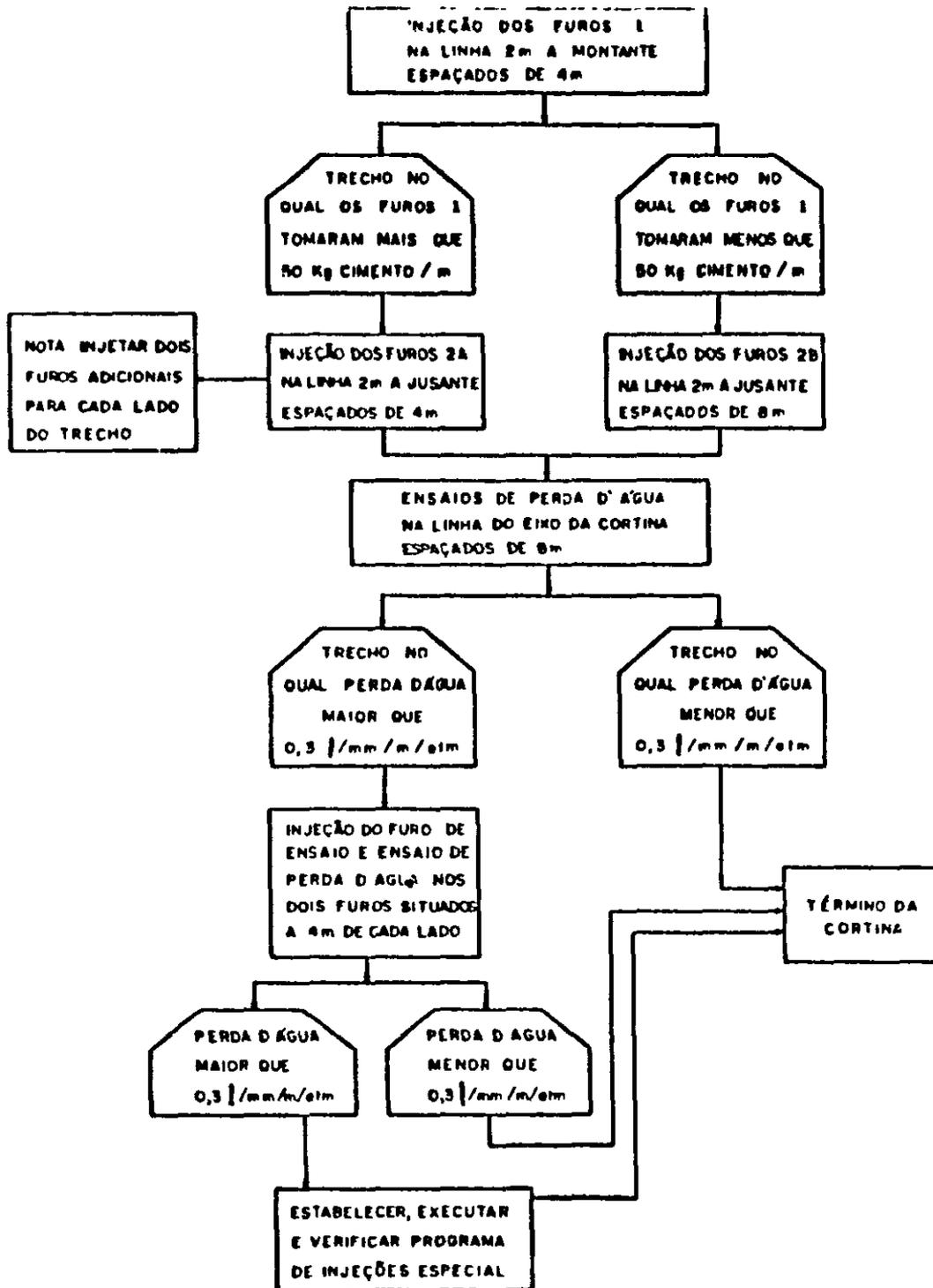


FIGURA 5.6 - FLUXOGRAMA EXECUTIVO E DE CRITÉRIOS DE IMPLANTAÇÃO PARA A CORTINA DE INJEÇÕES.

## 5.7. Ensaio de Perda D'Água

### 5.7.1 Introdução

Os ensaios de perda d'água serão executados, segundo a metodologia abaixo delineada, na linha do eixo da cortina de injeções conforme estabelecido no Ítem 5.6.2. Os ensaios visam verificar a qualidade da cortina de injeções no que tange a estanqueidade. Poderão, a critério da Fiscalização, ser executados ensaios de perda d'água em outros locais.

### 5.7.2 Execução dos ensaios

a) Os ensaios de perda d'água serão executados à medida que se processe a furação, em trechos da ordem de 3 metros. O comprimento de cada trecho será fixado em cada caso com base nos trechos de furo nos quais se possa conseguir uma vedação efetiva com os obturadores. A furação e os ensaios deverão continuar até que alcancem a profundidade máxima da cortina de injeções executada no trecho ou que se atinja um trecho de 3 metros no qual a perda d'água seja inferior a  $0,1 \text{ l/min/m/atm}$ , prevalecendo a maior dentre estas duas profundidades. Atingida a profundidade final do furo, executar-se-á um ensaio de perda d'água em toda a extensão ensaiada do mesmo. Em qualquer trecho, em rocha sã ou alterada ou ainda em intercalações de solo e rocha, no qual a perda de água seja superior a  $1 \text{ l/m/atm}$ , serão realizados, se possível a obturação, ensaios de 50 em 50 cm, de forma a localizar as fendas importantes e determinar suas perdas de água.

b) Pressões de Ensaio. As pressões a utilizar nos ensaios de perda d'água serão ajustadas à luz dos resultados iniciais. Sugere-se que seja adotado inicialmente o seguinte critério, composto de 5 estágios:

- 1º estágio: pressão de 0,1 atm
- 2º estágio: metade da pressão máxima
- 3º estágio: pressão máxima, igual a 0,25 atm vezes a profundidade em metros do ponto médio do trecho de ensaios
- 4º estágio: metade da pressão máxima
- 5º estágio: pressão de 0,10 atm.

As supramencionadas pressões de ensaios correspondem à leitura do manômetro situado na ponta de carga o qual está associado à vazão e ao comprimento de tubo correspondente em uso, tal como definido no Ítem (c). Assim sendo, será necessário aplicar uma pressão inicial para, em seguida, observada a vazão, ajustar esta pressão acrescentando a ela a perda de carga correspondente, tal como obtida em (e).

c) Duração de cada estágio. Em cada estágio a pressão ajustada, tal como especificado no item (b) será mantida até que se atinja um regime permanente de percolação. Em condições normais, são suficientes 5 leituras no hidrômetro espaçadas de 2 minutos, após a estabilização do manômetro. A fiscalização poderá, em qualquer caso alterar esta sequência de leituras.

d) Durante os ensaios de perda d'água deverão ser observados os furos adjacentes bem como a superfície do terreno nas redondezas com vistas a detectar eventuais comunicações existentes

e) Perdas de Carga. As perdas de carga serão determinadas impondo vazões constantes em diferentes comprimentos de tubulação posicionada horizontalmente e corresponderão à leitura do manômetro em cada caso

### 5.7.3 Apresentação dos Resultados

Para cada furo de ensaio de perda d'água deve ser apresentado um boletim contendo todas as informações relativas a

- posicionamento do furo
- perfil completo padronizado da sondagem rotativa
- data de perfuração e dos ensaios
- dados coletados no campo e elementos utilizados no cálculo de cada trecho ensaiado
- observações gerais

### 5.7.4. Avaliação dos Resultados

Os resultados dos ensaios de perda d'água serão utilizados para verificar a estanqueidade da cortina de injeções executadas. A perda d'água de 0,3 l/min/m/atm sob a pressão máxima de ensaio servirá como parâmetro definidor, conforme delineado no Ítem 5.6.2. resguarda-se, porém, a capacidade da Fiscalização, à luz do desenvolvimento dos trabalhos de injeções e dos resultados dos ensaios, modificar este valor.

**6 ESCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO DA GALERIA DA TOMADA D'ÁGUA**

6.1 A vala para implantação da galeria da Tomada D'água deverá ser apoiada em rocha pouco alterada a sã, por meio de escavação mecânica podendo-se utilizar para regularização dos taludes finais de escavação um fogo de pré-fissuramento

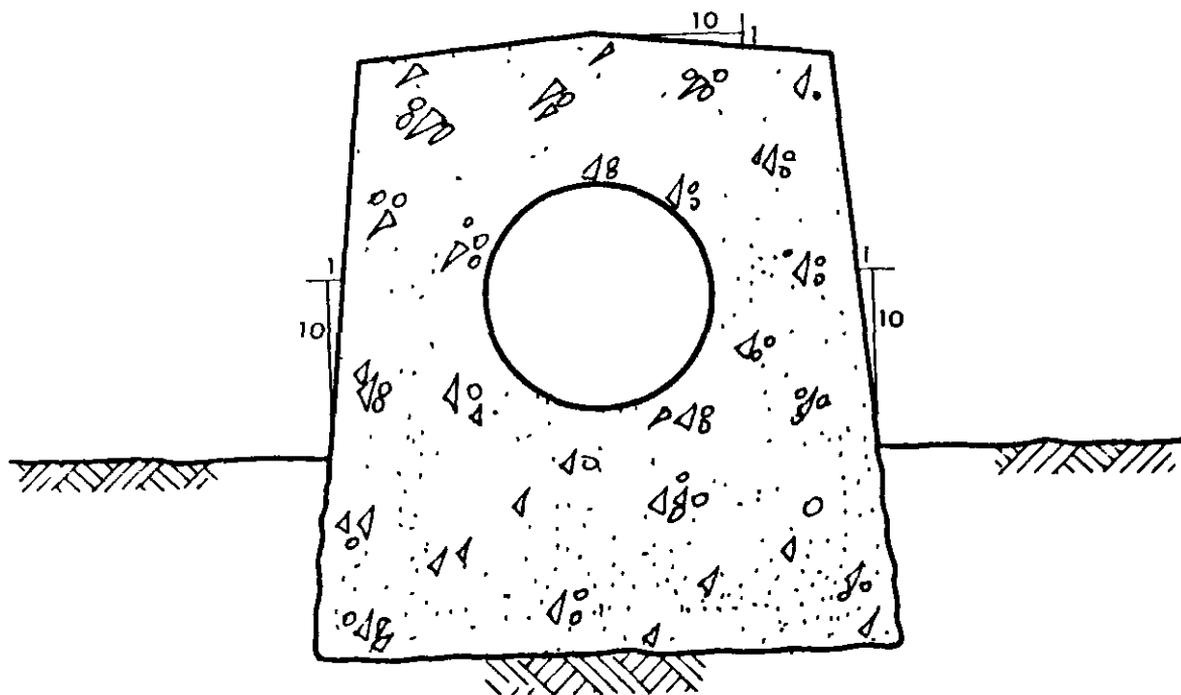
6.2 As superfícies da galeria que vierem a ficar em contato com o maciço da barragem, deverão fazer sempre, seguindo uma superfície inclinada 1 V:10 H no caso da região do topo da galeria e 1 V:0,1 H no caso das paredes laterais que se situam acima da vala escavada (Fig. 6.1)

6.3 A galeria deverá ter seu fundo concretado diretamente contra a superfície rochosa de apoio

6.4 Na região de montante, onde a galeria atravessar o enrocamento, ela deverá ser recoberta previamente por uma camada de "brita corrida" (T1) com espessura não inferior a 0,5m.

Na região de jusante, onde a galeria atravessar o maciço em enrocamento, esta deverá ser recoberta previamente pelas transições (F e T1) indicadas entre a zona de enrocamento e a fundação em rocha pouco alterada

6.5 Na região onde a galeria atravessar o núcleo impermeável, esta deverá ser recoberta previamente por uma camada de aterro mais úmida, conforme especificado no item 7.1.4. a seguir, para o lançamento da primeira camada do aterro.



**FIGURA 6.1** - SEÇÃO TRANSVERSAL DA GALERIA  
INCLINAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS

## **7. COMPACTAÇÃO DAS PRIMEIRAS CAMADAS**

000054

Previamente ao lançamento das camadas de aterro, deverão ser preenchidos com nata de argamassa de cimento todos os furos de investigação existentes na área. Os poços abertos para investigação deverão ser preenchidos com material impermeável compactado por meio de sapos mecânicos

#### **7.1. Núcleo Impermeável e Tapete Drenante**

7.1.1. As camadas iniciais serão lançadas e compactadas de modo a tomarem as depressões existentes na fundação até estabelecer-se uma superfície regularizada com inclinação máxima de 8%, para possibilitar o lançamento com equipamento adequado e a compactação com rolos compactadores

7.1.2. A superfície da rocha ou do concreto superficial de fundação deve ser umedecida antes do lançamento do solo

7.1.3. Quando a superfície de fundação situar-se em solo residual ou transportado, anterior ao lançamento do aterro, a superfície deverá ser umedecida e escarificada a fim de melhorar a aderência entre o aterro e o solo de fundação

7.1.4. O solo nas primeiras camadas em contato com a fundação (no mínimo 0,50 m acima) deve ser compactado com umidade acima da ótima (até 1,15 hot)

A espessura da camada lançada nestas primeiras camadas não deverá ser superior a 25 cm de material solto, aceitando-se um grau de compactação (GC) para estas camadas maior ou igual a 95% referido ao ensaio "Hilf-Proctor", sem secamento prévio e reuso do material. Tal critério seria alcançável com um número de passadas do equipamento compactador (rolo pneumático) superior a 4, desde que seja lançado úmido, garantindo a impermeabilidade almejada

7.1.5. Após a compactação de cada camada, o solo deve ser mantido sempre úmido por meio de irrigação para evitar trincas por ressecamento

Para isto, a Construtora deverá prever na fase de mobilização e implantação de canteiro, a execução de um açude de pequeno porte, a jusante do local da Obra, com capacidade de reservação superficial para atender às necessidades hídricas da Obra em período de estiagem

7.1.6. A compactação das pequenas áreas pode ser feita com equipamento de pneus e onde não for possível o acesso, por meio de sapos pneumáticos.

7.1.7 A compactação em torno de poços de drenagem, estruturas, bem como de instrumentação a ser instalada deve ser cuidadosa. O acerto das camadas é manual e a compactação deverá ser executada por meio de sapos pneumáticos.

7.1.8 Depois da fundação ser regularizada por lançamentos parciais, o solo poderá ser lançado com equipamento adequado

7.1.9 Após o lançamento das primeira camadas, a compactação deverá seguir as especificações para lançamento e compactação do aterro indicada no Ítem 11.

## **7.2. Transição**

7.2.1 O material granular de transição entre o núcleo e o enrocamento de montante, deve atender a faixas granulométricas conforme especificado no critério de filtro (Volume 4).

7.2.2 A superfície da fundação nestes locais, será regularizada com uma camada de espessura variável não inferior a 0,60 m

7.2.3. A compactação deverá ser feita por meio de 4 a 8 passadas de rolo vibratório de peso maior ou igual a 4 toneladas

7.2.4. O número ideal de passadas, bem como o equipamento será definido pela Fiscalização em função dos resultados de compactação relativa obtidos no campo.

## **7.3. Enrocamento**

A compactação das primeiras camadas de enrocamento a montante deverá seguir as especificações para lançamento e compactação das zonas de enrocamento apresentados nos Ítens 11.1.3 e 11.2.2

**8. MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM**

000057

## **8.1 Materiais para Enrocamento**

O enrocamento deverá ser obtido a partir das escavações obrigatórias no sangradouro e/ou exploração de pedreira em área pré-determinada, como a pedreira P1 indicada na planta de localização das jazidas, face a abundância deste material na área. A locação da pedreira ou das pedreiras a serem exploradas durante a obra deverá ser analisada pela Construtora de modo a otimizar operacionalmente as fases de desmonte, transporte e lançamento ao longo da obra, devendo submeter previamente à aprovação da Fiscalização os locais selecionados, bem como o plano de lavra proposto para exploração da pedreira

A única limitação da granulometria do enrocamento a ser lançado e compactado no maciço diz respeito à quantidade de material com diâmetro menor que 25 mm que não pode ser superior a 30% em peso, entretanto recomenda-se utilizar um material dentro da faixa granulométrica apresentada no critério de filtro, devendo a Construtora estudar o plano de fogo, de modo a atingir o tamanho e o volume de blocos Especificados, em função da capacidade dos equipamentos de carga e transporte disponíveis, bem como visando obter uma granulometria no desmonte suficientemente contínua, procurando evitar a demasiada uniformidade dos blocos, o que é indesejável, pois tende a aumentar a compressibilidade do maciço.

O avanço da exploração da pedreira é condicionado à liberação prévia do plano de fogo pela Fiscalização que deverá observar, se as cargas, retardos e disposição destes no maciço atendem não apenas à produção do volume de blocos requerido, como também aos aspectos de segurança das estruturas contíguas e da própria obra.

OBS Durante a fase de implantação da obra, a Fiscalização com a Projetista, emitirão recomendações mais específicas referentes às escavações em rocha.

## **8.2. Material para o Filtro (Areia)**

O material constituinte do Filtro chaminé e tapete drenante será obtido nos bolsões de aluvião arenoso ao longo da calha do rio, devendo ser rejeitados pela Fiscalização as jazidas em que ocorram predominantemente pedregulhos e/ou cascalhos, bem como eventuais bolsões argilosos, e que não atendam a faixa granulométrica especificada para o material, apresentada no critério de filtro.

OBS · Ressalta-se que a faixa granulométrica do filtro indicada foi obtida com base na faixa granulométrica dos empréstimos investigados até o momento.

Assim sendo, rotineiramente, tanto no avanço em profundidade na exploração da jazida como no início de exploração de novas frentes de escavação, a Fiscalização deverá investigar se a granulometria do material de empréstimo mantém-se na faixa abrangida pelo critério de filtro especificado.

Nos casos, em que a granulometria do empréstimo não atenda a faixa supra indicada, a Fiscalização não deverá autorizar o lançamento do material no poço de compactação sem prévia consulta à Projetista, para que esta encaminhe as recomendações que se fizerem necessárias.

### **8.3. Material Granular para Transição**

O material constituinte da transição será obtido a partir de processamento do material rochoso em uma central de britagem e peneiramento, visando atender a faixa granulométrica indicadas no critério de filtro

### **8.4 Material para o Núcleo Impermeável**

Para a construção do núcleo impermeável poderá ser utilizado em princípio o solo residual encontrado nas Jazidas de Terra, assinalado no desenho de localização das jazidas.

Outras áreas poderão vir a ser utilizadas, desde que os materiais apresentem características compatíveis com as requeridas para o núcleo da barragem. Tais características serão suficientemente atendidas por solos que apresentem

- no ensaio Hilf-Proctor sem reuso e sem secamento prévio.

$$\gamma_{s_{m\acute{a}x}} \geq 1,85g/cm^3$$

$$e_{hot} > 10\%$$

Isto posto caberá à Fiscalização, em tais casos solicitar a retirada de amostras das novas jazidas, bem como orientar a execução dos ensaios a fim de investigar se os materiais atendem às características requeridas

### **8.5. Material para a Zona de Random a Jusante**

O material para esta zona é proveniente da escavação do sangradouro ou de outras áreas. Sua faixa granulométrica deve situar-se entre a faixa da areia e a do enrocamento, de tal forma que funcione como filtro da areia e seja filtrado pelo enrocamento sem com isso perder as propriedades drenantes. Deve ter faixa portanto em torno da transição T1.

Este material deve apresentar características de resistência entre as características do material do núcleo e as do enrocamento compactado. Dependendo a sua composição granulométrica, deverá ser tratado ora como material granular, ora como material fino.

**9. LIMPEZA SUPERFICIAL E EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMO**

000061

9.1 A limpeza deverá ser feita parceladamente sem antecipar de muito o início das operações de escavação, mas em tempo hábil para permitir sua rega ou secamento conforme necessário

9.2 Após o desmatamento, a camada superficial contendo raízes e terra vegetal deverá ser raspada e lançada em área de bota-fora aprovada pela Fiscalização

A limpeza de cada área de empréstimo deverá ser submetida à aprovação da Fiscalização antes de se iniciar sua exploração

9.3 As escavações nas áreas de empréstimo deverão ser realizadas de tal forma que sempre proporcionem drenagem satisfatória e resultem na produção máxima de materiais adequados das áreas

#### **9.4. Aceitação dos Materiais**

Todo e qualquer material só será aceito para transporte à barragem se atender ao especificado no Item 8. Os materiais definidos em 8.4 só serão aceitos para transporte à Barragem quando 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 visual-táctil, 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, 2,0% abaixo a 2,0% acima, no período noturno, 2,5% abaixo a 1,5% 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

9.5 Após a conclusão das escavações, as superfícies remanescentes nas áreas de empréstimo deverão ser regularizadas e preparadas para drenagem superficial para prevenção contra a erosão.

## 10. ATERRO EXPERIMENTAL

000063

Pretende-se investigar a utilização adequada dos solos das áreas de empréstimo que se encontram significativamente secos, por intermédio de aterro experimental

Assim sendo, após as etapas de limpeza e nivelamento da fundação em determinado trecho da barragem tal aterro seria iniciado

Investigar-se-á a compactação do aterro em diferentes níveis de umidade (0,85 hot a 1,15 hot) verificando-se os graus de compactação obtidos nos vários teores de umidade para diferentes números de passadas crescentes do equipamento de compactação, (por exemplo 4, 6, 8, 10 e 12)

A espessura da camada lançada para construção deste aterro em princípio não deve ser superior a 25 cm

### **10 1 Equipamento**

Deve-se utilizar no aterro experimental os mesmos equipamentos que serão utilizados na compactação do aterro do núcleo da barragem

### **10 2 Ensaio Preliminares**

Para possibilitar a execução do aterro experimental nas umidades requeridas serão necessários alguns ensaios preliminares com o material de empréstimo a ser utilizado

10.2 1 Determinação da umidade ótima do solo de empréstimo Deverá ser feita através de ensaio de compactação Hilf-Proctor sem secamento nem reuso do material.

10 2 2 Determinação dos desvios de umidade em relação à ótima, do material de empréstimo para avaliação do aumento de umidade que o mesmo deverá sofrer antes de sua utilização

### **10.3. Geometria e Execução do Aterro**

10 3 1 Serão lançadas e compactadas 3 camadas de 25 cm iniciais para cada condição de compactação, sendo a primeira de regularização e as outras 2 para ensaios.

10 3 2 No "croquis" em anexo (Figura 10 1) apresenta-se o aterro experimental em planta e corte, com as dimensões mínimas, que poderão ser ampliadas por razões executivas

O corte indica as camadas sucessivas com umidades crescentes, se porém, for mais conveniente para a execução, poderá ser invertida a ordem das umidades, desde que a(s) primeira(s) camada(s) da nova condição regularize a superfície, deixando-a suficientemente plana para o tráfego dos equipamentos

10.3.3 O equipamento compactador deverá trabalhar no sentido longitudinal do aterro, conforme indica a figura anexa, executando-se inicialmente o nº mínimo de passadas ao longo de todo o aterro (em todas as praças)

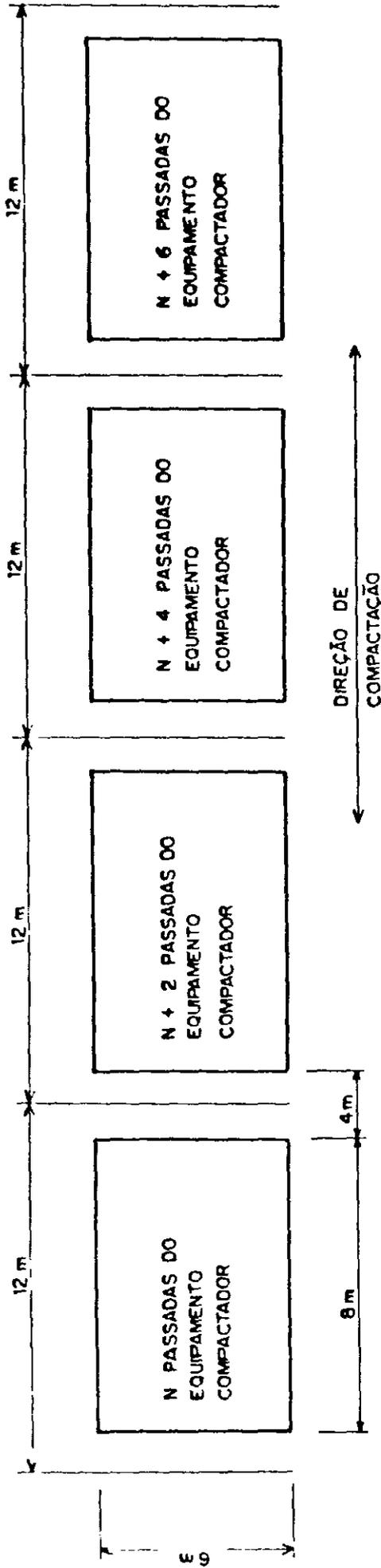
#### 10.4. Controle e Ensaio de Compactação

A execução do aterro deverá ser acompanhada por controle visual da Fiscalização, além de observar os seguintes aspectos:

- tipo de material lançado,
- umidade do material lançado,
- através da abertura de poços observar se ocorre ou não, laminação do material;
- espessura da camada antes e depois da compactação;
- o número de passadas e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação,
- a escarificação para boa ligação com a nova camada

Deverá ser retirada de cada praça de compactação pelo menos 5 amostras através de 5 cilindros cravados no aterro. Deverá ser coletado o material circundante a estes cilindros para execução de ensaios Hilf-Proctor

# PLANTA



# CORTE

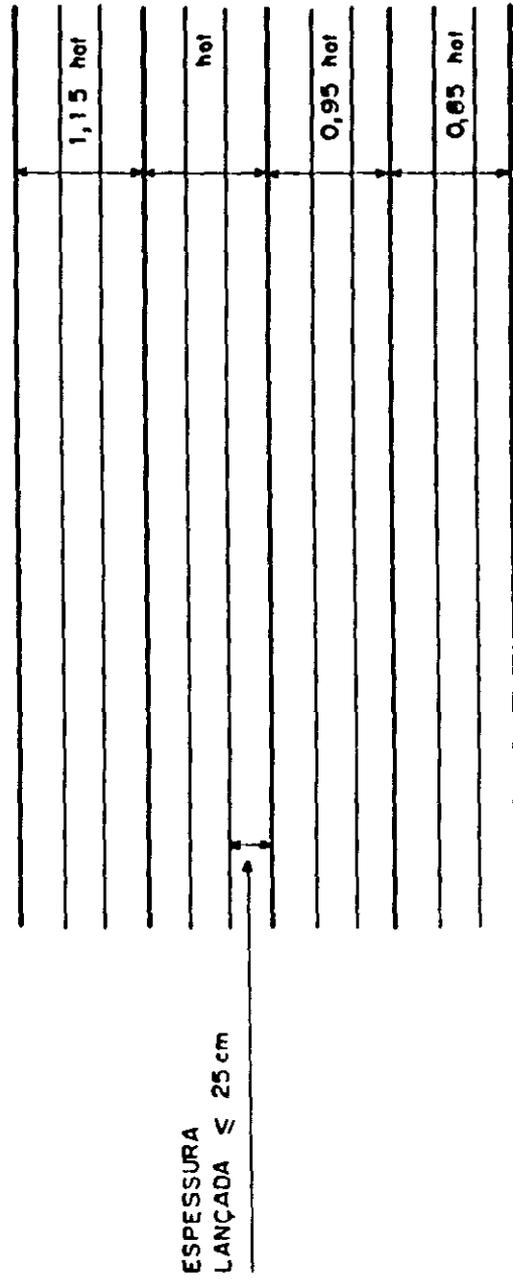


FIGURA 10 1 - CROQUIS DO ATERRO EXPERIMENTAL

000066

**11. LANÇAMENTO, CONTROLE DE UMIDADE E COMPACTAÇÃO**

**000067**

## **11.1. Lançamento**

Os equipamentos de construção deverão ter capacidade de transportar o material para a barragem em quantidade suficiente para montar uma produção uniforme e contínua.

### **11.1.1. Núcleo Impermeável**

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 da camada vegetal 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.

Seixos equidimensionais com dimensão superior a 5 centímetros deverão ser manualmente removidos da camada espalhada.

Os materiais para o núcleo impermeável e tapete drenante da barragem deverão ser lançados orientando-se os equipamentos de transporte em direções aproximadamente paralelas ao eixo da barragem.

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.

Quando o equipamento de transporte necessitar cruzar o núcleo, deverão ser construídos aterros provisórios de material solto não inferior a 0,5 m, os quais deverão ser removidos posteriormente.

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 observação em aterro-teste ou na praça de compactação ao longo da execução do maciço. Em nenhuma hipótese as camadas terão espessura antes da compactação superior a 35 centímetros de material solto, medida através de régua e/ou nivelamento topográfico.

Em áreas onde for necessário a compactação manual (sapos pneumáticos), o material deverá ser lançado e espalhado em camadas que não excedem a 10 cm de material solto

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 evitando-se ao máximo possível contaminação das zonas de filtro e transições. Na iminência de chuva e antes de períodos curtos de interrupção (fins de semana, feriados etc.) toda a praça deverá ser alisada pela passagem de rolo liso ou de 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.

#### 11.1.2 Filtros e Transições

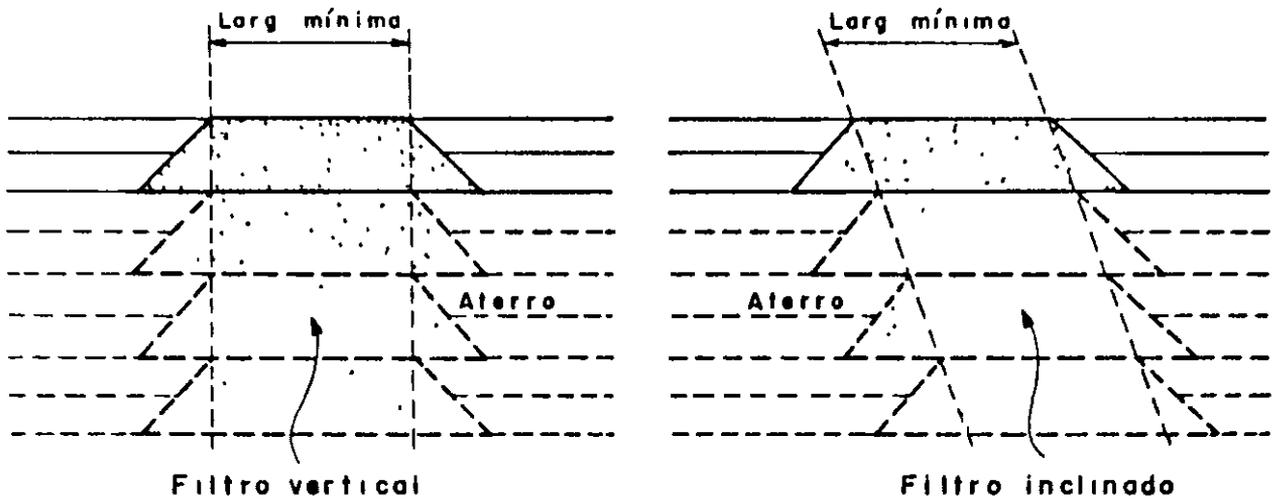
A sequência de execução de elementos drenantes será a seguinte

- a) **Filtro Chaminé:** Os maciços de solo SC/GC, serão executados atravessando a posição do mesmo. De metro em metro de espessura de aterro assim executado, uma trincheira vertical, na posição apropriada, será escavada mecanicamente até encontrar o topo do filtro já instalado (Figura 11.1b). O material superficial contaminado será removido, e a trincheira será preenchida com areia lançada e compactada em camadas com espessura solta máxima não superior a 40 centímetros. Outro método de execução é o esquematizado na Figura 11.1a onde o filtro é construído antes da compactação do núcleo.
- b) **Tapete-drenante:** Os trechos do tapete drenante serão lançados para compactação em camadas com espessura máxima de 40 centímetros. As camadas iniciais serão lançadas de modo a tomarem as irregularidades existentes até estabelecer-se uma superfície com inclinação máxima de 8%.

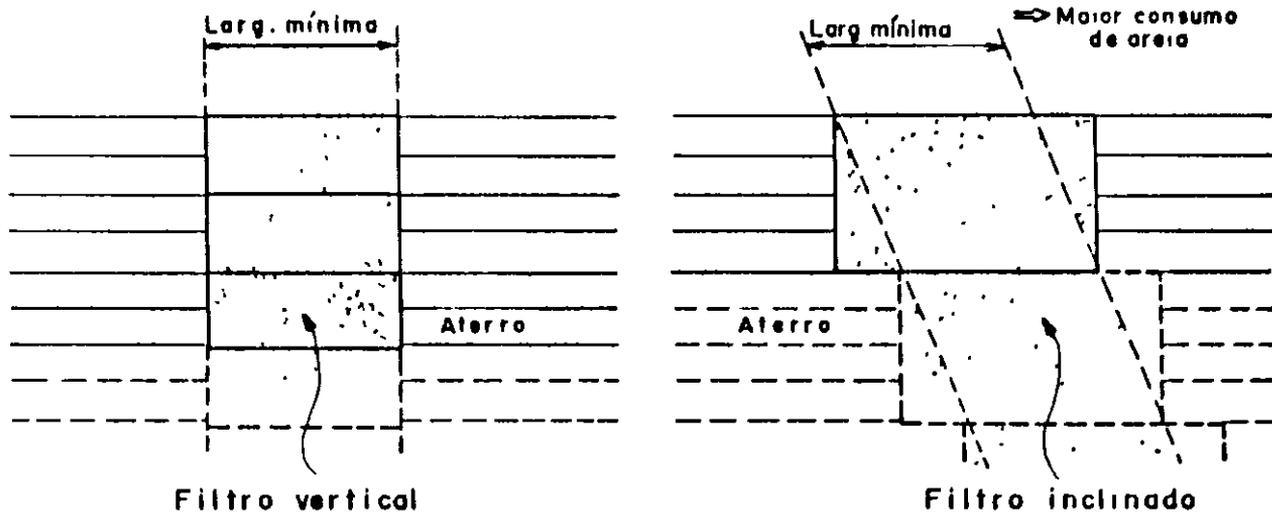
Sob qualquer circunstância não deverá-se permitir a descarga de água de drenagem para as zonas de filtro e transições.

Não serão permitidas juntas de construção longitudinais nos filtros de areia e transições, ou seja, sua construção deve ser simultânea à do núcleo.

A Fiscalização deverá liberar o material para lançamento e compactação, solicitando a remoção do material das áreas que encontrem-se contaminadas.



a) Filtro em chaminé - construído concomitantemente com o aterro



b) Filtro em chaminé - construído por escavação do aterro

FIGURA 11.1 - MÉTODOS CONSTRUTIVOS PARA O FILTRO CHAMINÉ

### 11.1.3. Enrocamento

O material do enrocamento deve ser lançado e espalhado de modo que a segregação seja convenientemente controlada, ou seja, os finos fiquem localizados junto à zona de transição e as pedras grandes próximas ao talude. Para isso, o material é lançado junto à transição e empurrado com a lâmina do trator em direção ao talude, de forma que a lâmina vai sendo gradualmente erguida, deixando o material fino e pedras menores e arrastando as maiores em direção à face externa do talude

O material de enrocamento lançado, deverá ser espalhado por trator de lâmina, tipo D-8, em camadas soltas, cuja espessura não exceda a 1,5 vezes o diâmetro máximo dos blocos de pedra. Este critério para delimitação da espessura da camada poderá vir a ser complementado em Obra pela Fiscalização na medida em que se fizer necessário, procurando sempre manter o conceito exposto nos itens anteriores.

### 11.1.4. Random

O material utilizado na zona de random a jusante deve ser lançado e espalhado de modo que a segregação seja convenientemente controlada, ou seja, os finos fiquem localizados junto à zona de transição e as pedras grandes próximas ao talude. Para isso, o material é lançado junto à transição e empurrado com a lâmina do trator em direção ao talude, de forma que a lâmina vai sendo gradualmente erguida, deixando o material fino e pedras menores e arrastando as maiores em direção à face externa do talude. A espessura das camadas é variável em função da granulometria e deverá ser indicada pela Fiscalização com a orientação da projetista.

## 11.2. Compactação

Os trabalhos de compactação serão orientados de forma a garantir um maciço compactado, essencialmente uniforme, isento de descontinuidades e de laminações e possuidor 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.

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 de movimento dos rolos não será superior a 4 Km/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.

Deverá ser mantido um recobrimento mínimo de 0,5 m entre as superfícies atravessadas por passagens adjacentes dos rolos

Todas as áreas do maciço não acessíveis aos rolos compactadores serão compactadas por outros equipamentos, aprovados previamente pela Fiscalização, que permitam a obtenção de compactação equivalente à dos rolos inicialmente indicados.

Cada camada compactada deverá ser liberada pela Fiscalização por controle táctil-visual, salvo recomendação em contrário, antes do lançamento da camada adjacente

#### 11.2.1. Material do Núcleo

11.2.1.1 A compactação das primeiras camadas deverá seguir as recomendações do ítem 7.1

11.2.1.2 A Fiscalização poderá exigir a escarificação ou remoção de qualquer camada que se mostrar inadequada ao entroncamento com a camada seguinte a ser lançada.

11.2.1.3 Após a compactação de uma camada, a Fiscalização deverá verificar táctil-visualmente se as condições de compactação estão dentro das especificações e fazer remover toda a camada que não atender a essas características

11.2.1.4 O esquema de tráfego deve ser planejado de forma que a Fiscalização possa controlar de maneira eficiente o número de passagens do equipamento de compactação, bem como evitar compactação excessiva

11.2.1.5 A cobertura do aterro com material solto deverá ser executada sempre que houver paralização por razões executivas para evitar a formação de trincas por ressecamento no aterro. Quando estas ocorrerem, o solo compactado deverá ser escavado até a profundidade dos mesmos

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

11.2.1.7 Devido a significativa extensão da barragem, poderão ser introduzidas juntas transversais ao eixo da barragem. Neste casos cada face de junta deverá ser cortada, escarificada e umedecida antes de dar continuidade ao aterro, sendo que o estudo das praças de

compactação deverão impedir o aparecimento de juntas que cruzem totalmente o aterro no sentido montante/jusante

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)

11.2.1.8 As características de compactação a serem atingidas são apresentadas a seguir, sendo rejeitadas as camadas que não as atenderem

#### Grau de Compactação

O grau de compactação (GC) mínimo será de 95%, referido ao ensaio de compactação Proctor Normal.

#### Umidade de Compactação

A umidade de compactação poderá variar no intervalo de  $hot - 1\%$  a  $hot + 0,5\%$ , sendo  $hot$  o teor ótimo de umidade obtido a partir de ensaio de compactação Proctor Normal, sem secagem prévia e sem reuso do material

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 às condições acima.

11.2.1.9. O número necessário de passadas do equipamento compactador visando atender às características de compactação especificadas serão fixados em Obra pela Fiscalização e Projetista a partir da análise dos resultados do aterro experimental.

11.2.1.10. No contato do núcleo argiloso com os filtros, onde o rolo pé-de-carneiro não cobre adequadamente a faixa a compactar, poderá ser utilizado equipamento de pneus, mantendo-se os mesmos critérios de compactação

#### 11.2.1.11. Controle de Compactação

O controle de construção e qualidade do aterro será feito pela Fiscalização de campo e pelo Laboratório de campo

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

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 intervalo aceitável de umidade. 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 a 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 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. Em qualquer momento, porém, a Fiscalização, seja 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 frequência, relativas ao período e acumuladas, das porcentagens de compactação obtidas para cada um dos materiais ora enfocados e, quando se verificar que a média for 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 com a mesma periodicidade do especificado no parágrafo anterior, curvas de frequências, relativas ao período e acumuladas, dos desvios de umidade.

**a - Controle Táctil-Visual**

O controle táctil-visual será exercido pela Fiscalização, visando a liberação das camadas compactadas e deverá observar:

- o tipo de material lançado;
- uniformidade do material lançado e de sua umidade;
- controle de espessura da camada antes da compactação;
- o controle da homogeneização e acerto da umidade da camada a ser compactada;
- a deformação sofrida pela camada, durante a passagem do equipamento de compactação, visando detectar entumescimento excessivo, desenvolvimento de trincas ou outras anomalias de compactação,
- o número de passadas e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- a verificação da ocorrência de laminações;
- a observação sistemática da homogeneidade do aterro e da "ligação" entre camadas por meio de poços de aproximadamente 1 m de profundidade.

- b -** Visando não apenas aferir o controle de compactação a ser executado táctil-visualmente pela Fiscalização, mas principalmente investigar a dispersão existente no valor do GC e do desvio de umidade em uma camada, deverá ser programada a execução de pelo menos 10 ensaios de compactação com energia normal, 10 determinações de umidade e 10 ensaios Hilf-Proctor em uma camada compactada, ao início do lançamento e compactação das primeiras camadas em 3 diferentes praças de compactação

A seu critério, em função de alteração no tipo de material lançado etc., a Fiscalização poderá solicitar novos conjuntos de ensaios com o mesmo objetivo.

**c - Controle pelo Laboratório de Campo**

O ensaio de controle será o Hilf devendo ser feitos 2 ensaios a cada 1 000 m<sup>3</sup> de aterro compactado

O ensaio Hilf será executado com 5 pontos, seguindo-se a técnica usual

Os dados de controle estatístico a serem encaminhados nos boletins de controle da obra, deverão sempre se referir ao GC e  $h_{ot}$  relativos ao Proctor Normal

**d - Blocos Indeformados**

Poderão ser programados, a critério da Fiscalização e Projetista a retirada de blocos indeformados, durante a elevação do aterro do núcleo impermeável, para execução de ensaios de laboratório, visando documentar a qualidade dos serviços executados

**11 2 2 Compactação das Zonas de Enrocamento**

A rocha a ser utilizada na compactação dos enrocamentos provém das pedreiras a serem abertas nas áreas próximas à Obra.

Não há em princípio, qualquer restrição à utilização destes materiais, cabendo apenas um monitoramento visual na jazida de modo a não permitir a presença de resíduos de material vegetal no material a ser lançado

- a - O equipamento de compactação do maciço será o rolo liso vibratório de 10 t. O número mínimo de passadas será de 4. A compactação com trator de esteira deve ser evitada devido à menor eficiência e dificuldade no controle da compactação. O número de passadas do equipamento de compactação não deve permitir a excessiva trituração do material do topo da camada para evitar elevados gradientes de compactação na própria camada.
- b - A espessura de material lançado solto para compactação na zona de enrocamento deverá ser variável, de modo a permitir manter os blocos maiores na zona mais externa do maciço, em camadas inclinadas com espessura variando segundo o diâmetro máximo da pedra (espessura =  $1,5 \phi_{m\acute{a}x}$ ), até uma espessura máxima de 1 m
- c - O espalhamento do material do enrocamento deverá ser feito com trator de esteira
- d - Deve-se utilizar água na compactação na proporção mínima de 20% do volume compactado. Essa molhagem proporciona 2 efeitos benéficos para o maciço: a) melhor distribuição dos finos, escarificando a superfície da camada e forçando a penetração de finos para os vazios formados por blocos maiores e b) redução da resistência nas arestas, aumentando os recalques durante a construção e, portanto

diminuindo os recalques pós-construtivos, principalmente os ocasionados pelo primeiro enchimento do reservatório

A Fiscalização exercerá controle táctil-visual do enrocamento compactado 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. Para o enrocamento, caso a Fiscalização julgue insatisfatório o produto resultante, poderá ser exigida a remoção de todo o trecho ou de determinados blocos, a adição de blocos, a arrumação braçal com alavanca de certos blocos ou outra qualquer medida

Durante os trabalhos de compactação, poderão ser escavados poços, a critério da Fiscalização, para determinação do peso específico do enrocamento "in situ".

### 11 2 3 Compactação das Zonas de Filtro e Transições

Os materiais das zonas de filtro e transições serão compactados com rolo liso vibratório de peso superior a 5 toneladas e capaz de regular a frequência de vibração entre cerca de 1000 e 1300 ciclos por minuto. Poder-se-á aceitar, a critério da Fiscalização e com base em ensaios comprobatórios, a utilização de trator pesado de esteiras (tipo D7 ou equivalente) deslocando-se em alta velocidade. A espessura da camada lançada de 40 cm no máximo e o número de passadas do equipamento de 2, no mínimo.

#### 11 2 3 1 Controle de Compactação

a) A fiscalização exercerá rigoroso controle qualitativo táctil-visual visando a liberação das camadas de areia compactadas. Tal controle táctil-visual deverá atentar para

- O tipo de material lançado;
- A uniformidade do material lançado;
- O respeito aos métodos executivos e a cobertura adequada da faixa compactada pelo equipamento de compactação;
- A qualidade da zona de contacto com os demais materiais do maciço e com a fundação

b) O controle quantitativo far-se-á através da execução  sistemática  dos seguintes ensaios:

- Densidade de campo ( $\delta d_c$ ) com metodologia ASTM D-1556 ou ASTM D-2167;
- Densidade mínima de referência ( $\delta d_m$ ) com metodologia ASTM D-2049

Serão executados em complementação ao controle quantitativo, os seguintes ensaios.

- Densidade máxima de referência ( $\delta d_p$ ) obtida em material seco, compactado utilizando o equipamento e a sistemática do ensaio padronizado de compactação Proctor Normal (ABNT - MB-33);
- Ensaio de granulometria com metodologia ABNT - MB-32.

c) O número de ensaios de densidade de campo ( $\delta d_c$ ) e de densidade mínima de referência ( $\delta d_m$ ) será estabelecido pela fiscalização à luz da variação das características dos materiais disponíveis e dos resultados acumulados de controle de compactação. Recomenda-se que, inicialmente, se execute um par de ensaios ( $\delta d_c$  e  $\delta d_m$ ) a cada 100 m<sup>3</sup> de areia compactada e a cada 500 m<sup>3</sup> de solo areno-siltoso compactado

d) O número de ensaios de densidade máxima de referência ( $\delta d_p$ ) e de granulometria também será estabelecido pela Fiscalização, recomendando-se que, inicialmente, se execute 1 ensaio a cada 200 m<sup>3</sup> de areia e a cada 1500 m<sup>3</sup> de solo areno-siltoso, colocados

e) A densidade da areia compactada deverá atender à seguinte relação:

$$\delta d_c - \delta d_m \geq 0,21 \text{ t/m}^3$$

Este valor poderá ser verificado, a critério da Fiscalização, para a areia local. Almeja-se uma densidade relativa superior a cerca de 50%

f) As camadas que não atingirem a densidade inferior especificada deverão ser recompactadas segundo metodologia a ser estabelecida pela Fiscalização.

g) Os dados de controle quantitativo serão registrados em relatórios que apresentarão, a cada lote de 12 ensaios sistemáticos previstos no "b", além dos valores individuais, os seguintes elementos.

- curvas de distribuição da densidade de campo ( $\delta d_c$ ) e da densidade mínima de referência ( $\delta d_m$ ) para o lote de 12 ensaios consecutivos;
- curvas de distribuição de densidade de campo ( $\delta d_c$ ) e de densidade mínima de referência ( $\delta d_m$ ) para todos os ensaios disponíveis;
- a faixa de curvas granulométricas obtidas concomitante com o lote de 12 ensaios

h) A 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.

#### **11.2.4 Compactação da Zona de Random**

O material da zona de random por apresentar uma granulometria muito variável de argila até enrocamento deverá ser compactado em espessuras e número de passadas segundo orientação da fiscalização dependendo da granulometria do material.

#### **11.2.5. Compactação das Zonas de Abraço do Maciço com as obras de concreto**

Nas zonas de abraço os cuidados com o lançamento e compactação e as dimensões de camadas de filtro e transição devem ser redobrados para garantir maior segurança contra caminhos preferenciais de percolação.

**12. INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTAÇÃO**

000080

A instrumentação a ser instalada está especificada quanto ao tipo e localização dos instrumentos, no desenho apresentado no Volume 1-B - Desenhos.

A critério da Fiscalização poderá ser estendida a outras seções da barragem

#### **12.1. Piezômetro de Resposta Rápida (Piezômetros pneumáticos)**

A instalação do piezômetro deverá ser iniciada quando o aterro atingir aproximadamente 1,0 m acima da cota de instalação prevista

Será escavado um poço de diâmetro da ordem de 0,8 m com 1,0 m de profundidade. No fundo do poço será escavada uma cavidade pouco maior que o piezômetro e preenchida com areia grossa limpa e saturada. A seguir coloca-se o piezômetro soterrado na cavidade, envolvendo-o com a mesma areia e inicia-se o preenchimento da vala com material argiloso compactado. Inicialmente (até 30 ou 40 cm acima do aparelho) a compactação deve ser manual, completando-se o poço com compactação mecânica

A tubulação de leitura dos piezômetros instalados, deverá ser assentada "frouxamente" para se acomodar aos deslocamentos diferenciais

Nos trechos em que a tubulação corre no interior de material granular (enrocamento; transições) ela deverá ser protegida por tubo de aço galvanizado Ø 1/2". Sendo ainda envolvida por transição de brita corrida quando atravessar o enrocamento

Indicações específicas de instalação deverão ser submetidas pelo Fornecedor à apreciação da Projetista, incluindo a qualidade do equipamento a ser adquirido

#### **12.2. Marcos Topográficos**

Serão instalados em pequenas bermas ao longo do talude e coroamento da barragem, para acompanhamento do deslocamento do mesmo, por meio de levantamentos topográficos tendo como marcos de referência pontos indeslocáveis instalados nas ombreiras, fora da área de influência das Obras

Tais marcos constituem-se de barras de aço de  $\phi$  1" com 0,60 m de comprimento, chumbadas em matacões de dimensão mínima 1,0 m ou em blocos de concreto moldado "in loco" com base de 1,0 m x 1,0 m e altura de 0,80 m assentes sobre o talude.

Imediatamente após a instalação de cada marco, deverá ser feito um levantamento topográfico para estabelecer a posição e a cota inicial do marco.

12.3 A instrumentação deverá ser previamente aferida e tão logo instalada deverá ser submetida a testes de modo a possibilitar quaisquer reparos que se façam necessários.

**13. SERVIÇOS EM CONCRETO**

000083

### **13 1 Generalidades**

A execução dos serviços objeto desta especificação, bem como os materiais a serem utilizados e seu manuseio, deverão obedecer às Normas, Especificações e Métodos da ABNT em suas edições mais recentes

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 canalizações elétricas, hidráulicas, de chumbadores e demais peças que devam ficar embutidas na massa de concreto.

### **13 2 Composição do Concreto**

O concreto será composto de cimento Portland ou de alto forno, água, agregado miúdo e agregado graúdo. Poder-se-á utilizar ainda algum tipo de aditivo de comprovada eficiência e que não apresente efeitos colaterais prejudiciais à funcionalidade da obra.

#### **13.3. Classes de Concreto**

As classes de concreto e resistência de ruptura para todas as estruturas serão indicadas nos desenhos de PROJETO

#### **13.4 Proporção das Misturas**

A Fiscalização aprovará os traços de concreto a serem utilizados e exercerá a fiscalização sobre a obediência aos mesmos, durante a sua preparação na obra.

Os traços serão modificados, sempre que necessário, a fim de preservar a segurança e qualidade do concreto, sem que isso acarrete em ônus para CONTRATANTE

### **13 5 Consistência de Concreto**

Serão submetidos para aprovação da Fiscalização os fatores água-cimento indicados pela EMPREITEIRA, que deverão ser os mínimos necessários para permitir um adensamento satisfatório do concreto

A consistência de água de amassamento será modificada, se necessário de uma betonada para outra, para corrigir a variação do teor de umidade dos agregados.

Não será permitido adicionar água com o objetivo de compensar o endurecimento do concreto e atraso do lançamento

Concreto com excesso ou carência de água será rejeitado

A EMPREITEIRA não receberá nenhuma compensação por concreto rejeitado

### **13.6. Trabalhabilidade do Concreto**

No sentido de atender às condições de concretagem, a EMPREITEIRA deverá determinar, a "priori", a trabalhabilidade que deve ter o concreto a fim de que possa ser elaborado, transportado, lançado e adensado sem perda de homogeneidade.

A medida da trabalhabilidade deverá ser feita por meio de ensaios de abatimento (slump test), e aprovada pela Fiscalização

### **13.7 Materiais**

#### **13.7.1 Cimento**

##### **13.7.1.1 Cimento Portland**

O cimento a ser empregado será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer às prescrições da Especificação ED-1 ou equivalente mais atualizada da ABNT.

##### **13.7.1.2 Cimentos Especiais**

Poderão ser empregados cimentos de alta resistência inicial, desde que atendam às prescrições da Especificação EB-2 da ABNT e seu uso seja previamente aprovado pela Fiscalização

##### **13.7.1.3. Armazenamento**

Imediatamente após o recebimento na obra, o cimento deverá ser armazenado em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilados e com dispositivos para evitar absorção de umidade. Todos os lugares de armazenamento estão sujeitos à aprovação da Fiscalização e deverão permitir acesso para que o cimento seja inspecionado e identificado

Para evitar o envelhecimento indevido, após a chegada à obra, a EMPREITEIRA deverá usá-lo na ordem cronológica em que for recebido. Para isso, os silos ou pilhas de cimento deverão ser marcados com data de chegada à obra. Cimento com mais de três meses de armazenamento na obra não deverá ser usado, salvo se os ensaios comprovarem suas condições satisfatórias e a Fiscalização autorizar o seu emprego.

O cimento não deverá ser armazenado em pilhas de mais de 10 sacos por período de até trinta dias, nem mais de 7 sacos por período de maior duração.

O cimento que por qualquer motivo apresentar torrões, será considerado hidratado e só poderá ser usado em concretos não armados e em locais que não exijam do concreto resistência em corpo de prova cilíndricos de 15 x 30 cm, aos vinte e oito dias, maiores que 120 kg/cm<sup>2</sup>. Mesmo assim, sua utilização deverá ser precedida de peneiramento com peneiras de malha de 2,4 mm e de autorização expressa da Fiscalização.

## 13.7.2 Agregados

### 13.7.2.1. Generalidades

Os agregados deverão satisfazer às exigências das Especificações EB-4 da ABNT e C-33 da ASTM.

### 13.7.2.2 Agregado Graúdo

#### Composição

O agregado graúdo deverá ser constituído de seixo rolado, pedregulho natural ou pedra britada, resultante da britagem de rochas estáveis e não deletérias, de diâmetro mínimo igual ou superior a 4,8 mm.

O agregado graúdo deverá ser constituído por pedras duras, resistentes, duráveis e sem quantidades nocivas de impurezas.

O agregado graúdo não deverá ter partículas delgadas planas ou alongadas cuja dimensão máxima seja cerca de 5 vezes a sua dimensão mínima.

### Granulometria

O diâmetro máximo do agregado gráudo a ser utilizado nas obras será sempre inferior a 15 cm e, em cada peça, não deverá ser maior do que 1/4 da menor dimensão da peça concretada, nem 3/4 do espaçamento entre as barras das armaduras

A menos que a Fiscalização aprove o contrário, o agregado gráudo deverá chegar nas instalações de preparo do concreto em bitolas separadas, respeitando os seguintes limites (peneiras de malhas quadradas)

ABERTURA DE MALHA (mm)	PORCENTAGENS QUE PASSAM, EM PESO PARA AS GRADUAÇÕES INDICADAS			
	4,8 A 19 mm	19 a 38 mm	38 a 76 mm	76 a 152 mm
152	-	-	-	90 - 100
76	-	-	90 - 100	0 - 25
50	-	-	20 - 55	0 - 5
38	-	90 - 100	0 - 10	-
25	-	20 - 45	0 - 5	-
19	90 - 100	0 - 10	-	-
9,5	30 - 55	0 - 5	-	-
4,8	0 - 8	-	-	-
2,4	0 - 2	-	-	-

A Fiscalização poderá, sempre que julgar conveniente, restringir as oscilações de composição granulométrica, fixando limites mais estreitos.

O agregado gráudo a ser utilizado será uma mistura dos tamanhos retro indicados, em porcentagens que forneçam curva contínua.

### Armazenamento

O agregado gráudo será estocado em pilhas de acordo com suas dimensões nominais e de maneira a evitar segregação, mistura com outros agregados, contaminação por poeira ou outros materiais estranhos devendo ser possibilitada a drenagem livre do excesso de água, através de sistema de drenagem aprovado pela Fiscalização.

Nenhum equipamento que tenha lama, óleo nas esteiras ou pneus deverá ser operado nas pilhas de estocagem

A descarga do agregado nas pilhas deverá ser feita de maneira a diminuir o fracionamento dos grãos

Uma quantidade suficiente de agregados será mantida nas pilhas, de modo a possibilitar um lançamento contínuo e a complementação de qualquer camada ou lance de concreto iniciado.

### 13 7 2.3 Agregado Miúdo

#### Composição

O agregado miúdo deverá ser constituído de areia natural quartzosa ou artificial, resultante do britamento de rochas estáveis, ou da composição de ambas e com diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm

o agregado miúdo deverá ser constituído de partículas duras, resistentes e duráveis, sem quantidades nocivas de impurezas.

O agregado miúdo não deverá ter partículas delgadas, planas ou alongadas, cuja dimensão seja cerca de 5 vezes a sua dimensão mínima

#### Granulometria

A granulometria do agregado miúdo deverá estar dentro dos seguintes limites (peneiras de malhas quadrados)

ABERTURA DE MALHAS	PORCENTAGENS INDIVIDUAIS RETIDAS, EM PESO (%)
4,8	0 - 5
2,4	5 - 15
1,2	10 - 25
0,6	10 - 30
0,3	15 - 35
0,15	12 - 20
0,075	2 - 10

A Fiscalização fará o controle granulométrico periódico do agregado miúdo, rejeitando qualquer lote cuja curva granulométrica se afasta das zonas "ótimas" ou "utilizáveis" definidas na Especificação EB-4 da ABNT.

### Armazenamento

O agregado miúdo deverá ser armazenado e conservado de modo que seja evitada a introdução de materiais estranhos no concreto

Nenhum equipamento de tração que tenha lama, óleo nas esteiras ou pneus deverá ser operado nas pilhas de armazenamento. Ao ser depositado ou retirado o material, deverão ser tomadas precauções para evitar sua segregação

As pilhas de agregado miúdo deverão ser dispostas de maneira que assegurem um período mínimo de 24 horas de drenagem, antes do uso, devendo esse material chegar às instalações de preparo do concreto com umidade superficial uniforme e estável, nunca superior a 8%.

A quantidade armazenada nas pilhas deverá ser suficiente para garantir a colocação contínua do concreto. Essa quantidade deverá ser mantida enquanto for necessário produzir concreto para a execução da obra

### 13 7.3 Água

A água utilizada no amassamento do concreto deve provir de fonte, córrego, rio ou de outras ocorrências previamente qualificadas por meio de ensaios efetuados em laboratórios, não devendo ter quantidades prejudiciais de óleos, ácidos, álcalis, matérias orgânicas ou outras impurezas

A água potável é considerada de boa qualidade para utilização em concreto.

No caso de dúvidas quanto a água a ser utilizada, a Fiscalização poderá exigir do EMPREITEIRO a realização, além de análise química, do ensaio de qualidade que deve ser um ensaio comparativo de resistência à compressão de corpos de prova com o mesmo traço, confeccionados respectivamente com a água em questão e com água potável. Não deverá haver redução de resistência superior a 10%

13 7 4 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.

### **13.8. Dosagem e Mistura do Concreto**

#### **13 8.1. Generalidades**

O concreto será dosado de modo a obter misturas trabalháveis com conteúdos mínimos de água e que, para cada estrutura, sendo devidamente curado, satisfaça às exigências de resistência mecânica e durabilidade prevista no Projeto.

Se for comprovadamente necessário, a critério da Fiscalização, deverá ser modificada a proporção dos ingredientes para manter a qualidade requerida por esta Especificação, sem ônus para a CONTRATANTE.

#### **13 8 2. Dosagem**

Todos os materiais que compõem o concreto deverão ser medidos em peso. É facultada a medida em volume dos agregados miúdos e graúdos, desde que sejam observadas rigorosamente as prescrições constantes das normas da ABNT.

Sempre que houver concretagem a intervalos regulares, a umidade dos agregados será determinada por método preciso para efeito da necessária correção da relação água-cimento.

A EMPREITEIRA deverá dispor na obra de equipamento adequado para controle de umidade dos materiais, além de todos os equipamentos necessários para a dosagem racional do concreto e seu controle, inclusive formas cilíndricas metálicas em número suficiente para moldagem de corpos de prova de acordo com as normas da ABNT.

#### **13 8 3 Traço**

O traço será determinado em função do tipo de peças a ser concretada e das condições de trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade exigidas.

As especificações detalhadas e as instruções de campo, relativas a cada estrutura, indicarão as resistências e condições de trabalhabilidade aplicáveis aos concretos a serem lançados.

Todas as misturas serão objeto por parte da EMPREITEIRA de cuidadosos estudos de traço com a necessária antecedência. O fabrico do concreto a aplicar em qualquer parte da obra, só poderá ser iniciado depois que o respectivo estudo de traço esteja aprovado pela Fiscalização

#### 13 8 4 Equipamento

As instalações de preparo do concreto serão feitas sob inteira responsabilidade do EMPREITEIRO, que ao dimensioná-las deverá levar em conta o volume de serviço a executar dentro dos respectivos cronogramas, suas dificuldades, condições locais e tudo o mais que possa influir na sua capacidade de produção

Os projetos das instalações serão submetidas à aprovação da Fiscalização, que poderá exigir modificações.

O EMPREITEIRO deverá providenciar pesos padrões e todo o equipamento auxiliar necessário para verificação da exatidão de cada balança e dos outros dispositivos de medição. As provas de verificação deverão ser feitas na presença da Fiscalização.

As instalações de dosagem deverão ser tais que a imprecisão na alimentação e mistura dos materiais não exceda 1,5% para a água e cimento e 3% para qualquer tipo de agregado

As dimensões das betoneiras deverão ser compatíveis com o diâmetro dos agregados

As betoneiras, assim como todo o equipamento, deverão ser mantidos em perfeitas condições, principalmente no que se refere ao dispositivo de medição de água, que deverá ser de controle automático

A EMPREITEIRA deverá ter meios para identificar cada mistura, encaminhá-la ao seu destino correto e controlar sua descarga, sem que haja possibilidade de equívoco

#### 13 8 5 Mistura

O concreto será misturado até ficar com aparência uniforme e com todos os componentes igualmente distribuídos.

Não será permitido um misturamento excessivo, que necessite de adição de água para preservar a consistência do concreto.

A sequência de introdução dos componentes na betoneira deverá ser determinada na obra com o propósito de se obter a máxima eficiência.

A betoneira não será sobrecarregada além da capacidade recomendada pelo fabricante e será operada na velocidade indicada na placa que fornece as características da máquina.

A não ser que sejam determinados de outra forma e/ou aprovados pela Fiscalização, os tempos de amassamento não serão inferior a:

CAPACIDADE DA BETONEIRA (m <sup>3</sup> )	TEMPO DE AMASSAMENTO (seg)
0,75	75
1,50	90
2,25	120
3,00	150
3,75	165
4,50	180

Esse tempo será contado desde o momento em que todos os materiais sólidos estiverem na betoneira, sob a condição de que toda a água de dosagem correspondente tenha sido acidionada antes de transcorrer a quarta parte do tempo de amassamento.

O controle de qualidade do concreto misturado pelos caminhões betoneira apresenta alguns problemas que não são comuns a outros tipos de misturadoras de concreto. A não ser que se tomem as devidas precauções, podem ocorrer segregação e variação de consistência, a ponto de se perder o controle da relação água-cimento.

A quantidade de água necessária para que se obtenha a consistência adequada é efetuada por fatores que também influenciam o aumento da temperatura do concreto. Estes fatores são as características dos ingredientes, tempo decorrido entre a central e o local da aplicação, quantidade da mistura, tempo necessário para a descarga e lançamento, condições climáticas etc.

Em circunstâncias diversas, tais como entrega irregular, trajetos muito longos, lançamento pequenos e lentos em temperaturas elevadas, os problemas de se manter um certo grau de uniformidade são muito maiores

Ao se utilizar caminhões betoneiras serão tomadas precauções a fim de se garantir a uniformidade do concreto em todas as betonadas. Essas precauções são as seguintes:

- a) em dias de calor, a temperatura do concreto será mantida, sempre que possível, entre 21 e 27°C,

Isso poderá ser conseguido pelos seguintes meios:

- a.1) utilização de água fria ou gelo na mistura;
- a.2) manutenção dos materiais à temperatura mais baixa possível, por meio de coberturas ou molhando-se as pilhas de agregado para provocar o resfriamento por evaporação,
- a.3) eliminação do uso de cimento quente;
- b) a central de concreto deverá ser equipada com um bom medidor de água entre o tanque e o misturador. O medidor deverá ter mostradores e totalizador,
- c) a água adicional não deverá exceder a quantidade necessária para a relação água-cimento pré-estabelecida, a fim de que se obtenha o "slump" adequado;
- d) como o carregamento dos agregados na usina geralmente é feito com uso de pá mecânica, alerta-se para a possibilidade de se ultrapassar o peso previsto na dosagem. Neste caso deverão ser feitas as devidas correções a fim de se manter o traço desejado,
- e) aferir periodicamente as balanças através do "peso padrão", ou quando a Fiscalização assim o determinar;
- f) durante a colocação do cimento na usina não deverá haver perda do material. Para tanto, sugere-se a utilização de um sistema eficaz, como por exemplo o "pica-saco"

## **13 9 Transporte do Concreto**

### **13 9 1 Generalidades**

A condição principal imposta ao sistema de transporte é a de manter a homogeneidade do material.

Para isso o concreto deverá ser transportado da betoneira às formas com a máxima rapidez possível, empregando-se métodos que evitem segregação e perda dos ingredientes, especialmente de água ou nata de cimento

Qualquer que seja o equipamento adotado, a Fiscalização deverá aprová-lo previamente.

No caso de se empregar bombas para o transporte do concreto, os seguintes cuidados deverão ser tomados:

- a) Os agregados graúdos que permitem um melhor bombeamento são seixo rolado ou pedregulho natural
- b) O agregado miúdo deverá conter 15 a 20% de material passando na peneira 0,2 mm e 3% na peneira 0,15 mm
- c) O diâmetro máximo do agregado deverá ser sempre menor do que um terço do diâmetro do tubo
- d) O consumo mínimo de cimento deverá ser 300 kg/m<sup>3</sup> de concreto.
- e) O abatimento do concreto (slump) deverá estar compreendido entre 6 e 16 cm, dependendo do tipo de bomba a ser utilizada

Quando forem utilizados caminhões betoneira para transporte do concreto até o local das obras, será verificado periodicamente o desempenho dos mesmos, para determinar a adequação do equipamento e dos métodos aprovados, o número de rotações necessárias ao processo de mistura sem que ocorram excesso e inspeções em seu interior a fim de se verificar o desgaste das hélices ou existência de concreto residual

Ocorre frequentemente uma considerável perda de slump em concretos transportados por caminhões betoneira, especialmente em dias com temperaturas elevadas. Essa perda deverá ser mantida ao mínimo, limitando-se a velocidade em 20 rotações por minuto e mantendo na

usina o slump máximo especificado no traço do modo que sua perda até o local de lançamento fique dentro da faixa admissível

Em dias extremamente quentes as operações de mistura e lançamento poderão ser executadas à noite, desde que previamente aprovados pela Fiscalização.

Todos os caminhões betoneira deverão ser equipados com contador de rotações.

O tempo máximo permitido entre a saída do concreto da usina e o lançamento nas formas será de 60 minutos

Não serão utilizados caminhões betoneiras com capacidade superior ao necessário, para uma determinada concretagem

### **13.10. Lançamento**

#### **13 10 1 Generalidades**

Para cada estrutura ou parte dela, e com antecedência adequada a cada caso, a EMPREITEIRA apresentará à Fiscalização, seu plano de concretagem. De forma alguma o plano de concretagem poderá modificar as diretrizes de execução estabelecidas no Projeto.

Para obtenção do bom padrão de concreto o EMPREITEIRO executará sem ônus adicional para a CONTRATANTE, mata-juntas nas formas, bem como espaçadores (pastilhas) entre a ferragem e a forma, para garantia da espessura do recobrimento previsto no projeto e nas normas.

Qualquer concretagem só será iniciada após a Fiscalização proceder o rigoroso exame dos escoramentos, cimbres, formas, armações, chumbadores e circunstâncias locais que possam afetar a qualidade final das estruturas.

A EMPREITEIRA deverá manter um sistema de comunicação rápido entre o local de fabricação do concreto e os de lançamento, para seu uso e da Fiscalização.

#### **13 10 2 Meio de Lançamento**

A EMPREITEIRA deverá providenciar equipamentos capazes de lançar adequadamente qualquer concreto especificado

Os equipamentos e métodos de lançamento só poderão ser utilizados se aprovados pela Fiscalização e deverão ser tais que:

- Possibilite o lançamento do concreto o mais próximo possível de sua posição definitiva
- Evitem a segregação dos agregados graúdos na massa do concreto. Se tal acontecer, esses agregados serão espalhados antes que o concreto seja vibrado
- Evitem queda vertical maior do que 1,50 m. Quando a altura da queda for maior que 1,5 m medidas especiais deverão ser tomadas para evitar segregação, tais como abertura de janelas nas formas para diminuir a altura de lançamento e facilitar o adensamento, colocação de trombas de chapa ou lono no interior das formas, emprego de concreto mais plástico e rico de cimento.

### 13 10.3 Lançamento Convencional

O concreto deverá ser lançado antes de decorridos 30 minutos de seu amassamento. O lançamento do concreto, que deverá ser contínuo e tão rápido quando possível, será feito em camadas horizontais não superiores a 30 cm.

Cada camada deverá ser lançada e adensada antes que a betonada precedente tenha iniciado a pega, a fim de se evitar superfícies de separação entre as duas betonadas

Nos locais de lançamento deverão ser previstos recursos de proteção do concreto contra chuvas repentinas

Qualquer concreto que tenha endurecido, de tal modo que não possa ser assegurada sua colocação adequada, será refugado.

Quando os lançamentos terminarem em superfícies inclinadas, o EMPREITEIRO adensará o concreto nessas superfícies, quando ainda plástico, de maneira que seja obtida uma inclinação uniforme e estável.

### 13 10.4. Concreto Lançado Sobre Terra

Se o concreto for lançado sobre terra, a superfície em contato com o concreto deverá estar limpa, compactada e livre de poças d'água.

Antes de qualquer concretagem sobre terra será feito um lastro de pedras ou de concreto magro com espessura de 5 a 15 cm, conforme desenhos de Projeto e/ou instruções da Fiscalização.

### **13.10.5. Concreto Lançado Sobre Rocha**

As superfícies de rocha sobre as quais o concreto será lançado deverão estar limpas, isentas de óleos, água estagnada ou corrente, lama e detritos. Todas as superfícies de rocha aproximadamente horizontais serão cobertas com uma camada de argamassa de 1 cm de espessura, imediatamente antes do lançamento do concreto. A argamassa terá a mesma proporção cimento-areia do concreto. Para garantir a penetração de argamassa em todas as irregularidades da superfície, ela será espalhada e esfregada sobre rocha, por meio de vassouras duras.

Tratamentos especiais, decorrentes de situações geológicas particulares serão examinadas e indicadas em cada caso pela Fiscalização.

### **13.11 Adensamento do Concreto**

#### **13.11.1 Generalidades**

O concreto deverá ser adensado até a densidade máxima praticável através de processos que provoquem a saída do ar, facilitem o arranjo interno dos agregados e melhorem o contato com as formas e as armaduras.

O adensamento do concreto será feito por meio de vibradores.

Qualquer tipo de vibração a ser utilizada deverá ser previamente aprovada pela Fiscalização.

Antes do início do lançamento do concreto, todos os vibradores e mangueiras serão inspecionados quanto a defeitos que possam existir.

Os vibradores de imersão deverão ter uma frequência não inferior a 6.000 rpm.

A qualquer momento deverão haver vibradores em número suficiente para assegurar o adensamento satisfatório de todo o concreto lançado.

O vibrador deverá operar no adensamento de cada lance de concreto em posição próxima da vertical, sendo que o tubo vibratório deverá penetrar de 2 a 5 cm na camada anterior.

Os lances adicionais de concreto não serão superpostos até que o concreto lançado anteriormente tenha sido completamente vibrado.

Os tubos vibratórios não deverão ser introduzidos a menos de 10 cm da face das formas para não deformá-la e evitar a formação de bolhas e de calda de cimento ao longo dos moldes.

Deverão ser evitadas vibrações excessivas que possam causar segregação e exudação.

### 13.12. Justas

#### 13.12.1 Juntas de Construção (Juntas frias)

##### 13.12.1.1 Generalidades

A posição detalhada das Juntas de concretagem deverá constar do plano de concretagem da EMPREITEIRA.

As operações de manipulação do concreto junto às superfícies das camadas deverão ser as mínimas necessárias para produzir não só o adensamento requerido como também uma superfície suficientemente rugosa, que permita sua aderência à camada superposta.

Não será permitida vibração superficial ou qualquer outra ação que possa tornar excessivamente lisa a superfície de camadas sobre as quais será lançada outra camada.

As "juntas frias" nunca deverão ser posicionadas em locais onde as tensões tangenciais sejam elevadas e não hajam armaduras suficientes para absorvê-las.

##### 13.12.1.2 Regras Gerais

As regras gerais para o bom preparo das "juntas frias" são as seguintes:

- a - Retirada de calda ou nata de cimento da superfície, proveniente da subida, por ocasião da vibração, de ar, água, cimento e agregados miúdos. Esta retirada deverá ser feita 4 a 12 horas após a concretagem, com jato de ar ou água até uma

profundidade de 5 mm e até o aparecimento do agregado graúdo, que deverá ficar limpo.

- b - Esta limpeza deverá repetir-se 24 horas antes da retomada da concretagem, para retirada do pó e dos resíduos, bem como da película superficial hidratada do concreto e carbonatada pela água, depositados nas asperezas das superfícies
- c - Durante as 24 horas que precedem a retomada da concretagem, a superfície deverá ser saturada de água para que o novo concreto não tenha sua água de mistura, necessária à hidratação do concreto, retirada pela absorção do concreto velho. Deverá seguir-se uma secagem para retirada de eventuais poças d'água
- d - Ao se retomar a concretagem, deverá ser colocada 1 a 2 centímetros de espessura de argamassa com o mesmo traço do concreto, porém sem o agregado graúdo. Esta camada servirá para evitar formação de vazios entre o agregado graúdo e o concreto velho, já que a pedra terá sempre uma camada de ligação onde de assentar.
- e - Colocar o concreto novo sobre o velho, com especial cuidado no sentido de se evitar a formação de bolsas de pedra, provenientes de falta de homogeneidade devida à mistura deficiente, transporte e colocação irregulares.
- f - No caso de paredes ou outros elementos em que não seja aconselhável o uso de qualquer jato para limpeza das superfícies endurecidas, as formas deverão ser executadas até o nível da junta. O enchimento das formas deverá ser feito até 3 cm acima desse nível, fazendo-se a remoção do excesso no endurecimento. O acabamento poderá ser feito por meio de escovas de pelo duro, ou qualquer outro meio manual adequado, até a completa remoção do concreto defeituoso, das concentrações de nata e argamassa fraca, manchas e quaisquer materiais indesejáveis, completando-se com a lavagem cuidadosa da superfície do concreto, a fim de eliminar todos os materiais soltos.

## 13.12.2. Juntas de Dilatação e Retração

### 13.12.2.1. Generalidades

As juntas de dilatação e retração deverão ser construídas segundo orientação da Fiscalização.

Em nenhum caso deverá ser prolongada, através de uma junta, uma peça de aço ou outro material fixo embutido no concreto e não provido de dispositivo especial de expansão

Qualquer quantidade de concreto que eventualmente transborde sobre as formas e altere a seção da junta deverá ser removida cuidadosamente

Durante a concretagem, o material de vedação das juntas deverá ser mantido rigorosamente em sua posição

A EMPREITEIRA deverá substituir e consertar à sua custa quaisquer juntas que tenham sido danificadas durante a operação de concretagem.

### **13.13. Cura do Concreto**

#### **13.13.1 Cura Convencional**

Todas as superfícies de concreto expostas ao ar livre deverão ser mantidas continuamente úmidas durante 14 dias após o lançamento do concreto.

Nos casos em que as superfícies são protegidas pelas formas, o concreto deverá ser curado por umidhecimento durante pelo menos 7 dias

Nos lugares onde não for possível cobrir o concreto com areia, terra, serragem molhada ou material semelhante, as superfícies de concreto deverão ser permanentemente irrigadas

A água usada na cura deverá ser limpa e livre de elementos que possam prejudicar, ou descolorir o concreto

As formas de madeira deverão ser molhadas frequentemente para impedir a abertura de juntas e a evaporação através da madeira.

Quando os moldes forem metálicos, especial atenção deverá ser dada para a vedação das juntas.

As superfícies a serem cobertas com terra só necessitarão ser curadas até ser colocado o aterro.

## **13.14 Controle**

### **13.14.1 Generalidades**

**A EMPREITEIRA fará todos os estudos e ensaios necessários e a Fiscalização os aprovará se os considerar satisfatórios**

**Se os resultados dos ensaios não forem considerados satisfatórios, o EMPREITEIRO demolirá e reconstruirá, às suas custas, as partes das obras que a Fiscalização determinar.**

**Caso seja constatada a necessidade de verificação "in loco" da qualidade e segurança do concreto aplicado na obra, as despesas com especialistas e ensaios de materiais ou corpos de prova realizados em laboratórios idôneos e aprovados pela Fiscalização, correção por conta da EMPREITEIRA.**

**Todo os ensaios serão realizados segundo os métodos da ABNT ou da ASTM**

**Caberá à EMPREITEIRA**

- Realizar todos os ensaios e investigações preliminares para determinar a qualidade dos materiais e as condições em que poderão ser empregados no concreto.**
- Aferir o fator água-cimento na usina fazendo a sua devida correção em função da umidade dos agregados**
- Ensaiar o "slump" do concreto saído da usina em caminhão betoneira e por ocasião da colocação do concreto nas formas**
- Determinar por meio de estudos preliminares e por tentativas sucessivas, as proporções dos materiais para obtenção de concretos econômicos que possuam os requisitos de qualidade estabelecidos nestas Especificações.**
- Realizar, na presença da Fiscalização, durante o andamento das obras, todos os ensaios necessários ao controle de qualidade dos materiais e dos concretos produzidos.**
- Confeccionar corpos de prova durante o lançamento do concreto**

- Ajustar ou substituir traços de concreto quando necessário e/ou por ordem da Fiscalização
- *Manter um registro de todos os ensaios e resultados obtidos.*

Todo o concreto que não atender às Especificações aqui mencionadas serão rejeitados e substituídos sem ônus para a CONTRATANTE

Com o resultado dos ensaios proceder-se-á a determinação do coeficiente de variação no canteiro de serviço

O traçado do gráfico de controle dos resultados permitirá uma visão do conjunto dos valores obtidos e a observação das dispersões que ocorrem na qualidade da execução do concreto

O valor máximo permitido para coeficiente de variação será de 10% (dez por cento), ficando a critério da Fiscalização a necessidade ou não de serem feitos novos estudos de dosagem.

### **13 15 - Acabamentos**

#### **13 15 1 Generalidades**

As irregularidades causadas por deslocamento ou má colocação da forma, ou por ligamentos soltos ou madeira defeituosa da forma, bem como "ninhos de abelhas", serão considerados como irregularidades, e deverão ser reparados, onde ocorrerem, sem ônus para a CONTRATANTE

#### **13 15 2 Superfícies feitas com Formas**

a) Superfícies não expostas - as superfícies sobre ou contra as quais deverá ser colocado concreto ou aterro, não necessitarão tratamento depois da remoção da forma, excetuando os reparos dos "ninhos de abelha" e outro concreto defeituoso, além da cura especificada. As correções das irregularidades nas superfícies, somente serão necessárias nas depressões e somente para aquelas que alteram as características estruturais da obra

**b) Superfícies expostas - não proeminentemente expostas á vista**

As superfícies não proeminentemente exposta á vista, tais como as superfícies exposta dos muros de arrimo, galerias e passagens necessitarão de retificação não só para o reparo de "ninhos de abelhas", como também das irregularidades de superfícies que entre juntas de formas excedam a 4 mm e que apresentem um desalinhamento gradual de no máximo de 6 mm/metro linear

**c) Superfícies expostas - proeminentemente exposta á vista**

As superfícies proeminentemente exposta á vista, necessitarão retificação não só para o reparo de "ninhos de abelhas", como também das irregularidades de superfícies que entre juntas de formas excedam a 3 mm e que apresentem um desalinhamento gradual de no máximo 4 mm/metro linear.

**13 15 3 Reparos no Concreto**

Em princípio não serão admitidos reparos no concreto, mas se excepcionalmente autorizados pela fiscalização os reparos só poderão ser efetuados por pessoal especializado A EMPREITEIRA manterá a Fiscalização avisada sobre a época em que qualquer reparo no concreto deverá ser feito O reparo no concreto só poderá ser efetuado na presença do inspetor da Fiscalização

As rebatidas deverão ser totalmente removidas das superfícies expostas

Onde as irregularidades das superfícies excederem aos Limites especificados, as saliências deverão ser eliminadas por martelamento ou desbaste

Os custos de todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos empregados nos reparos do concreto correrão por conta da EMPREITEIRA

**14. ARGAMASSA DE CIMENTO**

000104

#### **14.1. Generalidades**

Esta especificação será aplicada a todos os serviços onde houver emprego de argamassa e quando não houver Especificação própria para a mesma.

#### **14.2. Componentes**

##### **14.2.1. Agregados**

Os agregados terão que ser do tipo miúdo, que corresponde á areia natural quartzosa de diâmetro máximo igual á 4,8mm.

O agregado deve ser Limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, sais, matérias orgânicas etc

##### **14.2.2. Cimento**

Os cimentos a serem empregados serão os tipos Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer às exigências da EB-1 e EB-2 da ABNT

Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original ou a granel, e deverá ser armazenado em local seco e abrigado; o tempo de armazenagem e a forma de empilhamento, se for o caso, deverão ser tais que não comprometam a sua qualidade

Sempre que julgar necessário, a fiscalização poderá exigir apresentação do certificado de qualidade.

##### **14.2.3. Água para Amassamento**

Deverá atender às mesmas exigências do Ítem 13.7.3

#### **14.3. Execução e Controle**

Salvo autorização em contrário, dada pela Fiscalização, as argamassas deverão ser preparadas em betoneiras. Sendo permitida a mistura manual, a areia e o cimento deverão ser misturados a seco, até a obtenção de mistura com coloração uniforme, quando então será adicionado água para obtenção de argamassa de boa consistência de modo a permitir o manuseio e espalhamento fáceis à colher de pedreiro

A argamassa que não tiver sido empregada dentro de (45) minutos após a sua preparação, será rejeitada, não sendo permitido o seu aproveitamento, mesmo que a ela seja adicionado mais cimento.

As argamassas serão controladas pelos ensaios de qualidade dos seus componentes e pela sua dosagem

**15. FORMAS E ESCORAMENTOS**

000106

## **15.1. Formas**

### **15.1.1. Generalidades**

**As formas fixação e colocações das mesmas serão executadas pela EMPRETEIRA com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Serão usadas aonde quer que sejam necessárias para confinar o concreto e moldá-lo segundo as linhas, dimensões e juntas exigidas pelo projeto**

**Quando julgar necessário a FISCALIZAÇÃO exigirá que a EMPRETEIRA apresente o projeto de formas para análises e aprovação.**

**As formas terão resistência necessária para suportar a pressão resultante do lançamento e vibração do concreto e serão mantidas rigidamente em posição.**

**As formas serão suficientemente estanques para evitar a perda de argamassa. Toda vedação necessária será feita com materiais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.**

**As formas serão colocadas de tal modo que as marcas horizontais sejam contínuas em toda a superfície.**

**As formas para as superfícies que serão expostas, deverão ser construídas ou revestidas de material liso como chapas de aço ou madeiras aplainadas, que não apresentem deformações ou falhas**

**Onde necessário, serão feitas aberturas nas formas para facilitar a inspeção, limpeza, lançamento e adensamento do concreto**

**As formas perdidas, necessárias á execução dos vazios previstos no projeto, deverão ser realizadas com materiais leves e imputrecíveis.**

**Todas as aberturas temporárias nas formas, por motivos construtivos, estão sujeitas à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.**

**A qualidade de todas as formas será de responsabilidade do EMPRETEIRO e estará sujeita à aprovação da fiscalização.**

#### **15 1 2 Parafusos e Fixação**

Os parafusos maciços de fixação das formas permanecerão embutidos e deverão estender-se da face do concreto, pelo menos 2 diâmetros ou duas vezes a sua dimensão mínima

Os tirantes ocios empregados na fixação das formas deverão ser preenchidos com concreto, argamassa ou pasta de cimento

As aberturas localizadas nas superfícies permanentemente expostas ao ar deverão ser enchidas com argamassa seca. Nas paredes cujas faces vão ser cobertas de terra, as formas poderão ser fixadas empregando-se tirantes de arame, que deverão ser cortados rente à superfície do concreto, após a retirada das formas

#### **15 1 3 Limpeza e Untamento das Formas**

Por ocasião do lançamento do concreto, as formas estarão isentas de incrustações de argamassa ou outros materiais estranhos. Antes que o concreto seja lançado, as superfícies das formas serão untadas com um tipo de óleo que impeça efetivamente a aderência e não manche as superfícies do concreto. Todos os óleos para formas deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Após o untamento, o óleo em excesso nas superfícies das formas será removido

A armadura do aço ou outras superfícies que necessitem de aderência de concreto, serão mantidas isentas de Óleo

#### **15 1 4 Remoção das Formas**

A desforma da estrutura deverá ser realizada nos prazos estipulados pela NB-1, na sequência apresentada nos planos de desforma e descimbramento previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO

A aprovação do plano de desforma pela FISCALIZAÇÃO não eximirá o EMPREITEIRO de sua responsabilidade nesse serviço.

As formas serão cuidadosamente removidas tão logo o concreto tenha endurecido e adquirido suficiente resistência, para facilitar a cura e possibilitar o preparo, o mais breve possível das imperfeições do concreto, mas nunca serão removidas sem autorização da FISCALIZAÇÃO

As formas serão retiradas sem produzir movimentos nem choques no concreto, recomendando-se para peças estruturais de importância o emprego de cunhas. O EMPREITEIRO será responsável por avarias no concreto e/ou nas estruturas causadas pela remoção das formas.

## **15.2. Escoramentos**

### **15.2.1. Generalidades**

Os tipos de escoramentos a serem utilizados serão objeto de estudos por parte do EMPREITEIRO, que deverá apresentar, quando do início dos trabalhos, o projeto detalhado das várias soluções propostas, quer sejam em escoramento de madeira ou aço tubular.

O EMPREITEIRO deverá submeter o projeto de escoramento, com os respectivos cálculos justificativos, à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

O escoramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações maiores que 5mm ou à milésima parte do vão. Para isso, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos à flexão, bem como adotados contraventamentos para obtenção da rigidez necessária.

**16. ARMADURAS PARA CONCRETO ARMADO**

000110

## **16.1 Condições para Aceitação**

As barras e fios de aço deverão satisfazer as condições gerais impostas pela especificação EB-03 da ABNT

As barras que não satisfizerem essas condições gerais deverão ser rejeitadas. De cada lote aceito será recolhida uma amostra representativa, que será submetida aos ensaios de recebimento.

Caberá à EMPREITEIRA comprovar, através de certificado emitido por laboratório aceito pela FISCALIZAÇÃO, que o aço fornecido atende aos ensaios de tração e dobramento, obedecendo respectivamente aos métodos Brasileiros MB-4 e MB-5.

Caso a FISCALIZAÇÃO ou o próprio laboratório julguem necessário, serão realizados ensaios complementares destinados a verificar a composição química no projeto, tudo às expensas da EMPREITEIRA

Antes do envio de um carregamento de aço para a obra, a EMPREITEIRA deverá, às suas custas, fornecer à FISCALIZAÇÃO UM CERTIFICADO do fabricante garantindo a qualidade do aço, bem como o atestado de um laboratório aceito pela FISCALIZAÇÃO com os resultados dos ensaios em corpos de prova fornecidos pela EMPREITEIRA. Nenhuma partida poderá ser recebida na obra antes que a FISCALIZAÇÃO a aprove por escrito.

À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de exigir os ensaios que julgar convenientes para comprovar os resultados dos certificados que o EMPREITEIRO entregar

Quando a qualidade do aço for inaceitável, a juízo da FISCALIZAÇÃO, o mesmo deverá ser retirado da obra por conta do CONTRATADO e a responsabilidade de qualquer atraso, acarretado pela recusa do lote de aço, será de atribuição única e exclusiva da EMPREITEIRA.

## **16.2 Execução e Montagem da Armação**

### **16.2.1. Limpeza**

As barras de aço destinadas à confecção das armaduras, no momento de seu emprego, deverão estar perfeitamente limpas, retirando-se as crostas de barro, manchas de óleo, graxas e qualquer outro material nocivo

As barras que sobressaiam das juntas de construção deverão ser Limpas e libertas de concreto endurecido, antes de prosseguir com a concretagem.

No caso de, após a Limpeza das barras, verificar-se que ocorreu redução da seção transversal devido à corrosão deverá ser verificada se esta redução é compatível com os padrões e tolerâncias exigidas para aceitação, podendo a FISCALIZAÇÃO, caso julgue necessário, exigir novos ensaios ou substituição do material, sem ônus para a contratante.

#### 16 2.2. Corte e Dobramento

O corte e dobramento das barras deverão ser executados a frio, de acordo com os detalhes do projeto e as prescrições da ABNT. Para isso a EMPREITEIRA deverá utilizar a quantidade e tipo de equipamento necessário à execução dos serviços

#### 16.2 3. Emendas

As emendas das barras serão sempre por justaposição e deverão ser executadas de acordo com os detalhes do projeto

Não serão permitidas emendas por solda

#### 16 2 4 Montagem e Amarração

A armadura será montada no interior das formas na posição e espaçamento indicadas no projeto, de tal maneira que suporte, sem deslocamento, as operações de lançamento e vibração do concreto. Será permitido para esse fim o uso de arame e tarugos de aço. Nas lajes haverá amarração dos ferros em todos os cruzamentos.

As posições corretas das armaduras serão garantidas por espaçadores e suportes, juntamente com as ligações entre as armaduras.

Em geral, os espaçadores e suportes serão de concreto com resistência e durabilidade idênticas às do concreto da obra, podendo ser usados espaçadores e suportes metálicos, deste que não fiquem em contato com as formas e sejam aprovados pela FISCALIZAÇÃO

Não será permitido a colocação de armadura de aço em concreto fresco e não será permitido o reposicionamento das barra quando o concreto estiver em processo de endurecimento

O controle quando da execução e montagem da armação será exercido pela FISCALIZAÇÃO que fará a verificação da obediência ao projeto, devendo antes da concretagem de qualquer elemento da obra a armadura ser inspecionada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

#### 16.2.5 Proteção

Antes e durante o lançamento do concreto as plataformas de serviços deverão estar dispostas de modo a não acarretar deformações nas armaduras. A camada de concreto para cobertura da armadura não poderá ser inferior a 2,0 cm obtidos com o emprego de espaçadores de argamassa (biscoitos) ou outro dispositivos aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Os vergalhões que tenham ficado expostos ao tempo para posterior prosseguimento da obra, deverão ser protegidos com nata de cimento.

**17 ASSENTAMENTO E ANCORAGEM DA TUBULAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA**

000114

## **17.1. Generalidades**

A colocação, e a ancoragem, da tubulação da tomada d'água, obedecerá às especificações aqui apresentadas.

O material será recebido no Canteiro de obras em seções de seis metros, aproximadamente, e terá que ser colocado em um berço de concreto encravado na rocha.

Para determinação do local de assentamento da tubulação no maciço da barragem deverão ser observadas as indicações constantes da planta respectiva, apresentada no Volume 1, B - Desenhos

## **17.2. Material**

Serão utilizados seções de tubo, de forma a compor a extensão total da tubulação, deste a comporta até a válvula dispersora.

Nos dez metros finais da tubulação deverão ser soldadas com intervalo de 2 metros, pontas de vergalhões de 5/8" com 10 cm de extensão, colocadas perpendicularmente à parede externa do tubo e em toda sua volta. Servirão estas pontas para ancorar a tubulação no concreto e evitar que a mesma sofra qualquer empuxo pela ação da água sobre a válvula dispersora.

## **17.3 Execução**

Os tubos serão colocados por seção no berço previamente concretado, deixando-se espaço suficiente na sua ponta livre, para movimento da máquina de solda

A colocação se iniciará pela entrada após a comporta, onde será feito um bloco de ancoragem de acordo com as dimensões constantes do projeto.

A última seção ficará com aproximadamente um metro fora do maciço para engate da válvula dispersora

Sobre o trecho final de ancoragem da válvula cônica ficará o alojamento da chave de comando do motor destinado a acioná-la, cuja construção obedecerá às normas gerais estabelecidas nestas especificações

## **17.4. Controle**

O controle do assentamento da tubulação será feito no decorrer da construção, examinando-se o alinhamento e a perpendicularidade de cada seção, antes de se proceder ao lançamento do concreto para fixação definitiva da mesma, no corpo da barragem.



## **18 1. Generalidades**

Serão entregues ao EMPREITEIRO para execução do trabalho descrito, demarcação na área dos eixos das barragens e sangradouros, divididos em estações, marcos de referências e pontos principais de controle e apoio

Partindo de linhas e declives iniciais que lhe serão fornecidas, estabelecerá o EMPREITEIRO todos os marcos, estacas e controles adicionais, e cotas necessárias para execução de seu trabalho

O EMPREITEIRO estabelecerá todos os limites de direito de passagem, áreas de empréstimos e de bota-fora, estradas e estruturas, de acordo com informações que lhe serão fornecidas.

As formas para estruturas serão conferidas pelo EMPREITEIRO de acordo com os desenhos e assegurando as necessárias tolerâncias

A FISCALIZAÇÃO terá o direito de verificar as linhas, declives e medições do EMPREITEIRO e, se verificadas incorreções, exigirá a sua correção, sem direito a pagamento adicional.

Todas as estacas, marcos e controles dos levantamentos fornecidos ao EMPREITEIRO, ficarão sob sua guarda. No caso de sua destruição ou retirada por pessoal do EMPREITEIRO, serão por ele colocados às expensas próprias.

- a) **Locação das Obras Civas** - A locação das obras civis dos barramentos, realizar-se-á pelo sistema polar de coordenadas, partindo-se de dois pontos fixos pertencentes à rede de RN's. Estes pontos fixos serão implantados numa etapa anterior à locação das obras civis
- b) **Locação dos Pontos Fixos - Procedimento no Campo** - Tomando-se como ponto de partida e estudo executado pela AGUASOLOS, encontraremos implantados no campo uma linha de base e eixos principais do maciço e sangradouro, na qual estão inseridos os marcos (RN's) caracterizadores do estudo topográfico. Identificados dois destes marcos de amarração indicados pela FISCALIZAÇÃO do Projeto, inicia-se a locação de obra, tomando-se como zero horizontal, o marco à ré. Os marcos de amarração devem ter boa visibilidade, tanto à ré, como nas irradiações à obra. Os marcos de amarração deverão ser protegidos e se fincará um mourão à 50 cm

c) **Locação da Obra** - Após obedecidas as recomendações anteriores e as especificações utilizadas na locação de obras, explicitadas aqui, será executada a locação dos pontos definidores da obra, indicados nas plantas de locação ou outras apontadas pela FISCALIZAÇÃO.

As obras serão consideradas locadas topograficamente, após terem sido efetuadas, pelo menos, duas locações. Ficando entretanto a critério da FISCALIZAÇÃO, a adoção final do número de repetições de cada locação

**19. MANUTENÇÃO**

**000119**

As obras de barragem de terra são consideradas como de risco e assim sendo requerem inspeções periódicas no corpo barrante, ombreiras, saída do sistema de drenagem interna e no sítio a jusante do pé da barragem

Serão apresentados a seguir pontos de maior atenção quando das inspeções à barragem por engenheiro especializado, pertencente a Contratante ou por ela designado

#### **19.1. Talude de Jusante**

- a) *Leitura periódica dos marcos e piezômetros com uma análise criteriosa das observações efetuadas*
- b) *Inspeção a jusante da barragem no pé do talude, procurando observar com atenção a limpidez da água porventura efluente e a existência de algum ponto onde haja material argiloso sedimentado, evidenciando possível carreamento de material do corpo da barragem*

#### **19.2. Surgências Eventuais a Jusante**

Deverá ser inspecionado o sítio a jusante da barragem, em uma extensão de cerca de 100 m, procurando detectar alguma surgência com evidência de erosão interna. Caso ocorra, deve ser providenciada de imediato a escavação do local, em área de cerca de 1,50 x 1,50 m, ou maior, se necessário, com profundidade mínima de 50 cm, até ser bem definido o ponto de surgência de água. Preenche-se a cava em toda sua área com camadas de areia limpa (20 cm de espessura), brita (20 cm de espessura) e pedras de mão, atendendo ao critério de filtro

#### **19.3. Fissuramentos**

Deverá ser inspecionada toda a superfície externa do maciço, em particular, o coroamento com vistas a detectar a ocorrência de fissuramentos. Caso constatados os fissuramentos deverão ser aquilatados escavando-se poços e trincheiras.

Se for julgado necessário, serão tomadas providências para interceptar e/ou preencher as fissuras.

# A TÉCNICA QUE CONDUZ AO FUTURO



Projeto Curu - Parapaba



Praia de Itacema



Projeto Curu - Parapaba

Quando uma empresa acompanha a evolução de seu tempo utilizando inovadoras e avançadas técnicas para a execução de seus serviços com eficiência e responsabilidade, cumpre o seu papel perante o futuro, contribuindo, desta forma, para o progresso do homem.

QUO121



FAZ PARTE DA EVOLUÇÃO