



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**

*Secretaria dos Recursos Hídricos*

Frecheirinha



**Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará**

**ETAPAC1-PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**

**Tomo 4 – Especificações Técnicas**



**EPP**  
ENGENHARIA

Edição Final  
Novembro/2020



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA A ELABORAÇÃO  
DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE, ESTUDOS AMBIENTAIS  
(EIA-RIMA), LEVANTAMENTO CADASTRAL, PLANO DE  
REASSENTAMENTO E PROJETO EXECUTIVO DA  
BARRAGEM FRECHEIRINHA NO MUNICÍPIO DE  
FRECHEIRINHA, NO ESTADO DO CEARÁ.**

**ETAPA C1 - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**

**Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**

**TOMO 4 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

---



## APRESENTAÇÃO

---

[tpfe.com.br](http://tpfe.com.br)

Rua Irene Ramos de Matos, 176  
51011-530 - Recife  
Fone: +55 81 3316-0700  
CNPJ 12285.441/0001-66

## APRESENTAÇÃO

A empresa **TPF Engenharia Ltda** e a **Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE)** celebraram o contrato nº 03/SRH 2017, que tem como objetivo a “Contratação de Serviços de Consultoria para a Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará, cujo objetivo principal é a criação de um reservatório no riacho Caiçara com o intuito de promover o controle dos recursos hídricos da bacia do rio Coreau, atendendo as demandas de água da região, proporcionando um aproveitamento racional da água acumulada tendo como finalidade principal o abastecimento humano e o dessedentação animal.

As fases para o desenvolvimento do Projeto executivo da barragem Frecheirinha são as seguintes:

- **FASE A – ESTUDO DE VIABILIDADE**

- ETAPA A1 - Estudos de Alternativas de Localização da Barragem – Relatório de Identificação de Obra - RIO - e Viabilidade Ambiental (EVA)
  - ✓ Volume I - Relatório de Identificação de Obras - RIO e Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA
    - Tomo 1 - Estudo de Alternativas de Localização da Barragem
    - Tomo 2 - Desenhos
    - Tomo 1B - Anexos
    - Tomo 2 - Estudos de Viabilidade Ambiental
- ETAPA A2 - Estudos Básicos e Anteprojeto da Barragem
  - ✓ Volume I - Estudos Básicos
    - Tomo 1 - Relatório Geral
    - Tomo 2 - Cartografia (Textos)
    - Tomo 2A - Cartografia (Desenhos)

- Tomo 2B - Cartografia Memória de Cálculo - (Croquis e Fotos)
- Tomo 2C - Estudos Topográficos
- Tomo 3 - Hidrologia (Textos)
- Tomo 4 - Geologia e Geotecnia (Textos)
- Tomo 4 A - Geologia e Geotecnia (Anexos) – Partes I, II, III e IV
- ✓ Volume II - Anteprojeto da Barragem
  - Tomo 1 - Relatório de Concepção do Anteprojeto
  - Tomo 2 - Desenhos
  - Tomo 1B - Memória de Cálculo
- ETAPA A3 - Relatório Final de Viabilidade Técnico, Econômico e Financeiro - RFV
  - ✓ Volume I - Relatório Final de Viabilidade Técnico, Econômico e Financeiro da Barragem
- **FASE B - ESTUDOS AMBIENTAIS, LEVANTAMENTOS CADASTRAIS E PLANO DE REASSENTAMENTO**
  - ETAPA B1 - Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA-RIMA)
    - ✓ Volume I - Relatório EIA/RIMA
      - Tomo 1 - Estudos dos Impactos Ambientais (EIA)
      - Tomo 2 - Relatório dos Impactos no Meio Ambiente
      - Tomo 3 - Relatório de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica
  - ETAPA B2 - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento
    - ✓ Volume I - Levantamento Cadastral
      - Tomo 1 - Relatório Geral
      - Tomo 2- Laudos Individuais de Avaliação
      - Tomo 3 - Levantamento Topográfico

- ✓ Volume II - Relatório de Reassentamento
  - Tomo 1 - Diagnóstico
  - Tomo 2 - Detalhamento do Projeto de Reassentamento
  - Tomo 3 - Relatório Final de Reassentamento
- **FASE C - PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM**
  - **ETAPA C1 - Projeto Executivo da Barragem**
    - ✓ **Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**
      - Tomo 1 - Memorial Descritivo do Projeto
      - Tomo 2 - Desenhos
      - Tomo 3 - Memória de Cálculo
      - Tomo 4 - Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento**
      - Tomo 5 - Quantitativos e Orçamento
      - Tomo 6 - Relatório Síntese
    - ETAPA C2 - Instruir a elaboração do Certificado de Avaliação da sustentabilidade de Obra Hídrica – CERTOH
      - ✓ Volume I - Instruir a elaboração do Certificado de Avaliação da sustentabilidade de Obra Hídrica – CERTOH

O presente relatório, denominado **Tomo 4 Especificações Técnicas** é parte integrante da **Etapa C1 - Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha**, a qual tem por finalidade a criação de um reservatório no rio Caiçara, afluente do rio Coreau.



## ÍNDICE

APRESENTAÇÃO .....	2
ÍNDICE.....	6
LISTA DE QUADROS .....	19
1 - INTRODUÇÃO .....	22
1.1 - FICHA TÉCNICA.....	23
2 - INFORMAÇÕES GERAIS .....	29
2.1 - GENERALIDADES.....	29
2.2 - DEFINIÇÕES .....	30
2.3 - NORMAS GERAIS .....	32
2.4 - PROJETO E ESPECIFICAÇÕES .....	33
2.5 - SERVIÇOS NÃO ESPECIFICADOS.....	35
2.6 - OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA .....	35
2.7 - CONTROLE DE QUALIDADE .....	36
2.8 - RESPONSABILIDADES GERAIS.....	36
2.8.1 - RESPONSABILIDADES DA CONTRATANTE .....	36
2.8.2 - RESPONSABILIDADES DA FISCALIZAÇÃO .....	37
2.8.3 - RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA.....	38
2.9 - TERMOS GERAIS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....	39
2.10 - SERVIÇOS NÃO MEDIDOS .....	41
3 - INSTALAÇÃO DO CANTEIRO .....	43
3.1 - ADMINISTRAÇÃO LOCAL .....	43
3.1.1 - PESSOAL.....	43
3.1.1.1 - Equipe de Nível Superior .....	43
3.1.1.2 - Área Administrativa .....	44
3.1.1.3 - Área da Engenharia .....	44
3.1.1.4 - Área de Transporte .....	44
3.1.1.5 - Medição e Pagamento .....	44
3.1.2 - LABORATORISTAS DE SOLOS E CONCRETO.....	45
3.1.2.1 - Medição e Pagamento .....	45
3.1.3 - MEDICINA E SEGURANÇA DO TRABALHO.....	45
3.1.3.1 - Medição e Pagamento .....	45
3.1.4 - PESSOAL PARA VIGILÂNCIA E MÃO DE OBRA PARA MANUTENÇÃO DO CANTEIRO .....	46
3.1.4.1 - Medição e Pagamento .....	46
3.1.5 - PESSOAL PARA OFICINA E MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS.....	46
3.1.5.1 - Medição e Pagamento .....	47
3.1.6 - APOIO LOGÍSTICO À FISCALIZAÇÃO .....	47
3.1.6.1 - Medição e Pagamento .....	47
3.1.7 - APOIO AO PESSOAL DE CAMPO .....	48
3.1.7.1 - Medição e Pagamento .....	48
3.1.8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI.....	48
3.1.8.1 - Medição e Pagamento .....	49
3.1.9 - DESPESAS COM ALIMENTAÇÃO .....	50

3.1.9.1 - Medição e Pagamento .....	51
3.1.10 - DESPESAS COM A MANUTENÇÃO DO CANTEIRO .....	51
3.1.10.1 - Medição e Pagamento .....	51
3.2 - INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS .....	52
3.2.1 - SERVIÇOS .....	53
3.2.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	58
3.2.2.1 - Barracão de Obra com 400m <sup>2</sup> para Escritório .....	58
3.2.2.2 - Barracão de Obra com 200m <sup>2</sup> para Alojamento/Escritório .....	58
3.2.2.3 - Placa da Obra .....	59
3.2.2.4 - Banheiros com vaso sanitário e chuveiro .....	59
3.2.2.5 - Galpão aberto com 300m <sup>2</sup> para Oficina/Armazem .....	59
3.2.2.6 - Fossas Sépticas de 1.500 litros .....	60
3.2.2.7 - Sumidouros com tampa de concreto armado .....	60
3.2.2.8 - Entradas Provisórias de Energia Elétrica .....	60
3.2.2.9 - Ligação Provisória de Energia Elétrica .....	61
3.2.2.10 - Instalações Provisórias de Água Potável.....	61
3.3 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E PESSOAL.....	62
3.3.1 - SERVIÇOS .....	62
3.3.2 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	62
3.3.2.1 - Medição e Pagamento .....	63
3.3.3 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE PESSOAL.....	64
3.3.3.1 - Medição e Pagamento .....	65
3.4 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO .....	65
3.4.1 - SERVIÇOS .....	65
3.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	68
3.5 - PLACAS ALUSIVAS À OBRA.....	68
3.5.1 - SERVIÇOS .....	68
3.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	69
4 - SERVIÇOS PRELIMINARES.....	71
4.1 - LOCAÇÃO DAS OBRAS.....	71
4.1.1 - GENERALIDADES.....	71
4.1.2 - LOCAÇÃO DO EIXO .....	71
4.1.3 - NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO DO EIXO .....	72
4.1.4 - ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES .....	73
4.1.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	73
4.2 - CAMINHOS DE SERVIÇOS .....	74
4.2.1 - SERVIÇOS .....	74
4.2.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	75
4.3 - ESTRADAS DE ACESSO .....	76
4.3.1 - SERVIÇOS .....	76
4.3.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	77
4.4 - CERCAS .....	77
4.4.1 - SERVIÇOS .....	77
4.4.2 - SERVIÇOS .....	78
4.5 - SUPRESSÃO VEGETAL DOS LOCAIS DAS JAZIDAS E OBRAS.....	78

4.5.1 - SERVIÇOS .....	78
4.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	79
4.6 - SUPRESSÃO VEGETAL RACIONAL DA BACIA HIDRÁULICA .....	80
4.6.1 - SERVIÇOS .....	80
4.6.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	82
4.7 - EXPURGO DE MATERIAL VEGETAL DAS JAZIDAS .....	83
4.7.1 - SERVIÇOS .....	83
4.7.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	83
4.8 - REGULARIZAÇÃO DE TALUDES DE JAZIDAS COM RETALUDAMENTO .....	84
4.8.1 - SERVIÇOS .....	84
4.8.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	84
4.9 - DEMOLIÇÃO DE ESTRUTURAS .....	84
4.9.1 - SERVIÇOS .....	84
4.9.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	85
5 - OBRAS DE TERRA E ROCHA .....	87
5.1 - ESCAVAÇÕES.....	87
5.1.1 - OBJETIVO.....	87
5.1.2 - GENERALIDADES.....	88
5.1.3 - CLASSIFICAÇÃO DAS ESCAVAÇÕES .....	90
5.1.3.1 - Escavação em Materiais de 1ª (primeira) Categoria .....	90
5.1.3.2 - Escavação em Materiais de 2ª (segunda) Categoria.....	90
5.1.3.3 - Escavação em Rocha - 3ª (terceira) Categoria – com Fogo de Avanço .....	90
5.1.3.4 - Escavação em Rocha - 3ª (terceira) Categoria – com Fogo Controlado.....	91
5.1.3.5 - Utilização de Explosivos .....	91
5.1.3.6 - ESCAVAÇÃO EM EMPRÉSTIMOS.....	92
5.1.3.7 - Escavação de Vala.....	94
5.1.3.8 - Escavações para Estruturas .....	96
5.1.3.9 - Escavações Especiais .....	98
5.1.4 - METODOLOGIAS DAS ESCAVAÇÕES.....	98
5.1.4.1 - Escavação da Fundação do Maciço .....	98
5.1.4.2 - Escavação do Sangradouro.....	100
5.1.4.3 - Escavação da Tomada D'água .....	104
5.1.4.4 - Escavação nas Jazidas.....	105
5.1.4.5 - Outras Escavações .....	107
5.1.4.6 - Esgotamento de Águas.....	107
5.1.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	108
5.2 - PREPARO E TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES .....	109
5.2.1 - OBJETIVO.....	109
5.2.2 - GENERALIDADES.....	110
5.2.3 - FUNDAÇÕES DE OBRAS DE TERRA OU ROCHA .....	110
5.2.4 - FUNDAÇÕES DE OBRAS DE CONCRETO .....	113
5.2.5 - TRATAMENTO DOS MACIÇOS ROCHOSOS .....	114
5.2.5.1 - Generalidades.....	114
5.2.5.2 - Cortina de Impermeabilização .....	116
5.2.5.3 - Equipamentos para a Furação, para Ensaios e para Injeções.....	118

5.2.5.4 - Materiais de Injeção.....	119
5.2.5.5 - Caldas de Injeção.....	121
5.2.5.6 - Execução dos Trabalhos de Injeção.....	124
5.2.5.7 - Controle das injeções.....	129
5.2.5.8 - Medição e Pagamento .....	130
5.3 - REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO.....	131
5.3.1 - SISTEMAS A UTILIZAR.....	131
5.3.2 - PONTEIRAS DRENANTES.....	131
5.3.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	132
5.4 - ESGOTAMENTO COM MOTO-BOMBA.....	132
5.4.1 - SERVIÇOS .....	132
5.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	133
5.5 - TRANSPORTES DIVERSOS – MOMENTOS .....	133
5.5.1 - TRANSPORTE DE MATERIAIS.....	133
5.5.2 - TRANSPORTE DE ÁGUA .....	133
5.5.3 - TRANSPORTE DE AREIA PARA CONCRETO .....	134
5.5.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	134
5.6 - ATERROS.....	135
5.6.1 - GENERALIDADES.....	135
5.6.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS.....	136
5.6.3 - EQUIPAMENTOS .....	137
5.6.4 - SOLO ARGILOSO .....	139
5.6.5 - MATERIAL DO MACIÇO DE JUSANTE .....	140
5.6.6 - TRANSIÇÃO FINA – AREIA DO RIO CAIÇARA .....	141
5.6.6.1 - Serviços.....	141
5.6.6.2 - Medição e Pagamento .....	142
5.6.7 - TRANSIÇÃO GROSSA – BRITA PARA AS TRANSIÇÕES.....	142
5.6.8 - PEDRA PARA ENROCAMENTO.....	143
5.6.9 - FILTRO VERTICAL.....	144
5.6.10 - TAPETE FILTRANTE .....	145
5.6.11 - NORMAS CONSTRUTIVAS.....	145
5.6.11.1 - Solo Argiloso .....	145
5.6.11.2 - Enrocamento .....	151
5.6.11.3 - Transição Fina – Areia .....	152
5.6.11.4 - Transição Grossa – Brita .....	154
5.6.11.5 - Filtro Vertical de Areia.....	155
5.6.11.6 - Tapete Drenante/Filtrante .....	156
5.6.11.7 - Rip-Rap .....	157
5.6.12 - ATERROS EXPERIMENTAIS.....	160
5.6.12.1 - Aterro Experimental com Solo Argiloso .....	161
5.6.12.2 - Aterro Experimental com Enrocamento .....	163
5.6.12.3 - Relatórios Sobre Aterros Experimentais.....	164
5.6.13 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	165
5.7 - REGULARIZAÇÃO MECÂNICA DOS TALUDES DA BARRAGEM.....	165
5.7.1 - SERVIÇOS .....	165

5.7.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	166
5.8 - PROTEÇÃO DOS TALUDES DA BARRAGEM .....	166
5.8.1 - SERVIÇOS .....	166
5.8.1.1 - Proteção do Talude de Montante – Rip-Rap .....	166
5.8.1.2 - Proteção do Talude de Jusante .....	168
5.8.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	168
5.9 - EXECUÇÃO DO ROCK-FILL .....	168
5.9.1 - SERVIÇOS .....	168
5.9.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	171
6 - ESTRUTURAS DE CONCRETO .....	173
6.1 - INTRODUÇÃO .....	173
6.2 - MATERIAIS PARA CONCRETOS ESTRUTURAIS .....	174
6.2.1 - CIMENTO .....	174
6.2.1.1 - Generalidades .....	174
6.2.1.2 - Inspeção Preliminar .....	174
6.2.1.3 - Armazenamento .....	175
6.2.1.4 - Amostragem e Ensaios .....	175
6.2.1.5 - Critérios de Aceitação ou Rejeição do Lote .....	176
6.2.2 - AGREGADOS .....	176
6.2.2.1 - Generalidades .....	176
6.2.2.2 - Inspeção Preliminar .....	177
6.2.2.3 - Estocagem .....	178
6.2.2.4 - Amostragem e Ensaios .....	178
6.2.2.5 - Critérios de Aceitação ou Rejeição do Lote .....	178
6.2.2.6 - Agregado Miúdo - Areias .....	179
6.2.2.7 - Agregado Graúdo - Britas .....	180
6.2.3 - ÁGUA .....	181
6.2.4 - ADITIVOS .....	183
6.2.4.1 - Generalidades .....	183
6.2.4.2 - Armazenamento .....	183
6.2.4.3 - Amostragem e Ensaios .....	184
6.2.4.4 - Medição e Pagamento .....	184
6.2.5 - AÇOS PARA ARMADURAS .....	184
6.2.5.1 - Generalidades .....	184
6.2.5.2 - Inspeção Preliminar .....	185
6.2.5.3 - Estocagem .....	185
6.2.5.4 - Amostragem e Ensaios .....	186
6.2.5.5 - Colocação das Armaduras .....	186
6.2.5.6 - Emendas .....	187
6.2.5.7 - Tolerâncias na Colocação das Armaduras .....	188
6.2.5.8 - Medição e Pagamento .....	188
6.2.6 - CHUMBADORES .....	189
6.2.6.1 - Generalidades .....	189
6.2.6.2 - Equipamentos para a Furação e para Injeções .....	189
6.2.6.3 - Caldas de Injeção .....	190

6.2.6.4 - Materiais de Injeção.....	191
6.2.6.5 - Registos de Injeção.....	192
6.2.6.6 - Medição e Pagamento.....	192
6.3 - CLASSIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS CONCRETOS.....	192
6.4 - PRODUÇÃO DO CONCRETO.....	195
6.4.1 - DOSAGEM E PREPARO.....	195
6.4.1.1 - Dosagem Experimental.....	198
6.4.1.2 - Preparo do Concreto.....	199
6.4.1.3 - Central de Concreto - Usina.....	200
6.4.2 - TRANSPORTE.....	202
6.4.2.1 - Generalidades.....	202
6.4.2.2 - Tipos de Caminhões para Transporte.....	202
6.4.2.3 - Outras Formas de Transporte.....	203
6.4.3 - PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO.....	203
6.4.3.1 - Generalidades.....	203
6.4.3.2 - Superfícies de Fundação em Rocha.....	203
6.4.3.3 - Superfícies das Juntas de Construção.....	204
6.4.3.4 - Superfícies das Juntas de Dilatação.....	205
6.4.4 - LANÇAMENTO DO CONCRETO.....	205
6.4.4.1 - Generalidades.....	205
6.4.4.2 - Planos de Concretagem.....	207
6.4.4.3 - Espaçamento das Juntas Verticais.....	208
6.4.5 - PROTEÇÃO E CURA DO CONCRETO.....	208
6.4.5.1 - Generalidades.....	208
6.4.5.2 - Cura com Água.....	208
6.4.5.3 - Cura com Areia Saturada.....	209
6.4.5.4 - Cura com Composto de Cura.....	209
6.4.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....	210
6.5 - FORMAS.....	210
6.5.1 - GENERALIDADES.....	210
6.5.2 - FORMAS PARA SUPERFÍCIES CURVAS.....	212
6.5.3 - IRREGULARIDADES DAS FORMAS.....	212
6.5.3.1 - Classificação das Irregularidades.....	212
6.5.3.2 - Requisitos para as Formas.....	213
6.5.4 - LIMPEZA E PREPARO DAS FORMAS.....	214
6.5.5 - APROVAÇÃO.....	214
6.5.6 - ESCORAMENTOS.....	214
6.5.6.1 - Medição e Pagamento.....	215
6.5.7 - DESFORMA E RETIRADA DOS ESCORAMENTOS.....	215
6.5.8 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....	216
6.6 - ACABAMENTOS E TOLERÂNCIAS.....	217
6.6.1 - SUPERFÍCIES COM FORMAS.....	217
6.6.2 - SUPERFÍCIES SEM FORMAS.....	217
6.6.3 - TOLERÂNCIAS NAS CONSTRUÇÕES DE CONCRETO.....	218
6.6.3.1 - Estruturas em Concreto Armado.....	219

6.7 - REPAROS.....	220
6.8 - MATERIAIS PARA JUNTAS E IMPERMEABILIZAÇÕES.....	222
6.8.1 - GENERALIDADES.....	222
6.8.2 - JUNTAS FUGENBAND.....	222
6.8.2.1 - Serviços.....	222
6.8.2.2 - Medição e Pagamento.....	223
6.8.3 - MATERIAIS DE ENCHIMENTO DAS JUNTAS.....	224
6.9 - CONTROLE DE QUALIDADE.....	224
6.10 - ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA.....	225
7 - EQUIPAMENTOS HIDROMECAˆNICOS.....	227
7.1 - REQUISITOS GERAIS.....	227
7.1.1 - EXECUˆCˆOˆ DOS SERVIˆÇOS.....	227
7.1.2 - REPAROS DE MATERIAL DANIFICADO.....	230
7.1.3 - SOLDAS.....	231
7.1.3.1 - Terminologia.....	231
7.1.3.2 - Qualificaˆoˆ dos Soldadores.....	231
7.1.3.3 - Processos de Soldagem.....	231
7.1.4 - ASSISTˆNCIA TˆCNICA E TESTES.....	232
7.1.5 - MEDIˆCˆOˆ E PAGAMENTO.....	234
7.2 - FORNECIMENTO E INSTALAˆOˆ DE EQUIPAMENTOS.....	235
7.3 - TUBOS E CONEXˆOˆES EM AˆO CARBONO.....	235
7.3.1 - NORMAS E ESPECIFICAˆOˆES.....	236
7.3.2 - CONDIˆOˆES DE SERVIˆO.....	236
7.3.3 - CARACTERˆSTICAS DOS TUBOS.....	237
7.3.4 - VERIFICAˆOˆ DE DIMENSˆOˆES E SOLDADURAS.....	237
7.3.5 - EQUIPAMENTOS.....	238
7.3.6 - MEDIˆCˆOˆ E PAGAMENTO.....	238
7.4 - MATERIAIS.....	239
7.5 - SOLDAGEM.....	239
7.5.1 - ELETRODOS E EQUIPAMENTOS PARA SOLDAGEM.....	240
7.5.2 - QUALIFICAˆOˆ DO PROCESSO DE SOLDAGEM E SOLDADORES.....	240
7.5.3 - CONDIˆOˆES PARA SOLDAGEM.....	240
7.5.4 - PREPARAˆOˆ DAS PEˆÇAS.....	240
7.5.5 - ALINHAMENTO E ESPAˆAMENTO.....	242
7.5.6 - PROCEDIMENTOS DE INSPEˆCˆOˆ – REVESTIMENTO DE JUNTA.....	242
7.5.6.1 - Objeto.....	242
7.5.6.2 - Normas e Documentos.....	243
7.5.6.3 - Equipamentos e Instrumentos.....	243
7.5.6.4 - Materiais.....	243
7.5.6.5 - Estocagem e manuseio.....	243
7.5.6.6 - Limpeza com ferramentas manuais e/ou mecˆnicas.....	243
7.5.6.7 - Aplicaˆoˆ de Epoxy Alcatrˆo de Hulha.....	244
7.5.6.8 - Aplicaˆoˆ de Primer Epoxy.....	244
7.5.6.9 - Aplicaˆoˆ de Alumˆnio Fenˆlico.....	245
7.5.6.10 - Inspeˆcˆoˆ / Teste.....	246

7.6 - TOLERÂNCIA .....	247
7.7 - PEÇAS ESPECIAIS .....	247
7.7.1 - DILIGENCIAMENTO .....	247
7.7.2 - PREPARO DE SUPERFÍCIES E REVESTIMENTOS .....	248
7.7.3 - EXTENSÃO DOS SERVIÇOS .....	249
7.7.4 - TRANSPORTE E MANUSEIO .....	250
7.7.5 - RESPONSABILIDADE .....	250
7.7.6 - REVESTIMENTOS DE TUBOS E PEÇAS ENVELOPADAS .....	250
7.7.6.1 - Revestimentos de Tubos e Peças Aéreas .....	250
7.7.6.2 - Especificações dos Revestimentos .....	251
7.7.6.3 - Testes .....	251
7.8 - VÁLVULAS DE BLOQUEIO .....	253
7.8.1 - VÁLVULAS DE GAVETA .....	254
7.8.1.1 - Materiais .....	255
7.8.1.2 - Inspeção e Testes .....	256
7.8.2 - VÁLVULAS TIPO BORBOLETA .....	256
7.8.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	257
7.9 - JUNTA DRESSER .....	258
7.9.1 - ESTRUTURA .....	258
7.9.2 - DIÂMETROS .....	258
7.9.3 - PADRÃO CONSTRUTIVO .....	258
7.9.4 - TIPO DE VEDAÇÃO .....	258
7.9.5 - TIRANTES E PORCAS DE FIXAÇÃO .....	258
7.9.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	258
7.10 - VÁLVULA DISPERSORA .....	258
7.10.1 - PREPARO DE SUPERFÍCIE .....	259
7.10.2 - REVESTIMENTO .....	259
7.10.3 - FLANGE DE ACOPLAMENTO À TUBULAÇÃO .....	259
7.10.4 - VEDAÇÃO .....	260
7.10.5 - PARAFUSOS E PORCAS .....	260
7.10.6 - SISTEMA ELETRO-HIDRÁULICO .....	260
7.10.7 - INDICADOR DE ABERTURA .....	261
7.10.8 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	261
7.11 - TALHA OU MONOVIA .....	261
7.11.1 - ESTRUTURA .....	261
7.11.2 - PREPARO DE SUPERFÍCIE .....	261
7.11.3 - SOLDAGEM DOS COMPONENTES .....	261
7.11.4 - REVESTIMENTO: .....	261
7.11.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	262
7.12 - GRADE DE PROTEÇÃO DE MONTANTE .....	262
7.12.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	262
8 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS .....	264
8.1 - GENERALIDADES .....	264
8.2 - TRANSFORMADOR DE FORÇA .....	264
8.2.1 - LEGISLAÇÃO E NORMAS .....	264

8.2.1.1 - Legislação .....	264
8.2.1.2 - Normas .....	265
8.2.2 - CONDIÇÕES DE SERVIÇOS .....	268
8.2.3 - CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA .....	268
8.2.4 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRANSFORMADOR .....	268
8.2.4.1 - Valores Nominais .....	269
8.2.4.2 - Perdas, Corrente de Excitação e Impedância .....	269
8.2.5 - TANQUE DE ÓLEO .....	269
8.2.6 - ABERTURA PARA INSPEÇÃO .....	270
8.2.7 - RADIADORES .....	270
8.2.8 - BUCHAS .....	270
8.2.9 - CONECTORES TERMINAIS .....	270
8.2.10 - LIGAÇÕES .....	270
8.2.11 - NÚCLEO .....	271
8.2.12 - ENROLAMENTOS .....	271
8.2.13 - SISTEMA DE COMUTAÇÃO DE TENSÃO SEM CARGA .....	271
8.2.14 - INDICADOR DE NÍVEL DE ÓLEO .....	271
8.2.15 - DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO .....	272
8.2.16 - ORELHAS DE SUSPENSÃO .....	272
8.2.17 - JUNTAS DE VEDAÇÃO .....	272
8.2.18 - FERRAGENS .....	272
8.2.19 - PINTURA .....	272
8.2.20 - PINTURA EXTERNA .....	273
8.2.21 - PLACA DE IDENTIFICAÇÃO .....	273
8.2.22 - DIAGRAMA FASORIAL E DESLOCAMENTO ANGULAR DO TRANSFORMADOR .....	273
8.2.23 - DERIVAÇÕES .....	273
8.2.24 - MATERIAIS ISOLANTES .....	273
8.2.25 - ÓLEO .....	274
8.2.26 - ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA .....	274
8.2.27 - ESTANQUEIDADE E RESISTÊNCIA À PRESSÃO .....	274
8.2.28 - GARANTIA .....	274
8.2.29 - ACONDICIONAMENTO .....	275
8.2.30 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	275
8.3 - PARA-RAIOS .....	276
8.3.1 - NORMAS .....	276
8.3.2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	277
8.3.3 - CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS .....	277
8.3.4 - INVÓLUCRO .....	278
8.3.5 - VEDAÇÃO .....	279
8.3.6 - ACESSÓRIOS .....	279
8.3.7 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	280
8.4 - CABOS DE COBRE ISOLADOS .....	280
8.4.1 - NORMAS .....	280
8.4.2 - CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA .....	282
8.4.3 - CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS .....	282

8.4.3.1 - Condições Básicas de Fornecimento.....	282
8.4.3.2 - Especificações Básicas.....	282
8.4.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	282
8.5 - QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO - QGBT .....	283
8.5.1 - NORMAS.....	283
8.5.2 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....	285
8.5.2.1 - Projeto.....	285
8.5.2.2 - Grau de Proteção .....	285
8.5.2.3 - Elevação de Temperatura.....	286
8.5.2.4 - Quadro de Comando e seus Compartimentos .....	286
8.5.2.5 - Aterramento.....	287
8.5.2.6 - FIAÇÃO E BORNES TERMINAIS.....	287
8.5.2.7 - BARRAMENTO .....	289
8.5.2.8 - Pintura .....	290
8.5.2.9 - Elementos Metálicos .....	290
8.5.3 - ENSAIOS.....	291
8.5.4 - EMBALAGENS E TRANSPORTE.....	292
8.5.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	292
8.6 - MALHA DE ATERRAMENTO .....	292
8.6.1 - NORMAS.....	293
8.6.2 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....	293
8.6.3 - CABOS DE COBRE NÚ .....	294
8.6.3.1 - Normas.....	294
8.6.3.2 - Acondicionamento.....	294
8.6.4 - HASTE DE ATERRAMENTO TIPO COPPERWELD .....	294
8.6.4.1 - Normas.....	294
8.6.4.2 - Características Técnicas.....	295
8.6.5 - CONEXÕES EXOTÉRMICAS.....	295
8.6.5.1 - Norma.....	295
8.6.5.2 - Soldas Exotérmicas.....	295
8.6.5.3 - Materiais a serem utilizados nas Soldas Exotérmicas.....	297
8.6.5.4 - EPI para Execução de Soldas Exotérmicas .....	297
8.6.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	298
8.7 - ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS .....	298
8.7.1 - NORMAS.....	298
8.7.2 - DURABILIDADE E RESISTÊNCIA.....	299
8.7.3 - SEGURANÇA .....	299
8.7.4 - DIMENSÕES .....	299
8.7.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	300
8.8 - CABOS CONDUTORES ISOLADOS.....	300
8.8.1 - NORMAS.....	300
8.8.2 - REQUESITOS GERAIS .....	301
8.8.2.1 - Tensões de Isolamento.....	301
8.8.2.2 - Condições de Regime Permanente .....	301
8.8.2.3 - Condições de Regime de Sobrecarga .....	301

8.8.2.4 - Condições de Regime de Curto Circuito.....	301
8.8.2.5 - Condutor.....	301
8.8.2.6 - Isolação.....	302
8.8.2.7 - Marcação.....	304
8.8.2.8 - Acondicionamento e Fornecimento.....	305
8.8.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	306
9 - INSTRUMENTAÇÃO.....	308
9.1 - GENERALIDADES.....	308
9.2 - PIEZÔMETROS HIDRÁULICOS TIPO CASAGRANDE.....	309
9.2.1 - SEÇÕES INSTRUMENTADAS .....	309
9.2.2 - DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO.....	309
9.2.3 - ASPECTOS CONSTRUTIVOS .....	310
9.2.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	313
9.2.4.1 - Fornecimento .....	313
9.2.4.2 - Perfuração, Instalação, Sonda Medidora e Testes de Piezômetros.....	313
9.3 - MARCOS TOPOGRÁFICOS SUPERFICIAIS .....	313
9.3.1 - CONSTRUÇÃO DO MARCO .....	314
9.3.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	314
9.4 - INCLINÔMETROS .....	315
9.4.1 - CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES .....	315
9.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	317
9.5 - MEDIDORES DE NÍVEL D'ÁGUA .....	317
9.5.1 - CONSTRUÇÃO DO MEDIDOR.....	318
9.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	319
10 - OBRAS DE DRENAGEM .....	321
10.1 - DRENAGEM SUPERFICIAL NO MACIÇO .....	321
10.1.1 - OBJETO.....	321
10.1.2 - BUEIROS .....	321
10.1.2.1 - Condições Gerais.....	322
10.1.2.2 - Tubos de Concreto.....	322
10.1.2.3 - Material de Rejuntamento .....	323
10.1.2.4 - Material para Construção de Bocas e Alas.....	323
10.1.2.5 - Equipamentos .....	323
10.1.2.6 - Execução do Bueiro .....	324
10.1.2.7 - Medição e Pagamento .....	325
10.1.3 - CALHAS, MEIOS-FIOS E SAÍDAS DE ÁGUA .....	325
10.1.3.1 - Generalidades .....	325
10.1.3.2 - Materiais.....	326
10.1.3.3 - Execução.....	326
10.1.3.4 - Medição e Pagamento .....	327
10.2 - DRENAGEM SUBTERRÂNEA NO SANGRADOURO .....	328
10.2.1 - INTRODUÇÃO .....	328
10.2.2 - FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MANTA GEOTEXTIL .....	329
10.2.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	331

10.3 - TUBOS PERFURADOS DE DRENAGEM .....	332
10.3.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	333
10.4 - EXECUÇÃO DE DRENOS DE BRITA COM GEOTÊXTIL .....	333
10.4.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	334
10.5 - CAIXAS DE INSPEÇÃO E JUNÇÃO DOS TUBOS .....	335
10.5.1 - GENERALIDADES.....	335
10.5.2 - MATERIAIS.....	335
10.5.3 - EXECUÇÃO .....	335
10.5.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO .....	336
11 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS .....	339
11.1 - EXECUÇÃO .....	339
11.2 - PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS.....	340
11.2.1 - AÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS DE SOLOS.....	340
11.2.1.1 - Desmatamento das Áreas das Jazidas .....	340
11.2.1.2 - Decapeamento das Áreas das Jazidas .....	340
11.2.1.3 - Estocagem do Solo Fértil .....	341
11.2.1.4 - Recuperação das Áreas Degradadas .....	341
11.2.1.5 - Produção de Serapilheira e Chuva de Sementes.....	341
11.2.2 - VIVEIRO PARA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DE MUDAS .....	342
11.2.3 - JAZIDAS DE AREIA.....	342
11.2.4 - JAZIDAS DE PEDRAS.....	342
11.2.5 - ÁREAS DE BOTA-FORA DE SOLOS.....	342
11.2.6 - ÁREAS DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS .....	343
11.3 - CONTROLE .....	343

## LISTA DE QUADROS

---

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 3.1 - RELAÇÃO MÍNIMA DOS EQUIPAMENTOS DO LABORATÓRIO.....	67
QUADRO 4.1 - DEFINIÇÃO DOS ESTÁGIOS DE PRESSÃO .....	117
QUADRO 4.2 - PRESSÕES DE INJEÇÃO POR TRECHOS .....	125
QUADRO 4.3 – LIMITES ADMISSÍVEIS DAS CALDAS.....	130
QUADRO 4.4 – JAZIDAS HIERARQUIZADAS POR ORDEM DE MENOR DISTÂNCIA PARA BARRAGEM.....	139
QUADRO 4.5 – FAIXA GRANULOMÉTRICA DO SOLO ARGILOSO.....	140
QUADRO 4.6 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – AREIA GROSSA.....	141
QUADRO 4.7– LOCALIZAÇÃO, VOLUMES E DISTÂNCIAS DOS AREAIS .....	141
QUADRO 4.8 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – BRITAS PARA TRANSIÇÕES.....	143
QUADRO 4.9 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – ENROCAMENTO DO RIP-RAP.....	144
QUADRO 4.10 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – ENROCAMENTO DO ROCK-FILL .....	144
QUADRO 4.11 – FAIXAS GRANULOMÉTRICAS – FILTRO VERTICAL.....	145
QUADRO 5.1 – REQUISITOS PARA OS AGREGADOS MIÚDOS - AREIAS .....	179
QUADRO 5.2 - REQUISITOS PARA OS AGREGADOS GRAÚDOS – BRITAS .....	180
QUADRO 5.3 – DISTÂNCIAS MÍNIMAS ENTRE EMENDAS DAS BARRAS DE FERRO .....	188
QUADRO 5.4 – DESVIOS MÁXIMOS EM RELAÇÃO AOS RECOBRIMENTOS DAS ARMADURAS.....	188
QUADRO 5.5 – VALORES P E Q A SEREM ADOTADOS .....	194
QUADRO 5.6 – LIMITES PARA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO EM PESO .....	194
QUADRO 5.7 - TRAÇOS MAIS USUAIS DOS CONCRETOS .....	197
QUADRO 5.8 – CLASSIFICAÇÃO DOS CONCRETOS QUANTO A EXPOSIÇÃO.....	198
QUADRO 5.9 – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS JUNTAS FUGENBAND .....	223
QUADRO 8.1 — DIÂMETROS EXTERNOS MÉDIOS DOS ELETRODUTOS RÍGIDOS (MM).....	299
QUADRO 8.2 — REQUISITOS DOS COMPOSTOS DE ISOLAÇÃO (PVC/A) E COBERTURA (ST 1) .....	302
QUADRO 8.3 — ESPESSURA NOMINAL DA ISOLAÇÃO E TENSÃO DE ENSAIO DE CENTELHAMENTO .....	303
QUADRO 9.1 – CARACTERÍSTICAS DA MANTA GEOTÉXTIL PARA DRENAGEM DO RÁPIDO.....	330

## 1 - INTRODUÇÃO

---

## 1 - INTRODUÇÃO

Este Relatório é o **Tomo 4 - Especificações Técnicas da Barragem Frecheirinha**, que compõe um dos produtos da **Etapa C1 - Volume I - Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem** inserido na **Fase C - Projeto Executivo da Barragem**, objeto do **Contrato nº 03/SRH 2017** - Serviços de Consultoria para a Elaboração dos Estudos de Viabilidade, Estudos Ambientais (EIA-RIMA), Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento e Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha, no Município de Frecheirinha, no Estado do Ceará, firmado entre a SRH- Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e a Empresa TPF Engenharia Ltda, vencedora do processo licitatório previsto no Edital de Concorrência Pública Nº 20160001/SRH/CCC.

A finalidade deste relatório é apresentação à SRH das Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha.

## 1.1 - FICHA TÉCNICA

A seguir é mostrado a Ficha Técnica do Projeto Executivo da Barragem Frecheirinha onde se discrimina os principais elementos técnicos.

### FICHA TÉCNICA

#### Identificação

Denominação: ..... Barragem Frecheirinha

Estado: ..... Ceará

Município: ..... Frecheirinha

Localidade: ..... Caiçara de Cima

Coordenadas UTM: ..... Leste 302056E / Norte 9582167N

Bacia: ..... Coreaú

Rio barrado: ..... Rio Caiçara

Proprietário: ..... Governo do Estado de Ceará/SRH

Autor do projeto: ..... TPF Engenharia

Data do projeto: ..... Agosto/2020

#### Bacia Hidrográfica

Área: ..... 198,5 km<sup>2</sup>

Perímetro da bacia hidrográfica: ..... 82,1 km

Comprimento do rio: ..... 28,9 km

Cota do talvegue a montante: ..... 900 m

Cota do talvegue a jusante: ..... 120 m

Declividade média do rio: ..... 26,99 m/km

#### Características do Reservatório

Área da bacia hidráulica (cota 131,00m): ..... 1101,546 ha

Volume hidráulico armazenável (cota 131,00 m): ..... 82,177 hm<sup>3</sup>

Volume morto do reservatório / mínimo operacional (cota 116,00m): .2,849 hm<sup>3</sup>  
Volume útil p/ vazão sanitária (cota 114,36 a 116,00): .....1,538 hm<sup>3</sup>  
Volume médio afluyente anual:.....42,2 hm<sup>3</sup>/ano  
Vazão Regularizada com 90% de Garantia: .....20,67 hm<sup>3</sup>/ano  
Vazão Regularizada com 90% de Garantia: .....0,655 m<sup>3</sup>/s  
Vazão afluyente max. de projeto/vazão pico (TR=1.000anos): .....912,21 m<sup>3</sup>/s  
Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000anos).....111,96 m<sup>3</sup>/s  
Vazão afluyente max maximorum/vazão pico (TR=10.000anos)....1.118,10 m<sup>3</sup>/s  
Vazão max. maximorum amortecida (TR=10.000anos).....147,42 m<sup>3</sup>/s  
Nível d'água max. (TR=1.000anos): .....131,92 m  
Nível d'água max. maximorum (TR=10.000anos):.....132,11 m

### **Barragem de Terra**

Tipo: ..... Seção Mista (Terra/Enrocamento)  
Localização: ..... estaca 1+7,50 a 31+0,50 m  
Altura máxima do maciço:.....27,00 m  
Largura do coroamento:.....7,00 m  
Extensão pelo coroamento: .....593,00 m  
Cota do coroamento: .....134,00 m  
Revanche: .....3,00 m  
Talude de Montante: ..... 1,0(V):2,5(H)  
Talude de Jusante: ..... 1,0(V):2,0(H)

### **Diques**

Tipo: ..... Seção Homogênea de Terra  
Quantidade: ..... 03 unidades  
Altura máxima (dique 01):.....4,00 m

Extensão pelo coroamento (dique 01): ..... 192,10 m  
 Altura máxima (dique 02): ..... 3,30 m  
 Extensão pelo coroamento (dique 02): ..... 50,38 m  
 Altura máxima (dique 03): ..... 3,10 m  
 Extensão pelo coroamento (dique 03): ..... 54,80 m  
 Largura do coroamento: ..... 4,00 m  
 Cota do coroamento: ..... 134,00 m  
 Talude de Montante (diques): ..... 1,0(V):2,0(H)  
 Talude de Jusante (diques): ..... 1,0(V):2,0(H)

### **Vertedouro**

Tipo: creager, com canal de restituição revestido, muros e bacia de dissipação  
 Localização (eixo da barragem): ..... Estaca 54+7,28 m  
 Comprimento total: ..... 489,50 m  
 Cota do canal de aproximação (escavado em rocha): ..... 129,00 m  
 Cota da soleira: ..... 131,00 m  
 Lâmina máxima (TR=10.000anos): ..... 1,11 m  
 Cota do canal de restituição (muros laterais e fundo revestido): ..... variável  
 Material creager: concreto massa / canal de restituição e muros: concreto armado  
 Largura do creager: ..... 60,00 m  
 Altura do total do creager: ..... 6,00 m  
 Altura do paramento de montante (útil): ..... 2,00 m

### **Tomada de água**

Tipo: ..... tubo de aço carbono ASTM A-36  
 Localização (eixo da barragem): ..... Estaca 29+10,00 m (ombreira direita)

Revestimento: ..... envelopado em concreto e junta fungebond

Diâmetro: ..... 1200 mm

Comprimento da galeria: ..... 115,00 m

Cota do eixo da tubulação: ..... 114,36 m

Controle de montante:

Registro de gaveta flageado com volante (FoFo): ..... 1200 mm

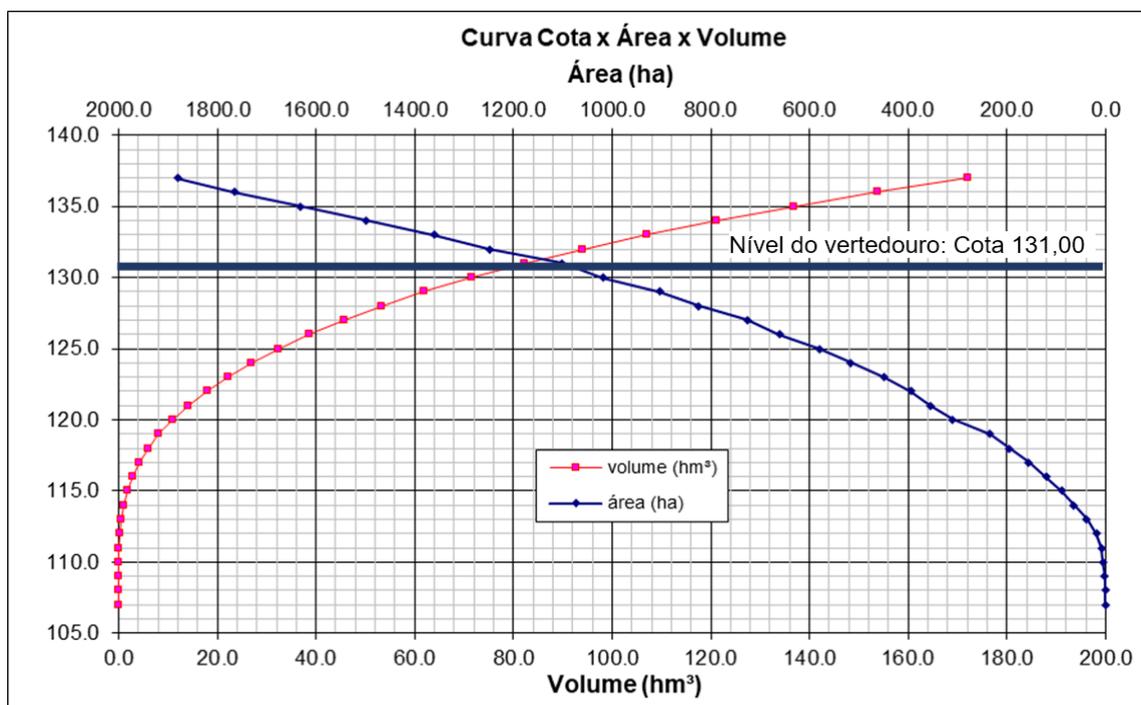
Controle de jusante:

Válvula borboleta flangeada (FoFo): ..... 1200 mm

Válvula dispersora (Aço): ..... 1200 mm

<b>Cota x Área x Volume</b>		
<b>cota (m)</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Volume Acumulado (hm³)</b>
107,000	0,000	0,000
108,000	0,536	0,003
109,000	1,155	0,011
110,000	5,194	0,043
111,000	8,424	0,111
112,000	18,618	0,246
113,000	37,608	0,527
114,000	63,891	1,035
115,000	89,253	1,801
116,000	120,473	2,849
117,000	156,016	4,232
118,000	194,933	5,986
119,000	234,302	8,133
120,000	309,193	10,850
121,000	355,168	14,172
122,000	394,369	17,919
123,000	448,692	22,135
124,000	516,515	26,961
125,000	580,425	32,446
126,000	660,436	38,650
127,000	725,851	45,581

Cota x Área x Volume		
cota (m)	Área (ha)	Volume Acumulado (hm <sup>3</sup> )
128,000	823,881	53,330
129,000	903,362	61,966
130,000	1018,610	71,576
<b>131,000</b>	<b>1101,546</b>	<b>82,177</b>
132,000	1248,117	93,925
133,000	1361,456	106,973
134,000	1498,665	121,274
135,000	1631,253	136,923
136,000	1766,142	153,910



## 2 – INFORMAÇÕES GERAIS

---

## 2 - INFORMAÇÕES GERAIS

### 2.1 - GENERALIDADES

Para os materiais fornecidos pela CONTRATADA, deverão ser observadas as seguintes disposições:

- Todos os materiais a serem empregados nas obras deverão satisfazer às recomendações e Especificações Técnicas (aprovadas, recomendadas, indicadas ou projetadas) e, ainda, serem de qualidade, modelo, marca e tipo aprovados pelo CONTRATANTE e especificados no Projeto;
- O material ou equipamento que, por qualquer motivo, for recusado pela FISCALIZAÇÃO (CONTRATANTE) deverá, dentro de 72 (setenta e duas) horas, ser retirado e substituído pela CONTRATADA sem nenhum ônus adicional para a CONTRATANTE;
- A CONTRATADA tomará todas as providências para o perfeito armazenamento e respectivo acondicionamento dos materiais a fim de preservar a sua natureza, evitando a mistura com elementos estranhos;
- A CONTRATADA deverá fornecer todos os equipamentos e mão-de-obra necessários para executar perfeitamente no seu total as atividades relacionadas nestas especificações técnicas ou indicadas no projeto. Estas providências serão estendidas também às atividades complementares para a execução das obras, não indicadas nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA e que sejam absolutamente necessárias à perfeita execução dos serviços.
- A CONTRATADA será inteira e exclusivamente responsável pelo uso e emprego de materiais, equipamentos, dispositivos, métodos ou processos eventualmente patenteados a empregar-se ou incorporar-se nas obras, cabendo-se, pois, pagar os “royalties” devidos e obter previamente as permissões ou licenças de utilização;
- A CONTRATANTE designará a equipe de FISCALIZAÇÃO que durante a execução da obra acompanhará a realização dos trabalhos. A existência da

FISCALIZAÇÃO não exime a CONTRATADA de responsabilidade sobre a qualidade dos serviços por ela executados e dos prazos dessa execução.

## 2.2 - DEFINIÇÕES

Nestas Especificações Técnicas, que faz parte dos documentos de licitação, são utilizados os termos e expressões relacionados a seguir, com os seus significados e interpretações:

- CANTEIRO DE OBRAS - Local onde serão implantadas as estruturas fixas e/ou móveis da CONTRATADA, com vistas a apoiar suas atividades de execução das obras. Nestas estruturas estarão incluídas as instalações para as equipes de Supervisão e Fiscalização e eventualmente do pessoal de acompanhamento e controle da SRH/CE (CONTRATANTE).
- COMO CONSTRUÍDO (AS BUILT) - É a definição qualitativa e quantitativa de todos os serviços executados, resultante do Projeto Executivo com as alterações e modificações havidas durante a execução da obra (desenhos, listas, planilhas, etc.) e será atribuição da SUPERVISORA da obra;
- CONTRATADA - Empresa de engenharia CONTRATADA para a execução das obras civis e/ou serviços de fornecimento, instalação e montagem e testes de equipamentos;
- CONTRATANTE – Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, com sede na Av. Gal Afonso Albuquerque Lima, s/n - Cambéba, Fortaleza - CE;
- CONTRATO - Documento firmado pela SRH/CE (CONTRATANTE) e pela CONTRATADA, que define as obrigações de ambas com relação à execução dos serviços;
- CRONOGRAMA - Representação gráfica da programação parcial ou total de um trabalho ou serviço, na qual se indicam as suas diversas fases e respectivos prazos, aliados aos custos ou preços;
- DOCUMENTOS COMPLEMENTARES ou SUPLEMENTARES - Documentos que, por força de condições técnicas imprevisíveis, se fizerem

necessários para a complementação ou suplementação dos documentos emitidos nos Termos de Referência;

- **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA** - Norma destinada a fixar as características, condições ou requisitos exigíveis para matérias primas, produtos semi-fabricados, elementos de construção, materiais ou produtos industriais semi-fabricados. Conterá a definição do serviço, descrição do método construtivo, controle tecnológico e geométrico e norma de medição e pagamento;
- **FISCALIZAÇÃO** - Representantes especialmente designados pela SRH/CE (CONTRATANTE) para garantir que a execução técnica e administrativa da obra esteja de acordo com o Projeto, Especificações e demais orientações;
- **FORNECEDOR** – Empresa subcontratada pela CONTRATADA para a fabricação e/ou fornecimento de equipamentos;
- **MONTADORA** – Empresa subcontratada pela CONTRATADA para instalação e/ou montagem de equipamentos;
- **OBRAS E SERVIÇOS** – São todas as atividades relativas à execução das obras civis, de fabricação, de fornecimento, de instalação e montagem e testes de equipamentos;
- **PLANO DE TRABALHO** – Documento que descreve a sequência de fases de uma tarefa ou a sequência de tarefas referentes a determinado serviço ou trabalho, indicando, inclusive, o tempo a ser gasto em cada uma;
- **PROJETISTA** – Empresa contratada pelo SRH/CE (CONTRATANTE) para elaboração do Projeto Executivo.
- **PROJETO EXECUTIVO** - É o Projeto de engenharia final, que deverá atender a todas as exigências solicitadas e reunir os elementos técnicos necessários e complementares, suficientes à total execução destes;
- **SUPERVISORA** – Empresa de engenharia CONTRATADA pela SRH/CE para exercer a Supervisão da implantação das obras, do fornecimento, instalação e montagem e testes de equipamentos;

- TERMOS DE REFERÊNCIA – Conjunto de informações e prescrições estabelecidas preliminarmente pela SRH/CE, no intento de definir e caracterizar as diretrizes, o programa e a metodologia relativos a um determinado trabalho ou serviço a ser executado.

### 2.3 - NORMAS GERAIS

Fazem parte das presentes Especificações todas as Normas, Regulamentos, Especificações, Métodos e Terminologias da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em suas mais recentes edições, publicadas até a data de lançamento da licitação para construção da barragem.

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

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 National Standards Institute - ANSI;
- American Society for Testing Materials - ASTM;
- American Society of Civil Engineers - ASCE;
- American Society of Heating, Refrigerating and Air Engineers - ASHRAE;
- American Society of Mechanical Engineers - ASME;
- Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP;
- Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE;
- Associação Brasileira de Mecânica de Solos - ABMS;
- Association Française de Normalization - AFNOR;

- British Standards - BS;
- Califórnia Department of Water Resources - CDWR;
- Comité Européen du Béton - CEB;
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT;
- Deutsche Industrie Normen - DIN;
- Especificação Brasileira - EB;
- Especificação Brasileira Recomendada - EB-R;
- Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON;
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (São Paulo);
- International Committee on Large Dams - ICOLD;
- International Organization for Standardization - ISO;
- Método Brasileiro - MB;
- Norma Brasileira - NB;
- Norma Brasileira Recomendada - NB-R;
- Society of Nondestructive Tests - SNT;
- United States Army Corps of Engineers - USACE;
- United States Bureau of Reclamation - USBR;
- United States Federal Specifications - USFS.

## 2.4 - PROJETO E ESPECIFICAÇÕES

A execução da obra seguirá em todos os seus pormenores, os desenhos do Projeto Executivo, bem como as presentes ESPECIFICAÇÕES. Tais elementos, que serão fornecidos em cópias à CONTRATADA, farão parte integrante do CONTRATO.

Todo detalhe da obra que constar destas ESPECIFICAÇÕES, sem estar indicado nos desenhos, ou que, estando nos desenhos, não conste explicitamente

destas ESPECIFICAÇÕES, deverá ser executado e fornecido pela CONTRATADA, como se constasse de ambos os documentos.

O CONTRATANTE se reserva ao direito de revisar e complementar o PROJETO, sem que tais revisões, entretanto, introduzam alterações sensíveis quanto à natureza dos serviços durante a construção, devendo a CONTRATADA obedecer a essas revisões e complementações, que serão apresentadas por meio de desenhos e instruções escritas.

Essas revisões e complementações serão avaliadas conjuntamente pelo CONTRATANTE e CONTRATADA de modo a se fazer juízo se as mesmas irão resultar em alterações nos preços, avaliados a partir dos valores integrantes das composições de preços, apresentadas à época da licitação, ou em atrasos no CRONOGRAMA. Tomando-se nesta oportunidade as medidas necessárias para alteração do CONTRATO, se for o caso. A FISCALIZAÇÃO, em face dos dados colhidos nos diversos setores das obras, durante sua execução, poderá emitir ESPECIFICAÇÕES complementares, de modo a ajustar às presentes ESPECIFICAÇÕES as novas condições que porventura se apresentem no decorrer dos trabalhos.

Essas ESPECIFICAÇÕES complementares serão avaliadas conjuntamente pela CONTRATANTE e CONTRATADA de modo a se fazer juízo se estas especificações irão resultar em alterações nos preços, avaliados a partir dos valores integrantes das composições de preços, apresentadas à época da concorrência, ou em atrasos no CRONOGRAMA. Tomando-se nesta oportunidade as medidas necessárias para alteração do CONTRATO, se for o caso.

Toda alteração de Projeto será comunicada ao PROJETISTA pelo CONTRATANTE, quando será solicitado seu parecer.

As alterações de Projeto propostas pela CONTRATADA serão submetidas à aprovação do CONTRATANTE, que irá avaliar os impactos decorrentes no CONTRATO, na funcionalidade e no CRONOGRAMA da obra. Oportunidade em que formalizará autorização ou não da alteração proposta, com as instruções, se for o caso, para as alterações contratuais decorrentes e modificações dos componentes projetados.

## 2.5 - SERVIÇOS NÃO ESPECIFICADOS

A CONTRATADA se obriga a executar quaisquer serviços relativos as obras, que não estejam detalhados nas ESPECIFICAÇÕES ou desenhos, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários à devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem delineados e descritos.

A CONTRATADA empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil, para evitar atrasos em outros serviços que deles dependam.

Os custos adicionais, por acaso decorrentes destas atividades, se demonstrado não estarem inclusos nos preços propostos, serão apreciados pela FISCALIZAÇÃO, que analisará o melhor procedimento para saldá-los, evidentemente dentro dos recursos do contrato, em acordo com as composições de preços, no que respeita a serviços, etapas ou materiais já propostos à época da licitação, e no caso de atividades não constantes de nenhum item, a nova composição deverá ter formatação e conteúdo semelhante a todas as outras, respeitando-se os mesmos percentuais para despesas indiretas e outros elementos já antes apresentados.

## 2.6 - OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA

São obrigações ordinárias da CONTRATADA as atividades a seguir enumeradas:

- Fornecer todos os materiais, mão de obra e equipamentos, necessários à execução dos serviços e seus acabamentos.
- A aquisição de terrenos ou licenças de proprietários para exploração de jazidas de quaisquer naturezas, depósitos de materiais necessários à construção, depósitos de bota-fora, que estiverem fora da área da bacia hidráulica, sem nenhum ônus para o CONTRATANTE.
- Obtenção junto aos órgãos competentes de todas as licenças necessárias para exploração das jazidas.
- Construir e manter no canteiro instalações adequadas, com suficientes recursos materiais e técnicos, para não prejudicar o bom andamento aos serviços.

- Manter o canteiro e o acampamento em perfeitas condições de asseio e, após a conclusão dos trabalhos, remover todas as instalações, sucatas e detritos, de modo a restabelecer o bom aspecto local, evitando a degradação ambiental das áreas.
- Permitir a inspeção e o controle por parte da CONTRATANTE de todos os trabalhos, materiais e dos equipamentos, em qualquer época e lugar, durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam a CONTRATADA das responsabilidades e obrigações contratuais.
- As não conformidades apontadas e caracterizadas pela CONTRATANTE e FISCALIZAÇÃO, deverão ser registradas pela CONTRATADA, e corrigida de tal sorte e modo a reestabelecer as condições do PROJETO e/ou ESPECIFICAÇÕES.

## 2.7 - CONTROLE DE QUALIDADE

A CONTRATADA deverá contemplar no seu planejamento, metodologia e custos a realização do CONTROLE DE QUALIDADE sobre todos os materiais e serviços da obra, devendo elaborar o seu "Programa de Controle de Qualidade", atendendo ao prescrito no PROJETO e nas ESPECIFICAÇÕES.

## 2.8 - RESPONSABILIDADES GERAIS

### 2.8.1 - RESPONSABILIDADES DA CONTRATANTE

Serão responsabilidades da CONTRATANTE:

- As indenizações aos proprietários, pela ocupação dos terrenos necessários destinados as águas da bacia hidráulica da barragem e dos sítios de construção do maciço, sangradouro e obras complementares.
- A obtenção junto aos órgãos competentes, de todas as licenças referentes à implantação da obra. Não estão incluídas como de responsabilidade da CONTRATANTE as licenças referentes às áreas de jazidas de materiais.

- As medições mensais, a serem realizadas no último dia útil de cada mês, referente aos pagamentos dos serviços realmente executados pela CONTRATADA, de acordo com o PROJETO e as ESPECIFICAÇÕES.

## 2.8.2 - RESPONSABILIDADES DA FISCALIZAÇÃO

A CONTRATANTE, para assegurar o cumprimento do PROJETO e das ESPECIFICAÇÕES durante a construção manterá FISCALIZAÇÃO permanente sobre todos os trabalhos.

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 das obras com pleno atendimento às especificações respectivas;
- b) Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles por ela julgados não satisfatórios;
- c) Dar assistência à CONTRATADA na escolha dos métodos executivos mais adequados;
- d) Exigir da CONTRATADA a modificação de técnicas de execução inadequadas, a critério da fiscalização, e a recomposição dos serviços não satisfatórios;
- e) Assistir a CONTRATADA nos eventuais recursos necessários à implantação dos 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;
- g) Quantificar e atestar a qualidade dos serviços.

Os agentes da FISCALIZAÇÃO do CONTRATANTE terão poderes suficientes para impedir ou mandar suspender os trabalhos, desde que eles não estejam sendo realizados de acordo com estas ESPECIFICAÇÕES.

A CONTRATADA poderá contestar por escrito, se assim o entender, de impedimento ou suspensão dos trabalhos, mas até que o assunto seja resolvido pelo representante mais categorizado do CONTRATANTE junto às obras, a CONTRATADA 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.

A 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 a CONTRATADA remover, às suas custas, 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.

A FISCALIZAÇÃO, frente aos dados colhidos nos diversos setores das obras, durante sua execução, poderá emitir ESPECIFICAÇÕES complementares, de modo a ajustar as especificações existentes, a novas condições que se apresentem no decorrer dos trabalhos.

Estas passarão a integrar as ESPECIFICAÇÕES, como se delas fizessem parte, e serão entregues por escrito a CONTRATADA.

### 2.8.3 - RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA

A CONTRATADA se obriga a negociar com terceiros e indenizar as áreas de obtenção de materiais naturais de construção (jazidas, areais e pedreiras) que se encontrarem fora da área desapropriada pela SRH/CE para a bacia de inundação e localização das obras. Estas indenizações não serão objeto de ressarcimento pela SRH/CE.

A CONTRATADA se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam detalhados nas ESPECIFICAÇÕES ou plantas, direta ou indiretamente,

mas que sejam necessários à devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem delineados e descritos.

A CONTRATADA empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

Os custos adicionais, por acaso, decorrentes destas atividades, se demonstrado não estarem inclusos nos preços propostos, serão apreciados pela FISCALIZAÇÃO, que analisará o melhor procedimento para saldá-los, evidentemente dentro dos recursos do CONTRATO, em acordo com as composições de preços, no que diz respeito a serviços, etapas ou materiais já propostos à época da licitação.

No caso de atividades não constantes de nenhum item, a nova composição deverá ter formatação e conteúdo semelhante a todas as outras respeitando os mesmos percentuais para despesas indiretas e outros elementos já antes apresentados.

O exercício da FISCALIZAÇÃO não exime a CONTRATADA das responsabilidades que lhe cabem durante o período construtivo nos termos destas ESPECIFICAÇÕES, e da responsabilidade por cinco anos, pela solidez e segurança da obra, nos termos do artigo 1245 do Código Civil.

## 2.9 - TERMOS GERAIS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Consideram-se incluídas, nos preços unitários estabelecidos para os diversos itens da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA, todas e quaisquer obras, de natureza provisória, não constantes do PROJETO e/ou destas ESPECIFICAÇÕES.

Serão elaborados e apresentados pela CONTRATADA, relatórios mensais, contendo os boletins de medições, os quais deverão conter as quantidades dos serviços com suas unidades específicas de medição realizadas no período. Tais Relatórios serão encaminhados à FISCALIZAÇÃO para análise e aprovação, após o que, serão apresentados à direção do CONTRATANTE para sua devida aprovação.

O pagamento se processará após a aprovação destes relatórios mensais ao CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá ter em conta que os itens relacionados no quadro de quantidades de sua proposta devem cobrir todos os custos das diversas etapas das obras do PROJETO, estabelecidos quando da licitação.

As quantidades de trabalho previstas, constantes dos volumes do projeto, são indicações de ordem de grandeza dos trabalhos a executar e, em hipótese alguma, quaisquer diferenças entre elas e as reais poderão ser arguidas para fins de reajustamento dos preços unitários ou para prorrogação dos prazos previstos.

Não serão admitidas solicitações de indenizações, salvo nos casos especificados e estabelecidos nos DOCUMENTOS DE CONTRATO.

Todos os serviços serão medidos e pagos conforme unidades e preços unitários contidos na Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e discriminados nestas ESPECIFICAÇÕES.

Ao CONTRATANTE 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.

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

Todas as dimensões, cotas e quantidades dos documentos do PROJETO, deverão ser verificadas pela CONTRATADA, antes do início dos serviços.

A CONTRATADA obriga-se 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 definido e descrito.

## 2.10 - SERVIÇOS NÃO MEDIDOS

Além daqueles especificamente citados no texto dos diversos capítulos que compõem este tomo, os custos dos serviços relacionados a seguir deverão ser considerados e distribuídos nos preços unitários e taxas apresentadas para a execução das diversas etapas das obras e não serão medidos e, tampouco, pagos separadamente.

- Indenização de jazidas, areais, pedreiras e outras fontes de obtenção de materiais naturais para as obras;
- Transporte de água para umidificação dos solos do maciço de terra/enrocamento, para a execução e cura do concreto. Em caso de excepcional seca, em que os rios não tenham vazões e os sistemas de ensecadeiras implantados neles, para reservação de água para as obras, se esgotem, a SRH, através de uma ordem de serviço específica e justificada, poderá autorizar o transporte de água acima de 7 km, enquanto durar a situação;
- Seleção e retirada de materiais naturais apontados por estas Especificações como não adequado para os serviços, nas áreas de exploração ou nas praças de trabalho.

Para tal, a CONTRATADA deverá inspecionar o local, a fim de melhor quantificar a participação de cada item nos custos do serviço a ser executado da obra.

### **3 – INSTALAÇÃO DO CANTEIRO**

---

### **3 - INSTALAÇÃO DO CANTEIRO**

Os serviços de instalação do Canteiro, nestas Especificações Técnicas correspondem a:

- a) Administração Local;
- b) Instalação do Canteiro de Obra;
- c) Mobilização e Desmobilização da Obra;

#### **3.1 - ADMINISTRAÇÃO LOCAL**

Compreende o conjunto de atividades realizadas no local do empreendimento pela CONTRATADA, necessárias à condução da obra e à administração do contrato.

A Administração Local da Empreiteira deverá englobar os seguintes itens, sem se ater a somente eles, que se resumem a administração, planejamento, execução, controle de qualidade e apoio logístico para execução das obras, são eles:

- a) Pessoal de nível superior, técnico e administrativo;
- b) Laboratoristas de solos e concretos;
- c) Medicina e segurança do Trabalho;
- d) Pessoal de Manutenção do Canteiro;
- e) Oficina mecânica;
- f) Apoio logístico à fiscalização;
- g) Apoio ao Pessoal de campo;
- h) Equipamentos de proteção individual – EPI's;
- i) Despesas com alimentação dos funcionários;

##### **3.1.1 - PESSOAL**

Neste item de Pessoal está incluído:

###### **3.1.1.1 - Equipe de Nível Superior**

O comando executivo e técnico da obra será composto pelos seguintes técnicos:

- Um Engenheiro Civil ou Geólogo Sênior – Engenheiro Residente;
- Um Engenheiro Civil Pleno – Engenheiro de Produção;
- Um Engenheiro Civil Junior – Medições e Orçamentos;

### 3.1.1.2 - Área Administrativa

A administração da obra será composta pelos seguintes colaboradores:

- Um Chefe de Escritório;
- Um Auxiliar de Escritório;
- Uma Secretária.

### 3.1.1.3 - Área da Engenharia

A área de engenharia, encarregado geral das obras e controle de estoques serão mobilizados e mantidos os seguintes colaboradores:

- Um Desenhista Cadista;
- Um Técnico de Nível Médio;
- Um Mestre de Obras;
- Um Almoxarife.

### 3.1.1.4 - Área de Transporte

Para apoiar a área de transporte de pessoal técnico e administrativo serão alocados dois motoristas.

### 3.1.1.5 - Medição e Pagamento

Os itens de Pessoal da CONTRATADA que deverá mobilizar na obra as necessidades de mão de obra de acordo com o andamento dos trabalhos e, que atenda no mínimo, aos quantitativos previstos na Planilha de Orçamento do Edital.

A medição dos itens de Pessoal será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias trabalhados por cada um dos empregados, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.2 - LABORATORISTAS DE SOLOS E CONCRETO

Para o controle da qualidade das obras serão mobilizados e mantidos os seguintes técnicos:

- Um Laboratorista de Solos;
- Um Laboratorista de Concretos.

#### 3.1.2.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes aos dois Laboratoristas será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias trabalhados por cada um dos empregados, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.3 - MEDICINA E SEGURANÇA DO TRABALHO

Para exercer as atividades de medicina e segurança do trabalho para exercer a segurança laboral e evitar acidentes na obra e prestar o atendimento emergencial de funcionários acidentados serão necessários mobilizar e manter no canteiro os seguintes profissionais:

- Um Técnico de Segurança do Trabalho;
- Um Enfermeiro.

#### 3.1.3.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes aos profissionais de Medicina e Segurança do Trabalho e será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias trabalhados por cada um dos empregados, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.4 - PESSOAL PARA VIGILÂNCIA E MÃO DE OBRA PARA MANUTENÇÃO DO CANTEIRO

Para vigilância das obras e manutenção permanente do canteiro serão necessários mobilizar e manter nas obras os seguintes trabalhadores:

- Três Vigias;
- Dois Serventes;
- Um Eletricista;
- Um Carpinteiro.

#### 3.1.4.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes ao Pessoal para Vigilância e mão de obra para Manutenção do Canteiro será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias trabalhados por cada um dos empregados, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.5 - PESSOAL PARA OFICINA E MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS

Para manutenção e lubrificação de veículos e máquinas pesadas para oficina a ser construída no canteiro, deverão ser mobilizados, sem contanto se limitar a estes profissionais, os seguintes colaboradores:

- Um Mecânico de Equipamentos (máquinas) pesados e leves;
- Um Soldador;
- Um Lubrificador;
- Dois Ajudantes de oficina;
- Um Operador de Equipamentos leves.

### 3.1.5.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes a mão de obra para Oficina de manutenção e lubrificação de veículos e máquinas pesadas será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias trabalhados por cada um dos empregados, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.6 - APOIO LOGÍSTICO À FISCALIZAÇÃO

A CONTRATADA deverá dar apoio logístico à FISCALIZAÇÃO, SUPERVISÃO e à SRH/CE desde o início das obras até a entrega definitiva das mesmas. Este apoio logístico compreende:

- a) Alocação de veículo: A CONTRATADA deverá fornecer à SRH para atender as funções da FISCALIZAÇÃO, um veículo tipo utilitário com potência mínima de 165 CV, cabine dupla, com ar condicionado, com tração nas quatro rodas, incluindo motorista, combustível e todas as despesas de licenciamento, seguro total e manutenção do veículo, salários, diárias de viagens e encargos do motorista. O veículo deverá ser novo e deverão ter adesivo fixado às portas, com impressos a serem fornecidos pela FISCALIZAÇÃO.
- b) Alocação de imóvel: A CONTRATADA deverá alocar para uso da FISCALIZAÇÃO, com aprovação dela, um imóvel para alojamento de engenheiros e pessoal de nível médio da CONTRATANTE, sendo o imóvel no padrão das residências dos engenheiros da CONTRATADA. Os alojamentos deverão ser providos de móveis e utensílios domésticos.

### 3.1.6.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes ao Apoio Logístico à Fiscalização será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias efetivos de locação de cada item, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários

da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

### 3.1.7 - APOIO AO PESSOAL DE CAMPO

Para a moradia e deslocamento dos trabalhadores da obra no dia a dia foi previsto os seguintes itens:

- Um Ônibus;
- Um Motorista para o Ônibus;
- Uma Casa para alojamento.

#### 3.1.7.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes ao Apoio ao Pessoal de Campo será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias efetivos de locação de cada item, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

Os preços unitários dos itens de mão de obra mensal deverão incluir todos os custos de salários, encargos sociais e administrativos.

### 3.1.8 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Toda construção tem que seguir a NORMA REGULAMENTADORA 6 - NR 6 do Ministério do Trabalho que regulamento o uso de Equipamento de Proteção Individual - EPI

Reproduzimos a seguir o que está escrito nos três primeiros itens da Norma:

*“6.1 Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora - NR, considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.*

*6.1.1 Entende-se como Equipamento Conjugado de Proteção Individual, todo aquele composto por vários dispositivos, que o fabricante tenha associado contra um*

*ou mais riscos que possam ocorrer simultaneamente e que sejam suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.*

*6.2 O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.*

*6.3 A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:*

- a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;*
- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,*
- c) para atender a situações de emergência.*

Para atender as exigências da Norma listamos a seguir os equipamentos de proteção individual indispensáveis para os trabalhadores na construção da barragem:

- Bota de Couro;
- Luva de Raspa;
- Capacete;
- Fardamento;
- Óculos Protetores;
- Abafador Sonoro.

Destaca-se que o fardamento deverá ser renovado a cada 6 meses e a cada vez que for renovado tem que ser entregue duas unidades para cada trabalhador.

#### 3.1.8.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes ao fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI será feita para as quantidades realmente fornecidas, com base nos

preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

### 3.1.9 - DESPESAS COM ALIMENTAÇÃO

Para despesas com alimentação, a CONTRATADA deverá seguir a determinação do SIDUSCON-CE, mais especificamente Convenção Coletiva de Trabalho 2018/2020, que determina sobre a alimentação do trabalhador na construção, a qual reproduzimos no que cabe a alimentação:

#### *“CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA - CAFÉ DA MANHÃ*

*Os empregadores fornecerão aos seus empregados, independentemente do número destes, nos dias e no local de trabalho, até meia hora antes do expediente matutino, o café da manhã com a seguinte composição básica:*

- a) mínimo de 100g (cem gramas) de pão de trigo ou de milho;*
- b) 250 ml (duzentos e cinquenta mililitros) de leite ou caldo;*
- c) margarina e/ou ovo.*

*Parágrafo Primeiro - Os empregadores poderão substituir o café da manhã previsto no caput desta cláusula por um vale-refeição, cujo valor, no período compreendido entre 01/03/2018 a 28/02/2019 é de R\$ 3,26 (três reais e vinte e seis centavos) por dia trabalhado, e, no período compreendido entre 01/03/2019 a 29/02/2020 é de R\$ 3,39 (três reais e trinta e nove centavos) por dia trabalhado.*

*Parágrafo Segundo – O café da manhã será fornecido, no local de trabalho, até meia hora antes do expediente matutino.*

*Parágrafo Terceiro – Fica assegurado aos empregados das subempreiteiras, nos canteiros de obras, café da manhã nas mesmas condições acima discriminadas.*

#### *CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA - ALMOÇO*

*Os empregadores fornecerão aos seus empregados, independentemente do número destes, nos dias e no local de trabalho, o almoço com a composição abaixo discriminada, preparado pela empresa ou por terceiros:*

- a) proteína animal: carne bovina ou suína ou frango ou peixe;*

b) arroz e/ou macarrão;

c) feijão;

d) farinha;

e) temperos.

*Parágrafo Primeiro - Os empregadores poderão substituir o almoço previsto no caput desta cláusula por um vale-refeição cujo valor, no período compreendido entre 01/03/2018 a 28/02/2019 é de R\$ 9,37 (nove reais e trinta e sete centavos) por dia trabalhado, e, no período compreendido entre 01/03/2019 a 29/02/2020 é de R\$ 9,74 (nove reais e setenta e quatro centavos) por dia trabalhado.”*

Para atender as determinações da Convenção Coletiva de Trabalho 2018/2020 incluímos o Vale Refeição que será entregue aos trabalhadores em substituição ao almoço que seria fornecido no canteiro.

#### 3.1.9.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes ao fornecimento de Vales Refeição será feita para as quantidades realmente fornecidas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

#### 3.1.10 - DESPESAS COM A MANUTENÇÃO DO CANTEIRO

As despesas com a Manutenção dos Escritórios e Residências do Canteiro são as enumeradas a seguir:

- Aluguel mensal de Mobiliário de Escritório;
- Aluguel mensal de Mobiliário do Alojamento;
- Despesas de Energia do Canteiro;
- Despesas Gerais de Conta de água do Canteiro.

#### 3.1.10.1 - Medição e Pagamento

A medição dos itens referentes as Despesas de Manutenção do Canteiro, nos itens de aluguel, será feita mensalmente, no valor integral ou proporcional aos dias

efetivos de locação de cada item, ou seja, nas quantidades realmente executadas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

Para os itens de despesas referentes ao consumo de energia e água para abastecimento do canteiro serão medidas nas quantidades realmente consumidas, com base nos preços unitários da Planilha de Orçamento da Proposta da CONTRATADA e na proporção da execução física dos serviços.

### 3.2 - INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

As instalações do Canteiro de Obras deverão conter no mínimo o seguinte:

- a) Barracão de Obra com 400m<sup>2</sup> para Escritório posto médico, cozinha, refeitórios Laboratórios e sanitários, construído com chapa de madeira compensada de 10mm e cobertura em telha de fibrocimento com 4mm de espessura, incluindo instalações elétricas e hidrossanitárias;
- b) Barracão de Obra com 200m<sup>2</sup> para Alojamento/Escritório construído com chapa de madeira compensada de 10mm e cobertura em telha de fibrocimento com 4mm de espessura incluindo instalações elétricas e hidrossanitárias;
- c) Placa da Obra com 54m<sup>2</sup> em chapa de aço galvanizada;
- d) Três Banheiros com vaso sanitário e chuveiro para pessoal da obra, coletivo de dois módulos;
- e) Galpão aberto com 300m<sup>2</sup> para Oficina e Depósito construído em madeira de lei;
- f) Duas Fossas Sépticas construídas em Alvenaria de Tijolo Cerâmico com capacidade para 1.500 litros;
- g) Dois Sumidouros a serem construídos em tijolo cerâmico com diâmetro de 1,40m e altura de 5,00m com tampa de concreto armado;
- h) Duas entradas provisórias de energia elétrica, aérea, trifásica em poste de madeira;
- i) Uma Ligação Provisória de energia elétrica para baixa tensão, chave de 100 A inclusive com fornecimento de medidor;
- j) Duas instalações provisórias de água potável.

### 3.2.1 - SERVIÇOS

O canteiro principal deverá ser constituído em dois setores:

- Setor Residencial, onde estarão localizados os alojamentos e refeitórios para o pessoal da CONTRATADA, FISCALIZAÇÃO e SUPERVISÃO. A CONTRATADA poderá, como alternativa, alugar imóveis para residências em locais escolhidos conjuntamente com a Fiscalização;
- Setor Administrativo, contendo o escritório central para CONTRATADA, FISCALIZAÇÃO e SUPERVISÃO, assim como almoxarifados, oficinas, garagens e pátios, laboratórios e instalações médicas.

Todas as instalações provisórias do acampamento executadas pela CONTRATADA e designadas pela SRH/CE, deverão ser removidas após a conclusão das obras.

Os alojamentos do canteiro deverão atender os seguintes requisitos mínimos:

- Dormitório com uma área mínima de 12 m<sup>2</sup> para cada 4 pessoas, com pé direito de 2,6 m e ventilação natural;
- Um leito com colchão, travesseiro e um par de lençóis por pessoa;
- Corredores iluminados com lâmpadas a cada 5 m, no máximo;
- Uma instalação sanitária (W.C.), no mínimo, para cada 12 pessoas;
- Uma ducha, no mínimo, para cada 6 pessoas;
- Um lavatório coletivo com uma torneira para cada 6 pessoas;
- Instalações elétricas completas de força e luz em todos os cômodos;
- Um refeitório adequadamente iluminado, dotado de W.C. e lavabo, com sala de refeições concebida de modo a permitir servir as refeições em mesas de, no máximo 12 pessoas. A cozinha deverá ser contígua à sala de refeições e dotada de instalações de água potável. Deverá ser dada atenção especial às condições de higiene e salubridade nas áreas do refeitório, a fim de proteger a saúde dos operários.

A construção e/ou instalação, bem como a manutenção do acampamento e canteiro de serviços deverão atender também os seguintes requisitos:

- As instalações do canteiro principal deverão ser implantadas em um terreno com área não inferior a 10.000 m<sup>2</sup>. Deverá ter área construída de, no mínimo, 900,00 m<sup>2</sup>, que, após o término da obra, deverão estar em condições de serem aproveitadas para utilização pela SRH/CE. O canteiro compreende a construção e/ou instalação e manutenção de todos os alojamentos necessários à escritórios, posto médico, almoxarifados, moradia do pessoal da CONTRATADA e FISCALIZAÇÃO, refeitórios, sanitários, armazéns, depósitos e quaisquer outras instalações que venham a ser necessárias ao conforto do pessoal das obras e ao bom andamento dos serviços, além do Setor Administrativo;
- As instalações do canteiro deverão ser cercadas com cercas de proteção e guarnecidas por guarita com cancela e ter em seu interior, além das edificações descritas, um pátio com revestimento primário em cascalho;
- Instalação de placas indicativas da realização da obra, conforme modelo, diretrizes, dimensões e locais de instalação a serem fornecidos pela FISCALIZAÇÃO, ficando a cargo da CONTRATADA a obrigação pela confecção, manutenção e conservação das mesmas até o término do Contrato.
- Serviços compreendendo instalação e manutenção das redes de água, esgoto e drenagem, ar comprimido, luz e força, necessárias às instalações do canteiro, inclusive as ligações para as instalações da FISCALIZAÇÃO e SUPERVISÃO e quaisquer outros serviços que se façam necessários;
- Instalação e manutenção de um ponto de comunicação externa (telefone) e um ponto de comunicação interna à obra (rádio ou similar);
- Equipamentos de informática: computadores, impressoras, plotter e insumos;
- Escritório, oficinas e depósito para uso da CONTRATADA;

- Escritórios contendo móveis e utensílios para uso da FISCALIZAÇÃO e SUPERVISÃO, de acordo com o Projeto fornecido pela SUPERVISÃO;

A CONTRATADA terá também de sua responsabilidade quaisquer outras instalações necessárias ao bom desempenho dos trabalhos e a correta e completa execução das obras.

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 da CONTRATADA, que o apresentará para aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

Os escritórios da obra deverão constar de:

- Escritório da CONTRATADA;
- Sala da FISCALIZAÇÃO;
- Sala da SUPERVISÃO;
- Laboratório de solos e concreto.

O Canteiro ainda deverá ter:

- Placas sinalizadoras;
- Fornecimento de energia, água potável para consumo pessoal e industrial e todos os meios materiais indispensáveis ao funcionamento do canteiro e à realização dos trabalhos da empreitada durante toda a duração da obra, incluindo a construção de diques para captação e/ou armazenamento da água;
- Serviços compreendendo instalação e manutenção das redes de águas e esgotos, ar condicionado, luz e força e telefones externos e internos necessárias às instalações do canteiro, inclusive as ligações para as instalações do CONTRATANTE, e quaisquer outros serviços que se façam necessários;
- Iluminação das praças de trabalho e do canteiro;

- Guarita, bomba de combustível, dique de lavagem, caixa d'água, oficina, almoxarifado e ambulatório.

O escritório para a FISCALIZAÇÃO deverá ser dotado de instalações completas de iluminação, abastecimento d'água e esgotos, inclusive fossa séptica, que passará à propriedade da CONTRATANTE, quando da conclusão da obra, não cabendo a CONTRATADA qualquer indenização. O local escolhido para a construção deverá ser o indicado pela FISCALIZAÇÃO, a fim de que possa ser utilizado como Posto de Operação do Reservatório após a conclusão das obras.

Idênticas condições devem ser dadas ao escritório da SUPERVISÃO, tomando providências para mobilizá-lo, de acordo com as necessidades da obra.

As edificações, quaisquer que sejam suas finalidades, deverão obedecer aos padrões correntes, devendo seus projetos serem submetidos à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA 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 item, venham a ser solicitadas pelo CONTRATANTE ou pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA 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 FISCALIZAÇÃO.

Caberá à CONTRATADA dimensionar e construir às suas expensas todas as estações e subestações abaixadoras, que julgar necessárias para atender às instalações do canteiro de obras, a partir das linhas de alta tensão próximas, ou instalando seus próprios geradores.

A CONTRATADA 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 comunicações rádios - telefônicos, ambulatórios, e outras instalações de funcionamento prioritário, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Todas as instalações deverão obedecer aos padrões e normas da SRH-CE, que aprovará os projetos da CONTRATADA e autorizará as ligações a seu sistema de transmissão, a pedido da FISCALIZAÇÃO.

Todo e qualquer gasto de energia elétrica, nos acampamentos e canteiros e na execução dos serviços, correrá por conta da CONTRATADA, sendo que o custo relativo será incluído no preço global do canteiro de obras.

A SUPERVISÃO e a FISCALIZAÇÃO terão o direito de interligar-se às redes de distribuição de energia elétrica da CONTRATADA para todos os usos necessários às suas próprias instalações no canteiro.

À FISCALIZAÇÃO reserva-se o direito de exigir da CONTRATADA análise de potabilidade da água, quando necessário, sem ônus para o CONTRATANTE.

Será ainda da responsabilidade da CONTRATADA 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 FISCALIZAÇÃO:

- Lavagem de veículos e equipamentos;
- Lavagem de agregados para concreto;
- Lavagem de fundações;
- Preparo de concreto;
- Umidificação dos aterros;
- Cura de concreto;
- Limpeza de furos de drenagem, injeções e sondagens;
- Refrigeração do equipamento industrial;
- Alimentação dos equipamentos de perfuração;
- Umedecimento contra poeira das Caminhos de Serviços.

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.

A CONTRATADA será responsável pela construção e manutenção da rede de esgoto do canteiro de obras, assegurando por seus próprios meios, o lançamento de águas servidas, resíduos e esgotos, com tratamento prévio, de modo a garantir e conservar a salubridade da região.

### 3.2.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O pagamento dos itens que compõem Instalação do Canteiro de obras será feito na proporção da execução física desses serviços, conforme previsto no cronograma de desembolso da obra e nas quantidades de cada serviço que consta da Planilha de Quantitativos da obra, devidamente comprovado e atestado pela FISCALIZAÇÃO.

A medição e pagamento de cada item será feito da seguinte forma:

#### 3.2.2.1 - Barracão de Obra com 400m<sup>2</sup> para Escritório

O Barracão será medido em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.2 - Barracão de Obra com 200m<sup>2</sup> para Alojamento/Escritório

O Barracão será medido em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.3 - Placa da Obra

A Placa da Obra será medida em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Modelo apresentado pela SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.4 - Banheiros com vaso sanitário e chuveiro

Cada banheiro será medido em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de banheiros efetivamente executados. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.5 - Galpão aberto com 300m<sup>2</sup> para Oficina/Armazem

O Galpão será medido em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.6 - Fossas Sépticas de 1.500 litros

As Fossas Sépticas serão medidas em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de fossas sépticas efetivamente executados. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.7 - Sumidouros com tampa de concreto armado

Os Sumidouros serão medidos em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de sumidouros efetivamente executados. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.8 - Entradas Provisórias de Energia Elétrica

As Entradas Provisórias de Energia Elétrica serão medidas em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de ligações efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.9 - Ligação Provisória de Energia Elétrica

As Ligações Provisórias de Energia Elétrica serão medidas em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de ligações efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 3.2.2.10 - Instalações Provisórias de Água Potável.

As Instalações Provisórias de Água serão medidas em unidades (UN), após a sua conclusão e instalação, medidos pelas quantidades de instalações efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto apresentado e aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

### 3.3 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E PESSOAL

#### 3.3.1 - SERVIÇOS

Os serviços gerais de mobilização, no início da obra e, durante a execução dela, e de desmobilização, quando do término dos trabalhos, compreendem as seguintes providências a serem tomadas pela CONTRATADA.

- Mobilização e Transporte até o local da obra e sua posterior retirada para o local de origem ou outros, de todos equipamentos necessários a execução das obras, que estão listados a seguir como equipamento mínimo, seja de propriedade da CONTRATADA ou de suas SUBCONTRATADAS;
- Mobilização e Transporte até o local da obra e sua posterior regresso para o local de origem ou outros, de todo pessoal da CONTRATADA listados a seguir.

Para efeito de estimativa, o PROJETO previu todo o transporte tendo origem (mobilização) e retorno (desmobilização) na cidade de Fortaleza – CE, distante 280 km dos locais das obras.

#### 3.3.2 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Os Equipamentos a serem mobilizados e desmobilizados serão:

- 1 Trator de Esteira Caterpillar D8 C/ Lâmina e Escarificador, ou similar;
- 3 Tratores de Esteira Caterpillar D6 c/Lâmina, ou similar;
- 5 Escavadeiras Hidráulicas com Esteira, 1,7m<sup>3</sup> (P=166 kW);
- 4 Carregadeiras de Pneus Caterpillar 924G, ou similar;
- 5 Motoniveladoras Caterpillar, (P=93 kW), ou similar
- 5 Tratores de Pneus (P=77 kW);
- 5 Grades de Discos GA 24 x 24;
- 12 Caminhões Tanque com capacidade 10.000 litros (P=170kW);
- 36 Caminhões Basculante com capacidade de 12 m<sup>3</sup>;

- 1 Rolo Compactador Liso, Vibratório e Autopropelido (P=85 kW);
- 5 Rolos Compactadores Pé de Carneiro, Vibratório e Autopropelido (P=112kW);
- 2 Retroescavadeiras CASE 580 L 4x4 Caterpillar 416 D, ou similar;
- 1 Britador com capacidade para 80 m<sup>3</sup>/hora;
- 2 Compressores portátil ATLAS COPCO XAH-360, ou similar;
- 1 Equipamento de Perfuração Rotativa;
- 4 Compactadores Vibratório DYNAPAC Tipo Sapo a dieses modelo CM-20 D, ou similar;
- 4 Rompedores de Concreto ATLAS COPCO modelo TEX-41, ou similar;
- 1 Ônibus;
- 1 Motobomba Centrífuga a gasolina para vazão Q=22 m<sup>3</sup>/s;
- 5 Vibradores de Imersão VIBRODYNAPAC a gasolina Ø=25mm AA-S 25, ou similar;
- 2 Grupos Gerador GEHM-180 LEON HEIMER, ou similar;
- 1 Cavalo Mecânico com Reboque.

### 3.3.2.1 - Medição e Pagamento

Os serviços de mobilização ou desmobilização de Equipamentos serão medidos em quilômetros (km), após a sua mobilização ou desmobilização, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os equipamentos em desacordo com o que está especificado no Edital. Todo Equipamento mobilizado deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento de mobilização ou desmobilização de equipamentos será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir todos custos de mão de obra, carga, transporte e descarga dos equipamentos e materiais e ferramentas complementares necessários à execução dos serviços.

### 3.3.3 - MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE PESSOAL

O Pessoal (mão de obra) a serem mobilizados e desmobilizados serão:

- 1 Engenheiro Sênior ou Geólogo;
- 1 Engenheiro Pleno;
- 1 Engenheiro Junior;
- 1 Chefe de Escritório;
- 1 Auxiliar de Escritório;
- 1 Secretária;
- 1 Desenhista;
- 1 Técnico de Nível Médio;
- 1 Mestre de Obras;
- 1 Almojarife;
- 4 Motoristas;
- 1 Laboratorista de Solos;
- 1 Laboratorista de Concreto;
- 1 Enfermeiro;
- 1 Técnico de segurança do Trabalho;
- 3 vigias;
- 2 Serventes;
- 1 Eletricista;
- 1 Carpinteiro;
- 1 Mecânico de Equipamentos Pesados;
- 1 Soldador;
- 1 Lubrificador;

- 2 Ajudantes de Oficina;
- 1 Operador de Equipamento Leve.

### 3.3.3.1 - Medição e Pagamento

Os serviços de mobilização ou desmobilização de Pessoal serão medidos em quilômetros (km), após a sua mobilização ou desmobilização, medidos pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os profissionais ou técnicos em desacordo com o que está especificado no Edital. Os funcionários a serem mobilizados ou desmobilizados pela CONTRATADA deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO da SRH/CE.

O pagamento de mobilização ou desmobilização de funcionários será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir todos custos de passagens, translados e custos de excessos de pesos de bagagens dos funcionários mobilizados ou desmobilizados.

## 3.4 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO

### 3.4.1 - SERVIÇOS

A instalação pela CONTRATADA dos equipamentos de laboratório de solos e concreto somente poderá ser realizada após apresentação de sua relação e aprovação prévia pela FISCALIZAÇÃO.

O laboratório para ensaios de controle de execução da obra, cuja instalação, operação e manutenção competem à CONTRATADA, terá, no mínimo, 75 m<sup>2</sup> de área construída, coberta e deverá ser dividido em três seções distintas.

- a) Seção de ensaios de solos, geologia e agregados, que será subdividida, pelo menos, em dois setores: um para depósito e preparo de amostras de solos e agregados, com um mínimo de 20,0m<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 15,0m<sup>2</sup>, independentemente da área destinada a ensaios de caracterização que, por sua vez, também não será inferior a 10,0m<sup>2</sup>. A área mínima da seção de

ensaios de solos será, portanto de 35,0m<sup>2</sup>. Para geologia (sondagens), destinar uma área mínima de 10,0m<sup>2</sup>;

- b) Seção de ensaios de cimento, argamassa e concreto, com 10,0m<sup>2</sup> de área mínima. Esta seção terá outro espaço com tanque para cura dos corpos que poderá ser ao ar livre, fora da construção do laboratório, mas vizinha a este;
- c) Seção de cálculo e desenho com sala de no mínimo 10,0m<sup>2</sup> de área construída e deverá possuir iluminação apropriada para escritório além de ar condicionado.

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 serem 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 caixa d'água elevada, 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.

Os equipamentos de que deverá dispor o laboratório, durante um período correspondente àquele em que eles serão necessários ao controle de materiais e execução dos serviços programados, são relacionados no **Quadro 3.1** a seguir.

Além dos equipamentos relacionados no **Quadro 3.1**, a CONTRATADA deverá providenciar qualquer outro equipamento necessário à realização de ensaios previstos pelas ESPECIFICAÇÕES, e/ou no Contrato, de acordo com as recomendações a seguir apresentadas.

**Quadro 3.1 - Relação Mínima dos Equipamentos do Laboratório**

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QUANTIDADE MÍNIMA
1	Conjuntos para determinação da densidade de campo pelo método do frasco de areia, inclusive acessórios para determinação do teor de umidade.	8
2	Cilindro biselado para determinação de densidade nos aterros argilosos	6
3	Conjuntos completos para análise granulométrica por peneiramento, por via seca e úmida	4
4	Conjuntos completos para determinação dos Limites de Atterberg	3
5	Conjuntos completos para ensaios de compactação (Proctor Normal)	4
6	Conjuntos completos para ensaios de sedimentação e massa específica real dos solos	6
7	Equipamentos completos (estufas, cápsulas, balanças, bandejas, provetas, etc.), capazes de atender à solicitação do laboratório, para solos, ligantes e misturados	1
8	Conjuntos completos para ensaios de finura e de pega de cimento	1
9	Moldes para corpos de prova cilíndrico de concreto	50
10	Prensa para rompimento de corpos de prova de argamassa de concreto, com capacidade de 100,0 ton	1
11	Acessórios necessários ao preparo de traços de concreto e de argamassa, moldagem e cura de corpos de prova, etc.	1
12	Conjunto completo para ensaio de abatimento em concreto ("Slump test")	3
13	Conjunto completo para ensaio colorimétrico em areias	2
14	Frasco de Chapman	6
15	Tanques, balanças de grande capacidade, sistema de aferição dos diâmetros de blocos para determinação do peso específico e granulometria dos enrocamentos.	1
16	Equipamentos complementares necessários ao funcionamento do laboratório nos setores de agregados, cimento e concreto (estufas, balanças, cápsulas, bandejas, etc.)	1

- a) A CONTRATADA deverá ter, à disposição da FISCALIZAÇÃO, além dos equipamentos anteriormente referidos e do pessoal especializados necessário à operação deles, todos os materiais e meios de transporte necessários à realização dos ensaios;
- b) Os equipamentos e materiais de laboratório serão novos ou deverão se apresentar em boas condições de utilização, de acordo com as normas da ABNT e/ou outras previstas pelas ESPECIFICAÇÕES e/ou pelo PROJETO, devendo ser, também, de fabricação já consagrada e/ou aceita pela FISCALIZAÇÃO;
- c) A CONTRATADA manterá os equipamentos de laboratório em perfeitas condições de funcionamento e, quando solicitado pela FISCALIZAÇÃO, 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 FISCALIZAÇÃO;
- d) A CONTRATADA deverá, também, fornecer todos os meios para retirada e transporte de amostras, ainda de acordo com as normas da 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.

Os laboratórios de solo e concreto, postos pela CONTRATADA a disposição da obra, serão medidos de acordo com as normas de medição e pagamento, respeitando-se os limites estabelecidos na planilha e nestas especificações.

### 3.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços serão pagos de acordo com a Planilha de Quantitativos e Orçamento da CONTRATADA.

A parte física do Laboratório será medida e paga na instalação do canteiro, medida em área efetivamente construída em m<sup>2</sup>.

Os equipamentos do laboratório serão pagos mensalmente (mês), sendo o laboratório de solos (item 1.2.4.2) e o laboratório de concreto (item 1.2.4.3 da planilha contratada).

A mão de obra: Laboratoristas (itens 1.2.3.1 e 1.2.3.3) e Auxiliares de Laboratório (itens 1.2.3.2 e 1.2.3.4) será paga mensalmente como pessoal de controle tecnológico (homens x mês) da CONTRATADA, por categorias nos preços da planilha contratada.

## 3.5 - PLACAS ALUSIVAS À OBRA

### 3.5.1 - SERVIÇOS

Para divulgação das obras com dados do contrato (valor, prazo de execução das obras etc.) a CONTRATADA deverá confeccionar placas de acordo com os modelos fornecidos pela CONTRATANTE.

As placas serão confeccionadas em chapa de aço galvanizada, com dimensões a serem fornecidas pela CONTRATANTE, e deverão ser montadas em molduras de madeira de lei e afixadas em locais determinados pela FISCALIZAÇÃO.

### 3.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de confecção e instalação das placas serão medidos em metros quadrados. O pagamento será efetuado pelo preço constante no item correspondente a esses serviços da Planilha Orçamentária.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, assim como instalação e manutenção.

## **4 – SERVIÇOS PRELIMINARES**

---

## 4 - SERVIÇOS PRELIMINARES

### 4.1 - LOCAÇÃO DAS OBRAS

#### 4.1.1 - GENERALIDADES

A FISCALIZAÇÃO fornecerá à CONTRATADA os elementos topográficos básicos do local da obra. A CONTRATADA será responsável pelo fornecimento de todo o material, equipamentos e mão-de-obra necessários à locação da obra, incluindo piquetes, caderneta de campo, testemunhos, gabaritos e instrumentos.

A CONTRATADA deverá proceder à locação da obra com base nos desenhos do Projeto e efetuar a verificação de todas as estacas e marcos implantados no terreno.

A CONTRATADA deverá implantar marcos adicionais, onde a Fiscalização julgar necessário.

A CONTRATADA será responsável pela manutenção de todas as estacas e marcos até que seja autorizada a removê-los.

A FISCALIZAÇÃO fará verificações à medida que os trabalhos progredirem, a fim de conferir se as linhas e os níveis estabelecidos pela CONTRATADA são precisos e estão de acordo com o Projeto e os desenhos fornecidos. As verificações efetuadas pela FISCALIZAÇÃO não desobrigarão a CONTRATADA de sua responsabilidade de executar a obra segundo o Projeto e os desenhos fornecidos.

Na eventualidade da CONTRATADA cometer erros de locação que causem danos ou quaisquer outras irregularidades na obra executada, a mesma estará obrigada a demolir e a refazer a parte afetada da obra, sem quaisquer ônus adicionais para a SRH/CE e dentro do prazo que for indicado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 4.1.2 - LOCAÇÃO DO EIXO

A locação do eixo será feita com o emprego de teodolito e as medidas lineares serão feitas com utilização de trenas de aço ou fibra de vidro, podendo-se utilizar, também, aparelhos tipo estação total para a realização deste serviço.

O eixo será piquetado normalmente de 20 em 20 metros, bem como, em todos pontos notáveis, tais como PI's, PC's e PT's, acidentes topográficos, cruzamentos com estradas, margens de rios e córregos, etc. Em todos os piquetes implantados, serão colocadas estacas testemunha constituídas de madeira resistente com cerca de 60 cm de comprimento, providas de entalhe, onde se escreverá à tinta a óleo, de cima para baixo, o número correspondente. Estas estacas serão localizadas sempre à esquerda do estaqueamento no sentido crescente de sua numeração e com o número voltado para o piquete. Os marcos principais da obra serão amarrados por “pontos de segurança” de tal maneira que seja vista a amarração anterior ou posterior.

As medidas de distância serão feitas à trena, segundo a horizontal, para efeito de localização dos piquetes da linha de locação. Entretanto, é recomendável utilizar-se o processo eletrônico para a leitura das distâncias entre PI's, a fim de se ter maior precisão das coordenadas destes pontos.

#### 4.1.3 - NIVELAMENTO E CONTRANIVELAMENTO DO EIXO

O nivelamento e contranivelamento de todos os piquetes do eixo de locação serão feitos com o emprego de níveis óticos e de precisão. Para controle do nivelamento e contranivelamento serão utilizadas referências de nível (RN) estáveis, devidamente referidas nas plantas em relação ao estaqueamento de locação. Estas referências (RN) serão implantadas fora de linha do “eixo” e serão constituídas de marcos de concreto com a inscrição do número correspondente.

Do nivelamento e contranivelamento do eixo locado não se permitirão visadas com mais de 120m de distância entre os pontos: a ré e a vante. O nível ótico deverá ser posicionado a meia distância entre os dois pontos de ré e a vante para eliminar os efeitos de refração atmosférica e da curvatura da terra. O nivelamento e contranivelamento deverão ser fechados em cada marco da rede de RN.

O contranivelamento será fechado nos RN, com a tolerância admitida de acordo com a FISCALIZAÇÃO. A tolerância dos serviços de nivelamento será de 2 (dois) mm por quilômetro e a diferença será inferior ou igual á obtida pela fórmula:

$$e = 12,5\sqrt{k} , \text{ sendo: "k" em quilômetros; "e" em milímetros.}$$

#### 4.1.4 - ESPECIFICAÇÕES COMPLEMENTARES

A CONTRATADA deverá inicialmente proceder à execução da locação, nivelamento e contranivelamento de acordo com o projeto, deixando visíveis, para conferências, as estacas, os piquetes e os marcos orientadores. Em caso de discrepância entre o Projeto e os dados de campo, a CONTRATADA deverá informar a FISCALIZAÇÃO, para que esta tome as devidas providências.

O traçado e as cotas das obras lineares (sangradouro e tomada d'água) podem ser alterados, em função da realidade de campo, desde que sejam analisados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Para a planimetria admite-se a utilização de um teodolito com precisão tal que permita uma leitura direta de, no mínimo, 20 (vinte) segundos arco. Quanto aos serviços de altimetria devem-se utilizar níveis automáticos.

Vale salientar que para a locação dos PI's pode-se fazer uso de estação total, restringindo-se a sua utilização para os serviços de nivelamento. Piquetes auxiliares afastados de ambos os lados da linha de eixo da obra serão colocados para que após a escavação com a conseqüente retirada do piqueteamento principal, seja possível determinar o posicionamento correto de cada estaca da obra locada.

O espaçamento entre piquete será de, no máximo 20m, podendo, no entanto pela configuração do terreno, ser fixado piquetes intermediários.

Os pontos de deflexão serão determinados por marcos que os caracterizem perfeitamente, assim como são caracterizados todos os pontos que mereçam especial destaque. A marcação deverá ser acompanhada pela FISCALIZAÇÃO, de modo a permitir que eventuais mudanças sejam determinadas com um máximo de antecedência.

#### 4.1.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Estes serviços não serão cotados nem pagos em separado.

A mão de obra: Topógrafo e Auxiliares de Topografia serão pagos como pessoal de controle tecnológico e mensal (homens x mês), por categorias, conforme os itens 1.2.3.5 e 1.2.3.6 da Planilha de Quantitativos e Orçamento da CONTRATADA.

Os Equipamentos de Topografia serão pagos mensalmente (mês), de acordo com item 1.2.4.1 da Planilha de Quantitativos e Orçamento da CONTRATADA.

## 4.2 - CAMINHOS DE SERVIÇOS

### 4.2.1 - SERVIÇOS

A CONTRATADA deverá construir e manter todos os caminhos de serviços que permitirão acessos a máquinas e veículos aos locais de execução das obras (praças), acessos às jazidas (areias, solos e rochas), aos estoques de materiais, aos locais de bota-fora, às praças da barragem, do sangradouro e dos diques, às fontes de água (açude, poços, riachos, etc), acessos à central de britagem, à central de concreto, aos acampamentos, ao canteiro (escritório, oficina e almoxarifado). Se houver necessidade de algum outro local que não foi citado acima a CONTRATADA fará uma solicitação, por escrito, à FISCALIZAÇÃO que se manifestará sobre o assunto, negando ou autorizando a construção do caminho de serviços.

Os caminhos de serviços são vias a serem construídas com 6,0 metros de largura de pista de rolamento e compactação de camada com espessura de 15 cm, revestida com cascalho/piçarra que será transportada desde uma distância DMT até 1,0 km. O pavimento utilizando material disponível na região, deverá ser resistente ao tráfego de máquinas pesadas e caminhões carregados.

A CONTRATADA deverá planejar os trajetos dos caminhos de serviços, aproveitando ao máximo o traçado dos caminhos e estradas vicinais existentes, bem como a própria faixa de domínio destas vias, cabendo a FISCALIZAÇÃO aprovar ou não o plano previamente remetido.

Os trabalhos iniciais necessários a serem realizados, quando se tratar de implantação dos caminhos de serviços, são desmatamento, destocamento e limpeza, e raspagem da camada vegetal.

A CONTRATADA terá a obrigação de colocar, nos pontos apropriados, as sinalizações necessárias para indicar os acessos às diferentes partes da obra, objeto do contrato; em tais sinalizações, será indicado claramente com tinta durável, o local ou a parte da obra a que a estrada dá acesso; também deverão ser indicados com

clareza, trechos cujo trânsito constitua perigo para os movimentos da maquinaria de construção.

Os caminhos de serviço serão realizados nos seguintes locais:

- a) Ligação das jazidas de solo, areais e a pedra 1 com os locais das obras da barragem;
- b) Ligação da Pedreira 1 com as instalações da Central de Britagem;
- c) Ligação da Central de Britagem com a Usina de Concreto;
- d) Ligação da Central de Britagem com as obras da barragem;
- e) Ligação da Usina de Concreto com as obras da barragem;
- f) Ligação das Escavações Obrigatórias com as áreas de bota-fora;
- g) Interligação do acampamento com as demais estradas e caminhos de serviços.

Para a manutenção dos caminhos de serviço deverão ser necessárias a drenagem de grotas através de bueiros tubulares ou passagem molhada, drenagem superficial através de valetas ou canais não revestidos.

A implantação dos Caminhos de Serviço deverá obedecer às Especificações Gerais para Obras Rodoviárias, em particular as:

- DNER-ES-T 01-70-Serviços Preliminares;
- DNER-ES-T 02-70-Caminhos de Serviço;
- DNER-ES-P 08-70 - Sub-Base Estabilizada Granulometricamente;
- DNER-ES-OA 38-73 - Bueiros de Grotas.

#### 4.2.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os caminhos de serviços serão medidos em quilômetros (km), após a sua conclusão e aprovação pela FISCALIZAÇÃO e nas quantidades efetivamente executadas.

O pagamento das estradas de acesso será feita de acordo com os itens de quantitativos e preços unitários da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir: mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, obras de drenagem longitudinal e transversal, bem como a sinalização e manutenção até a conclusão da obra, conforme especificado neste item.

#### 4.3 - ESTRADAS DE ACESSO

##### 4.3.1 - SERVIÇOS

A CONTRATADA deverá construir e manter as estradas de acesso previstas constituindo-se nas ligações entre:

- a) O lado esquerdo do maciço da barragem com a BR-222;
- b) O lado esquerdo do maciço da barragem com a zona urbana da cidade de Frecheirinha;
- c) O lado direito do maciço da barragem com os locais dos Diques 1, 2 e 3 e a BR-222;
- d) O lado esquerdo com a Tomada D'Água.

Se houver necessidade de algum outro trajeto que não foi citado acima a CONTRATADA fará uma solicitação, por escrito, à FISCALIZAÇÃO que se manifestará sobre o assunto, negando ou autorizando a construção da estrada de acesso.

As estradas de acesso são vias a serem construídas com 10,0 metros de largura, sendo 8,0 metros de pista de rolamento e um metro de acostamento para cada lado e larguras adicionais para implantação de sarjetas e valas de drenagem laterais. A pista de rolamento terá com revestimento primário com 0,20 m de espessura e base com cascalho/piçarra que será transportada desde uma distância DMT até 1,0 km. O revestimento será construído utilizando material disponível na região, deverá ser resistente ao tráfego de máquinas pesadas e caminhões carregados.

As estradas de acesso deverão se constituir de uma via de tráfego contínuo em todas as épocas do ano. Para isto deverá ter um greide não galgável pelos fluxos oriundos de precipitações pluviométricas, e ser dotada de obras de arte constituídas de bueiros tubulares, com bocas de entrada e saída, passagens molhadas de pedra argamassada e concreto simples, valas ou valetas de corte e aterro.

A construção dos aterros e cortes, drenagem de grotas e superficial e do revestimento primário deverá obedecer às Especificações Gerais para Obras Rodoviárias, em particular as:

- DNER-ES-T 01-70 - Serviços Preliminares;
- DNER-ES-T 03-70 - Cortes;
- DNER-ES-T-0570 - Aterros;
- DNER-ES-P 08-70 - Sub-Base Estabilizada Granulometricamente;
- DNER-ES-OA 38-73 - Bueiros de Grotas;
- DNER-ES-OA 31-71 - Concreto e Argamassa.

#### 4.3.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As estradas de acesso serão medidas em quilômetros (km), após a sua conclusão e aprovação pela FISCALIZAÇÃO e nas quantidades efetivamente executadas.

A medição das estradas de acesso será feita após a sua implantação, de acordo com os itens de custo e preços unitários da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir: mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, obras de drenagem longitudinal e transversal, bem como sinalização e manutenção da estrada até a conclusão da obra, conforme especificado neste item.

#### 4.4 - CERCAS

##### 4.4.1 - SERVIÇOS

A CONTRATADA deverá fornecer e implantar as cercas de contorno da bacia hidráulica da barragem, conforme indicado nos desenhos e de acordo com os requisitos constantes desta especificação.

As cercas deverão ser implantadas com mourões de madeira, 7,5x7,5cm, com espaçamento de 2m, altura livre de 2m, cravados 0,5m no terreno, e terá 4 (quatro) fios de arame farpado nº 14 classe 250.

#### 4.4.2 - SERVIÇOS

As cercas serão medidas em metros lineares instaladas e o pagamento será efetuado pelo preço unitário constante do item 2.2 da Planilha de Orçamentação de Obras contratada.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, conforme especificado neste item, salvo o custo da limpeza da faixa da cerca.

O pagamento da limpeza da faixa da cerca será feito de acordo com o item de Desmatamento e limpeza das Áreas de Construção e Empréstimo destas especificações.

### 4.5 - SUPRESSÃO VEGETAL DOS LOCAIS DAS JAZIDAS E OBRAS

#### 4.5.1 - SERVIÇOS

Os serviços de desmatamento, destocamento e limpeza das áreas de construção e empréstimo deverão incluir:

- a) Desmatamento de toda a vegetação, incluindo corte e desenraizamento de todas as árvores e arbustos, bem como de troncos;
- b) Recomenda-se a importância que deve ser dada a operação de DESENRAIZAMENTO, dada a frequência com que ocorrem raízes de árvores em profundidades atípicas;
- c) Corte e empilhamento de madeira utilizável em locais determinados pela FISCALIZAÇÃO;
- d) Demolição ou remoção de pequenas edificações e de outras benfeitorias localizadas nos limites das áreas de construção e empréstimo;
- e) Remoção de pedras e outros materiais encontrados no terreno;

- f) Remoção e transporte dos materiais resultantes das operações de desmatamento e limpeza até os limites das áreas desmatadas ou até locais previamente determinados pela FISCALIZAÇÃO;
- g) Queima dos materiais restantes (após a retirada da madeira utilizável) das operações de desmatamento e limpeza, após aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Todas as áreas a serem desmatadas e limpas serão definidas pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com os desenhos do projeto.

Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado enquanto as operações de desmatamento, destocamento e limpeza nas áreas devidas, não tenham sido totalmente concluídas.

A madeira utilizável deverá ser identificada pela SRH/CE, de quem será propriedade.

A CONTRATADA será responsável por quaisquer danos e prejuízos a propriedades limítrofes alheias resultantes das operações de desmatamento, limpeza e remoção.

Durante a operação do desmatamento deverão ser observadas as recomendações que dizem respeito aos procedimentos de desmatamento racional.

#### 4.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O desmatamento, destocamento e limpeza das áreas de construção e empréstimo serão medidos em metros quadrados, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA para cada tipo de obra, de área efetivamente desmatada, destocada e limpa. Não se medirão áreas localizadas além dos limites definidos pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

A FISCALIZAÇÃO não autorizará, mais de uma vez, o pagamento dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza de uma mesma área, de modo que cabe à CONTRATADA a responsabilidade de fazer com que esses serviços sejam efetuados nos períodos apropriados, para que o terreno se conserve limpo até o término da obra.

#### 4.6 - SUPRESSÃO VEGETAL RACIONAL DA BACIA HIDRÁULICA

##### 4.6.1 - SERVIÇOS

A supressão vegetal da área da bacia hidráulica da Barragem deverá seguir um conjunto de ações sequenciadas, definidas no plano de desmatamento racional, devendo ter como diretrizes o seguinte:

- Remoção da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica, com fins de manter o padrão de qualidade da água a ser estocada pelo reservatório;
- Aproveitamento racional dos recursos florestais, existentes na área a ser desmatada;
- Preservação do patrimônio genético da vegetação nativa;
- Proteção à fauna;
- Preservação das áreas consideradas como reservas ecológicas, segundo a RESOLUÇÃO 004/85 do CONAMA;
- Proteção aos trabalhadores envolvidos com a operação;
- Proteção das populações periféricas; e
- Garantia da qualidade ambiental nas áreas de entorno do açude.

A área da bacia hidráulica compreende 1.739 hectares, o que representa uma área significativa em se tratando de remoção do patrimônio florístico natural, resultando em impactos adversos significativos sobre os diversos parâmetros do meio biótico, abiótico e sócio-econômico. O desmatamento racional deverá minimizar algumas adversidades e propor compensações ambientais, além de orientar e direcionar todas as fases da ação.

Segundo a Lei Federal Nº 3.824, de 23 de novembro de 1960, torna-se obrigatória a destoca e conseqüentemente, a limpeza das bacias hidráulicas dos

açudes, represas ou lagos artificiais construídos pela União, Estados e Municípios ou empresas particulares que gozem de concessões ou de qualquer favor concedido pelo Poder Público. O artigo 2º da referida lei reza que serão reservadas áreas com vegetação que, a critério dos técnicos, for considerada necessária à proteção da ictiofauna e das reservas indispensáveis à garantia da piscicultura.

De acordo com a Resolução CONAMA 004/85, Art. 3º, são reservas ecológicas as florestas e demais formas de vegetação natural situada ao redor de reservatório d'água natural ou artificial desde o seu nível mais alto medindo horizontalmente, em faixa marginal, largura mínima de 100 (cem) metros para os que estejam em área rural.

Deve ser integralmente obedecidas as ações apontadas no Plano de Desmatamento Racional, que resumidamente podem ser agrupadas em:

- Demarcação das áreas de desmatamento;
- Diagnóstico da flora da área da bacia hidráulica e seu entorno,
- Seleção de espécies;
- Formação de banco genético;
- Definição dos corredores de escape e procedimentos para o resgate da fauna;
- Definição da área de preservação permanente;
- Definição dos métodos de desmatamento;
- Levantamento dos recursos florestais aproveitáveis;
- Proteção ao trabalhador; e
- Proteção à população periférica.

A demarcação deverá considerar, a princípio, os limites da faixa de proteção permanente do reservatório, tomando-se como base a definição das cotas máximas de cheia, de modo que o desmatamento deverá ser realizado apenas dentro da área da bacia hidráulica do reservatório, conforme Artigo 3º da Resolução N° 004/85 do CONAMA.

A partir do limite entre a cota máxima e a área de preservação, deverá ser delimitada uma faixa com largura mínima de 100 (cem) metros que constituirá a envoltória de proteção do reservatório.

A demarcação de limites deverá ser feita com estacas de concreto, pintados de vermelho e equidistantes 200 (duzentos) metros entre si, sendo que estes deverão ser locados com topografia.

Após a demarcação do contorno da cota máxima de cheia, deverá ser feito aceiro no perímetro da bacia hidráulica, evitando-se que ocorra perda ou retirado dos marcos por terceiros, ou ainda que o desmatamento afete as áreas a serem preservadas.

Considerando-se a área superficial do reservatório, bem como a conformação topográfica da bacia hidráulica, o desmatamento deverá ser realizado de forma modulada, de modo que a área deverá ser compartimentada em setores, sendo que entre estes setores deverão ser definidos os corredores de escape, em linhas transversais a partir do eixo do rio Caiçara. A captura e resgate da fauna deverão ser realizados em toda a bacia de inundação. A soltura dos animais deve obedecer às orientações do IBAMA e SEMACE.

O desmatamento racional da bacia hidráulica deverá ser dividido em duas grandes áreas, representando a vegetação das aluviões, constituída de árvores de grande porte, e vegetação das “áreas secas” não degradadas, constituídas de vegetação arbustiva e arbórea de pequeno porte.

Importante salientar que dentro da bacia hidráulica uma série de áreas degradadas ou de cultivo não será objeto de desmatamento visto a ausência de vegetação significativa. Estas áreas, apontadas no Plano de Desmatamento Racional, deverão ser demarcadas no campo e não será motivo de medição e pagamento. Com o aval da FISCALIZAÇÃO estas áreas poderão ser ampliadas, caso a degradação ou área de plantio tenha avançado entre a data de realização do Plano e o início das obras.

#### 4.6.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O desmatamento, destocamento e limpeza das áreas da bacia hidráulica serão medidos em metros quadrados, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA para cada tipo de obra, de área efetivamente desmatada, destocada e

limpa. Não se medirão áreas localizadas além dos limites definidos pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

#### 4.7 - EXPURGO DE MATERIAL VEGETAL DAS JAZIDAS

##### 4.7.1 - SERVIÇOS

Após a execução do desmatamento nas áreas das jazidas de solos será feita a escavação da camada com solo orgânico para o acesso aos materiais construtivos. Nas áreas relativas à fundação do maciço da barragem e do canal de sangria não se executará a operação de expurgo, pois o material será escavado como um todo até os níveis da fundação projetada. O material vegetal expurgado deverá ser empilhado nos limites das jazidas e posteriormente espalhado sobre a superfície regularizada da área escavada, de forma a mitigar os impactos ambientais. A profundidade de expurgo vegetal, em cada jazida, deve obedecer aos valores indicados no PROJETO. Profundidades de expurgo diferentes destas só poderão ser realizadas com a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

##### 4.7.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O expurgo será medido por metro cúbico (m<sup>3</sup>) do material escavado até as cotas estabelecidas pelo Projeto ou pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento será efetuado de acordo com o preço unitário do metro cúbico (m<sup>3</sup>) indicado na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços.

## 4.8 - REGULARIZAÇÃO DE TALUDES DE JAZIDAS COM RETALUDAMENTO

### 4.8.1 - SERVIÇOS

Para recuperação de jazidas e caixas de empréstimos de solos deverão ser executados a regularização dos taludes das escavações (retaludamento) para que seja melhor conformado o espalhamento de material de bota-fora.

A conformação do substrato de terra vegetal nos taludes das jazidas para recuperação da cobertura vegetal, deverá ser feita conforme indicado em Projeto ou orientado pela Fiscalização.

### 4.8.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A regularização de taludes das jazidas será medida por metros quadrados (m<sup>2</sup>) até as cotas estabelecidas pelo Projeto ou pela FISCALIZAÇÃO.

O pagamento será efetuado de acordo com o preço unitário do metro quadrado (m<sup>2</sup>) indicado na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços.

## 4.9 - DEMOLIÇÃO DE ESTRUTURAS

### 4.9.1 - SERVIÇOS

Para melhorar a qualidade da água a ser represada pela construção da Barragem, atender a Legislação Ambiental vigente quanto a classificação da água para consumo humano (Resolução N<sup>o</sup>20 do CONAMA) e aproveitar o material proveniente das residências e demais construções existentes na área, serão realizados os serviços de demolição, transporte de material e limpeza da área, para a demolição das casas, estúbulos, pocilgas, cercas, mourões, postes e outras estruturas que possam comprometer a qualidade das águas represadas e a segurança da navegação ou pesca.

A CONTRATADA deverá promover uma reunião com os expropriados, ocasião em que apresentará o cronograma de execução fixando prazo para que seja feita a desocupação dos imóveis. Para execução dos serviços deverá ser dada prioridade a

mão-de-obra dos próprios proprietários/moradores, já que o SRH/CE visa melhorar as condições de vida das famílias através da doação de material e pela possibilidade de geração de emprego e renda. Os serviços de demolição com o aproveitamento do material serão executados seguindo a mesma sistemática do desmatamento, ou seja, do eixo da barragem para o final da área a ser inundada (jusante-montante). Retirado o material a ser aproveitado, a CONTRATADA fará o transporte para o local mais próximo possível da construção da nova residência ou local indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos tipo fossa séptica, sumidouros, pocilgas, efetivo ou posteriormente poluidor dos recursos hídricos deverão ser tratados com cal virgem, aterrados com camada de solo de pelo menos 1,5m de argila e compactados, objetivando evitar a contaminação da água através do processo de eutrofização.

#### 4.9.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de demolição serão medidos em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas dimensões das estruturas demolidas.

O pagamento será efetuado de acordo com o preço unitário do metro quadrado (m<sup>2</sup>) indicado na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços.

## **5 – OBRAS DE TERRA E ROCHA**

---

## 5 - OBRAS DE TERRA E ROCHA

### 5.1 - ESCAVAÇÕES

#### 5.1.1 - OBJETIVO

Estas especificações objetivam estabelecer regras e práticas de execução, as características exigidas, a qualidade do produto acabado, os critérios de aceitação do trabalho executado, a unidade e forma de medição e pagamento das escavações necessárias a implantação das obras da barragem Lontras, que essencialmente são:

- Escavação de solo aluvionar e residual para a fundação do maciço da barragem;
- Escavação da camada superficial de rocha incoerente ou muito fragmentada para a fundação do maciço da barragem;
- Escavação de rocha pouco coerente no cut-off, para a fundação do maciço da barragem;
- Escavação da camada superficial de solo residual e rocha incoerente a pouco coerente do sistema de sangria (canal de aproximação, vertedouro, rápidos, bacias de dissipação);
- Escavação de rocha, com uso de fogo controlado, do sistema de sangria (canal de aproximação, vertedouro, rápidos, bacias de dissipação, drenos);
- Escavação para as estruturas de concreto (muro vertedouro, muros de contenção e tomada d'água);
- Escavação para canais de aproximação e restituição da tomada d'água;
- Escavação nas áreas das jazidas de solos;
- Escavação no leito dos rios para obtenção de areia para filtros, drenos e agregados miúdo para concretos;
- Escavação de pedreiras para obtenção de pedras para o Rip-Rap e rock-fill, e para as transições grossas (britas) e agregados graúdos dos concretos.

### 5.1.2 - GENERALIDADES

Os trabalhos de escavação consistirão na remoção de solo ou rocha incoerentes situados abaixo da superfície do terreno de fundação da barragem, que serão classificados com observação visual e baseado também nas cotas estabelecidas nos desenhos do Projeto, bem como dos locais das obras permanentes ou não, sendo que nesse último caso, somente serão escavados com a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

A escavação incluirá, sem necessariamente a isto se limitar, as operações de terraplenagem, perfuração, detonação, carga e descarga dos materiais em bota-fora, pilhas de estocagem ou nos locais onde serão utilizados como material de aterro.

As escavações deverão ser realizadas somente dentro dos limites definidos nos desenhos do PROJETO. Caso a CONTRATADA observe a necessidade de uma escavação além dos limites ela deve obter a aprovação da FISCALIZAÇÃO, antes do início dos trabalhos.

Em toda e qualquer área de escavação deverá ser realizado um levantamento topográfico antes do início das escavações e após os trabalhos de desmatamento, destocamento e limpeza (topografia primitiva). Este levantamento deverá ter um nível de detalhamento e uma densidade de pontos que permita o cálculo preciso dos volumes de escavação.

A CONTRATADA deverá apresentar a FISCALIZAÇÃO um Plano Geral de Origem e Destino do material escavado, incluindo a distância de transporte, num prazo de até 15 dias antes do início das escavações.

Durante os trabalhos de escavação a CONTRATADA deverá manter a praça com declividade adequada e com um sistema coletor que permita a drenagem rápida e a imediata retomada dos trabalhos após qualquer precipitação pluviométrica. A CONTRATADA será responsável pela estabilidade e proteção dos taludes provisórios e pelo escoramento adequado das escavações, independente da aprovação das linhas de taludes e dos métodos de escoramento.

As escavações da fundação do maciço da barragem e das estruturas de concreto serão executadas a seco. Atingidos os limites estabelecidos para a escavação da fundação do maciço e das estruturas de concreto a superfície exposta deverá ser limpa

para que a FISCALIZAÇÃO proceda a uma vistoria, objetivando a liberação para os preparos e/ou tratamentos das fundações. Caso a FISCALIZAÇÃO considere a fundação insatisfatória, serão executadas escavações adicionais e limpeza da superfície para nova vistoria. O processo será repetido até a aprovação final.

Será de responsabilidade da CONTRATADA a retirada de amostras e a realização de ensaios geotécnicos e geo-mecânicos visando definir a qualidade dos materiais escavados. Se durante as escavações os ensaios apontarem para materiais de características diferentes das previstas em PROJETO, a FISCALIZAÇÃO poderá alterar os alinhamentos, seções, taludes e demais dimensões apresentadas no PROJETO.

Os materiais escavados, com características semelhantes às especificadas em PROJETO, serão aplicados diretamente nos locais destinados. Poderá ser autorizado pela FISCALIZAÇÃO o armazenamento em pilhas de estoque para uso futuro, porém os custos adicionais de recarga e novos transportes correrão às expensas da CONTRATADA.

Os materiais oriundos das escavações e com características inadequadas para o uso no maciço da barragem deverão ser colocados em áreas de bota fora, indicadas no PROJETO. A FISCALIZAÇÃO poderá alterar os locais indicados para o bota fora, ou autorizar que a CONTRATADA empregue o material para uso próprio, neste último caso, sem qualquer ônus adicional para a CONTRATANTE.

As escavações em rocha, independente do processo de desmonte, não poderão agravar o nível de fraturamento, fissuramento, estanqueidade, resistência ou reduzir qualquer característica geomecânica pré-existente no maciço rochoso, que irá permanecer remanescente. A responsabilidade pela permanência das características originais do maciço rochoso remanescente é da CONTRATADA, independente da aprovação do plano de fogo ou processos de escavação pela FISCALIZAÇÃO.

Os desmontes a fogo ou outros processos de escavação empregados deverão produzir materiais adequados aos serviços previstos para as obras. Os planos de fogo e demais processos serão submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO, que poderá a

qualquer momento exigir reformulações sucessivas até que os resultados sejam considerados satisfatórios.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir escavações com seleção dos materiais por técnicas e equipamentos especiais para aumentar o volume de material aproveitável. Com a mesma finalidade poderá a FISCALIZAÇÃO exigir escavação além dos alinhamentos do Projeto.

### 5.1.3 - CLASSIFICAÇÃO DAS ESCAVAÇÕES

As escavações, de acordo com a natureza dos materiais, o grau de complexidade e os equipamentos utilizados, serão classificadas segundo as especificações apresentadas a seguir.

#### 5.1.3.1 - Escavação em Materiais de 1ª (primeira) Categoria

Compreendem solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,20 metros, com qualquer que seja o teor de umidade que se apresentem. O processo de extração é compatível com a utilização de Escavadeira ou Pá Carregadeira.

#### 5.1.3.2 - Escavação em Materiais de 2ª (segunda) Categoria

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior a da rocha não alterada, cuja extração se processe por combinação de métodos que obriguem a utilização de equipamento de escarificação. A extração eventual poderá envolver o uso de explosivos ou processos manuais adequados. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha, de volume inferior 2,00 m<sup>3</sup>, e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,20 m e 1,00 m.

#### 5.1.3.3 - Escavação em Rocha - 3ª (terceira) Categoria – com Fogo de Avanço

Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente ao da rocha sã ou coerente pouco fragmentada, cuja extração se processe pelo emprego continuado de explosivos. Os blocos de rocha com volume superior a dois metros cúbicos e os matacões ou pedras de diâmetro médio superior a 1,00m estão abrangidos nessa classificação.

#### 5.1.3.4 - Escavação em Rocha - 3ª (terceira) Categoria – com Fogo Controlado

Compreendem os mesmos materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente ao da rocha sã ou coerente pouco fragmentada, porém com uso de técnicas que assegurem a obtenção de superfícies regulares (sem depressão, lasca ou protuberância- “Overbreak” ou “Overhang”) e que assegurem a permanência do estado de fraturamento original do maciço rochoso remanescente.

O fogo controlado envolve a adoção de uma malha de furos mais densa que o fogo de avanço (menor espaçamento e menor afastamento), bancadas mais baixas, uso de retardos, explosivos sem grande onda de choque, plano de fogo muito criterioso e baixo volume de extração por detonação. Nessa classe de escavação poderão ser empregados métodos de detonação amortecida, de pré-fissuramento (pré-seccionamento) e, inclusive, o uso localizado de argamassa expansiva.

#### 5.1.3.5 - Utilização de Explosivos

##### 5.1.3.5.1 - Serviços

O uso de explosivos está condicionado à aprovação da FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO o Plano de Fogo a ser utilizado para escavações com explosivos.

O Plano de Fogo deverá incluir, no mínimo, o local e o horário das explosões, uma previsão sobre o volume de material a ser escavado, o tipo e a carga do explosivo, e a localização, profundidade e espaçamento das perfurações. A aprovação do plano de fogo não isentará a CONTRATADA da responsabilidade pela adequação e segurança das explosões.

Não será permitida a utilização de explosivo nos casos em que possa haver perigo de fraturação excessiva do material circundante, desagregamento das fundações ou estruturas vizinhas, ou danos às normas.

O transporte e o armazenamento de explosivos deverão ser efetuados e supervisionados por pessoa de comprovada experiência na atividade e após permissão das autoridades pertinentes.

As espoletas e os detonadores, de qualquer classe, não deverão ser transportados ou armazenados nos mesmos veículos ou lugares em que se transportem ou estoquem os explosivos. A localização e a organização dos paíóis, bem como os métodos de transporte, deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

A utilização de explosivos nas obras sempre deverá ocorrer de acordo com as leis vigentes e pertinentes ao trabalho contemplado nestas especificações.

Não será permitido o manuseio ou emprego de explosivos quando da aproximação de tormenta ou durante o seu desenvolvimento.

#### *5.1.3.5.2 - Medição e Pagamento*

Não haverá qualquer medição ou pagamento referente à utilização de explosivos, esses custos deverão estar inclusos nos preços unitários constantes na planilha de orçamento relativo aos serviços que requeiram a utilização dos explosivos.

#### **5.1.3.6 - ESCAVAÇÃO EM EMPRÉSTIMOS**

##### *5.1.3.6.1 - Serviços*

A escavação de material em áreas de empréstimo deverá ser realizada de acordo com o Projeto e estas especificações ou as determinações da FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá informar a FISCALIZAÇÃO, com suficiente antecedência, a respeito da abertura de qualquer área de empréstimo, a fim de que possam ser efetuados todos os ensaios e medições necessários.

As escavações deverão ser executadas segundo as determinações da FISCALIZAÇÃO, a fim de se conseguir o máximo aproveitamento e a melhor utilização dos materiais do empréstimo.

Se a FISCALIZAÇÃO determinar que os materiais do empréstimo são impróprios para a execução da obra, a CONTRATADA deverá sustar as escavações, dispor desses materiais conforme lhe for determinado e obter material adequado de outros empréstimos aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá desmatar, limpar e raspar todas as áreas de empréstimo de acordo com o item 3.8 - Desmatamento do Local das Jazidas.

Os materiais impróprios, a critério da FISCALIZAÇÃO, deverão ser removidos para áreas de bota-fora, a fim de se evitar que se misturem com o material utilizável, na área de empréstimo. Nos empréstimos, a CONTRATADA deverá executar, a contento da FISCALIZAÇÃO, todas as drenagens e demais obras necessárias ao controle do escoamento superficial e das águas subterrâneas, a fim de se evitarem inundações e/ou encharcamento que possam deteriorar os materiais utilizáveis.

A FISCALIZAÇÃO indicará a extensão e a profundidade do corte a ser executado em cada área de empréstimo; os cortes deverão obedecer às profundidades determinadas.

A CONTRATADA deverá explorar a área de empréstimo, de forma a assegurar permanentemente a estabilidade na base dos taludes, e nas escavações, de maneira geral, durante as operações de empréstimo. Quando necessário, a FISCALIZAÇÃO determinará que sejam feitas alterações na extensão, na profundidade, nos taludes, ou na forma de abertura das escavações, para reduzir a possibilidade de desmoronamento ou deslizamento dos taludes, ou para melhorar o rendimento da exploração ou a qualidade do material escavado.

As escavações em áreas de empréstimo deverão ser executadas com equipamento mecânico adequado.

A CONTRATADA deverá tomar as devidas precauções para evitar escavação excessiva e para assegurar que qualquer material além das linhas de escavação determinadas permaneça nas melhores condições possíveis.

A CONTRATADA só poderá utilizar explosivos mediante a apresentação do Plano de Fogo para a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Não serão permitidas explosões a menos de 50 m da obra, exceto quando aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Durante a escavação das áreas de empréstimos poderá ser solicitado à CONTRATADA que escave materiais de possível utilização em estágios subsequentes das obras. A CONTRATADA deverá escavar e armazenar esses materiais em locais apropriados segundo o aprovado pela FISCALIZAÇÃO. As áreas de armazenamento deverão ser secas, protegidas de escoamento superficial e limpas de material vegetal,

detrritos ou outros elementos estranhos que possam limitar sua utilização para esse efeito.

#### *5.1.3.6.2 - Medição e Pagamento*

O pagamento da escavação em área de jazida será efetuado pelos preços unitários por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material escavado constante na Planilha Orçamentária.

A determinação dos volumes escavados será efetuada no local em que o material de empréstimo for efetivamente aplicado e já compactado, nas dimensões de Projeto, conforme descrito nos itens pertinentes, utilizando-se o método das Médias das Áreas Reais Extremas, a intervalos de 20 m, ou a outros intervalos, conforme especificado pela FISCALIZAÇÃO.

Os preços unitários que incluam custos de escavação em áreas de empréstimo deverão incorporar o custo de seleção dos materiais e de armazenamento dos mesmos, sempre que essas operações forem necessárias.

Em nenhum caso será aplicado, ao volume medido, qualquer coeficiente de ajuste, a título de empolamento ou contração de material, valor que deverá estar incluso nos preços unitários da CONTRATADA relativos ao momento extraordinário de transporte.

Nenhum pagamento será efetuado para bota-fora de materiais impróprios provenientes de áreas de empréstimo, independentemente das distâncias envolvidas, os custos das operações de bota-fora deverão estar inclusos no preço correspondente à obra na qual será utilizado o material de empréstimo apropriado.

O pagamento destes serviços será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### *5.1.3.7 - Escavação de Vala*

##### *5.1.3.7.1 - Serviços*

A escavação de vala prevista na barragem Frecheirinha corresponde a vala a ser escavada no maciço para execução do Filtro Vertical.

A escavação será mecânica em solo de 1ª categoria, compactado, e será realizada com retroescavadeira com concha com 1,0m de largura e capacidade mínima de 0,26 m³. A potência da escavadeira será de, no mínimo, 88 hp.

As valas devem ser abertas com as dimensões e nas posições estabelecidas no projeto, no sentido de jusante para montante, com declividade longitudinal do fundo conforme indicada em projeto.

O material escavado do maciço, a critério da FISCALIZAÇÃO, poderá ser empregado nas camadas superiores do maciço.

Os levantamentos topográficos devem apontar se a dimensão da seção transversal atende às especificadas no Projeto.

Admitem-se as seguintes tolerâncias:

- Variação de altura máxima para o fundo e bordas da escavação:  $\pm 0,02$  m;
- Variação máxima da largura de + 0,05 m para o fundo e bordas da escavação, não se admitindo variação negativa.

O controle qualitativo da escavação deve ser feito visualmente pela fiscalização, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas.

Os serviços são aceitos e passíveis de medição, desde que atendam às exigências de execução estabelecidas nesta especificação e discriminadas a seguir:

- a) Na inspeção visual, as características de acabamento da obra forem consideradas satisfatórias;
- b) As características geométricas previstas tenham sido obedecidas.

No caso de não atendimento ao disposto nos projetos, o serviço é rejeitado, devendo ser refeita a geometria do dispositivo, dentro dos limites especificados, sem ônus ao CONTRATANTE.

#### *5.1.3.7.2 - Medição e Pagamento*

Os serviços de escavação em valas serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência.

O cálculo do volume será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 5.1.3.8 - Escavações para Estruturas

##### 5.1.3.8.1 - Serviços

As escavações para estruturas deverão ser executadas segundo as cotas, linhas e taludes especificados no Projeto ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO.

As escavações para estruturas deverão incluir todas aquelas necessárias para alojar as estruturas, ou partes delas, situadas abaixo do nível original da superfície da terra ou abaixo da superfície após raspagem, compreendido qualquer acerto final das linhas, necessário ao recebimento das formas e do concreto.

As escavações para estruturas poderão ser efetuadas manualmente ou por meio de equipamento mecânico. Conforme a natureza dos materiais encontrados, a CONTRATADA poderá utilizar explosivos, desde que com aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser tomadas todas as precauções necessárias para alterar o mínimo possível a rocha e/ou o terreno adjacentes às escavações. Todas as escavações realizadas por conveniência da CONTRATADA, ou em excesso, por qualquer motivo não autorizado pela FISCALIZAÇÃO, correrão por conta da CONTRATADA, assim como o custo do reenchimento de excesso de escavação. O reenchimento do excesso

de escavação de fundação em rocha deverá ser realizado em concreto de regularização.

A CONTRATADA deverá escavar todas as valas de drenagem ou interceptão adicionais necessárias à manutenção da escavação em condições adequadas durante a construção e à proteção das fundações de concreto de quaisquer danos.

Todo material proveniente de escavação que a FISCALIZAÇÃO considerar apropriado para uso em outras obras deverá ser transportado pela CONTRATADA para o lugar onde será utilizado ou para lugar previamente escolhido. Qualquer material inapropriado será transportado para o local de bota-fora indicado no Projeto ou aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os materiais colocados nos locais de bota-fora deverão ser nivelados segundo os critérios preestabelecidos pela FISCALIZAÇÃO.

O controle das escavações realizadas para fundações de concreto será efetuado mediante a verificação topográfica das linhas e dimensões especificadas.

#### *5.1.3.8.2 - Medição e Pagamento*

Os serviços de escavação para estruturas serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material escavado segundo as cotas, linhas e taludes indicados no projeto ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados à medida que for realizada a escavação, para cálculos subsequentes do volume correspondente a cada tipo de material.

Não serão consideradas, para efeito de medição e pagamento, as escavações efetuadas além do necessário à execução adequada da obra.

O serviço inclui a escavação e disposição do material a uma distância mínima superior à largura da boca da escavação, medida a partir da borda da vala escavada.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 5.1.3.9 - Escavações Especiais

Nesta classificação incluem-se as escavações situadas abaixo do nível d'água, sem uso de explosivos, nas zonas das aluviões dos rios, que exijam o emprego contínuo de sistema de rebaixamento do nível de água ou freático.

Serão empregadas nas escavações draglines, clamshell, retroescavadeiras ou outros equipamentos que sejam necessários para garantir a qualidade dos serviços e a estabilidade geral da área de escavação.

#### 5.1.4 - METODOLOGIAS DAS ESCAVAÇÕES

##### 5.1.4.1 - Escavação da Fundação do Maciço

###### **a) Considerações Gerais**

As escavações para a fundação do maciço da barragem foram definidas a partir das características geológicas do substrato, aferidas pela investigação de superfície e pelas informações pontuais geradas pela campanha de sondagens. No entanto, os níveis de escavações apresentados em cada seção, nos Desenhos do PROJETO, são apenas aproximados e poderão sofrer alterações em função das condições geológicas-geotécnicas encontradas durante as escavações.

Na fase de escavação a FISCALIZAÇÃO exercerá um acompanhamento contínuo dos serviços de forma a definir, em conjunto com a CONTRATADA, o nível final de escavação, classificando os materiais escavados em 1ª categoria e, a seguir, o nível de escavação com uso contínuo de escarificador - 2ª categoria. Para tal definição, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a contratada a execução de trincheiras ou poços de inspeção, por conta da CONTRATADA e sem ônus para a CONTRATANTE.

Para cada nível de classe de escavação definido pela FISCALIZAÇÃO, e antes do início da continuação da escavação da classe seguinte, toda a superfície da fundação será nivelada, pela equipe de topografia, para efeito de medição dos volumes escavados.

O aumento do volume de qualquer classe de escavação, em relação ao inicialmente previsto em PROJETO, não será motivo de pleito de prorrogação de prazos ou de alteração de preços unitários. No caso de redução do volume de escavação, a CONTRATADA receberá pelo volume efetivamente realizado, sem direito a quaisquer indenizações compensatórias.

#### **b) Escavações entre “Off-Sets”**

Na área destinada ao assentamento do maciço da barragem, as escavações do solo, de qualquer tipo, que cobre o substrato rochoso e das zonas de rochas incoerentes ou muito fragmentadas, serão classificadas como escavação de 1ª categoria.

Na zona da várzea do riacho Caiçara, dependendo da época do ano e da magnitude da estação chuvosa, o lençol freático poderá estar elevado necessitando a implantação de um sistema contínuo de rebaixamento do lençol frático. A operação de rebaixamento será aprovada pela FISCALIZAÇÃO, as escavações abaixo do nível freático natural serão classificadas como “escavações especiais”.

A superfície final deverá ser regular e uniforme, podendo a FISCALIZAÇÃO exigir a remoção de saliências rochosas devido a sua má qualidade ou interferência com os trabalhos de construção.

Caso a fundação, nos níveis de escavação indicados nos desenhos do Projeto, não seja considerada satisfatória pela FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deverá aprofundar as escavações até novos níveis e limpar a superfície resultante para inspeção. Este procedimento deverá ser repetido até que seja atingida uma fundação satisfatória, a critério da FISCALIZAÇÃO.

Os taludes negativos e todas as saliências de rocha e irregularidades da superfície, que não permitam um adequado contato do terreno de fundação com o maciço, deverão ser eliminados mecanicamente ou com detonações controladas de modo que se obtenha uma superfície relativamente uniforme ou plana.

A CONTRATADA submeterá à aprovação da SRH, até 15 dias antes do início dos serviços, um plano detalhado para a escavação da área de fundação do maciço, discriminando a região da várzea do riacho e demais áreas, que deverá ter no mínimo:

- Plano Geral de Ataque as Obras;
- Tipo e número de equipamentos;
- Cronograma de Execução;
- Projeto de sistema de rebaixamento e esgotamento;
- Locais de destino do material escavado e acessos;
- Levantamento topográfico após desmatamento, destocamento e limpeza.

Os níveis de escavação para a fundação do maciço da barragem, mostrados nos Desenhos do PROJETO, devem ser compreendidos como uma indicação preliminar.

O nível do lençol freático registrado nos perfis das sondagens de PROJETO reflete as condições específicas da época que foram realizadas e não podem ser tomadas para decisões de implantação de sistemas de rebaixamento ou medições.

### **c) Escavação do “Cut-Off”**

Na base da zona central do maciço de solo (núcleo) foi idealizada a escavação de uma trincheira (“cut-off”) com até 4m de profundidade, com uma largura de base de 8m e taludes de 1:1 (V:H).

A escavação da rocha até a profundidade indicada em Projeto (rocha ardósia em geral alterada a muito fraturada) será realizada com trator de esteiras tipo CAT.D6 utilizando-se, de modo ininterrupto, escarificadores (“ripper”). Nestas condições, atestadas pela FISCALIZAÇÃO, as escavações da trincheira central serão classificadas com “escavações em material de 2ª categoria”.

#### 5.1.4.2 - Escavação do Sangradouro

##### **a) Considerações Gerais**

As escavações necessárias à implantação de todos os elementos que constituem o sangradouro da barragem Frecheirinha (canal de aproximação, vertedor Creager, canal rápido, bacia de dissipação, canal de restituição, muros laterais e drenos) serão executadas sem a presença de água.

As escavações objetivando a implantação de estruturas de concreto obedecerão rigorosamente aos alinhamentos, declividades e dimensões indicadas nos desenhos

do Projeto. Caso a FISCALIZAÇÃO constate que a superfície de fundação, no nível indicado no Projeto, não seja satisfatória para o apoio das estruturas projetadas, poderá exigir uma escavação adicional e limpeza da superfície até que seja obtida uma fundação satisfatória. A FISCALIZAÇÃO poderá, a qualquer hora, em função dos resultados obtidos durante as escavações, alterar o plano de escavação do Projeto para melhor aproveitamento das características apresentadas pelo material escavado.

As escavações para a construção do sistema de sangria foram definidas a partir das características geológicas do substrato, aferidas pela investigação de superfície, pelas informações pontuais geradas pela campanha de sondagem. No entanto, os níveis de escavações apresentados nos Desenhos do PROJETO, são apenas aproximados e poderão sofrer alterações em função das condições geológicas-geotécnicas encontradas durante as escavações.

Na fase de escavação a FISCALIZAÇÃO exercerá um acompanhamento contínuo dos serviços de forma a definir, em conjunto com a CONTRATADA, o nível final de escavação em material de 1ª e 2ª categorias e, a seguir, o nível de escavação com fogo ou 3ª categoria. Para tal definição, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar a contratada a execução de trincheiras ou poços de inspeção, por conta da CONTRATADA e sem ônus para a CONTRATANTE.

As escavações rochosas do sistema de sangria deverão obedecer ao seguinte procedimento de escavação:

- i. Na parte lateral dos canais de aproximação e restituição, fundação do muro Creager e dos muros laterais, além da bacia de dissipação, a escavação será executada com fogo controlado, de forma a garantir a geometria e a integridade do maciço rochoso, tanto nas paredes quanto no fundo das referidas estruturas. Esta escavação será classificada como: “Escavação de rocha com fogo controlado”;
- ii. Após a escavação de ambas laterais, a parte central dos canais de aproximação e restituição será escavada de forma a preservar o maciço rochoso remanescente e será classificada como “Escavação de rocha com fogo de avanço” ou “Escavação em material de 3ª categoria”

O PROJETO define uma sequência de escavação do sangradouro com início nas laterais do canal, com fogo controlado, e em seguida na zona central, já desconfinada, com fogo de avanço.

Com antecedência de 15 dias a CONTRATADA deverá apresentar à FISCALIZAÇÃO um programa detalhado dos trabalhos de escavação do sangradouro, indicando os processos e plano de fogo a serem usados em cada local.

Após a escavação de todo o material comum, a superfície do topo rochoso deverá ser limpa por lâmina de trator CAT.D6 e em seguida será realizado o levantamento topográfico da superfície da rocha, objetivando as medições das escavações em rocha.

Qualquer classe de escavação de rocha será realizada de modo a não prejudicar a rocha nem ocasionar aumento das fraturas, fissuras ou descontinuidades. O comprimento dos furos e suas cargas serão determinados de acordo com as condições locais. A última camada será escavada com cargas fracas e a superfície final da rocha não deverá apresentar saliências de mais de 0,5 m.

Alcançadas as linhas de Projeto a CONTRATADA deverá proceder à limpeza da superfície com jato de água e a retirada de fragmentos de rocha, lama ou detritos de qualquer espécie e submetê-la a inspeção da FISCALIZAÇÃO. Caso sejam observadas fraturas ocasionadas pelas detonações, a CONTRATADA deverá, as suas expensas, tratar conveniente estas fraturas até que a FISCALIZAÇÃO comprove a eficácia desses tratamentos, permitindo a continuidade dos serviços.

#### **b) Plano de Desmonte de Rocha**

Todas as atividades de desmonte de rocha deverão ser previamente planejadas pela CONTRATADA, levando em conta as recomendações da NR-18-item 18.6 “Escavações, Fundações e Desmonte de rocha”; NBR 9061/85- “Segurança de escavação a céu aberto”; NR-19 Explosivos; regulamento R-105 do Ministério do Exército; portaria nº 204/MT de 1997; as normas reguladoras de mineração (NRM) e outras normas oficiais vigentes.

Os profissionais da CONTRATADA, responsáveis pela manipulação de explosivos deverão possuir capacitação específica em Bláster e estarem com seus

registros devidamente atualizados, cujas cópias deverão ser encaminhadas à FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá encaminhar à FISCALIZAÇÃO cópia de toda a documentação emitida pelos Órgãos e Autoridades competentes, referentes à aquisição, uso, transporte, armazenamento e descarte de substâncias perigosas e explosivos.

A CONTRATADA apresentará a FISCALIZAÇÃO, com antecedência mínima de 48 horas antes de qualquer desmonte de rocha, um plano de desmonte de rocha (ou plano de fogo) completo, contendo:

- Equipamentos de perfuração, carga e transporte;
- Malha de furos;
- Distribuição dos explosivos e dos retardos;
- Quantidade de explosivos;
- Tipo de explosivos e acessórios;
- Razão de carregamento;
- Volume de desmonte previsto;
- Utilização do material do desmonte;
- Tempo mínimo de retorno após a detonação;
- Técnico responsável.

### **c) Escavação em Rocha com Fogo Controlado**

Nas regiões das laterais do sistema de sangria (canal de aproximação, muro Creager, canal rápido e canal de restituição) as escavações rochosas foram definidas com fogo controlado, representando operações e técnicas que assegurem a geometria dos taludes finais apontados no Projeto e a preservação do maciço rochoso remanescente. É, também, prevista a utilização dessa técnica na escavação da fundação dos muros laterais e drenos do sistema de sangria.

#### **d) Escavação em Rocha com Fogo de Avanço - 3ª Categoria**

Na região central do sistema de sangria, as escavações rochosas deverão ser realizadas com fogo de avanço, após o “desconfinamento” lateral efetuado com fogo controlado. Embora este tipo de escavação permita maior desmonte por fogo, ou seja, um avanço maior que o fogo controlado, será realizado de modo a não prejudicar a rocha remanescente nem ocasionar “overbreaking”.

#### **e) Destino do Material Escavado**

A utilização concebida no Projeto para os materiais escavados do sistema de sangria consiste em:

- Escavação em material de 1ª e 2ª categorias e rocha incoerente ou pouco coerente, na zona superficial, destinada ao sistema de ensecadeiras (quando houver), revestimentos de caminhos de serviço e bota foras;
- Escavação em rocha ardósia em grande quantidade no sangradouro será destinada em parte ao aterro do espaldar de jusante, desde que atenda as exigências de Projeto quanto as suas características físicas e mecânicas já especificada para os solos que serão empregados neste aterro de jusante. As partidas de rocha que não atenderem as exigências de Projeto serão rejeitadas e destinadas aos Bota-Fora.

#### 5.1.4.3 - Escavação da Tomada D'água

##### **a) Considerações Gerais**

Para a escavação visando à implantação da tomada d'água nos níveis concebidos no Projeto, as informações geológicas e geotécnicas, inferidas através de informações pontuais das sondagens, apontam para a realização preponderantemente na classe “Escavação em material de 1ª e 2ª categorias”. Apenas para possíveis regiões de rocha sã e pouco fraturada poderá ser necessária uma escavação em rocha com fogo controlado (3ª categoria).

##### **b) Serviços Preliminares**

Previamente a execução dos trabalhos de escavação da tomada d'água, o terreno natural deverá ser nivelado e seccionado a cada 10m. Após a escavação em material de 2ª categoria a superfície na linha de Projeto deverá ser limpa e vistoriada

pela FISCALIZAÇÃO para avaliação da necessidade de alguma sobre-escavação para alcançar uma fundação estável e resistente.

### **c) Escavação em Rocha com Fogo Controlado**

Caso ao longo do eixo das obras da tomada d'água a FISCALIZAÇÃO constatar a necessidade de escavação a fogo, de algum estrato de rocha coerente e não fragmentada, o sistema de desmonte deve ser do tipo "fogo controlado", de forma a assegurar as condições originais de fraturamento do maciço remanescente.

### **d) Destino do Material Escavado**

A utilização concebida no Projeto para os materiais escavados da tomada d'água consiste em:

- Escavação em material de 1ª e 2ª categorias e rocha incoerente ou pouco coerente, na zona superficial, destinada ao sistema de ensecadeiras (quando houver), revestimentos de caminhos de serviço e bota foras;
- Escavação em rocha coerente a muito coerente, destinada aos espaldares de enrocamento do maciço e enrocamento de proteção do rio e canal de restituição da tomada d'água.

#### 5.1.4.4 - Escavação nas Jazidas

### **a) Considerações Gerais**

As jazidas J-01, J-02, J-03, J-04, J-05, J-06, J-07, J-08, J-09 e J-10, estudadas e indicadas em projeto, são as possíveis de serem utilizadas para a construção do maciço da barragem, pois a soma de seus volumes (já compactados no destino) somam, aproximadamente, 910.000m<sup>3</sup>, superior em 75% do volume a ser empregado no aterro da barragem.

As jazidas foram hierarquizadas pela menor distância ao eixo da barragem, bem como levando em conta o volume compactado do maciço e cut-off (cerca de 520.000m<sup>3</sup>), serão utilizadas somente as jazidas e na seguinte ordem: J-08, J-09, J-10, J-03, J-02 e J-04, que possuem volume suficiente para suprir a demanda.

### **b) Escavação nas Jazidas de Solos**

A CONTRATADA deverá providenciar e mobilizar em tempo hábil a indenização e liberação das áreas de materiais construtivos indicados em projeto, as instalações necessárias à exploração das áreas, compreendendo todos os equipamentos necessários, acesso, limpeza, áreas, extração, transporte e colocação dos materiais nos locais previstos em Projeto.

Nenhum serviço de escavação, em qualquer área de empréstimo, poderá ser iniciado sem a prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

As áreas de empréstimo deverão ser desmatadas, destocadas e raspadas até a profundidade necessária para remoção total do solo contendo matéria orgânica, raízes e quaisquer outros materiais indesejáveis.

Caberá à FISCALIZAÇÃO a classificação dos solos a serem escavados, bem como a fixação da espessura de cada camada utilizável.

A CONTRATADA deverá executar todas as operações de escavação de modo que seja evitado o acúmulo de material solto nas áreas de empréstimo escavadas, bem como garantir uma drenagem adequada dessas áreas. Os taludes finais das escavações não poderão ter inclinações maiores que 1:2 (V:H).

No final dos trabalhos de escavação nas áreas de empréstimo, as superfícies escavadas deverão apresentar taludes regulares e drenagem adequada, conforme indicado pela FISCALIZAÇÃO.

### **c) Escavação em Pedreira**

O material rochoso para a construção do Rip-Rap e Rock-Fill da barragem deverá ser extraído da pedreira P-01 indicada no Projeto e das escavações obrigatórias em rocha (quando houver e for material coerente).

Deverá ser providenciada o desmatamento destocamento e a limpeza das áreas de escavações na pedreira P-01 e removido o solo de capeamento.

As pilhas de estoque de pedras deverão ser preparadas, utilizadas e conservadas em condições de ordem e limpeza, estáveis e com drenagem e acabamentos adequados, conforme indicações da FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO determinará a construção das pilhas para cada granulometria de material, visando suas aplicações em distintas zonas do maciço.

#### **d) Escavação de Areal**

As areias serão obtidas do leito do Riacho Caiçara e Rio Coreaú e aplicadas diretamente no sistema de drenagem interna, na confecção de concretos ou estocadas em pilhas, visando evitar a extração com as cheias do riacho ou rio.

As pilhas deverão ter volumes suficientes para atender às necessidades da obra mesmo em períodos de enchentes do rio, quando as operações de extração se tornarão impossíveis.

Todos os gastos referentes à limpeza e escavação necessários à formação das pilhas, os de manutenção e utilização das mesmas e de recarga serão a expensas da CONTRATADA.

As pilhas de estoque deverão ser preparadas, utilizadas e conservadas em condições de ordem e limpeza, estáveis e com drenagem e acabamentos adequados, conforme indicações da FISCALIZAÇÃO.

Durante a extração deverão ser feitos controles de qualidade para se empilhar somente areia com menos de 5% em peso, de frações finas (passando na peneira 0,075mm, ou n<sup>o</sup> 200).

#### **5.1.4.5 - Outras Escavações**

As escavações necessárias para a implantação do sistema de drenagem sob as lajes do sistema de sangria, seguirão as especificações discriminadas nos itens 4.1.4.1 a 4.1.4.3.

#### **5.1.4.6 - Esgotamento de Águas**

A execução dos trabalhos nos locais das obras deverá ser realizada sem a presença de águas superficiais ou oriundas das cheias ou de precipitação pluviométricas. Portanto, quando necessário, deverá ser realizado o esgotamento das águas por meio de valas e utilização de bombas centrífugas superficiais ou bombas submersas.

A CONTRATADA deverá apresentar, antes do início dos trabalhos, o plano de esgotamento detalhado, no qual devem ser previstas bombas de reserva, inclusive bombas movidas a diesel para eventual interrupção de energia elétrica.

A água esgotada deverá ser encaminhada para áreas distantes das praças de trabalho, aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, sem provocar erosões ou instabilidades nas margens de talvegues ou rios.

#### 5.1.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Caberão à FISCALIZAÇÃO a classificação do material de escavação e a estimativa dos percentuais de materiais de cada categoria.

Quando o volume de material a ser classificado for composto de materiais de primeira e segunda categoria, deverá ser estimada a percentagem de cada material na composição do volume total considerado.

Os cortes que apresentam material de terceira categoria misturado a materiais de primeira e segunda categoria, com limites ou fronteiras pouco definidos, deverão merecer atenção especial da FISCALIZAÇÃO, a fim de permitir uma classificação justa dos materiais escavados.

Quando se verificar a presença de material de terceira categoria numa escavação, após a remoção dos materiais de primeira e segunda categorias, deverá ser efetuado um nivelamento sobre a superfície escavada, e, concluída a extração do material de terceira categoria, repetir-se-á o nivelamento, a fim de se determinar o volume escavado desta categoria.

A CONTRATADA poderá utilizar o método de escavação que considerar mais conveniente e produtivo, uma vez que o método empregado não influirá na classificação do material.

Os serviços de escavação serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência.

O cálculo do volume será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 5.2 - PREPARO E TRATAMENTO DAS FUNDAÇÕES

### 5.2.1 - OBJETIVO

As especificações apresentadas a seguir objetivam estabelecer regras, metodologias e práticas de execução, qualidade do produto acabado, os critérios de aceitação do trabalho executado, a unidade e forma de medição e pagamento dos trabalhos de preparação da superfície de fundação e o tratamento em profundidade, necessários a implantação das obras da barragem Frecheirinha, que essencialmente são:

- Preparo da superfície do fundo do cut-off;
- Preparo da superfície de fundação do maciço da barragem;
- Preparo da superfície de fundação do tapete drenante de areia;
- Preparo da superfície de fundação do canal da aproximação do sangradouro;
- Preparo da superfície de fundação do canal de restituição do sangradouro e bacia de dissipação;
- Preparo da superfície de fundação do muro Creager e muros laterais de contenção do sangradouro;
- Preparo da superfície de fundação da tomada d'água;
- Tratamento em profundidade da fundação do maciço da barragem, através de cortinas de contenção e de impermeabilização;

- Tratamento em profundidade da fundação do muro Creager e talude, através de cortinas de contenção e de impermeabilização;

Serão considerados como áreas de fundação todas as faces e fundos de cortes e superfícies de terreno, que servirão para apoio das estruturas de terra e de concreto.

Após a aprovação das cotas e dos limites finais das escavações pela FISCALIZAÇÃO, tais superfícies deverão ser preparadas e tratadas de acordo com esta Especificação, sendo os casos especiais objeto de especificações complementares, a serem emitidas pela FISCALIZAÇÃO.

#### 5.2.2 - GENERALIDADES

As fundações do maciço da barragem deverão situar-se nos limites dos processos descritos na classe de escavação em material de 1ª categoria (item 4.1.3.1), exceto no trecho do cut-off onde a escavação prosseguirá até os limites dos processos descritos no item 4.1.3.2 “Escavação em material de 2ª categoria”.

As fundações do sistema de sangria se darão no substrato rochoso, alcançado através de escavações com fogo controlado e com fogo de avanço.

As fundações da tomada d'água deverão se situar no substrato rochoso alcançado pelos métodos descritos como escavação comum e, eventualmente e pontualmente, através de escavação em rocha com fogo controlado.

Todas as superfícies sobre as quais for colocado concreto, material de aterro ou maciços compactados (enrocamentos, transições, filtros e drenos), e outras superfícies que venham a ser eventualmente indicadas pela FISCALIZAÇÃO, deverão ser preparadas e tratadas de acordo com as disposições a seguir.

As construções dos maciços compactados, aterros e estruturas de concreto, só poderão ser iniciadas após a liberação do preparo e tratamento das respectivas fundações, por parte da FISCALIZAÇÃO.

#### 5.2.3 - FUNDAÇÕES DE OBRAS DE TERRA OU ROCHA

O PROJETO aponta a obrigatoriedade de que toda a fundação dos maciços relativos ao espaldar de montante, tapete drenante de areia e transições seja realizada

diretamente sobre o substrato rochoso de ardósia, ou seja, abaixo da transição solo rocha fraturada.

Define-se para estes casos como fundações em rocha, as superfícies dos maciços rochosos sobre os quais serão implantados os maciços compactados, e cujos níveis sejam os indicados nos desenhos de Projeto e/ou os que venham a ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

De acordo com os conhecimentos geológicos da área obtidos através das investigações realizadas, pode-se antecipar a existência no substrato rochoso de fraturas, fissuras e zonas de alteração da rocha. Essas características do maciço poderão acarretar intensas irregularidades nas escavações, porém qualquer modificação e/ou adaptação da superfície de fundação prevista nos Projetos, somente poderá ser executada com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

As áreas do substrato rochoso, sobre as quais serão construídos os maciços compactados e aterros, deverão ser escavadas até as profundidades necessárias para a remoção de todo o material considerado pela FISCALIZAÇÃO como inadequado.

As escavações obedecerão, em princípio, aos limites indicados nos desenhos de Projeto, permitindo-se as tolerâncias de 0,2m nos taludes e 0,3m nas soleiras.

Se na escavação das áreas de fundação for verificada a ocorrência de rocha que apresente tendência à desintegração quando exposta às intempéries, haverá necessidade de se proteger essas zonas com camadas de argamassa de cimento.

Toda a superfície de contato do espaldar de montante, cut-off, transições e drenos de jusante com a fundação em rocha são, pouco alterada, deverá ser submetida a uma limpeza especial, através de lavagem com ar comprimido, água ou jatos de ar e água em conjunto, a fim de remover todo o material fino e solto, existente nas reentrâncias e irregularidades das superfícies rochosas. Depressões isoladas ou pequenas irregularidades existentes nas superfícies rochosas poderão ser preenchidas com concreto de regularização (concreto magro,  $F_{ck} = 10\text{MPa}$ ), antes do preenchimento com material compactado do corpo da barragem.

Quando constatada a ocorrência de pequenas fissuras, pouco profundas, na superfície das fundações em rocha, as mesmas deverão ser preenchidas com calda

fina de cimento (slush grouting), escovada sobre a superfície da rocha. Em seguida, a rocha de fundação deverá ser tratada com injeções de impermeabilização, segundo as especificações.

As cavidades de dimensões apreciáveis, situadas sob as zonas de aterros argilosos, serão preenchidas com solo compactado manualmente. Essas operações deverão ser executadas pouco antes do início dos lançamentos dos aterros do espaldar de montante e tapete drenante da barragem, para evitar que o solo compactado nas cavidades fique exposto ao tempo, durante longos períodos, e se apresente ressecado, fissurado ou com fendas. Antes do lançamento do solo nas cavidades a superfície da rocha deverá ser umedecida e, o solo deverá ser aplicado com umidade superior à ótima. Quando estas cavidades ocorrerem sob as zonas de enrocamento, deverão ser preenchidas com material de transição grossa e quando sob a zona do tapete filtrante preenchidas com areia grossa, ambos os materiais compactados manualmente.

Na superfície rochosa de fundações dos maciços compactados e aterros não deverá haver degraus com declividades maiores que 0,75:1 (H:V) para altura de até 3m. Para degraus com alturas superiores, a preparação deverá ser objeto de aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

As minas d'água de infiltração através da fundação ou de chuva, de cura de concreto, ou de tratamento de fundação, deverão ser coletadas e dirigidas para poços de bombeamento convenientemente locados. Estes poços serão constituídos de tubos de concreto, com diâmetro mínimo de 50 cm, assentes com eixo vertical sobre camadas de pedras convenientemente graduadas. À medida que a superfície do maciço subir, novos tubos deverão ser colocados vedando-se as juntas, de modo que a extremidade do último tubo esteja sempre acima da superfície do maciço. A água afluyente aos poços poderá ser bombeada continuamente, mantendo-se o nível d'água na cota da fundação. Quando o maciço adjacente ao tubo houver ultrapassado 2m acima do nível do rio, o poço será preenchido com cascalho, deixando-se um tubo galvanizado dentro do tubo de concreto até o fundo. O tubo galvanizado deverá ter diâmetro igual ou superior a 25,4mm e ter seu trecho inferior de 1m perfurado. Através deste tubo far-se-á a injeção de calda de cimento, com a relação: água/sólidos inferior a 1. O cascalho usado para

tal fim deverá ter dimensões acima de 20 mm. A injeção far-se-á a baixa pressão, permitindo-se para esse fim, o uso de bombas manuais.

Concluída a preparação e o tratamento das superfícies rochosas de fundação, não será permitido o tráfego sobre as mesmas, até que a primeira camada de aterro seja lançada.

Em todos os casos de preparação da superfície da fundação será necessário obter a aprovação e liberação da FISCALIZAÇÃO antes do início da colocação do aterro na área preparada.

Esta aprovação será baseada em uma inspeção e mapeamento geológico-geotécnico de um técnico competente, que retratará as reais condições da fundação, aferindo os níveis de fissuras e descontinuidades do maciço remanescente.

#### 5.2.4 - FUNDAÇÕES DE OBRAS DE CONCRETO

Para as escavações das fundações das estruturas de concreto, a CONTRATADA deverá obedecer aos itens 4.1.4.2 e 4.1.4.3 desta especificação.

As superfícies rochosas da fundação deverão estar isentas de óleo, água, lama e fragmentos de qualquer material solto e/ou decomposto, previamente ao lançamento da primeira camada de concreto, passando por uma limpeza total. Este procedimento será repetido até que a superfície de fundação esteja satisfatoriamente limpa, a fim de proporcionar uma perfeita aderência entre o maciço rochoso e o concreto, sendo então aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá providenciar o aparamento de todos os cantos vivos e saliências agudas de rocha que possam dificultar o lançamento do concreto.

Zonas falhadas, fraturadas e alteradas dentro do substrato rochoso de fundação deverão ser limpas e analisadas; quando muito estreitas nenhuma providência deverá ser tomada; quando tiverem dimensões superiores a 5cm, deverão ser injetadas com caldas de cimento e/ou tratadas através de canaletes na rocha.

Fragmentos e blocos soltos das paredes de escavação deverão ser removidos e, quando essa operação for inviável, os mesmos deverão ser chumbados no maciço rochoso através de chumbadores simples ou tirantes, a critério da FISCALIZAÇÃO.

## 5.2.5 - TRATAMENTO DOS MACIÇOS ROCHOSOS

### 5.2.5.1 - Generalidades

O presente item diz respeito aos trabalhos necessários para a realização do tratamento da fundação, consistindo essencialmente na execução de injeções de caldas de cimento em uma cortina localizada no eixo do cut-off com profundidade de 12,0m a partir da linha de fundação do cut-off, também será executada uma cortina de injeções localizada no eixo do Creager do Sangradouro, também com profundidade de 12,0m, com início de cada furo a partir da cota 129,00.

Esses trabalhos, de furação e de injeção, deverão ser confiados e subcontratados com empresa especializada com reconhecida experiência neste tipo de trabalho e que possua equipamento apropriado.

As cortinas de injeção deverão atuar na zona superior do maciço rochoso de fundação pois nos ensaios perda de água das sondagens apresentaram permeabilidade na rocha superior aos padrões recomendados para permeabilidade de fundações de barragens, ocorrendo nas sondagens executadas ao longo de toda a extensão da barragem e do vertedouro Creager.

Os comprimentos dos furos da cortina de impermeabilização são de 12,0 m, em toda fundação da barragem. Todos os furos serão verticais e executados a partir da base da trincheira a construir (cut-off) em toda a extensão da barragem. No caso dos furos sob o Creager, o seu início será na cota 129,0m do maciço rochoso, após a escavação geral dos solos e rochas muito alteradas e fragmentadas com lâmina de trator. As cortinas terminam, em cada extremo, por um leque de furos inclinados, visando proteger o maciço da passagem de água no contorno das cortinas de furos verticais. O leque de furos do lado do vertedouro pressupõe que não haverá infiltração fácil de água através do canal de acesso e do muro ala direito. Se tal acontecesse, haveria que prolongar cerca de 20,0 m as cortinas de furos verticais, atendendo a que a escavação do talude rochoso do vertedouro vai exigir um desmonte com explosivos que, mesmo utilizando fogo controlado, irá provocar um alívio das tensões no interior do maciço.

Na cortina de impermeabilização, serão feitos furos Primários afastados 12 m entre si, Secundários, a meia distância dos primários (6 m) e Terciários entre um Primário e um Secundário (afastamento de 3 m). Quando durante a injeção dos furos terciários se verificar ainda apreciável absorção de calda (superior a 20 kg/m de cimento), poderá vir a ser feitos furos Quaternários.

Os furos Primários alternados de uma das duas linhas serão executados com sonda rotativa, utilizando coroa diamantada de diâmetro ØNX (3" ou 75,3mm) e barrilete duplo, para obtenção de bons testemunhos do maciço furado. Todos os furos restantes das duas linhas serão executados por roto-percussão.

Nos furos Primários executados com sonda rotativa serão realizados ensaios de perda de água, descendentes, em toda a extensão, em trechos de 4,0m de comprimento, com 3 estágios de pressão. Nos furos primários executados por roto-percussão e nos de ordem superior, apenas será feito ensaio de perda de água no último trecho de 4,0 m, com 3 estágios de pressão. Atendendo à natureza e à estrutura do maciço rochoso descritas no memorial do projeto, há que ter especial cuidado na obturação dos trechos de ensaio, usando para o efeito obturadores preferencialmente insufláveis, de comprimento adequado.

Contempla-se também o tratamento de feições que se venham a exibir após a escavação das formações superficiais, tais como fendas abertas, diques meteorizados de pequena espessura e zonas cisalhadas ou muito fraturadas, através de limpeza e posterior preenchimento manual com argamassa e/ou calda fluida sem pressão. Contempla-se também o tratamento complementar a ser executado na zona de intrusão do filão na ombreira direita, após escavação da dúzia de metros superficial de solo e rocha incoerente, através da injeção de caldas no interior de furos inclinados.

Todas as indicações contidas nas presentes especificações poderão ser objeto de modificação em obra, em função dos resultados e elementos que forem sendo observados e' recolhidos dos trabalhos em execução, sendo que tais modificações não permitem reclamação pela CONTRATADA.

## 5.2.5.2 - Cortina de Impermeabilização

### 5.2.5.2.1 - Furos de Injeção

Os furos serão Primários, Secundários e Terciários e, quando necessário, de ordem superior.

O afastamento entre os furos Primários é de 12,0 m, os Secundários ficam a meia distância, afastados 6,0 m dos Primários e os Terciários ficam entre um Primário e um Secundário a uma distância de 3,0 m.

Os furos Primários alternados de uma das linhas serão executados com sonda rotativa, com diâmetro da coroa NX (3") e barrilete duplo, para obtenção de testemunhos ao longo de todo o seu comprimento.

Os restantes Primários, os Secundários, os Terciários e de Ordem Superior, se necessários, serão executados por roto-percussão.

Nos furos Primários alternados, furados à rotação, serão executados ensaios de perda de água descendentes em trechos de 4,0 m em toda a extensão com 4,0 estágios de pressão. Nos restantes dos furos serão executados um ensaio de perda de água no último trecho de 4,0 m, também com 3 estágios de pressão.

A profundidade dos furos poderá ser alterada, se tal for reconhecido necessário pela FISCALIZAÇÃO.

### 5.2.5.2.2 - Ensaios de Perda de Água

No subitem anterior já foi referido o critério para a realização de ensaios de perda de água sob pressão nos furos da cortina de impermeabilização antecedendo a sua injeção. Como regra eles serão descendentes à medida que a furação avança.

Os obturadores utilizados deverão ser insufláveis e ter no mínimo 1,0 m de comprimento. Para assegurar uma boa obturação a pressão para insuflação do obturador deve exceder 2,0 kg/cm<sup>2</sup> a pressão do correspondente estágio de ensaio. No decorrer do ensaio em cada estágio, a pressão deverá ser mantida constante durante pelo menos 5 minutos, anotando-se a vazão a cada minuto.

As pressões efetivamente instaladas no interior de cada trecho serão calculadas tendo em conta as posições dos níveis de água no furo e as perdas de carga resultantes do diâmetro da tubagem.

As pressões de ensaio para cada trecho, atendendo à existência do plinto, serão as seguintes:

**Quadro 4.1 - Definição dos Estágios de Pressão**

Profundidade a partir da Base do Plinto	Pressão máxima (kg/cm <sup>2</sup> )	Estágios de Pressão (kg/cm <sup>2</sup> )
0 - 05m	2	1-2-1
05 - 10 m	3	1,5-3-1,5
10 - 15 m	5	2,5-5-2,5
>15	10	5-10-5

Para cada ensaio deverá proceder-se à elaboração de um boletim de ensaio onde figurem todas as informações necessárias à interpretação dos resultados, de acordo com as recomendações da ABGE, naquilo que não contradisserem o estipulado nestas Especificações.

#### 5.2.5.2.3 - Método de Injeção

A injeção das caldas de cimento será feita em trechos de 4,0 m de comprimento e, sempre que possível ascendente.

Para minimizar ou anular o fraturamento existente nos primeiros metros do maciço rochoso e, mesmo considerando que os furos sejam executados a partir do plinto que será construído a cerca de 4 a 5m de profundidade (fundo do cut-off), considera-se prudente que o primeiro trecho de 4,0 m seja injetado logo após a sua furação (método descendente). Este critério poderá ser alterado se os testemunhos recolhidos a essa profundidade nos furos primários de uma das linhas da cortina evidenciarem que a calda injetada penetrou satisfatoriamente na rocha de fundação, agregando as peças muito fraturadas a fragmentadas. Nesse caso, toda a injeção será feita em trechos de 4,0 m ascendentes, após furação total de cada furo.

Após a nova perfuração da calda que preenche esse primeiro trecho, a furação será feita, a princípio, na totalidade e a injeção será ascendente, igualmente em trechos de 4,0 m de comprimento, progressivamente isolados superiormente por obturador de preferência insuflável com comprimento mínimo de 1,0 m.

No caso de ocorrerem trechos em que se mostre inviável a obturação ascendente, a injeção deverá ser descendente, perfurando-se novamente os trechos injetados, após a cura da calda.

O circuito de injeção será do tipo fechado, provido de tubulação de retorno.

Deverão ser ensaiadas previamente diversas caldas e, em regra, injetadas 2 ou 3 tipos de calda em cada trecho.

As dosagens das caldas serão (cimento/água) 2:1, 1:1 e 0,8:1, com adição de betonita em percentagem que assegure que as caldas a injetar serão estáveis. A utilização das caldas mais fluidas, mesmo usando cimento normal, mas com granulometria cuidada (menos de 5% de partículas com diâmetro superior a 25  $\mu$ ) conseguirá injetar a maior parte das fendas de menor espessura.

É desejável que, quando se injete um furo, esteja já concluída a furação de mais dois ou três furos anexos.

#### 5.2.5.3 - Equipamentos para a Furação, para Ensaio e para Injeções.

Todos os equipamentos para a furação, injeção e ensaios deverão estar em perfeitas condições de funcionamento, de forma a evitar interrupções no trabalho. No canteiro deverão estar armazenados peças e acessórios que assegurem pronta substituição, no caso de funcionamento deficiente.

O equipamento deverá assegurar um fluxo contínuo para os furos de injeção até pressões de 10 kg/cm<sup>2</sup>, medidas à boca dos furos.

Os principais equipamentos de execução das diversas operações são:

- Sonda rotativa;
- Sonda roto percussiva (martelo fundo de furo);

- Obturadores insufláveis com comprimento mínimo de 1 m, para introdução em furos de diâmetro entre 2 e 4”;
- Bomba para abastecimento de água com capacidade mínima de 100 l/min;
- Bomba injetora com vazão de 100 l/min a uma pressão de 15 kg/cm<sup>2</sup>;
- Agitador e misturador de alta rotação (1.200 a 1.500 rotações/min, com capacidade mínima de 3 vezes a vazão da bomba injetora);
- Hidrômetro;
- Manômetros;
- Tubulação com diâmetro mínimo de 25 mm, capaz de resistir à pressão de 200 kg/cm<sup>2</sup>;
- Estabilizador de pressão;
- Outras ferramentas adequadas à completa execução dos serviços.

#### 5.2.5.4 - Materiais de Injeção.

As caldas utilizadas para as injeções serão constituídas essencialmente por cimento, bentonita e água, eventualmente com adição de areia fina, ou aditivos químicos.

Esses materiais deverão estar armazenados em condições satisfatórias para todas as utilizações.

A Contratada obriga-se a ter armazenado quantidades dos materiais que assegurem a contínua execução dos trabalhos.

##### 5.2.5.4.1 - Cimento

O cimento para as caldas de injeção poderá ser do tipo Portland ou pozolânico e deverá propiciar a preparação das caldas especificadas. A percentagem de finos (material passado na peneira #200) mínima deve ser 98%, correspondendo uma superfície específica mínima de 3.500 cm<sup>2</sup>/g.

Para certas situações poderá vir a reconhecer-se necessário um cimento mais fino, com o máximo de 5% de partículas com diâmetro superior a 25µ, a que

corresponderá uma finura Blaine de cerca de 4.500, para melhor penetração nas fendas mais fechadas.

#### 5.2.5.4.2 - Areia

A areia será de preferência natural, de granulometria fina e de grãos rolados, não contendo matéria orgânica.

A areia será peneirada recorrendo a uma peneira n.º 8. Não deverá apresentar mais de 10% de elementos inferiores a 0,1 mm e a dimensão máxima será de 2 mm (ver norma MB-95 da ABNT).

#### 5.2.5.4.3 - Água

A água destinada às injeções será visualmente limpa e não conterá percentagens exageradas de materiais dissolvidos, de óleos, de sulfatos, de materiais coloidais em suspensão, assim como elementos de dimensão superior a 0,08 mm e de matéria orgânica em suspensão ou dissolvida.

A temperatura da água para o preparo das caldas não deve ultrapassar 25º.

#### 5.2.5.4.4 - Aditivos

O emprego de aditivos, fluidificantes, aceleradores ou retardadores de pega e de um modo geral de quaisquer produtos aditivos do cimento deverá ser submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO, após a realização de ensaios de caracterização laboratorial a serem efetuados por conta da Contratada.

É proibido o uso de qualquer produto com composição química desconhecida ou mantida secreta.

#### 5.2.5.4.5 - Bentonita

A bentonita utilizada na preparação das caldas cimento/bentonita deverá ter um limite de liquidez (LL) igual ou superior a 400%.

A bentonita em suspensão na água não deverá conter qualquer partícula com dimensão superior a 0,080 mm (a calda de bentonita pura não deverá deixar qualquer % de material retido na peneira #200, quando peneirada por via úmida). Além disso, não deverá conter qualquer elemento prejudicial à pega do cimento.

#### 5.2.5.4.6 - *Produtos Químicos*

Poderá vir a reconhecer-se a necessidade de recorrer a produtos químicos, em zonas localizadas do maciço de fundação, que terão que ser sempre sujeitos a aprovação da FISCALIZAÇÃO. Os mais frequentes são o silicato de sódio comercial e o bicarbonato de sódio, como reativo.

O silicato de sódio poderá também ser misturado com as caldas cimento/bentonita de modo a torná-las mais rígidas; contudo, a adição desses produtos químicos não deverá ultrapassar 2% em peso dos materiais secos.

#### 5.2.5.5 - *Caldas de Injeção.*

##### 5.2.5.5.1 - *Tipos de Caldas de Injeção*

Embora se preveja essencialmente a utilização de caldas de cimento-bentonita, poderá vir a reconhecer-se interesse em proceder à injeção de caldas de cimento puro e pontualmente de injeção de argamassa.

##### 5.2.5.5.2 - *Caldas de Injeção de Cimento Puro*

As dosagens das caldas de cimento e água serão definidas por meio de relação em peso c/a (cimento/água). Poderão variar de 1/2 (caldas mais fluídas) até 2/1 (caldas mais viscosas).

A mistura a alta turbulência destas caldas deverá durar um mínimo de 3 minutos, após se ter colocado a totalidade do cimento no misturador.

##### 5.2.5.5.3 - *Calda Estável Bentonita-Cimento*

A maioria das injeções será realizada com caldas de bentonita-cimento.

Antes do seu emprego, as misturas serão submetidas a ensaios de laboratório a efetuar por conta da Contratada que deverá efetuar diagramas com as curvas de equiviscosidade, a curva de decantação limite, as curvas de igual resistência mecânica e a curva de viscosidade máxima possível para a injeção.

Estes diagramas deverão ser estabelecidos recorrendo a um misturador que reproduzirá o mais fielmente possível, as condições que serão realmente utilizadas em obra (alta turbulência dos misturadores e materiais empregue).

As misturas bentonita-cimento deverão apresentar uma decantação inferior a 5% nas caldas menos fluídas (Cimento: Água=2:1) e inferior a 20% nas caldas mais fluídas (C:A=1:2). Esta decantação será expressa pela relação entre o volume de água existente acima da calda após a pega e o volume total.

A viscosidade será medida por meio de um viscosímetro tipo Cone de Marsh.

A determinação da resistência à compressão simples deverá ser efetuada por ensaios realizados ao fim de 7 dias e de 28 dias, em corpos de prova com 5 x 5 cm, conservados imersos em água.

O tempo de início de pega destas caldas deverá estar compreendido entre 2 e 6 horas.

#### 5.2.5.5.4 - Preparação de Caldas Estáveis

O modo de preparação da calda bentonita-cimento será o seguinte:

Preparação de uma calda-mãe de bentonita-água; mistura a alta turbulência, de acordo com uma relação b/a (bentonita-água) previamente definida e armazenamento da calda num tanque de grande volume, onde será mantida continuamente agitada;

Esta primeira calda será utilizada para preparar as caldas bentonita-cimento, por adição de água e de cimento e mistura a alta turbulência.

A mistura final da primeira calda com o cimento demorará pelo menos 3 minutos.

Em nenhum caso se deve utilizar o mesmo tanque para preparar a calda bentonita-cimento e bentonita-água. A bentonita nunca deve ser ativada com a água em tanques onde exista cimento, mesmo que a percentagem de cimento seja muito reduzida.

A CONTRATADA indicará pormenorizadamente o material e as instalações de dosagem, mistura e injeção que pretende utilizar, os quais serão submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 5.2.5.5.5 - Caldas a Utilizar nas Cortinas de Impermeabilização

Considerando as características referidas a impor às caldas estáveis, devem-se preparar 3 tipos de caldas com dosagens diferentes para utilização na cortina de impermeabilização, a saber:

- **Calda A**, a mais viscosa (Cimento/Água = 2:1) com 1 a 2% em peso de bentonita;
- **Calda B**, a viscosidade média (Cimento/Água = 1:1) com 1 a 2% em peso de bentonita;
- **Calda C**, a mais fluida (Cimento/Água = 0,8:1) com 1 a 2% em peso de bentonita.

Para cada tipo de caldas deverão ser realizados ensaios com adição de 1% e 2% em peso de bentonita.

Nas cortinas experimentais serão efetuados ensaios de injeção de caldas, em que se testarão os tipos preparados.

#### 5.2.5.5.6 - Argamassa de Injeção

No caso de necessidade de preenchimento de vazios onde ocorrerem fortes absorções, a Contratada deverá injetar, numa primeira fase, argamassas compostas de cimento, areia fina e água, com ou sem adição de bentonita. A dosagem mais comum será cimento/água/areia (1:1:1), não podendo a quantidade de areia, expressa em peso, exceder 3 vezes a quantidade de cimento.

Estas argamassas serão do tipo coloidal (como, por exemplo, Colgrout, Alta turbulência, ou similares). Não deverão apresentar segregação apreciável antes da pega, nem exsudação excedendo 5% em volume.

A resistência mecânica destas argamassas ao fim de 7 dias não deverá ser inferior a 100 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.2.5.6 - Execução dos Trabalhos de Injeção.

##### 5.2.5.6.1 - Metodologia de Injeção

A injeção será executada, em geral, como anteriormente preconizado, de modo ascendente por trechos de 5m de comprimento. A FISCALIZAÇÃO poderá modificar o comprimento dos trechos em função de condições geológicas locais. Não obstante, em boa parte dos trechos iniciais, particularmente em zonas mais meteorizadas e descomprimidas, poder-se-ão realizar injeções descendentes.

##### 5.2.5.6.2 - Perdas de Água

Se durante a abertura de um furo se detectar perda total ou parcial de água, este poderá ser interrompido e a zona de perda de água deverá ser injetada antes de prosseguir a perfuração.

Com o fim de detectar as perdas parciais de água de um furo, dever-se-á instalar um dispositivo que permita a determinação do débito de água proveniente da circulação inversa.

##### 5.2.5.6.3 - Pressões de Injeção

As pressões a empregar nas injeções dependem essencialmente da profundidade a que estas estão a ser realizadas, da eventual existência de estrutura de contra-pressão e ainda da natureza do maciço rochoso.

No Quadro seguinte apresentam-se as pressões a empregar para os trechos de injeção, quer nos furos das cortinas de contenção, quer da cortina de impermeabilização. Sempre que a FISCALIZAÇÃO o desejar, a Contratada deverá instalar na linha de injeção um dispositivo que permita limitar a pressão de injeção ao valor máximo autorizado, de modo a evitar qualquer possibilidade de falsa manobra.

Quadro 4.2 - Pressões de Injeção por Trechos

Trechos de Injeção (Profundidades)	Pressão Máxima de Injeção (kg/cm <sup>2</sup> )
0-5 m	2
5-10 m	3
10-15 m	5
> 15 m	10

A pressão de injeção nunca deverá exceder a pressão máxima fixada, e será tanto menor quanto maior for o débito de injeção. A pressão máxima só deverá ser atingida quando o débito de injeção for muito baixo.

A "nega" será atingida quando a absorção do trecho submetido à pressão máxima, e excluindo o volume de preenchimento do furo, for inferior a 0,5 l/min.m durante 10 minutos. A pressão máxima será então mantida durante 10 minutos suplementares e a injeção será considerada terminada.

Contudo, se a calda sair do furo quando se retirar a cabeça de injeção, deverá-se manter o furo fechado até que a calda ganhe pega suficiente.

Em princípio, toda a injeção iniciada deverá prosseguir sem qualquer interrupção, até à obtenção de "nega".

Quaisquer limitações de pressão poderão ser comunicadas pela FISCALIZAÇÃO de acordo com casos particulares ou com observações efetuadas no decorrer dos trabalhos.

Deverá ter-se sempre o cuidado de evitar excessos de pressão e fortes caudas de injeção.

#### 5.2.5.6.4 - Diâmetros dos Furos

Nas cortinas de impermeabilização deverão ter, em geral, diâmetro de DN=3".

Prevê-se que os furos Primários alternados de uma das linhas da cortina de impermeabilização sejam realizados com sonda mecânica rotativa e todos os restantes da cortina de impermeabilização. Nos casos dos furos de pesquisa, em que se pretenda

amostrar o maciço, a furação será sempre feita por rotação, com diâmetro mínimo de 75 mm (NX) e barrilete duplo.

#### 5.2.5.6.5 - Registos de Injeção

Para cada trecho injetado, a Contratada deverá efetuar um registo pormenorizado indicando:

- Número do furo;
- Localização por Coordenadas;
- Trecho injetado;
- Datas e horas do início e fim da operação;
- Posição do obturador;
- Resultados dos ensaios de água efetuados antes da injeção (caso tenha sido realizado esse tipo de ensaio);
- Dosagem da calda, pressão de injeção, débito de injeção e hora em que se variou qualquer um destes parâmetros;
- Quantidades injetadas entre duas variações de qualquer dos parâmetros;
- Gráfico das pressões de injeção na cabeça do furo com indicação do número do furo, do trecho injetado, da data e das horas;
- A absorção total do trecho;
- Observações e incidentes ocorridos no decurso da injeção;
- Gráficos que resumam, para cada furo, o peso de cimento injetado, e as pressões de injeção de cada trecho.

#### 5.2.5.6.6 - Modo de Execução das Injeções

As especificações exatas dos trabalhos de injeção, e nomeadamente as especificações relativas às pressões, aos débitos de injeção da calda, à aplicação gradual das pressões, à composição das caldas, à ordem das operações de furação e de injeção dos vários furos, serão decididas pela FISCALIZAÇÃO na fase de execução

dos trabalhos, face à proposta da CONTRATADA e tendo em atenção os resultados obtidos nos trechos experimentais.

#### 5.2.5.6.7 - Cortina de Impermeabilização

Em princípio, todas as injeções da cortina de impermeabilização se iniciarão com uma calda de baixa viscosidade que se espessará progressivamente se não se verificar subida de pressão para um débito médio de injeção (da ordem de 10 litros/min.m).

Exemplificando: Começar por injetar a débito médio constante 1,0 m<sup>3</sup> de calda C, mais fluída. Se a pressão tiver tendência a subir, continua-se a injetar a calda C, até a pressão começar realmente a subir. Se a pressão se mantiver estacionária ou decrescer, passa-se à calda B após injeção de 1,0 m<sup>3</sup> de calda C. Se neste caso, a pressão subir rapidamente regressar-se-á à calda C. Se pelo contrário, a pressão subir de modo lento ou se se mantiver estacionária, injetar-se-ão 2,0 m<sup>3</sup> de calda B (exceto se se obtiver nega) e depois passar-se-á à calda A.

Proceder-se-á então de modo semelhante ao considerado quando se passava da calda C para a B. Se a pressão subir rapidamente, regressar-se-á à calda B. Se a pressão se mantiver estacionária ou subir lentamente, prosseguir-se-á com a calda A até à "nega" ou até se ter injetado 3,0 m<sup>3</sup> de calda A. Nesse caso, para-se a injeção para a retomar após um período de 10 horas, em princípio com a calda A.

De um modo geral, podem-se adotar as seguintes regras:

- Regressa-se a uma calda mais fluída quando a pressão de injeção (a débito constante) subir rapidamente;
- Quando a pressão se mantiver estacionária ou subir de modo lento, injeta-se a quantidade prevista de calda, antes de se passar à calda mais viscosa.

As injeções serão iniciadas nos furos primários, afastados de 12 m entre si. Só depois destes injetados, se continuará o tratamento pela injeção dos furos intermédios (secundários), afastados dos anteriores cerca de 6 m, depois terciários afastados dos anteriores de 3 m e, quando necessários, de ordem superior.

A FISCALIZAÇÃO poderá impor alterações a estas especificações referentes à execução das injeções, na sequência de observações efetuadas no decorrer dos trabalhos.

#### 5.2.5.6.8 - Anomalias

Quando da execução das injeções podem surgir as seguintes anomalias:

##### Ressurgências à Superfície do Terreno

Se no decurso das injeções se verificar o aparecimento de fugas ou de ressurgências de calda nas vizinhanças do furo, a CONTRATADA procurará selá-las rapidamente, tapando as saídas por meio de argamassa de pega rápida, cunhas de madeira, calafetagem com papel, enquanto a pressão de injeção for baixa e a calda injetada espessa.

Se a fuga não puder ser colmatada, parar-se-á a injeção evitando o refluxo da calda para o interior do furo, pelo que este será mantido selado. Após pega da calda, o furo será reperfurado e retomar-se-á a execução normal da injeção.

No caso de se verificarem tais ressurgências, a Contratada alertará imediatamente a FISCALIZAÇÃO e anotará cuidadosamente e com precisão todos os elementos susceptíveis de constituírem informação. Apontará particularmente:

- Posição da fuga (localização por coordenadas em planta, cotas, etc.);
- Tipo de ressurgência: mancha nas paredes, percolação em escoamento livre, jato, etc.);
- Vazão da ressurgência, comparando-o com o débito de injeção;
- Variações da vazão, comparando-as com as dos débitos de injeção e a pressão de injeção;
- Natureza da calda da fuga, comparando-se com a da calda injetada e o tempo necessário para que a calda injetada ressurja;
- Todas as observações ou indicações relativas à ressurgência e aos processos de colmatagem empregados.

- 

### Fortes Absorções

Se um trecho absorve uma quantidade importante de calda espessa sem que a pressão mostre tendência para subir, a CONTRATADA, com a concordância da FISCALIZAÇÃO, poderá utilizar:

- Caldas rígidas (adição de produtos químicos);
- Adição de areia à calda (argamassa);
- Aceleradores de pega; e
- Eventualmente reduzir o débito da injeção ou pará-la momentaneamente.

Se apesar de se utilizarem estes vários processos a "nega" não puder ser atingida recomenda-se parar a injeção e esperar até que a calda ganhe pega. Depois, abrir novamente o furo e retomar-se-á a injeção.

Furos suplementares a executar na zona vizinha permitirão completar o tratamento.

Absorções muito grandes num certo trecho é um acontecimento bastante importante para o qual a CONTRATADA deverá alertar imediatamente a FISCALIZAÇÃO. É necessário procurar explicar a ocorrência, que pode ser devida a um acidente geológico importante não detectado, ou ainda à presença de zonas permeáveis de grandes dimensões.

#### 5.2.5.7 - Controle das injeções.

##### 5.2.5.7.1 - *Controle das Caldas*

A CONTRATADA procederá a uma amostragem regular das caldas na “cabeça” da injeção para aferição da qualidade. As amostras serão submetidas a ensaios de laboratório para avaliar se estão de acordo com as Especificações. Em particular, para as caldas estáveis bentonita-cimento, determinar-se-á se os valores da exsudação ou decantação, do tempo de escoamento medido no cone, da decantação limite e da resistência mecânica correspondem às dosagens preconizadas. Estas operações serão feitas em presença da FISCALIZAÇÃO e sob a sua orientação.

Os limites admissíveis para cada um dos ensaios de controle, acima referidos, deverão ser os apresentados no **Quadro 4.3**, a seguir.

**Quadro 4.3 – Limites Admissíveis das Caldas**

TIPO DE CALDA - DOSAGEM (C:A)	DENSIDADE (g/cm <sup>3</sup> )	VISCOSIDADE NO CONE MARSH 5 mm (seg.)	DECANTAÇÃO (%)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES (Mpa)	
				7 dias	28 dias
2,0:1,0	>1.75	<45	< 5	>6	>9
1,0:1,0	> 1.45	< 40	< 5	> 4	> 6
0,8:1,0	> 1.35	< 35	< 15	> 3	> 5

As caldas que tenham circulado ou permanecido mais de 2 horas nos tanques, bombas ou canalizações, serão rejeitadas e não serão pagas.

A temperatura das caldas não deverá ultrapassar 25°C, em qualquer ponto do seu percurso. Se necessário poderá juntar-se água refrigerada para reduzir temperaturas demasiado elevadas.

#### 5.2.5.7.2 - Controle da Eficácia do tratamento do Maciço Rochoso

O Controle do tratamento poderá ser feito no decorrer da execução das injeções das caldas, em função das absorções de cimento por metro de furo, considerando-se que em trechos onde a absorção de cimento é igual ou inferior a 20 kg/m o tratamento atingiu os objetivos.

Para valores de absorção significativamente maiores haverá que fazer furos de ordem superior, a meia distância e verificar se, nesses furos, a absorção desceu para aqueles valores, situação em que se dará o tratamento por terminado.

Em complemento, depois de terminadas as injeções, a verificação da sua eficácia poderá ser feita com recurso à execução de algumas sondagens rotativas com recuperação de testemunhos e ensaios de perda de água, devendo essas sondagens ter orientação (direção e mergulho) diferente das sondagens verticais das cortinas.

#### 5.2.5.8 - Medição e Pagamento

Os serviços de injeção de calda de cimento na rocha de fundação deverão ser medidos de duas formas:

- a) Pelo comprimento em metros dos serviços de perfuração com rotopercussão,  $\varnothing=3"$ , com lavagem a água sob pressão, da rocha de fundação, para injeção de contato, inclusive deslocamento e instalação de sonda entre os furos, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.
- b) Pelo número de sacos de cimento empregados na injeção de calda de cimento sob pressão, inclusive fornecimento de cimento e preparo da calda, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

### 5.3 - REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

#### 5.3.1 - SISTEMAS A UTILIZAR

O tipo de sistema selecionado para o rebaixamento do lençol freático deverá depender de fatores como a compatibilidade do solo, a profundidade da escavação, a localização do lençol freático, a duração do rebaixamento, e o tipo de fundações das obras localizadas próximo à operação de rebaixamento. O sistema utilizado deverá depender das condições existentes e deverá ser aprovado pela SRH/CE.

#### 5.3.2 - PONTEIRAS DRENANTES

As ponteiras drenantes consistem em tubulações de pequeno diâmetro (1 ½" a 2 ½"), com comprimento entre 30 e 100 cm, perfuradas e envoltas numa malha de pequena abertura.

As ponteiras são geralmente cravadas no solo por meio de jatos de água de grande pressão, através de orifícios na sua extremidade inferior.

As ponteiras são conectadas a tubos de igual diâmetro que, por sua vez, são conectados na superfície do terreno a um tubo coletor de diâmetro superior, mediante um tubo flexível do tipo "canaflex", que permite absorver o fluxo d'água. São soldadas válvulas de gaveta ao tubo coletor, a fim de permitir que as ponteiras sejam desligadas, individualmente para limpeza.

O tubo coletor é conectado a um conjunto motobomba, que dele retira a água e o ar que penetram nas ponteiras.

Quando o solo é menos permeável ou não há água disponível suficiente, as ponteiras podem ser instaladas dentro de poços de diâmetro superior, com material filtrante adequado no espaço entre as paredes do poço e as tubulações.

As extremidades inferiores das ponteiras, de estágio único, deverão estar na mesma cota.

### 5.3.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O rebaixamento do lençol freático com ponteiras drenantes serão medidos em pontos por dia, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

## 5.4 - ESGOTAMENTO COM MOTO-BOMBA

### 5.4.1 - SERVIÇOS

A execução dos trabalhos nos locais das obras deverá ser realizada sem a presença de águas superficiais ou oriundas de precipitação pluviométricas. Portanto, quando necessário, deverá ser realizado o esgotamento das águas por meio de valas e utilização de bombas superficiais ou submersas.

A CONTRATADA deverá apresentar, antes do início dos trabalhos, o plano de esgotamento detalhado, no qual devem ser previstas bombas de reserva, inclusive bombas movidas a diesel para eventual interrupção de energia elétrica.

A água esgotada deverá ser encaminhada para áreas distantes das praças de trabalho, aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, sem provocar erosões ou instabilidades nas margens de talvegues ou rios.

#### 5.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O esgotamento das obras com bomba centrífuga autoescorvante será medido em horas de bombeamento, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

#### 5.5 - TRANSPORTES DIVERSOS – MOMENTOS

O Momento de Transporte (DMT) de qualquer material (solo, areia, rocha, brita, concreto e água) compreende o produto do volume transportado em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) pela distância percorrida em quilômetros (km).

A CONTRATADA responderá por todos os acidentes de tráfego em que se envolverem veículos próprios ou sub-contratados. Deverá observar as leis de segurança do trânsito para a efetivação dos transportes, condições de segurança dos veículos, com sinalização adequada nos locais de saída e chegada dos caminhões.

##### 5.5.1 - TRANSPORTE DE MATERIAIS

Inclui o transporte de materiais das escavações indicadas ou de áreas de empréstimo para solos, areias, pedras, materiais granulares diversos do sangradouro para o maciço, enrocamentos, agregados para concreto e revestimentos de estradas, assim como a remoção de materiais impróprios ou excessivos de escavações para áreas de bota-fora, com aprovação da FISCALIZAÇÃO.

É de responsabilidade da CONTRATADA providenciar Outorgas, licenças ou autorizações que permitam explorar os mananciais ou jazidas

##### 5.5.2 - TRANSPORTE DE ÁGUA

O Transporte de água só poderá ser autorizado mediante Ordem de Serviço específica e justificada pela SRH/CE, no caso de falta de água por esgotamento do

sistema de captação superficial e aluvionar no rio Caiçara e afluentes além de açudes próximos das obras da barragem Frecheirinha.

O transporte de água poderá ser autorizado para a execução da compactação dos espaldares de solos e rochas do maciço, confecção dos concretos e usos diversos para as obras da barragem.

O Momento de Transporte de Água compreende o produto do volume de água transportado, em metros cúbicos, pela distância de transporte necessária para atendimento às frentes de serviço.

É de responsabilidade da CONTRATADA providenciar Outorgas, licenças ou autorizações que permitam explorar os mananciais indicados pela FISCALIZAÇÃO.

#### 5.5.3 - TRANSPORTE DE AREIA PARA CONCRETO

O Momento de Transporte de areia para concreto compreende o produto do volume de areia transportado, em metros cúbicos, pela distância de transporte necessária para atendimento às frentes de serviço.

É de responsabilidade da CONTRATADA providenciar outorgas, licenças ou autorizações que permitam explorar os mananciais indicados pela FISCALIZAÇÃO.

#### 5.5.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O Momento de Transporte (DMT) de qualquer material (solo, areia, rocha, brita, concreto e água) compreende o produto do volume transportado em metros cúbicos ( $m^3$ ) pela distância percorrida em quilômetros (km) ou o produto do peso transportado em toneladas (T) pela distância percorrida em quilômetros (km), conforme previsto nos itens da Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

Quando existir o DMT fixado nos serviços de transporte de qualquer material, as quantidades serão medidas em metros cúbicos ( $m^3$ ) ou em toneladas (T) do material transportado, conforme previsto nos itens da Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

## 5.6 - ATERROS

### 5.6.1 - GENERALIDADES

Esta seção tem por objetivo estabelecer as normas e condições básicas a serem observadas nos trabalhos, equipamentos e tipos de materiais para a execução da barragem homogênea com aterro em solo, de maneira a serem satisfeitas as condições do PROJETO.

Todas as seções da barragem deverão ser construídas de acordo com os alinhamentos, greides e taludes indicados no PROJETO. A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de aumentar ou diminuir as larguras das fundações que considerar necessárias ou convenientes, assim como as dimensões, os detalhes e as seções das obras de terra e enrocamento, sem acréscimo nos preços unitários.

Conforme definido no item Instalação, Manutenção e Remoção de Canteiro, a CONTRATADA deverá construir, equipar e operar um laboratório de solos com capacidade para executar os ensaios exigidos no controle de qualidade dos aterros.

Deverão ser implantados, pela CONTRATADA, marcos topográficos e estacas numeradas para controle do greide, alinhamentos e localização dos elementos projetados.

Qualquer parte dos aterros que não obedecer aos taludes especificados deverá ser removida ou acertada, a expensas da CONTRATADA.

A limpeza e o preparo da fundação da barragem deverão estar de acordo com os tópicos aplicáveis do Item Preparo e Tratamento da Fundação.

Para melhor compreensão a seção da barragem está dividida em várias zonas, função do material constituinte, que são discriminadas a seguir:

- Solo argiloso;
- Filtro Vertical;
- Tapete Drenante;

- Rock-Fill;
- Rip-Rap;
- Proteção do Talude de Jusante.

Os materiais a serem usados na construção da barragem, serão obtidos à partir das escavações das jazidas, pedreiras e areais indicadas no Projeto e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, devendo atender a todos os requisitos destas Especificações.

A aprovação de uma jazida não significa que todo material desta área seja adequado para a construção. De tais áreas somente serão utilizados os materiais adequados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Os materiais lançados na barragem de terra, julgados inadequados pela FISCALIZAÇÃO, não serão pagos e serão removidos e substituídos, a expensas da CONTRATADA.

Para cada zona da barragem serão sugeridos métodos construtivos, baseados na experiência de obras similares. A CONTRATADA poderá propor alterações nos métodos sugeridos, alterações estas que deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Antes do início de quaisquer atividades de construção dos aterros a CONTRATADA deverá submeter a FISCALIZAÇÃO um Planejamento Operacional, o qual deverá considerar, entre outras, as interferências no desenvolvimento dos serviços relativas a correção das umidades do material argiloso, a instalação da instrumentação, a proteção e compactação na interface com as estruturas de concreto, ao rebaixamento do lençol freático na zona aluvial do rio e as juntas construtivas planejadas nas etapas de serviços.

#### 5.6.2 - CLASSIFICAÇÃO DOS ATERROS

Os aterros previstos para a construção do maciço da barragem podem ser classificados, independentemente do material construtivo, em:

- Aterro compactado mecanicamente;
- Aterro compactado manualmente.

O aterro compactado mecanicamente constitui-se de camadas horizontalizadas, de espessura uniforme, definida nas Especificações ou indicadas pela FISCALIZAÇÃO, compactadas por equipamentos adequados nas condições especificadas.

O aterro compactado manualmente constitui-se de camadas horizontalizadas de curta extensão, de espessura definida pelas Especificações ou indicadas pela FISCALIZAÇÃO, executadas em locais onde não é possível o acesso ou operação dos equipamentos convencionais, tais como nos contatos com as obras de concreto, no entorno de instrumentos, etc.

### 5.6.3 - EQUIPAMENTOS

Anteriormente a mobilização dos equipamentos, a CONTRATADA deverá submeter à aprovação da SRH uma relação dos equipamentos sugeridos para serem utilizados nas operações de escavação, transporte, lançamentos, preparação e compactação, indicando a quantidade, o modelo, o ano de fabricação e os usos previstos. A FISCALIZAÇÃO poderá vetar o uso de quaisquer dos equipamentos relacionados, mesmo que tenham constado da proposta de Licitação. Juntamente com a relação devem ser anexados os catálogos operacionais de cada equipamento.

Na construção do maciço constituído de solos argilosos, a compactação deverá ser realizada por meio de compactadores do tipo pé de carneiro. Na construção do Rock-Fill e transições pétreas (fina e graúda) a compactação deverá ser realizada com o emprego de rolos vibratórios com peso igual ou superior a 15 toneladas. No tapete drenante de areia de rio será utilizado rolo liso. A eficiência dos equipamentos será testada em aterros experimentais, podendo a FISCALIZAÇÃO exigir modificações no peso, na pressão e na velocidade de operação para obtenção do grau de compactação desejado.

Não serão admitidos rolos de características diferentes (dimensões, pesos, forma e operação) trabalhando em conjunto num mesmo material.

Para a compactação de aterros nos locais de difícil acesso aos equipamentos convencionais deverá ser utilizado equipamento manual (“sapos”) acionado por ar comprimido, gasolina ou eletricidade.

Na operação de preparo dos solos argilosos, que antecede a compactação e que implica na escarificação, retirada de blocos acima da dimensão limite especificada, gradeamento, homogeneização e umidificação, deverão ser utilizados escarificadores de motoniveladoras, grade de disco puxada por trator agrícola, caminhão pipa ou outro equipamento sugerido pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Para uma possível umidificação na praça de trabalho dos materiais argilosos, para obtenção da umidade indicada para a compactação, e para a molhagem dos enrocamentos, deverão ser utilizados caminhões pipas equipados com barras de aspersão, que possibilitem a aplicação uniforme e controle da aspersão de água na área a ser molhada.

São os seguintes os tipos de rolos previstos para a construção dos aterros da Barragem Frecheirinha:

**a) Rolo tipo pé-de-carneiro**

Poderão ser utilizados rolos comuns, auto rebocáveis ou rebocáveis com equipamento de tração, com patas curto-ovaladas, longocônicas, curto-retangulares com superfícies de contato inclinadas (tipo “Tamping”) e outros tipos desde que apresentem bons resultados na obtenção do grau de compactação e não provoquem “cascas”, desagregações na superfície ou zonas de compactação diferenciada ao longo da camada.

O cilindro de cada rolo deve apoiar-se integralmente na linha de contato com a superfície do aterro e deve ser dotado de hastes de limpeza entre cada linha de patas.

**b) Rolo Liso**

Poderão ser utilizados rolos comuns e vibratórios, com peso superior a 15 toneladas, de qualquer tipo desde que apresentem bons resultados na obtenção do grau de compactação e não provoquem a quebra dos enrocamentos ou agregados das transições.

**c) Rolo Pneumático**

Poderão ser utilizados rolos de pneus leves ou pesados autopropulsores, que tenham as rodas dianteiras desalinhadas em relação às traseiras, de forma a cobrir toda a área sem deixar faixas não compactadas.

#### d) Compactadores Manuais

Poderão ser utilizados compactadores mecânicos de operação manual, acionados a ar comprimido, motores a explosão ou elétricos, em locais não acessíveis aos equipamentos convencionais de terraplenagem e nos contatos dos aterros com obras de concreto. O grau de compactação a ser obtido por estes equipamentos devem obedecer aos valores indicados para os aterros e, portanto, poderá ser reduzida a espessura da camada para tal objetivo, desde que não ocorra a formação de “cascas”.

#### 5.6.4 - SOLO ARGILOSO

Para a construção do maciço da barragem serão utilizados solos oriundos de regiões selecionadas das jazidas J08, J09, J10, J03, J02 e J04 e das escavações obrigatórias do Sangradouro. As Jazidas citadas serão utilizadas para a construção da zona do maciço de montante e as escavações obrigatórias do sangradouro para zona do maciço de jusante.

As jazidas que serão utilizadas são as que estão mais próximas do sítio da barragem a ser construída bem como dos três diques de fechamento da bacia hidráulica. Como os volumes necessários de solos para aterros são: maciço e “cut-off” de cerca de 450.000m<sup>3</sup> e para os diques de, aproximadamente, 9.000 m<sup>3</sup> com total de 459.000 m<sup>3</sup> e o volume total utilizável das jazidas é bem superior, cerca de 1.080.000 m<sup>3</sup>. As jazidas a serem utilizadas na execução das obras, estão hierarquizadas na ordem pela menor distancia, ver Erro! Fonte de referência não encontrada. apresentado a seguir.

**Quadro 4.4 – Jazidas Hierarquizadas por Ordem de Menor Distância para Barragem**

JAZIDAS	Distância média para o eixo da Barragem (km)	Área da Jazida (m <sup>2</sup> )	Prof. Média (m)	Volume Bruto (m <sup>3</sup> )	Profundidade Média Útil (m)	Volume Líquido da Jazida	Fator de Compactação: Solo "in situ" para Compactado	Volume Compactado (m <sup>3</sup> )	Volume Compactado Acumulado (m <sup>3</sup> )
Jazida J-08	0,10	40.000,00	0,91	36.400,00	0,87	34.800,00	0,80	27.840,00	27.840,00
Jazida J-09	0,22	60.000,00	0,95	57.000,00	0,90	54.000,00	0,80	43.200,00	71.040,00
Jazida J-10	0,45	300.000,00	1,06	318.000,00	1,06	318.000,00	0,80	254.400,00	325.440,00
Jazida J-03	2,31	40.000,00	1,02	40.800,00	0,97	38.800,00	0,80	31.040,00	356.480,00
Jazida J-02	2,41	87.500,00	0,92	80.500,00	0,83	72.625,00	0,80	58.100,00	414.580,00
Jazida J-04	3,32	135.000,00	1,02	137.700,00	0,96	129.600,00	0,80	103.680,00	518.260,00
Jazida J-01	3,71	40.000,00	0,81	32.400,00	0,69	27.600,00	0,80	22.080,00	540.340,00
Jazida J-07	4,11	207.500,00	1,11	230.325,00	1,09	226.175,00	0,80	180.940,00	721.280,00
Jazida J-06	4,26	135.000,00	0,83	112.050,00	0,79	106.650,00	0,80	85.320,00	806.600,00
Jazida J-05	4,46	140.000,00	0,92	128.800,00	0,92	128.800,00	0,80	103.040,00	909.640,00
<b>TOTAIS</b>		<b>1.185.000,00</b>		<b>1.173.975,00</b>		<b>1.137.050,00</b>		<b>909.640,00</b>	<b>909.640,00</b>
<= Jazidas a serem utilizadas									

Os solos das jazidas material deverá ter uma granulometria que se enquadre na faixa granulométrica apresentada no **Quadro 4.5** a seguir, não sendo admitida a presença de pedregulhos com dimensão superior a 50 mm no maciço de montante.

O material que será usado no maciço de montante deverá atender as seguintes condições de plasticidade:

- Limite de liquidez (LL) entre 23% e 40%;
- Índice de Plasticidade (IP) superior a 8% e inferior a 15%.

**Quadro 4.5 – Faixa Granulométrica do Solo Argiloso**

Peneira	2"	1"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
Faixa em % passante	100	95-100	84-100	77-100	66-98	47-80	28-60

#### 5.6.5 - MATERIAL DO MACIÇO DE JUSANTE

O material a ser utilizado na zona do maciço jusante da barragem deverá ser obtido das escavações obrigatórias do sangradouro. O material a ser escavado no sangradouro é constituído de ardósia.

O material escavado deverá ser selecionado na praça de escavação e previamente aceito pela FISCALIZAÇÃO, antes de seu envio para as zonas de jusante do maciço da barragem.

A ardósia é uma rocha metamórfica sílico-argilosa formada pela transformação da argila sob pressão e temperatura, endurecida em finas lamelas. De baixo grau metamórfico, a ardósia é formada sob as menores pressões e temperaturas dentre as rochas metamórficas.

A ardósia, depois de escavada e submetida a compactação com rolo se transformará, provavelmente, em um solo sílico argiloso que deverá ser ensaiado para se obter os resultados físicos, quando submetida a energia de compactação, por tratar-se de rocha que, por suas características, nunca ou poucas vezes foi usada em aterros.

## 5.6.6 - TRANSIÇÃO FINA – AREIA DO RIO CAIÇARA

### 5.6.6.1 - Serviços

Para execução do filtro vertical e horizontal da barragem, será utilizada areia média a grossa, com granulometria caracterizada de acordo com a **Quadro 4.6**.

**Quadro 4.6 – Faixas Granulométricas – Areia Grossa**

Peneira		Faixa Granulométrica
#	mm	(% passando)
1/2 pol	12,5	100
3,8 pol	9,5	100
Nº 04	4,8	96 - 99
Nº 08	2,4	84 - 98
Nº 16	1,2	62 - 92
Nº 30	0,6	34 - 73
Nº 50	0,3	9 - 25
Nº 80	0,18	2 - 7
Nº 100	0,15	1 - 3

As Jazidas de areia destinadas a construção da Barragem Frecheirinha estão localizadas ao longo do Rio Caiçara, conforme croqui de localização apresentado no Projeto e estão listadas no **Quadro 4.4.7** apresentado a seguir, que mostra as coordenadas dos centros geométricos dos quatro areais estudados e também apresenta os volumes e as distancias, via estradas vicinais, destas para o eixo da Barragem Frecheirinha.

**Quadro 4.7– Localização, Volumes e Distâncias dos Arais**

AREAL	COORDENADAS		COMPRIMENTO DO AREIAL AO LONGO DO RIO (m)	VOLUME DA JAZIDA (m³)	DISTÂNCIA AO EIXO DA BARRAGEM (m)
	LESTE (m)	NORTE (m)			
1	302.138	9.584.032	1.130,00	11.300,00	3.974,00
2	302.421	9.584.599	1.020,00	4.998,00	3.998,00
3	302.213	9.586.346	1.860,00	9.114,00	6.081,00
4	303.728	9.589.064	2.120,00	10.388,00	9.280,00
<b>VOLUME TOTAL (m³)</b>				<b>35.800,00</b>	

Estas areias serão utilizadas nos filtros, no tapete drenante (filtro horizontal) situado sob a porção de jusante do maciço, na transição extrema jusante do maciço e na composição dos concretos. Em qualquer caso o teor de finos (% que passa # 200) deverá ser inferior a 5%.

#### 5.6.6.2 - Medição e Pagamento

Os serviços de escavação, carga e transporte da areia no rio Caiçara para filtro vertical e horizontal da barragem serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) e avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência.

O cálculo do volume de areia será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 5.6.7 - TRANSIÇÃO GROSSA – BRITA PARA AS TRANSIÇÕES

As britas para as transições são pedras britadas e peneiradas com distribuição granulométrica (bica corrida) inscrita nos interiores das faixas mostradas no **Quadro 4.8**, a seguir.

**Quadro 4.8 – Faixas Granulométricas – Britas para Transições**

Peneira		Faixa Granulométrica
#	mm	(% passando)
-	200	100
-	100	100
2"	50,8	90-100
1"	25,4	70-82
3/8"	9,5	42-54
Nº 4	4,76	14-42
Nº 10	2	0-18
Nº 40	0,42	-

Estes materiais serão utilizados nas transições do Rip-Rap, no Tapete Drenante, no Rock-Fill e no Dreno de Pé da barragem.

#### 5.6.8 - PEDRA PARA ENROCAMENTO

As pedras serão utilizadas no enrocamento do Rip-Rap e no Rock-Fill, será um material bem mais grosseiro que os utilizados para as britas, com distribuição granulométrica inscrita no interior das faixas que seguem no **Quadro 4.9** e **Quadro 4.10** apresentados a seguir.

O material rochoso escavado deverá ser selecionado na praça de escavação e previamente aceito pela FISCALIZAÇÃO, antes de seu envio para as zonas de enrocamento. A granulometria do material a utilizar é bastante variável, podendo atingir uma dimensão máxima de 1000 mm e uma parcela máxima de finos (material passante na peneira nº200), após a compactação de 10%.

**Quadro 4.9 – Faixas Granulométricas – Enrocamento do RIP-RAP**

Peneira	Faixa Granulométrica
mm	(% passando)
700	100
500	100
300	90-100
100	70-82

**Quadro 4.10 – Faixas Granulométricas – Enrocamento do Rock-Fill**

Peneira	Faixa Granulométrica
mm	(% passando)
1000	100
700	80 – 98
500	46 – 98
300	31 – 93
200	22 – 88
100	10 – 64
2" (50,8)	0 – 26
1" (25,4)	0 – 10
¾" (19,0)	0 – 6

O enrocamento deverá ser obtido a partir da exploração da Pedreira P-01 em áreas pré-determinadas pela Contratante. A locação das pedreiras a serem utilizadas durante a obra deverá ser analisada pela Contratante, de modo a aperfeiçoar operacionalmente as fases de desmonte, transporte e lançamento ao longo da obra.

#### 5.6.9 - FILTRO VERTICAL

Para a execução do filtro vertical, situado em contato direto com a porção jusante do maciço, será utilizada, areia proveniente dos areais existente no rio Caiçara. A utilização deste material natural para a execução do filtro implicará na implementação de um conjunto de procedimentos (exploração seletiva, lavagem, mistura, etc) que permitam a obtenção de granulometrias que se enquadrem na faixa granulométrica especificada no **Quadro 4.11**.

**Quadro 4.11 – Faixas Granulométricas – Filtro Vertical**

Peneira	2"	1"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
Faixa Passante (em %)	100	78-100	52-100	29-95	8-79	0-43	0-5

O material para o filtro vertical deve apresentar uma percentagem máxima de finos (passante na peneira nº200) de 5% e, quando compactado, deverá ter uma permeabilidade mínima de  $5 \times 10^{-2}$  cm/s.

#### 5.6.10 - TAPETE FILTRANTE

Para a execução do tapete Drenante/Filtrante projetado para situar-se no contato com a fundação de jusante do maciço, será utilizado os areais do rio Caiçara.

As especificações para este material são exatamente iguais às descritas no item anterior, para o dreno/filtro vertical.

#### 5.6.11 - NORMAS CONSTRUTIVAS

##### 5.6.11.1 - Solo Argiloso

##### 5.6.11.1.1 - Lançamento e Espalhamento

As correções de umidade do material do aterro argiloso deverão ser realizadas na jazida. Apesar disto poderá verificar-se a necessidade de correções de umidade em solos já lançados. Para umedecimento da camada a CONTRATADA utilizará carros tanques equipados com barras laterais e traseira, e para sua homogeneização utilizará grades de discos pesadas em passagens sucessivas até atingir a umidade especificada. Não serão permitidos borrifadores por gravidade.

Em princípio, o material deverá ser espalhado em camadas com espessura a mais uniforme possível, de tal forma que a espessura máxima solta não ultrapasse a 30 cm no maciço de montante da barragem.

A FISCALIZAÇÃO poderá aumentar ou diminuir a espessura da camada em função da eficiência dos equipamentos de compactação constatada em pista experimental. A alteração na espessura da camada por parte da FISCALIZAÇÃO, não será motivo para alteração nos preços unitários contratados.

As camadas deverão ser lançadas e compactadas paralelamente ao eixo do maciço de terra mantendo-se, durante toda a construção, uma declividade transversal de aproximadamente 3%, para montante e para jusante, com a finalidade de facilitar a drenagem das águas pluviais, evitando-se assim a formação de poças.

Durante o processo de espalhamento e homogeneização do solo na zona do maciço, toda a fração pedregulhosa com diâmetro superior a 5 cm deverá ser retirada, através de métodos mecânicos ou manuais, e transportada para bota fora ou local indicado pela FISCALIZAÇÃO.

Havendo previsão de chuvas, a superfície do aterro deverá ser selada através de passagem de rolo liso ou equipamento pneumático de pressão variável para se obter uma superfície lisa, reduzindo assim a infiltração da chuva. Antes do reinício do trabalho de compactação, a superfície deverá ser escarificada, a uma profundidade tal que atinja a última camada compactada no teor de umidade exigido, ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO. O material escarificado deverá ser devidamente homogeneizado e sua umidade ajustada, antes da compactação. Eventualmente, poderá ser exigida a substituição deste material as expensas da CONTRATADA, caso não apresente condições adequadas de umidade e grau de compactação após ter sido retrabalhado.

Quando necessário e a critério da FISCALIZAÇÃO, antes da colocação de cada camada de material, a anterior deverá ser escarificada, até uma profundidade mínima de 3 cm, para deixar a superfície revolvida e se obter boa aderência com a camada seguinte.

Embora antes do lançamento de cada camada a anterior deve ser vistoriada e liberada pela FISCALIZAÇÃO, uma atenção especial deve ser dada para camadas que tenham sido expostas por um longo tempo após sua compactação. A presença de trincas de contração por processo de ressecamento deve ser verificada e suas profundidades avaliadas através de poços de inspeção abertos manualmente. Antes da retomada do aterro deverá ser realizada uma operação de remoção do material até os limites das trincas. Caso as trincas sejam superficiais ou inferiores a 20 cm de profundidade a remoção do material deverá ser realizada até 20 cm.

Na retomada do aterro na zona das juntas construtivas previstas, ou seja, no contato de aterros argilosos de idades diferentes, deverão ser observados processos construtivos específicos que são: a) retirada da parte superficial do aterro velho numa espessura mínima de 1 metro ou mais, caso sejam observadas as existências de trincas, fissuras, erosões ou migração de finos; b) escalonamento do aterro velho com a construção de degraus com trecho horizontal de 0,50 m; c) o aterro novo numa extensão de 5 m a partir do aterro velho deve ser construído com uma umidade superior a umidade ótima, entre 1 a 2%.

#### 5.6.11.1.2 - Compactação

A superfície do aterro, em toda a sua extensão, deverá ser mantida em uma elevação uniforme, sem desníveis acentuados entre as diversas praças de lançamento e compactação.

A superfície do aterro em construção deverá ser mantida em condições normais de tráfego de tal maneira que o equipamento de construção possa se locomover em qualquer parte dele. O tráfego do equipamento deverá ser orientado de modo a distribuir a carga do equipamento da melhor forma possível e de maneira a evitar a formação de sulcos. Sobre-compactação e laminação devido a excessos de compactação não serão permitidas, e todo cuidado necessário deverá ser tomado pela CONTRATADA para que isto não ocorra. Caso se formem sulcos na superfície de qualquer camada de material lançado, estes deverão ser removidos antes do material ser compactado de modo a evitar sobre-compactação. Quando houver necessidade de se utilizar um trecho do maciço já construído como pista de acesso dos equipamentos, será lançado um forro de proteção com uma espessura mínima de 0,50m.

Ondulações (borrachudos) formadas nas superfícies já compactadas deverão ser regularizadas por escarificação e recompactação, ou removidas.

Não serão permitidos caminhos preferenciais de circulação do equipamento na praça de compactação. As pistas para movimentação do equipamento deverão ser essencialmente paralelas ao eixo do maciço e serão deslocadas sistematicamente para impedir a formação de laminação e sobre-compactação.

Durante a descarga e espalhamento do material argiloso deverá ser observada a existência de concentrações de materiais de textura mais grossa, devido à segregação do processo, e caso afirmativo estas deverão ser retiradas e substituídas por material enquadrado na faixa granulométrica especificada. Cuidado mais intenso contra a segregação deve ser observado na execução do maciço da barragem.

Havendo previsão de chuvas, a superfície do aterro deverá ser selada através de passagem de rolo liso ou equipamento pneumático de pressão variável para se obter uma superfície lisa, reduzindo assim a infiltração da chuva. Antes do reinício do trabalho de compactação, a superfície deverá ser escarificada, a uma profundidade tal que atinja a última camada compactada no teor de umidade exigido, ou como determinado pela FISCALIZAÇÃO. O material escarificado deverá ser devidamente homogeneizado e sua umidade ajustada, antes da compactação. Eventualmente, poderá ser exigida a substituição deste material a expensas da CONTRATADA, caso não apresente condições adequadas de umidade e grau de compactação após ter sido retrabalhado.

Nos locais onde não for possível a compactação com equipamento pesado será utilizado compactador manual, porém com camadas de 10 cm de espessura. Nas interfaces solo-concreto as superfícies de concreto deverão ser umedecidas de modo a se garantir boa ligação entre o maciço e a estrutura de concreto.

O solo deverá ser compactado contra a estrutura de concreto com equipamento de pneus ou rolo liso pequeno, de forma a criar boa aderência entre o solo e a estrutura de concreto.

A compactação em torno dos instrumentos de auscultação deverá ser feita por compactação manual. Nestes locais serão exigidas as mesmas condições de compactação requeridas para o aterro da barragem. A CONTRATADA deverá organizar os serviços na praça de trabalho de forma que a instalação não cause perturbações no andamento normal da execução.

Os instrumentos de auscultação danificados durante os serviços de terraplenagem deverão ser reconstituídos a expensas da CONTRATADA.

#### *5.6.11.1.3 - Controle*

O trabalho exercido pela equipe de FISCALIZAÇÃO com relação ao controle da qualidade do aterro, não exime a CONTRATADA da responsabilidade sobre a qualidade e geometria da obra.

Como princípio básico, o controle de qualidade do aterro será direcionado no sentido de priorizar o controle dos métodos construtivos, em todas as etapas da obra. A atividade de controle será exercida a partir do processo de exploração do material na jazida até a liberação da camada compactada.

Durante a exploração da jazida deverá ser realizado um criterioso processo de exclusão das frações que excedam as dimensões limites impostas pela presente Especificação, para o local de aplicação na barragem.

A qualidade do produto final (camada compactada) será avaliada mediante a execução, por parte da FISCALIZAÇÃO, de ensaios laboratoriais de controle, os quais servirão de base para liberação da camada e a posterior avaliação da qualidade do aterro construído.

O material a ser usado no maciço da barragem deverá atender às seguintes condições de plasticidade:

- Limite de liquidez (LL) entre 23% e 40%;
- Índice de Plasticidade (IP) superior a 8% e inferior a 15%.

Os ensaios de limites de Atterberg serão executados segundo as normas NBR-6459 e NBR-7180 da ABNT.

A granulometria do material constituinte das camadas deverá situar-se dentro da faixa granulométrica indicada e não deverá apresentar fração graúda com diâmetro máximo superior a 50 mm para as zonas do núcleo central e tapete interno e a 200 mm para o espaldar de montante.

Os parâmetros de compactação, ou seja, desvio de umidade e grau de compactação são referidos ao ensaio de compactação Proctor Normal, sem reuso do material, conforme a NBR-7182 da ABNT.

Os teores de umidade exigidos para o maciço da barragem, no momento da compactação, serão fixados pela FISCALIZAÇÃO, considerando-se que a princípio deverão estar compreendidas na faixa  $h_{ótima} - 2 \leq h \leq h_{ótima} + 1$ .

O conjunto de ensaios representativo de um trecho do maciço, poderá conter 10% dos ensaios fora da faixa de umidade especificada, mas a liberação de uma camada com umidade fora da faixa só poderá ser feita quando o grau de compactação desta camada estiver acima do mínimo especificado.

Nos contatos do maciço com as estruturas de concreto, o material deverá ser compactado mais úmido, ou seja, na faixa de zero a 3% acima da umidade ótima.

Em termos de grau de compactação (GC) o maciço deve atender aos seguintes requisitos:

- $GC_{mínimo} = 95\%$ ;
- $GC_{médio} \geq 98\%$ ;
- 10% dos valores dos ensaios referentes a um trecho do maciço, podem estar compreendidos nas faixas de 95% a 98% e de 100% a 102%.

Os parâmetros de compactação serão controlados com base no ensaio de Hilf-Proctor, com 5 pontos, o qual permite a rápida determinação dos parâmetros para liberação da camada e a posterior determinação dos dados do ensaio de Proctor, sem reuso do material-NBR-7182 da ABNT.

A CONTRATADA deverá dimensionar as praças de lançamento de forma a garantir a continuidade dos trabalhos e de forma a se ter pelo menos um ensaio de Hilf-Proctor a cada 2.000m<sup>3</sup> de aterro compactado. Se durante o andamento da obra for observada uma homogeneidade de valores do GC, confirmados pelo estabelecimento de uma rotina na execução, a FISCALIZAÇÃO poderá alterar a frequência dos ensaios de controle até um limite de um ensaio para cada 10.000 m<sup>3</sup> de aterro compactado. Isto não se aplica a locais especiais como áreas junto à instrumentação, interface com obras de concreto, interface aterro velho-aterro novo nas juntas construtivas e outros.

A cada 10 ensaios de Hilf, será coletada uma amostra para execução dos ensaios de caracterização completa do material.

Um mínimo de dez campanhas de seis ensaios de permeabilidade “in situ” deverá ser realizado em locais e camadas a serem escolhidas pela FISCALIZAÇÃO.

Periodicamente, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar da CONTRATADA, a execução de poços manuais ou trincheiras para inspeção das condições do maciço, incluindo a retirada de blocos indeformados para execução de ensaios especiais. A execução e reaterro dos poços serão de responsabilidade da CONTRATADA a qual deverá arcar com os custos, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE.

#### 5.6.11.2 - Enrocamento

O enrocamento aqui tratado refere-se à construção do Rock-Fill da barragem Frecheirinha.

##### 5.6.11.2.1 - Lançamento, Espalhamento e Compactação

Antes do lançamento de qualquer camada de enrocamento, ou de uma nova camada, a FISCALIZAÇÃO deverá inspecionar a camada existente e, no caso de não apresentar condições que garantam uma adequada ligação com a nova camada, poderá exigir a remoção parcial ou total da camada existente.

A espessura das camadas de enrocamento será definida pela FISCALIZAÇÃO em função dos resultados do aterro experimental, prevendo-se a princípio uma espessura de 80 cm.

O material de enrocamento será depositado em linha, a cerca de 3 a 5 metros de distância da frente da camada, e empurrado para frente com uso de trator de lâmina do tipo Caterpillar D8, ou D6 desde aceito pela FISCALIZAÇÃO. Este procedimento provoca certa segregação em que os blocos maiores ficam depositados no fundo da camada e são encobertos por blocos de menores dimensões.

##### 5.6.11.2.2 - Controle

Para o controle das camadas de enrocamento serão mensuradas a compacidade relativa, definida através da determinação do peso volumétrico aparente seco ou do índice de vazios entre as pedras, e a granulometria após a compactação.

O peso volumétrico aparente seco ou o índice de vazios será fixado pela FISCALIZAÇÃO em função dos resultados dos aterros experimentais, anteriores ao

início do aterro. A granulometria após a compactação deverá ser comparada com a faixa granulométrica especificada para este material.

A periodicidade de realização de ensaios de determinação do peso volumétrico aparente seco e de granulometria deverá ser de um a cada 10.000 m<sup>3</sup> de material compactado.

Campanhas de ensaios de determinação da permeabilidade “in situ” deverão ser realizadas em pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, sendo indicado um mínimo de 20 campanhas de 6 ensaios para toda a obra.

Além dos ensaios mencionados deverão ser realizados ensaios de desgaste Los Angeles, resistência à compressão, absorção de água e resistência ao esmagamento.

#### 5.6.11.3 - Transição Fina – Areia

Para Execução do Filtro Vertical e do Tapete Drenante será usada a areia extraída do Rio Caiçara, das Jazidas já estudadas e apresentadas no Projeto.

##### 5.6.11.3.1 - Lançamento, Espalhamento e Compactação

O tapete drenante/filtrante será executada em duas camadas de transição fina (sanduiche) com 30 cm, embaixo e acima, da camada de brita (transição grossa).

O material a ser empregado na transição fina constitui-se areia de rio extraída das margens do Rio Caiçara e localizadas pelo Projeto.

Os métodos construtivos a serem empregados e os cuidados a serem observados deverão assegurar:

- O cumprimento da geometria definida no Projeto;
- O comportamento adequado da zona de transição fina entre o filtro e a transição grossa (areia – brita);
- O Filtro Vertical deverá ser construído logo após o maciço de terra da barragem ter passado um metro, então o maciço deverá ser escavado e construído em paralelo com a subida do maciço.

O material da transição fina deverá ser lançado e espalhado em camadas de 30 cm de espessura, de uma só vez, abaixo e acima da brita do tapete drenante/filtrante.

Em seguida o material deverá ser compactado com rolo liso vibratório e pneumático, com uso de molhagem abundante (adensamento).

A CONTRATADA deverá evitar a contaminação do material da areia e da brita adotando um conjunto de medidas protetoras, entre as quais:

- Bloqueio e drenagem de todas as águas superficiais que possa transportar material argiloso para o tapete de areia;
- Lavagem dos pneus ou cilindros dos equipamentos de transporte, espalhamento, molhagem e compactação, para evitar contaminação do filtro com solo;
- Direcionamento do trânsito dos equipamentos somente sobre a camada em lançamento.

A areia deverá estar isenta de finos (máximo de 5% passando na peneira nº 200). A CONTRATADA deverá remover, às suas expensas, qualquer material lançado com características conflitantes com as especificadas. Para evitar o risco de lançamento de materiais com características inadequadas, a CONTRATADA deverá promover o controle durante a carga dos materiais.

#### 5.6.11.3.2 - Controle

Para o controle das camadas de transição serão mensuradas a compacidade relativa, definida através da determinação do peso volumétrico aparente seco ou do índice de vazios entre os grãos de areia, e a granulometria após a compactação.

A granulometria após a compactação deverá ser comparada com a faixa granulométrica especificada para este material no Projeto.

A periodicidade de realização de ensaios de determinação do peso volumétrico aparente seco e de granulometria deverá ser de um a cada 5.000 m<sup>3</sup> de material compactado.

Campanhas de ensaios de determinação da permeabilidade “in situ” deverão ser realizadas em pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, sendo indicado um mínimo de 10 campanhas de 6 ensaios para toda a obra.

#### 5.6.11.4 - Transição Grossa – Brita

A transição grossa será a brita que será produzida na Pedreira P-1 de acordo com o Projeto e será utilizada na transição do Rip-Rap (montante do maciço), no tapete drenante e na construção do Rock-Fill (interface)

##### 5.6.11.4.1 - Lançamento, Espalhamento e Compactação

Em contato direto com a transição fina será executada a camada de transição grossa com uma camada de 0,30m ou 0,40m de espessura, conforme especificado nos desenhos do Projeto.

O material a ser empregado constitui-se de material pétreo proveniente da seleção da rocha sã e resistente escavada e britada na pedreira P-1, de forma a enquadrar-se na faixa granulométrica especificada.

Os métodos construtivos a serem empregados e os cuidados a serem observados deverão assegurar:

- O cumprimento da geometria definida no Projeto;
- O comportamento adequado da zona de transição grossa entre a transição fina e o enrocamento do Rock-Fill.

O material da transição grossa deverá ser lançado e espalhado em camadas de 0,30m ou 0,40m de espessura.

Em seguida o material deverá ser compactado com rolo liso vibratório, com uso de molhagem abundante.

A CONTRATADA deverá evitar a contaminação do material pétreo adotando um conjunto de medidas protetoras, entre as quais:

- Bloqueio e drenagem de todas as águas superficiais que possa transportar material argiloso para o tapete de brita;
- Lavagem dos pneus ou cilindros dos equipamentos de transporte, espalhamento, molhagem e compactação, para evitar contaminação do filtro com solo;

- Direcionamento do trânsito dos equipamentos somente sobre a camada em lançamento.

A CONTRATADA deverá remover, às suas expensas, qualquer material lançado com características conflitantes com as especificadas. Para evitar o risco de lançamento de materiais com características inadequadas, a CONTRATADA deverá promover o controle durante a carga dos materiais.

#### 5.6.11.4.2 - Controle

Para o controle da camada de transição grossa serão mensuradas a compactidade relativa, definida através da determinação do peso volumétrico aparente seco ou do índice de vazios entre as pedras, e a granulometria após a compactação.

A granulometria após a compactação deverá ser comparada com a faixa granulométrica especificada para este material.

A periodicidade de realização de ensaios de determinação do peso volumétrico aparente seco e de granulometria deverá ser de um a cada 10.000 m<sup>3</sup> de material compactado.

Campanhas de ensaios de determinação da permeabilidade “in situ” deverão ser realizadas em pontos escolhidos pela FISCALIZAÇÃO, sendo indicado um mínimo de 10 campanhas de 6 ensaios para toda a obra.

Além dos ensaios mencionados deverão ser realizados ensaios de desgaste Los Angeles.

#### 5.6.11.5 - Filtro Vertical de Areia

O Filtro Vertical será construído com areia do Rio Caiçara.

##### 5.6.11.5.1 - Escavação Mecanizada de Vala do Maciço

Para a execução do Filtro Vertical será necessário abrir uma vala no maciço já compactado que será efetuado da seguinte forma: Quando o aterro do maciço atingir um 1,5m de altura, ele será escavado com escavadeira com concha de 1m de largura até chegar no topo do tapete vertical ou horizontal executado anteriormente, e em seguida aterrado com camadas de areia de 35 cm de espessura.

#### 5.6.11.5.2 - Lançamento, Espalhamento e Compactação

A espessura do filtro vertical será de 1,0m e suas camadas deverão ser lançadas com 35 cm de espessura máxima de areia solta.

A CONTRATADA deverá planejar a subida do maciço da barragem de forma a manter uma inclinação que impeçam que as águas de chuvas escoem para dentro do filtro, resguardando-o de contaminações por outros materiais. Caso observe-se a contaminação do filtro com material argiloso este deverá ser removido em toda a profundidade contaminada às expensas da CONTRATADA.

O material do filtro vertical será lançado e compactado simultaneamente com a subida do restante do maciço da barragem, mas defasado de um metro (três camadas de areia), andando sempre abaixo do aterro do maciço.

Caso seja constatada a necessidade de saturação da areia do filtro para alcançar os níveis de compactação especificados, a CONTRATADA deverá adotar métodos construtivos de forma a evitar a saturação do maciço argiloso.

A compactação do filtro poderá ser realizada através de rolos lisos vibratórios ou pata curta vibratória, com frequência entre 1.200 e 1.800 rpm.

#### 5.6.11.5.3 - Controle

O controle da camada de filtro será realizado através da compacidade relativa da areia, que deverá apresentar-se superior a 55% e inferior a 65%. O valor médio dos ensaios deve ser inferior a 50%.

Ensaio de peso específico devem ser realizados a cada 1.000 m<sup>3</sup> e ensaios de granulometria a cada 2.000 m<sup>3</sup>. A granulometria da areia deve situar-se dentro da faixa granulométrica especificada.

#### 5.6.11.6 - Tapete Drenante/Filtrante

O tapete Drenante/Filtrante será executado com transição fina e grossa (areia e brita).

#### 5.6.11.6.1 - Lançamento, Espalhamento e Compactação

O tapete Drenante/Filtrante projetado situa-se a jusante do maciço, apoiando-se diretamente sobre a fundação da barragem, e tem uma função filtrante dos fluxos oriundos da fundação e drenante dos fluxos advindos do filtro vertical.

Antes do lançamento da primeira camada do tapete diretamente sobre a fundação, que deverá ser preparada conforme descrito no item Preparo da Fundação.

A espessura da camada solta de areia não deverá ultrapassar a 35 cm e a brita poderá ser lançada em camadas de 0,35m ou 0,45m de espessura de material solto.

A compactação poderá ser feita com rolos vibratórios lisos ou com pata curta.

Durante a execução do tapete drenante, a CONTRATADA deverá adotar um conjunto de medidas no sentido de minimizar os riscos de contaminação do tapete já descritos nos itens anteriores.

#### 5.6.11.6.2 - Controle

O controle das camadas de brita e areia já foram descritas nos itens anteriores.

#### 5.6.11.7 - Rip-Rap

O Rip-Rap é a proteção do talude de montante que tem a finalidade de proteger o maciço contra a força das ondas provocadas pelo vento no lago da barragem.

O Rip-Rap a ser construído no talude de montante da barragem, conforme indicado nos desenhos do Projeto, deverá ser executado utilizando-se brita e enrocamento de pedras da Pedreira P-1, feito de material rochoso são e não desagregável, isentos de veios e outras imperfeições que possam ocasionar a deterioração do material devido ao ciclo de secagem e molhagem.

O Rip-Rap será composto por duas zonas, a saber:

- Transição de brita – A brita com espessura de 0,30m estará em contato direto com o solo do talude de montante será constituída de material britado e classificado industrialmente, de origem e granulometria semelhantes à descrita anteriormente, no **Quadro 4.7** - Faixas Granulométricas – Britas para Transições.

- Enrocamento de face - A camada externa com 0,70m de espessura, constituída por rocha sã selecionada, com diâmetro máximo de 0,60m e graduação tal que 50% dos blocos tenham diâmetro de 0,40m, de origem e granulometria semelhantes à descrita anteriormente, no **Quadro 4.8** - Faixas Granulométricas – Enrocamento do Rip-Rap.

#### 5.6.11.7.1 - Normas Construtivas

Os métodos construtivos a serem empregados e os cuidados a serem observados na construção do Rip-Rap deverão assegurar:

- O cumprimento da geometria definida no Projeto;
- O comportamento adequado da zona de transição de brita, ou seja, o de estabelecer uma transição entre o maciço argiloso e a zona de proteção externa, evitando o carreamento de partículas de solo pelo efeito erosivo das ondas;
- A homogeneidade da camada de enrocamento de face, garantindo que os fragmentos maiores de rocha estejam uniformemente distribuídos e que os fragmentos menores sirvam para preencher os espaços entre os maiores.

O Rip-Rap deverá ser construído em paralelo com a subida do aterro da zona adjacente. Independentemente do método construtivo a ser adotado, não será permitido desníveis entre as cotas do aterro e de qualquer uma das duas zonas do Rip-Rap, superiores a 3,0m.

A CONTRATADA deverá remover às suas expensas, qualquer material lançado e com características conflitantes com as especificadas.

Para evitar o risco do lançamento de materiais com características inadequadas, a CONTRATADA deverá promover o controle durante a carga dos materiais.

#### 5.6.11.7.2 - Camada de Transição

O método construtivo a ser adotado pela CONTRATADA deverá assegurar uma certa compactação desta zona e ainda a inexistência de material argiloso solto no contato da zona de transição com a zona do aterro.

#### **a) Execução “pari-passu” com o Espaldar de Montante**

A partir de uma situação em que as três zonas, enrocamento de face, transição de brita e espaldar de montante, estejam niveladas, o processo em questão será aplicado de acordo com a sequência descrita a seguir:

- Lançamento e compactação de duas camadas do aterro deixando um mínimo de material solto no talude;
- Lançamento da camada de transição de brita;
- Compactação da camada de transição.

#### **b) Execução defasada com o Espaldar de Montante**

Este processo apresenta a seguinte sequência:

- Execução do aterro do espaldar de montante até uma cota no máximo 3,0m acima do topo das zonas de transições;
- Remoção de todo material solto do talude;
- Lançamento do material da zona de transição de brita;
- Espalhamento da brita ao longo do talude com a caçamba/concha de escavadeira;
- Compactação da camada de brita lançada com a caçamba/concha de escavadeira.

A qualidade das zonas de transição (areia e brita) será garantida pelo controle do método construtivo, incluindo a retirada de amostras e execução de ensaios de granulometria do material lançado.

#### **5.6.11.7.3 - Enrocamento de Face**

A obtenção do material rochoso com as características granulométricas adequadas costuma ser uma atividade que exige providências programadas com antecedência, tais como:

- Execução de fogos especiais;
- Seleção do material durante a fase de carregamento, descartando principalmente os blocos com dimensões maiores que 0,70cm;
- Escavação seletiva do material detonado nas escavações obrigatórias e lançamento em estoque para posterior utilização.

A zona do enrocamento de face será executada após a execução das zonas de transição as quais deverão estar niveladas com o aterro.

O desnível máximo entre a cota do aterro e a cota do topo do enrocamento de face será de 3,0m. O desnível mais conveniente a ser considerado será definido pela CONTRATADA e aprovado pela FISCALIZAÇÃO, em função do método executivo e dos equipamentos a serem utilizados.

O material será lançado na crista do aterro e próximo ao talude das transições. Com a utilização de uma escavadeira será feito o espalhamento do material ao longo do talude, tomando-se o cuidado para evitar a segregação do material.

No caso de ocorrer no talude externo regiões com concentração de blocos grandes ou regiões com deficiências destes blocos grandes, será necessário a execução de complementações manuais ou mecânicas.

O controle da granulometria do material, principalmente na face externa será visual.

#### 5.6.12 - ATERROS EXPERIMENTAIS

Para a seleção do equipamento de compactação mais apropriado e para a observação da eficiência dos procedimentos construtivos, deverão ser realizados aterros experimentais antes de se iniciar os trabalhos no corpo da barragem. Os aterros experimentais devem envolver:

- Solo Argiloso do Maciço;
- Enrocamento.

A realização dos aterros experimentais deve observar todas as regras de construção previstas para a execução da barragem, de forma que os aterros possam

ser considerados representativos do processo construtivo da barragem. Os aterros deverão constituir-se de várias camadas para que possa ser observado o comportamento dessas interfaces.

A metodologia de execução dos aterros experimentais deverá ser elaborada em conformidade com as presentes Especificações, porém as especificações e metodologia para os ensaios de controle, características dos equipamentos e entidades intervenientes serão apresentadas pela CONTRATADA para a análise, readequações e prévia aprovação pela FISCALIZAÇÃO.

O relatório com a descrição dos trabalhos realizados nos aterros experimentais, desenhos, resultados e interpretações dos ensaios de controle e documentação fotográfica deverá ser entregue a FISCALIZAÇÃO com 1(um) mês de antecedência ao início dos aterros da barragem.

A FISCALIZAÇÃO deverá acompanhar a execução dos aterros experimentais, podendo alterar quaisquer procedimentos construtivos ou de controle, mesmo os presentes nesta Especificação.

#### 5.6.12.1 - Aterro Experimental com Solo Argiloso

Fora da área de fundação da barragem deverá ser escolhida uma área com comprimento mínimo de 30 m e largura de 20m, subdividida em 4 faixas com 5 m de largura, cada.

No local, já com a fundação expurgada e preparada, deverá realizar-se a seguinte sequência de operações:

- a) Espalhamento de uma camada ao longo de toda a extensão e largura, com espessura solta de 35 cm e umidade igual a ótima;
- b) Na Faixa 1 a compactação deverá ser feita com 6 passagens do equipamento de compactação, a Faixa 2 com 8 passagens, a Faixa 3 com 10 passagens e a Faixa 4 com 12 passagens;
- c) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 35 cm e umidade igual à ótima mais 2,0 %;

- d) Repete-se a operação descrita no item b);
- e) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 30 cm e umidade igual a ótima;
- f) Repete-se a operação descrita no item b);
- g) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 30 cm e umidade igual a ótima mais 2%;
- h) Repete-se a operação descrita no item b);
- i) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 40 cm e umidade igual a ótima;
- j) Repete-se a operação descrita no item b);
- k) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 40 cm e umidade igual a ótima mais 2,0%;
- l) Repete-se a operação descrita no item b);

Após a operação de cada camada do aterro experimental, deverá ser realizado para cada Faixa (1, 2, 3 e 4) ensaios de peso específico seco, teor de umidade, granulometria e compactação (Proctor Normal), sendo em número de seis por tipo de ensaio (três locais por faixa em 2 profundidades diferentes)

A análise dos resultados obtidos permitirá verificar a evolução do peso específico seco com o aumento da energia e definir o nível de energia que convém atingir. Desta análise também será definida as espessuras máximas e mínimas admissíveis para as camadas.

Para o nível de energia escolhido e com base na curva de compactação de campo, será fixada a curva padrão de laboratório que servirá de referência para as operações de controle do maciço da barragem.

Após a escolha da energia e da espessura de camada mais apropriada será realizado no aterro experimental, um poço para coleta de amostra indeformada da

camada selecionada com umidade igual a ótima e outra amostra na de umidade ótima mais 2%. Esta amostra indeformada, acondicionada de forma a não sofrer distúrbios ou perda de umidade, será encaminhada para laboratório para ensaios de compressão triaxial com determinação do coeficiente de permeabilidade.

#### 5.6.12.2 - Aterro Experimental com Enrocamento

Fora da área de fundação da barragem deverá ser escolhida uma área com comprimento mínimo de 30 m e largura de 20m, subdividida em 4 faixas com 5 m de largura, cada.

No local, já com a fundação expurgada e preparada, deverá realizar-se a seguinte sequência de operações:

- a) Descarga da pedra em linha ao longo da largura do aterro e posterior espalhamento com trator de lâmina, com espessura solta de 70 cm e molhado até a saturação (nunca inferior a 150 litros/m<sup>3</sup>).
- b) Na Faixa 1 a compactação deverá ser feita com 4 passagens do equipamento de compactação, a Faixa 2 com 6 passagens, a Faixa 3 com 8 passagens e a Faixa 4 com 10 passagens;
- c) Espalhamento e molhagem de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 80 cm;
- d) Repete-se a operação descrita no item b);
- e) Espalhamento de uma nova camada sobre a anterior, com espessura solta de 90 cm;
- f) Repete-se a operação descrita no item b);

Para cada espessura de camada e para cada faixa compactada deverão ser realizados ensaios “in situ” de determinação do peso específico seco, teor de umidade e granulometria, num número de 2 ensaios de cada tipo.

Em cada camada deverão ser estabelecidos pontos de referência em número suficiente para permitir a medição topográfica precisa da deformação da camada com

o número de passadas. Este procedimento permitirá estabelecer uma correlação entre a deformação e o número de passagens, para cada espessura de enrocamento.

Analisando o resultado dos ensaios a FISCALIZAÇÃO decidirá sobre qual a espessura da camada e número de passagens do rolo compactador deverão ser adotadas no maciço da barragem. Com estes parâmetros escolhidos a CONTRATADA deverá acessar a camada do aterro experimental com estas características, em cinco pontos distintos, e realizar ensaios de prova de carga em placa modelo com diâmetro igual ou superior ao diâmetro máximo do enrocamento, para determinar o módulo de elasticidade do enrocamento.

#### 5.6.12.3 - Relatórios Sobre Aterros Experimentais

A CONTRATADA deverá elaborar um relatório detalhado dos métodos e resultados obtidos nos aterros experimentais, no qual deverá constar:

- Local dos aterros experimentais;
- Número de camadas compactadas;
- Espessura das camadas antes da compactação;
- Umidade do material durante a compactação;
- Espessura das camadas após a compactação;
- Descrição e ficha técnica do rolo compactador utilizado;
- Condições e ação do rolo durante os trabalhos;
- Condições e ação dos equipamentos complementares;
- Número de passadas do rolo;
- Comportamento do maciço durante a compactação;
- Localização e procedência do material compactado;
- Análise granulométrica dos materiais removidos por ocasião da realização dos ensaios de peso específico aparente de campo;
- Relação umidade-peso específico aparente de campo;

- Sumario dos ensaios de peso específico aparente de campo;
- Comparação entre os pesos específicos aparente de campo e laboratório ;
- Resultados das provas de carga em placa modelo em enrocamento;
- Resultados das medidas de deformabilidade dos aterros de enrocamento;
- Outras informações e/ou parâmetros solicitados pela FISCALIZAÇÃO.

#### 5.6.13 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os aterros serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência.

O cálculo do volume será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

### 5.7 - REGULARIZAÇÃO MECÂNICA DOS TALUDES DA BARRAGEM

#### 5.7.1 - SERVIÇOS

A regularização mecânica dos taludes da Barragem consiste na remoção mecânica do excesso de aterro dos taludes externos do canal, na geometria especificada em Projeto, deixando-a em condição para realizar o serviço de proteção dos taludes externos a montante: camada de transição e Rip Rap e a Jusante: Proteção do talude de jusante.

Quando da compactação dos aterros as bordas das camadas não recebem energia suficiente para os padrões estabelecidos nas especificações e, portanto, deverão ficar excedentes da geometria e dimensões dos aterros estabelecidas em Projeto. Esta borda deverá ser removida com a regularização dos taludes, sendo que

o material retirado poderá ser aproveitado para as camadas superiores de aterro, ou, se estiverem contaminadas por outros materiais, seu destino será as áreas de bota-fora, aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Estes serviços serão executados mecanicamente por escavadeira hidráulica ou retro-escavadeira que se utilizará de concha sem garras ou unhas, mas sim com lâmina tipo faca ou navalha para melhor acabamento da superfície dos taludes e aproximação das dimensões estabelecidas no Projeto.

#### 5.7.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de regularização dos taludes serão medidos em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O cálculo da área dos taludes onde o serviço foi executado será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais e transportes necessários à execução dos serviços.

### 5.8 - PROTEÇÃO DOS TALUDES DA BARRAGEM

#### 5.8.1 - SERVIÇOS

##### 5.8.1.1 - Proteção do Talude de Montante – Rip-Rap

A proteção do talude de montante, constituída pelo Rip-Rap, é formada por duas camadas: uma de 0,30m de espessura preenchida com brita (bica corrida) e a outra sobreposta a essa de 0,70m de espessura com pedras. A função deste segmento de obra é a proteção do talude de montante contra as ondas e marolas provocadas pelo vento na superfície da água acumulada na barragem.

Antes do lançamento do Rip-Rap, deverá ser executada a regularização e acabamento da superfície do talude, sendo removidos os excessos de materiais lançados além da linha de Projeto de acordo com o especificado no item 4.7.

Após a regularização dos taludes, e de acordo com o Projeto, a proteção dos taludes de montante será executada da seguinte forma:

- a) Execução de camada de transição, construída com brita (bica corrida) de 0,30m de espessura que deverá ser lançada por caminhões basculantes na borda do aterro do maciço e espalhada e arrumada com escavadeira hidráulica ou retro escavadeira, para uniformizar no plano do talude a dimensão da espessura projetada. Esta brita deverá atender as faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.8** apresentado no item 4.6.7;
- b) Seguida da camada de transição será lançado no talude uma camada de 0,70m de espessura constituída de blocos de rocha sã (pedras) que deverão obedecer às faixas granulométricas e geometrias indicadas nos desenhos de Projeto. As pedras deverão ser lançadas por caminhões basculantes na borda do aterro do maciço e espalhada e arrumada com escavadeira hidráulica ou retro escavadeira, para uniformizar no plano do talude a dimensão da espessura projetada. Os blocos de rocha deverão atender as faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.9** apresentado no item 4.6.8.

Para a execução da segunda camada do Rip-Rap, não será permitida a utilização de material com blocos de rocha de tamanho uniforme, devendo estes ser bem graduados. Esta condição deverá ser verificada quando da coleta de material das pilhas de estoque, evitando-se a utilização de material granulometricamente uniforme. O controle de granulometria será feito na frequência de um ensaio a cada 2.000 m<sup>3</sup> de material lançado.

O processo de lançamento deverá promover um adequado embricamento entre os blocos maiores e menores de rocha. O espalhamento deverá ser realizado de maneira a empurrar os blocos maiores de rocha para junto às superfícies externas.

#### 5.8.1.2 - Proteção do Talude de Jusante

No talude de jusante foi projetada uma proteção do paramento, contra erosões provocadas por intempéries (chuva, vento, etc), bem como para evitar o nascimento e crescimento de ervas daninhas e arvores nos taludes, constituída de camada de brita (bica corrida) de 0,30m de espessura. Esta brita deverá atender as faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.8** apresentado no item 4.6.7

Este serviço será executado da mesma forma que a transição do talude de montante.

#### 5.8.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de execução da proteção dos taludes de montante (Rip-Rap) serão medidos, tanto a camada de brita como o enrocamento final, em volumes e em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O cálculo do volume da proteção dos taludes, onde o serviço foi executado, será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais e transporte necessários à execução dos serviços.

### 5.9 - EXECUÇÃO DO ROCK-FILL

#### 5.9.1 - SERVIÇOS

O Rock-Fill, de acordo com o Projeto, é formado por três camadas: a primeira, a partir da fundação, por areia de rio com 0,30m de espessura que servirá de base para a segunda camada de 0,30m de espessura preenchida com brita (bica corrida) e a terceira sobreposta a essa de 3,0m de altura com pedras. A função deste segmento de obra é o recolhimento das águas de drenagem conduzidas pelo filtro vertical de areia e

tapete drenante de areia e brita, para devolução das águas drenadas do maciço para o rio Caiçara, a jusante da barragem, sem causar erosão no pé do paramento de jusante.

No contato do paramento do maciço de jusante também haverá a transição solo=>areia de rio=>brita=>pedras do Rock-Fill, para não haver carreamento de finos do maciço.

As camadas que compõem o Rock-Fill deverão ser lançadas sobre fundação adequada efetuando a remoção prévia de solos compressíveis, com baixa capacidade de suporte, colapsíveis, orgânicos, escavando-se um mínimo de 0,50.

Após o tratamento do solo de fundação, e de acordo com o Projeto, o Rock-Fill será executado da seguinte forma:

- a) Primeiro passo: Execução da primeira camada de transição, construída com areia de rio de 0,30m de espessura que deverá ser lançada por caminhões basculantes e espalhada e arrumada com trator tipo Caterpillar D6, para uniformizar no plano horizontal a dimensão da espessura projetada. Após o espalhamento a areia deverá ser adensada com água e com rolo compactador liso. A areia deverá atender as faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.6** apresentado no item 4.6.6;
- b) Segundo Passo: Execução de camada de transição, construída com brita (bica corrida) de 0,30m de espessura que deverá ser lançada por caminhões basculantes na praça do Rock-Fill, sobre a areia, e espalhada e arrumada com trator tipo Caterpillar D6, para uniformizar no plano horizontal a dimensão da espessura projetada. Esta brita deverá atender as faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.8** apresentado no item 4.6.7.
- c) Seguida da camada de transição será lançado no talude uma camada de 0,70m de espessura constituída de blocos de rocha sã (pedras) que deverão obedecer às faixas granulométricas e geometrias indicadas nos desenhos de Projeto. As pedras deverão ser lançadas por caminhões basculantes na praça do Rock-Fill, sobre a camada de brita corrida, e espalhada e arrumada com trator tipo Caterpillar D6, para uniformizar no plano do talude a dimensão da espessura projetada. Os blocos de rocha deverão atender as

faixas granulométricas especificadas no **Quadro 4.10** apresentado no item 4.6.8.

O material empregado na execução do enrocamento compactado do Rock-Fill deverá ser previamente molhado a uma razão definida no Projeto, de no mínimo 100 litros de água por metro cúbico de pedra lançado, ou conforme orientação da FISCALIZAÇÃO.

Esta molhagem poderá ser feita ainda nos caminhões basculantes, pouco antes da descarga na praça de compactação. É importante que todo o material seja completamente molhado, não sendo necessário, para tanto, o emprego de motores dotados de bomba. A aplicação de água será feita de modo que nas atividades de basculamento, espalhamento e compactação do material, este continue molhado.

Periodicamente serão executados ensaios para verificação do peso específico seco obtido, cujos resultados orientarão eventuais modificações no processo executivo.

O enrocamento deverá ser construído em camadas de 0,50m, e será executado por trator tipo Caterpillar D6, ou com trator de potência superior, sendo que para atingir esta meta (já geometricamente compactada) as espessuras das camadas deverão ser de até 70cm.

A definição da espessura das camadas, bem como o controle de compactação, deverá ser definida em campo com a prática e a realização das primeiras camadas, e será aprovada pela FISCALIZAÇÃO, a partir dos resultados obtidos de ensaios de determinação de peso específico seco. Serão executados ensaios de controle do peso específico seco numa frequência mínima de 1 ensaio para cada 5.000 m<sup>3</sup> de material lançado. No decorrer dos trabalhos, a FISCALIZAÇÃO poderá a seu critério, diminuir a frequência destes ensaios.

As densidades naturais serão determinadas pelo método do plástico e as cavas a serem abertas pela CONTRATADA, deverão ter diâmetro da ordem de 2 m e profundidade correspondente à altura da camada.

Os procedimentos executivos deverão ser revistos, sempre que, por meio dos resultados dos ensaios de controle, os pesos específicos obtidos não atendam ao valor especificado.

A FISCALIZAÇÃO poderá exigir a abertura periódica de trincheiras de inspeção a fim de verificar a homogeneidade dos maciços de enrocamento compactado.

Concomitantemente a subida gradual do enrocamento do Rock-Fill, em camadas de 0,50m, deverão ser executadas as camadas de transição (areia e brita) na área de contacto do enrocamento do Rock-Fill com o maciço de jusante de acordo com o Projeto.

#### 5.9.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços de execução do Rock-Fill serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), avaliados mensalmente pelas quantidades efetivamente executadas de areia de rio, brita da transição e rocha de coroamento do Rock-Fill. Não serão considerados para efeito de medição os serviços executados em desacordo com o Projeto e as Especificações.

O cálculo dos volumes de areia de rio, brita da transição e rocha que compoem o Rock-Fill será realizado, para efeito de medição, utilizando-se os meios da topografia clássica, aplicando procedimentos analíticos e nunca por avaliação ou estimativa de ordem subjetiva.

O pagamento destes serviços serão efetuados pelos preços unitários constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais e transportes necessários à execução dos serviços.

## **6 – ESTRUTURAS DE CONCRETO**

---

## 6 - ESTRUTURAS DE CONCRETO

### 6.1 - INTRODUÇÃO

As estruturas em concreto indicadas no Projeto deverão ser construídas e controladas de acordo com a norma NBR-6118, com estas especificações e seguindo as cotas, declividade e dimensões dos desenhos do Projeto.

A presente especificação fixa as disposições mínimas a serem observados pela CONTRATADA, em todos os serviços relacionados com as estruturas de concreto da tomada d'água e do sangradouro, tais como:

- a) Concreto de regularização, concreto magro (com  $F_{ck} = 10\text{MPa}$ );
- b) Concreto simples (com  $F_{ck} = 15\text{MPa}$ );
- c) Concreto simples (com  $F_{ck} = 20\text{MPa}$ );
- d) Concreto simples (com  $F_{ck} = 30\text{MPa}$ );
- e) Concreto ciclópico (com  $F_{ck} = 15\text{MPa}$ );
- f) Concreto estrutural (com  $F_{ck} = 15\text{MPa}$ );
- g) Concreto estrutural (com  $F_{ck} = 25\text{MPa}$ );
- h) Concreto estrutural (com  $F_{ck} = 30\text{MPa}$ );

A CONTRATADA deverá apresentar para aprovação da FISCALIZAÇÃO um plano detalhado de concretagem, especificando a programação geral de ataque destes serviços, assim como o esquema previsto para o lançamento do concreto em cada tipo de estrutura. O plano deverá levar em conta que a concretagem será realizada a temperatura ambiente. A apresentação deverá ser feita com no mínimo um mês de antecedência para que o plano possa ser devidamente analisado, discutido e eventualmente modificado pela FISCALIZAÇÃO.

## 6.2 - MATERIAIS PARA CONCRETOS ESTRUTURAIS

### 6.2.1 - CIMENTO

#### 6.2.1.1 - Generalidades

O cimento deverá ser normalmente fornecido a granel, podendo eventualmente ser fornecido em containers ou sacos.

O cimento poderá ser de qualquer tipo, desde que atenda à especificação brasileira em vigor, correspondente ao tipo a que pertence. É recomendável a utilização de cimento Portland pozolânico CP-IV-32, ou cimento Portland composto com pozolana resistente a sulfatos (CP-II-Z-32RS), que obedeçam às especificações contidas nas Normas Brasileiras NBR-5736 e BNR-5737 e que estejam de conformidade com a Norma NBR-150-9002.

Para substituição do tipo, classe de resistência e marca do cimento, deverão ser realizados estudos de dosagens para confirmar o atendimento às exigências de trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade do concreto.

A mesma peça estrutural só deverá ser executada com iguais tipos e classe de resistência de cimento.

#### 6.2.1.2 - Inspeção Preliminar

As embalagens deverão apresentar-se íntegras por ocasião da entrega, sendo rejeitado todo o cimento que apresentar sinais indicativos de hidratação.

O certificado de Produção deverá ser entregue no ato do recebimento do lote.

Os lotes serão considerados distintos quando:

- Tiverem mais de 400 sacos ou 25 toneladas, se o transporte for a granel;
- Forem de diferentes procedência, tipo ou classe de resistência;
- Não forem recebidos numa mesma data.

Para a sua utilização, o cimento deverá estar com temperatura não superior a 60°C.

Se o fornecimento for somente em sacos, os lotes deverão ser identificados adequadamente e armazenados de modo a permitir sua fácil inspeção.

#### 6.2.1.3 - Armazenamento

A estocagem e o armazenamento deverão ser feitos e controlados de modo a possibilitar, facilmente, a verificação da procedência, do tipo de cimento e data de entrega, bem como a eventual separação dos diversos lotes.

O armazenamento deverá ser feito de forma a proporcionar proteção contra umidade e intempéries. Quando o cimento for entregue acondicionado em sacos, o armazenamento deverá ser efetuado sobre estrado de madeira. De modo algum, o cimento ficará armazenado mais de 90 dias e em pilhas de mais de 10 sacos na vertical, antes de ser consumido na obra.

Quando entregue a granel, o cimento deverá ser depositado em silos distintos se de diferentes procedências, tipo ou classes de resistência.

Os silos deverão ser periodicamente inspecionados, com a finalidade de se verificar a eventual formação de crostas, aderidas às paredes, que venham a prejudicar o funcionamento do sistema de abastecimento da central.

#### 6.2.1.4 - Amostragem e Ensaio

O controle da qualidade do cimento será feito através de inspeção aos silos e depósitos e por ensaios executados em amostras colhidas de acordo com o método NBR-5741.

As amostras deverão ser submetidas aos ensaios necessários ao confronto com as condições impostas pelas respectivas especificações, permitindo decidir quanto à aceitação ou rejeição do lote.

A amostra de cimento deve ser coletada de acordo com o método NBR 5.741, sendo submetida posteriormente aos seguintes ensaios:

- a) Ensaio normal - NBR 7.215;
- b) Massa específica - NBR 6.474;
- c) Finura Blaine - NBR 7.224;
- d) Expansibilidade a frio - NBR 11.528;

- e) Finura da peneira 0,075 - NBR 11.579;
- f) Anidrido carbônico (CO<sub>2</sub>) - NBR 11.583;
- g) Teor de óxidos de sódio e potássio - NBR 5.747;
- h) Teor de pozolana - NBR 5.741;
- i) Atividade pozolânica do CP-IV - NBR 5.753;
- j) Análise química – determinação: SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO e MgO - NBR 5.742;
- k) Perda ao fogo - NBR 5.743;
- l) Resíduo insolúvel - NBR 5.744;
- m) Teor de SO<sub>3</sub> - NBR 5.745;
- n) Cal livre - NBR 5.748;

#### 6.2.1.5 - Critérios de Aceitação ou Rejeição do Lote

Os resultados dos ensaios da amostra de cada lote deverão satisfazer às condições impostas pela respectiva especificação. O não atendimento à especificação implicará na rejeição do lote.

Independentemente de ensaios, serão rejeitados os sacos que estiverem avariados, manchados ou com seu conteúdo alterado pela umidade.

Após 30 dias de armazenamento, o cimento só poderá ser usado mediante reensaio, determinando-se o teor de perda ao fogo, tempos de início e fim de pega e resistência à compressão aos 3 e 7 dias, devendo os resultados atender aos limites especificados.

Sacos que apresentarem variação superior a 3% do peso nominal poderão ser rejeitados. Se o valor médio obtido pelas pesagens de 100 unidades for menor do que o peso correspondente a 100 vezes o peso nominal de cada unidade, poder-se-á rejeitar toda a partida, a critério da FISCALIZAÇÃO.

#### 6.2.2 - AGREGADOS

##### 6.2.2.1 - Generalidades

Será de responsabilidade da CONTRATADA a obtenção de agregados graúdos e miúdos que atendam às exigências da NBR-7211 e mais às seguintes:

- Não conter teores prejudiciais de constituintes minerais que conduzam a uma possível reação álcali-agregado, a não ser que se confirme a

capacidade inibidora do cimento a empregar, através dos ensaios da NBR-9773 E 18:02.06-001;

- Desgaste na máquina Los Angeles (NBR-6465) não superior a 40%;
- Teor de grãos lamelares não superior a 15%.

Para a produção de concretos serão utilizados agregados miúdos naturais provenientes de areias que ocorrem no leito do rio Caiçara, a serem previamente homologados.

O agregado graúdo a ser utilizado na obra será constituído de pedra britada proveniente da Pedreira P-1 ou de outra pedreira a ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO. O material deverá ser britado e separado granulometricamente de acordo com as faixas apresentadas na NBR7211.

A Pedreira P-1 indicada pelo Projeto para fonte de material pétreo destinado aos espaldares de enrocamentos e concretos, é um afloramento de rocha granítica sã, de coloração acinzentada, localizada na região denominada de Roça do Mato, próxima a Serra do Carmutim.

A pedreira fica situada no entorno do ponto de coordenadas UTM 305.671 e 9.577.824, com distância média de transporte de 7,37 Km, localizada à montante do eixo da barragem.

Os ensaios de desgaste à Abrasão Los Angeles, realizados em amostras extraídas da superfície aflorante, indicaram valores de 35% a 39% (ver Volume I - Estudos Básicos - Tomo 4 A- Anexos).

#### 6.2.2.2 - Inspeção Preliminar

As instalações de produção dos agregados e as respectivas pilhas de estoque serão periodicamente inspecionadas pela FISCALIZAÇÃO.

A utilização das diferentes frações granulométricas será autorizada após a execução de ensaios em amostras representativas de cada período de produção, conforme indicado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 6.2.2.3 - Estocagem

Deverá ser providenciada estocagem adequada, de forma a possibilitar a separação dos agregados em pilhas de estoque conforme a granulometria e procedência.

As pilhas de estoque deverão ser protegidas de enxurrada de águas pluviais, por valetas de drenagem adequadamente dimensionadas.

Nas operações de carga e descarga dos agregados, deverão ser tomados cuidados para não contaminá-los com óleos, graxas e materiais terrosos, possíveis de serem trazidos pelos veículos.

#### 6.2.2.4 - Amostragem e Ensaio

O controle da qualidade dos agregados será feito através de inspeções das pilhas de estoque, e por ensaios realizados em amostras representativas colhidas de acordo com o método NBR-7216.

As amostras deverão ser submetidas aos ensaios necessários ao confronto com as condições impostas nesta especificação, permitindo decidir quanto à aceitação ou rejeição do lote.

#### 6.2.2.5 - Critérios de Aceitação ou Rejeição do Lote

Os resultados dos ensaios das amostras de cada lote deverão satisfazer às condições especificadas.

Poderão ser toleradas variações de até 0,20, para mais ou para menos, no módulo de finura do agregado miúdo. Acima desta variação, o agregado será rejeitado, a menos que sejam feitas correções adequadas na dosagem do concreto, para compensar a modificação granulométrica.

De qualquer forma, as fontes de materiais deverão ser aprovadas pela FISCALIZAÇÃO, não devendo, entretanto, esta aprovação ser admitida como de todos os materiais retirados de tal fonte, sendo a CONTRATADA responsável pela qualidade de tais minerais, de acordo com as presentes Especificações.

### 6.2.2.6 - Agregado Miúdo - Areias

O agregado miúdo deverá ser areia natural quartzosa, retirada do leito do rio Caiçara, das jazidas indicadas pelo Projeto e terá diâmetro máximo de 4,8 mm, a critério da Contratante, e que obedeça aos critérios estabelecidos na NBR-7211 e NBR -7222.

Amostras de agregados das jazidas de areias do leito do rio Caiçara ou de outras procedências, deverão ser ensaiadas com as diversas combinações dos materiais cimentícios utilizando o Método C 1260 da ASTM para escolha da combinação que iniba a reação álcalis/agregado. Este ensaio deverá ser executado como caracterização de cada jazida de agregado, para cada uma das litologias detectadas, pelo Controle da Qualidade, utilizando o cimento aprovado para uso na obra, que deverá apresentar condições de neutralizar as expansões devidas à reatividade potencial do tipo álcalis - agregados.

Os principais requisitos para os agregados miúdos com as respectivas normas e limites recomendados, seguidos da indicação da frequência inicial de realização dos ensaios correspondentes, estão apresentados no **Quadro 5.1** apresentado a seguir.

**Quadro 5.1 – Requisitos para os Agregados Miúdos - AREIAS**

Ensaio	Norma	Limites	Periodicidade do Ensaio
Substâncias nocivas totais (xisto, torrões de argila, álcalis, mica, grãos recobertos de impurezas ou flocos de partículas friáveis)		≤ 3% (peso)	1 por mês
Torrões de Argila	NBR-7218/87	≤ 1% (peso)	1 por mês
Impurezas Orgânicas	NBR-7220/87	Mais clara que padrão	1 por semana
Sanidade Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ASTM C-88	Média ponderada das percentagens retidas na Peneira 0,3mm, após cinco ciclos ≤ 12 % (peso)	Caracterização por Jazida ou litologia de ocorrência
Massa específica	NBR-9776/87	≥ 2,60g/cm <sup>3</sup>	1 por mês
Granulometria (Módulo de Finura)	NBR-7217/87	2,00 < MF < 3,30	1 por semana
Materiais Carbonosos	NBR-9936/87	≤ 1%	Caracterização por Jazida ou litologia de ocorrência

Da mesma forma, a percentagem de grãos de argila, de acordo com o ensaio, através do método NBR 7.218, não deve exceder 1% em peso.

O agregado miúdo estará em acordo com os seguintes requisitos de ensaios:

- a) Ensaios Colorimétricos para Impurezas Orgânicas (pelo método da ABNT, NBR 7.220 ou conforme a designação C-40 da ASTM).

- b) O peso específico real, determinado através do método de ensaio C-28 da ASTM ou pela NBR 9776, não deverá ser menor do que 2,60.
- c) Ensaio de Alteração pelo uso de Sulfato de Sódio ("designation C-88" da ASTM) ou NBR 9917.
- d) A quantidade retida na peneira nº. 50, após 5 ciclos, não deve apresentar uma média ponderada de perda maior que 10% em peso.

#### 6.2.2.7 - Agregado Graúdo - Britas

O agregado graúdo a ser utilizado é aquele cujo diâmetro varia entre 12,50 mm e 50,00 mm. Será constituído de grânulos resistentes, duros, estáveis e impermeáveis, podendo ser pedregulho ou pedra britada.

Os principais requisitos para os agregados graúdos com as respectivas normas e limites recomendados, seguidos da indicação da frequência inicial de realização dos ensaios correspondentes, estão apresentados no **Quadro 5.2** a seguir.

**Quadro 5.2 - Requisitos para os Agregados Graúdos – BRITAS**

Ensaio	Norma	Limites	Periodicidade do Ensaio
Substâncias Nocivas Totais (xisto, torrões de argila, álcalis, mica, grãos recobertos de impurezas ou flocos de partículas friáveis)		≤ 2% (peso)	1 por mês
Partículas Friáveis	NBR-7218/87	≤ 2% (peso)	1 por mês
Abrasão "Los Angeles"	NBR-6465/84	Perda máxima 50%	Caracterização
Massa Específica	NBR-9937/87	≥ 2,60g/cm <sup>3</sup>	1 por mês
Sanidade ao Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	ASTM C-88	Média ponderada das percentagens retidas na peneira 0,3mm, pós cinco ciclos ≤ 2% peso)	Caracterização por Jazida ou ocorrência litológica
Materiais Carbonosos	NBR-9936/87	≤ 1% (peso)	Caracterização
Granulometria e M.F.	NBR-7217/87		1 por semana

O agregado graúdo deverá ter resistência maior que a argamassa e características que não a prejudique. A granulometria deverá estar de acordo com a EB-4 da ABNT, e segundo os critérios da NBR-7211 e 7217.

A percentagem de todas as substâncias nocivas no agregado graúdo não excederá 3% em peso. As substâncias nocivas incluem a argila xistosa, torrões de argila etc. e, o material que passa na peneira nº. 200, de acordo com a NBR 7.218 ou C-142 da ASTM, não excederá 0,5% em peso.

O agregado graúdo obedecerá às seguintes exigências:

- a) Reatividade potencial de álcalis-agregado – NBR 9773 e 9774;
- b) Ensaio de Abrasão Los Angeles (Segundo o NBR 6.465 ou "designation C-535" da ASTM), ou pelo Método DNER-ME-35-64;
- c) c)Ensaio de Alteração pelo Uso do Sulfato de Sódio ("designation" ASTM C-88);
- d) Massa unitária no estado compactado seco – NBR 7.810;
- e) A média ponderada de peso após ciclos, não excederá 10%;
- f) Massa unitária – NBR 7.251;
- g) O peso específico real deverá atender às exigências da NBR 9.937;
- h) Absorção – NBR 9.777.

### 6.2.3 - ÁGUA

A água deve ser limpa e isenta de substâncias prejudiciais ao processo de hidratação do cimento. Em caso de dúvida, deve-se proceder a ensaios comparativos de resistência à compressão e ao tempo de pega, em argamassa e pastas executadas com a água suspeita e uma água de qualidade comprovada, para uso de concreto. Estes ensaios deverão ser feitos de acordo com o método NBR 7.215. Serão permitidas reduções, nos tempos de início e fim da pega, de no máximo 38 minutos.

A água que será utilizada no amassamento e na cura dos concretos e argamassas deverá estar isenta de quantidades excessivas de silte, matéria orgânica, álcalis, sais, ácidos, óleos ou outras impurezas que possam prejudicar a qualidade do concreto, interferir com as reações de hidratação do cimento e afetar a cura ou aspecto (coloração) final do concreto.

Os sólidos totais em suspensão serão limitados a 500 mg/l. A água não deverá conter mais que 500 mg/l de cloretos e nem mais de 500 mg/l de sulfatos. Para que os parâmetros acima sejam obtidos em todas as estações e não ocorram problemas,

inclusive de coloração do concreto, deverá ser providenciada a decantação ou filtração das águas destinadas à produção e cura do concreto. O pH deverá estar compreendido entre 5,8 e 8,0.

No caso de a água ser considerada suspeita, ou favorecer a corrosão das armaduras, deverá ser submetida aos seguintes ensaios:

- Ensaio comparativo de resistência de argamassas preparadas com água de qualidade comprovada e com a água que se pretende avaliar. Estas não devem registrar quedas de resistências superiores a 15% na idade de 7 dias e de 10% nas idades de 28 e 90 dias;
- Ensaio de tempo de pega, em pasta de consistência com o cimento utilizado na obra. O tempo de início de pega não pode diferir mais de 30 minutos do obtido com o mesmo cimento e água considerada insuspeita.

As amostras da água de amassamento para avaliação da qualidade através de ensaio de resistência à compressão de argamassa, tempo de início de pega da pasta e pH deverão ser coletadas mensalmente.

Trimestralmente deverá ser efetuada uma amostragem para a determinação de pH, sólidos totais, cloretos, sulfatos, alcalinidade, ferro e álcalis.

A avaliação da qualidade da água de amassamento do concreto, através do ensaio de resistência à compressão da argamassa deverá ser feita utilizando o método NBR-7212.

No caso em que se considerar necessário, a critério da FISCALIZAÇÃO, a água só poderá ser utilizada se:

- Permitir a preparação de pasta(s) de consistência normal (NBR-7215) com o(s) cimento(s) a ser(em) empregado(s) na obra, cujo(s) tempo(s) de início de pega não difira(m) de mais de 30 minuto do(s) de pasta(s) preparada(s) com o(s) mesmo(s) cimento(s) e água considerada de qualidade comprovada;
- Permitir a preparação de argamassa(s) de consistência normal (NBR-7215) com o(s) cimento(s) a ser(em) empregado(s) na obra, cuja resistência média

à compressão (NBR-7215), aos 28 dias de idade, não seja inferior a 85% da resistência média correspondente à argamassa preparada com o(s) mesmo(s) cimento(s) e água considerada de qualidade comprovada.

Será de responsabilidade da CONTRATADA providenciar os tratamentos que proporcionem a qualidade especificada para a água.

#### 6.2.4 - ADITIVOS

##### 6.2.4.1 - Generalidades

Visando a obtenção de concretos com o mínimo consumo de água, maior trabalhabilidade, menor retração hidráulica e maior impermeabilidade, poderão ser empregados aditivos plastificantes, incorporadores de ar e de pega, conforme sejam necessários para atender à funcionalidade da estrutura ou às condições da sua execução.

Os aditivos devem ser fornecidos, de preferência, na forma líquida e devem apresentar a eficiência necessária para o fim a que se destinam. Tal eficiência deve ser comprovada em ensaios comparativos entre argamassas e concretos executados, com e sem aditivo, conforme o seu tipo, devendo obedecer às NBR-10908, NBR-11768 e NBR-12317.

Os aditivos deverão ser isentos de cloretos ou outros halogenetos, devendo ser fornecidos na forma líquida.

A porcentagem do aditivo deverá ser fixada conforme as recomendações do fabricante e através da confirmação experimental com os materiais a empregar na preparação dos concretos.

##### 6.2.4.2 - Armazenamento

Os aditivos deverão ficar abrigados das intempéries, umidade e calor.

O armazenamento deverá possibilitar o uso dos aditivos em ordem cronológica de entrega e fácil distinção entre os tipos para se evitar troca involuntária.

#### 6.2.4.3 - Amostragem e Ensaaios

A eficiência do desempenho de aditivos deverá ser previamente comprovada em ensaios comparativos de pastas, argamassa e concretos preparados com os mesmos materiais empregados na obra, com e sem o uso dos aditivos.

Os ensaios comparativos abrangerão as determinações dos tempos de início e fim de pega (NBR-7215), resistência à compressão de argamassa de consistência normal (NBR-7215), de traço em peso 1,00 de cimento: 3,00 de agregado miúdo, nas idades de 7 e 28 dias, teor de ar, e resistência à compressão de concreto de mesma consistência quer a empregada na obra, nas idades de 7 e 28 dias.

Para cada fornecimento de um tipo de aditivo será constituída uma amostra representativa, a partir da homogeneização de porções retiradas de cada embalagem do lote.

Aditivos que tiverem idade superior a 6 meses de fabricação deverão ser necessariamente reensaiados para verificação da sua eficiência.

#### 6.2.4.4 - Medição e Pagamento

Os concretos serão medidos em metros cúbicos, após a execução de todas as operações especificadas, de acordo com as quantidades constantes nas planilhas baseadas nos desenhos executivos do Projeto.

As peças que por dificuldade executiva diferirem dos desenhos terão seu volume definido pela FISCALIZAÇÃO.

Os serviços rejeitados não constituirão objeto de medição.

O custo dos aditivos deverá estar incluído nos preços propostos e não serão pagos à parte, bem como o custo da aparelhagem necessária à instrumentação das estruturas.

#### 6.2.5 - AÇOS PARA ARMADURAS

##### 6.2.5.1 - Generalidades

Para a execução das armaduras, empregar-se-ão:

- Barras de aço de categorias CA-50 da classe A que atendam às exigências da NBR-7480;
- Tela de aço soldada que atendam às exigências da NBR-7481.

O aquecimento, solda ou outros processos de conexão de barras somente serão executados com autorização prévia da FISCALIZAÇÃO.

O corte das barras de aço deverá ser executado à frio e de modo a minimizar emendas.

As emendas de barras deverão ser locadas conforme as indicações dos desenhos do Projeto Executivo.

Para execução do dobramento das barras dever-se-á observar o disposto na NBR-6118.

#### 6.2.5.2 - Inspeção Preliminar

As partidas deverão ser recebidas na presença da FISCALIZAÇÃO, que orientará a separação por lotes de acordo com as diretrizes constantes da especificação correspondente ao material sendo recebido.

Os lotes deverão ser devidamente identificados, devendo ser anotados sua categoria, classe, procedência, data de entrega, fornecedor e outros dados que possam ser necessários para a amostragem, ensaios e liberação dos mesmos.

Numa inspeção preliminar deverá ser verificado se a partida está de acordo com o pedido e se apresenta homogeneidade geométrica, assim como isenção de defeitos prejudiciais, tais como bolhas, fissuras, esfoliações, corrosão, graxa e lama aderentes.

A aceitação do material ficará condicionada aos ensaios a serem efetuados em amostras representativas dos lotes.

#### 6.2.5.3 - Estocagem

Deverá ser providenciado pela CONTRATADA local apropriado para a estocagem, de modo a proporcionar proteção adequada e manter a integridade do material até a ocasião de sua utilização.

Os aços para concreto armado deverão ser depositados sobre travessas de madeira, de 30 cm de espessura, de modo a evitar o contato com o solo. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e ser recoberto com uma camada de brita.

#### 6.2.5.4 - Amostragem e Ensaios

A retirada de amostras de aços para concreto armado será feita para cada lote e atenderá às diretrizes da especificação correspondente.

As amostras de barras de aço para concreto representativas do lote serão submetidas aos ensaios de tração (NBR-6152), determinando-se as resistências de escoamento e convencional à ruptura, e o alongamento após ruptura, dobramento (NBR-6153), massa real (NBR-7480) e coeficiente de conformação superficial (NBR-7477).

As amostras de tela de aço soldadas representativas do lote serão submetidas aos ensaios de tração (NBR-6207), dobramento (NBR-6153) e resistência ao cisalhamento (NBR-5916).

A aceitação das partidas (lotes) de aço ficará condicionada aos ensaios a serem efetuados em amostras representativas dos lotes ou de certificados dos ensaios emitidos pela própria fábrica ou fornecedor.

#### 6.2.5.5 - Colocação das Armaduras

As armaduras deverão ser colocadas conforme as indicações dos desenhos de forma e armaduras do Projeto Executivo.

Durante a colocação, a FISCALIZAÇÃO verificará:

- Se as armaduras obedecem rigorosamente ao Projeto quanto a classe e categoria, diâmetro, posicionamento, quantidade de barras, comprimento, dobramento e ganchos;
- Se nos locais de dobramento das barras e fios ocorrem fissuração ou esfoliação;

- Se os dispositivos colocados na montagem das armaduras asseguram a permanência das barras em sua posição durante o lançamento e adensamento do concreto;
- Se foram colocados dispositivos que assegurem o recobrimento da armadura especificado nos Desenhos do Projeto Executivo. Deverão ser evitados os dispositivos que possam se deslocar de sua posição durante as operações de lançamento e adensamento do concreto.

#### 6.2.5.6 - Emendas

Na execução de emendas por traspasse, o seu posicionamento e o comprimento do trecho de traspasse deverão seguir rigorosamente o indicado nos desenhos de Armadura do Projeto.

A execução de emendas com solda deverá ser objeto de prévia aprovação do processo de execução e do desempenho do operador, através de ensaios de avaliação, devendo ser refeitos sempre que houver alteração no processo e/ou substituição do operador. Para tanto, para cada operador deverá ser constituída uma amostra composta de 10 segmentos com emendas e 4 segmentos não emendados, provenientes da mesma barra. Metade dos corpos de prova deverá ser submetida a ensaios de tração, com a exigência da resistência a ruptura não ser menor que 550 MPa, sendo os restantes reservados para eventual contra-prova.

Aprovado o processo de execução e o desempenho do operador, as emendas fabricadas na obra deverão ser submetidas ao controle de qualidade. Para tanto, deverá ser retirado ao acaso um corpo de prova para ensaio de tração a cada lote de 20 barras emendadas produzidas. Esse procedimento pode ser alterado a critério da FISCALIZAÇÃO, em função da variação dos resultados obtidos nos corpos de prova ensaiados no decorrer da produção. Para execução destas emendas deverão ser observados os seguintes critérios:

- a. Uma mesma seção da peça não deverá apresentar mais de uma emenda, entendendo-se por mesma seção a região delimitada pela distância de 15 diâmetros ( $\emptyset$ ) em relação à emenda, em todas as direções, conforme indicado no **Quadro 5.3**, a seguir:

**Quadro 5.3 – Distâncias Mínimas entre Emendas das Barras de Ferro**

Bitola da barra – Ø (mm)	6,3	8	10	12,5	16	20	25
Distância mínima entre emendas (cm)	19	24	30	38	48	60	75

- b. Para uma mesma barra, as emendas deverão ser distribuídas de maneira a observar o seguinte:
- O número de segmentos emendados que compõem uma barra não deverá ser superior à porção inteira da fração  $(L/5 + 1)$ , onde L é o comprimento total da barra resultante;
  - Somente um dos segmentos constituintes da barra emendada poderá apresentar comprimento entre 1m e 5m, devendo os demais ser de no mínimo 5m.

Para as barras de ferro que serão utilizadas como chumbadores do revestimento do sistema de sangria, não serão admitidas emendas de qualquer tipo. Portanto, os tirantes serão executados com barras contínuas.

#### 6.2.5.7 - Tolerâncias na Colocação das Armaduras

Durante a verificação do posicionamento das armaduras, serão admitidos os seguintes desvios máximos em relação aos recobrimentos das armaduras e espaçamentos previstos no Projeto, ver **Quadro 5.4** a seguir.

**Quadro 5.4 – Desvios Máximos em relação aos Recobrimentos das Armaduras**

Recobrimento das Armaduras	Desvio Máximo
30 mm	3 mm
50 mm	5 mm
80 mm	10 mm

#### 6.2.5.8 - Medição e Pagamento

As armaduras para concreto armado serão medidas em quilogramas (kg) de aço colocado nas formas, de acordo com os desenhos de formas e armaduras do Projeto. As armaduras serão medidas, após a completa execução dos serviços.

Não serão medidos os serviços rejeitados e/ou em desacordo com a presente especificação. Não serão medidos e pagos quaisquer percentuais de perdas relativas aos processos de execução

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 6.2.6 - CHUMBADORES

##### 6.2.6.1 - Generalidades

Os chumbadores projetados para ancorar a laje de fundo do Sangradouro da Barragem Freicheirinha é um vergalhão de Aço CA-50 e  $\varnothing=25\text{mm}$  com comprimento de 6,0m, que possui um formato em “L”, sendo suas dimensões conforme o detalhe do desenho do Projeto de 0,50m e 5,50m.

Os furos dos chumbadores serão executados com sonda rotativa, utilizando coroa diamantada de diâmetro  $\varnothing\text{NX}$  (3” ou 75,3mm) desde a rocha de fundação da laje do sangradouro até a profundidade de 5,50m.

No total serão 3.180 chumbadores e uma extensão total de 17.490m de rocha perfurada.

##### 6.2.6.2 - Equipamentos para a Furação e para Injeções.

Os furos para a instalação de chumbadores deverão ser executados com equipamento de roto-percussão, com o diâmetro  $\varnothing\text{NX}$  (3” ou 75,3mm).

Todos os equipamentos para a furação e injeção deverão estar em perfeitas condições de funcionamento, de forma a evitar interrupções no trabalho. No canteiro deverão estar armazenados peças e acessórios que assegurem pronta substituição, no caso de funcionamento deficiente.

Os principais equipamentos de execução das diversas operações são:

- Sonda rotativa;
- Bomba injetora com vazão de 100 l/min a uma pressão de 15 kg/cm<sup>2</sup>;

- Agitador e misturador de alta rotação (1.200 a 1.500 rotações/min, com capacidade mínima de 3 vezes a vazão da bomba injetora);
- Tubos e mangueiras de Injeção;
- Hidrômetro;
- Manômetros;
- Tubulação com diâmetro mínimo de 25 mm;
- Outras ferramentas adequadas à completa execução dos serviços.

Antes da instalação, os furos deverão ser limpos com jato de ar, terem sua profundidade medida e confirmada, verificando-se que o mesmo não apresenta obstrução e, procurando garantir a perfeita aderência do ligante à superfície do furo.

As superfícies dos chumbadores, no momento da instalação, deverão estar limpas e isentas de substâncias que reduzam a aderência com a argamassa, podendo ser exigido seu jateamento com areia, se assim for necessário.

Os chumbadores serão fixados com calda de cimento e água, sendo os furos injetados por meio de mangueira, procedendo-se a injeção do fundo para a boca, após a colocação dos chumbadores.

As caldas de cimento deverão ser preparadas em misturador de alta rotação, devendo os demais equipamentos atender aos serviços de injeção, conforme descrito nestas Especificações.

#### 6.2.6.3 - Caldas de Injeção.

As dosagens das caldas de cimento e água serão definidas por meio de relação em peso c/a (cimento/água) que foi determinada para ser inicialmente 2/1 (caldas mais viscosas), respeitando-se o especificado nos desenhos de Projeto.

A mistura destas caldas deverá durar no mínimo 3 minutos, após se ter colocado a totalidade do cimento e a água no misturador (betoneira).

A calda de injeção deverá ser de cimento e obedecer às condições prescritas na norma NBR-7681 - "Calda de Cimento para Injeção", da ABNT.

O índice de fluidez da calda de injeção, imediatamente antes de ser injetada, não deve exceder 18 segundos, determinados conforme a NBR-7682 da ABNT ("Calda de Cimento para Injeção - Determinação do Índice de Fluidez").

Não será admitida a utilização de calda, cujo índice de fluidez ultrapasse o valor de 18 segundos, durante o período de 30 minutos após a conclusão da mistura, determinado conforme a NBR-7685 da ABNT ("Calda de Cimento de Injeção - Determinação da Vida Útil").

A resistência mínima à compressão da calda de cimento deverá ser de 25 MPa (250 kgf/cm<sup>2</sup>) aos 28 dias. Essa resistência deverá ser atendida por ocasião dos ensaios de recebimento.

#### 6.2.6.4 - Materiais de Injeção.

As caldas utilizadas para a fixação dos chumbadores na rocha serão constituídas essencialmente por cimento e água. O cimento deverá estar armazenado em condições satisfatórias para todas as utilizações.

A Contratada obriga-se a ter armazenado quantidades de cimento que assegurem a contínua execução dos trabalhos.

##### 6.2.6.4.1 - Cimento

O cimento, para as caldas de fixação dos chumbadores, poderá ser do tipo Portland ou pozolânico e deverá propiciar a preparação das caldas especificadas. A percentagem de finos (material passado na peneira #200) mínima deve ser 98%, correspondendo uma superfície específica mínima de 3.500 cm<sup>2</sup>/g.

Para certas situações poderá vir a reconhecer-se necessário um cimento mais fino, com o máximo de 5% de partículas com diâmetro superior a 25µ, a que corresponderá uma finura Blaine de cerca de 4.500, para melhor penetração nas fendas mais fechadas da perfuração.

##### 6.2.6.4.2 - Água

A água destinada às injeções será visualmente limpa e não conterá óleos, sulfatos, materiais coloidais em suspensão, assim como elementos de dimensão superior a 0,08 mm e matéria orgânica em suspensão ou dissolvida.

A temperatura da água para o preparo das caldas não deve ultrapassar 25°.

#### 6.2.6.5 - Registos de Injeção

Para cada furo executado e injetado, a Contratada deverá efetuar um registo pormenorizado indicando:

- Número do furo;
- Localização por Coordenadas;
- Datas e horas do início e fim da operação;
- Posição do obturador;
- Dosagem da calda, pressão de injeção, débito de injeção e hora em que se variou qualquer um destes parâmetros;
- Quantidades de caldas injetadas;
- Volume total de calda absolvida pelo furo;
- Observações e incidentes ocorridos no decurso da injeção;

#### 6.2.6.6 - Medição e Pagamento

Os serviços de fornecimento, perfuração e instalação de chumbadores e injeção de calda de cimento na rocha de fundação do vertedouro serão medidos pelo comprimento em metros (m) dos serviços de perfuração com roto-percussão, Ø=3", inclusive deslocamento e instalação de sonda entre os furos, conforme previsto na Planilha de Orçamento da CONTRATADA.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

O preço unitário deverá incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários a execução dos serviços, conforme especificado neste item.

### 6.3 - CLASSIFICAÇÃO E COMPOSIÇÃO DOS CONCRETOS

A composição dos concretos será aprovada pela FISCALIZAÇÃO e deverá atender às exigências de trabalhabilidade, resistência, propriedades térmicas, variações volumétricas, impermeabilidade e durabilidade.

A dimensão máxima do agregado deverá ser:

- Não superior a 1/5 da menor dimensão em planta da forma e;
- Não superior a 3/4 do menor espaçamento entre as barras da armadura.

As resistências características à compressão serão especificadas nos desenhos do Projeto Executivo, devendo satisfazer à seguinte relação:

$$F_{ck} = f_{cj} - Z \cdot S_n$$

Onde:

- $F_{ck}$  é a resistência característica à compressão, na idade  $i$  determinada através de ensaios com carregamento contínuo máximo de corpos de prova cilíndricos de altura igual ao dobro do diâmetro e cujo diâmetro seja de, no mínimo, três vezes a dimensão máxima do agregado;
- $f_{cj}$  é a resistência média à compressão, na idade  $i$  de corpos de prova cilíndricos de altura igual ao dobro do diâmetro, e cujo diâmetro seja de no mínimo, três vezes a dimensão máxima do agregado e ensaiados sob carregamento contínuo máximo;
- $Z$  são variáveis reduzida da distribuição normal associada à probabilidade  $n$ , admitida de ocorrência de resultados abaixo da resistência característica;
- $S_n$  é o desvio padrão das resistências à compressão  $F_{ck}$ .

Objetivando transformar a condição de ensaio de concreto integral com carregamento “contínuo máximo” em ensaio de concreto peneirado em malha quadrada de 38 mm e carregamento “normalizado”, serão adotados parâmetros  $p$  e  $q$ , de maneira a escrever-se:

$$F_{ck} = q \cdot F_{ck} = p \cdot q \cdot F_{ck} = p \cdot q \cdot (f_{cj} - Z \cdot S_n) \text{ e } F_{ck} = f_{cj} - Z \cdot S_n$$

Onde:

- $q$  é o parâmetro associado aos tamanhos do agregado e do corpo de prova;
- $p$  é o parâmetro associado à velocidade de carregamento;

- $F_{ck}$  é a resistência característica determinada com concreto peneirado e carregamento “normalizado”;
- $F_{cj}$  é a resistência média determinada com concreto peneirado e carregamento “normalizado”.

Provisoriamente para esses parâmetros  $p$  e  $q$  deverão ser adotados os valores indicados no **Quadro 5.5**, a seguir.

**Quadro 5.5 – Valores  $p$  e  $q$  a Serem Adotados**

Dimensão máxima do agregado (mm)	19	38	76
Corpo de prova para o concreto integral (diâmetro x comprimento, em cm)	15 x 30	15 x 30	20 x 40
Corpo de prova para o concreto peneirado em malha quadrada de 38 mm (diâmetro x comprimento, em cm)	15 x 30	15 x 30	15 x 30
Idade do Ensaio (dias)	28	28	90
$q$	1	1	1,05
$p$	1	1	1,14
Probabilidade de ocorrência de resultado abaixo da resistência característica	5	5 ou 10	10 ou 20

Para atender às exigências de impermeabilidade durabilidade do concreto, serão respeitados os seguintes limites para a relação água/cimento, em peso, ver **Quadro 5.6** a seguir:

**Quadro 5.6 – Limites para Relação Água/Cimento em Peso**

Tipo de Superfície	Relação: Água/Cimento em Peso (A/C)
Sujeita a escoamento d'água com velocidade maior que 12 m/s e não menor que 4 m/s (Perfil Creager, laje e muros do canal de restituição do sangradouro)	Máxima de 0,50
Sujeita a escoamento d'água com velocidade menor que 4 m/s e a oscilações de nível d'água (Muros e canal de aproximação do sangradouro, torre de comando de comportas)	Máxima de 0,55
Sujeita apenas à intempérie (Casa de comando de válvulas e de comportas, galeria da tomada d'água e descarga de fundo)	Máxima de 0,60

## 6.4 - PRODUÇÃO DO CONCRETO

### 6.4.1 - DOSAGEM E PREPARO

O concreto deverá ser dosado experimentalmente, em laboratório, empregando-se nas misturas testadas, amostras representativas dos materiais que irão ser utilizados na obra.

Os traços encontrados deverão conferir aos concretos as características exigidas para as estruturas a que se destinam, tais como, resistência, impermeabilidade e durabilidade.

A resistência do concreto depende não apenas da qualidade dos constituintes, mas também, e muito, da sua dosagem, ou seja, a correta dosagem do concreto vai determinar a sua resistência. Considerando que os constituintes são de boa qualidade, o concreto com maior teor de cimento é mais resistente.

Para cada obra é necessário estabelecer um traço para cada resistência requerida para os concretos do Projeto e aplicar os materiais disponíveis provenientes das jazidas indicadas e, desta forma, estabelecer os traços que serão aplicados na obra.

O Traço é a relação entre as quantidades de cimento, areia e brita ou mais precisamente entre as quantidades de cimento, aglomerado miúdo e aglomerado graúdo. O Traço é normalmente uma relação de volumes. Não importa qual a unidade de volume utilizada contanto que seja a mesma: metros cúbicos, litros, pés cúbicos, padiolas, carrinhos, baldes etc.

O traço pode ser dado por uma relação entre pesos: quilos, toneladas, libras etc. Apesar de melhor representar a dosagem, o traço em peso é mais difícil de realizar-se na prática.

O Traço é a indicação de quantidades dos materiais que constituem o concreto:

- a) Traço unitário em massa, com relação ao peso de todos os materiais do concreto: 1:2,0:2,5:0,53
- b) Traço unitário em volume, com relação ao volume de todos os materiais do concreto: 1:3:3:1/2
- c) Traço unitário só dos agregados, com relação ao cimento dado volume: 1:4,5.

Sendo que:

- O 1º elemento indica a quantidade de cimento a ser usado;
- O 2º elemento indica a quantidade de areia;
- O 3º elemento a quantidade de brita;
- O 4º elemento a relação água/cimento.

Em geral, calculamos o traço unitário em massa, caso não tenha como controlar isso em obra, ou seja, pesar os elementos, convertemos então o traço para volume.

Apresentamos na página seguinte o **Quadro 5.7** com os traços mais usuais.

A tensão de dosagem (tensão média prevista para a resistência à compressão) deverá ser fixada em função da tensão mínima especificada, e do coeficiente de variação estimado ou determinado para o concreto, de acordo com os critérios apresentados na norma NBR 6.118 e 12.655/92.

O fator água-cimento deverá permitir a obtenção da tensão de dosagem, sendo o seu valor fixado em função das características dos cimentos que serão empregados na obra. No intuito de assegurar uma maior durabilidade e impermeabilidade das estruturas, o fator água-cimento não deverá ultrapassar os valores fixados no **Quadro 5.8** apresentado a seguir.

**Quadro 5.7 - Traços mais Usuais dos Concretos**

RESISTENCIA PROVÁVEL NA COMPRESSÃO (Kg/cm <sup>2</sup> )	TRAÇO EM VOLUME			CONSUMO DE MATERIAL POR M <sup>3</sup> DE CONCRETO						FUNDO (35 x 45)		NÚMERO DE PADIOLAS POR SACO DE CIMENTO			FATORES			RENDIMENTO POR SACO DE CIMENTO Litros/Co	TRAÇO EM MASSA CORRESPONDENTES		
				CIMENTO (Kg)	AREIA SECA (Lit)	AREIA UMIDA (Lit)	BRITA 1 (Lit)	BRITA 2 (Lit)	ÁGUA (Lit)	ALTURA DA PADIOLA		AREIA	BRITA 1	BRITA 2	ÁGUA/CIM Lit/Kg	CIM/ÁGUA Kg/Lit	ÁGUA/CIM Lit/Co		CIMEN	AREIA	BRITA
	AREIA (cm)	BRITA (cm)																			
		CIMEN	AREIA	BRITA																	
400	1	1	2	514	363	465	363	363	226	28,7	22,4	1	1	1	0,44	2,27	22	97,2	1	1,08	1,56
350	1	1 1/2	3	387	409	524	405	405	189	21,5	33,6	2	1	1	0,49	2,04	24,5	129,2	1	1,63	2,94
300	1	2	2 1/2	374	528	676	330	330	206	28,7	28,1	2	1	1	0,55	1,82	27,5	133,2	1	2,17	2,44
250	1	2	3	344	486	622	364	364	210	28,7	33,6	2	1	1	0,61	1,84	50,5	145,5	1	2,17	2,94
200	1	2	4	297	420	538	420	420	202	28,7	22,4	2	2	2	0,68	1,47	34	168,3	1	2,17	3,52
150	1	2 1/2	5	246	435	557	435	435	195	23,9	28	3	2	2	0,79	1,27	33,5	203,3	1	2,71	4,59
100	1	3	6	208	441	564	441	441	198	28,7	33,6	3	2	2	0,95	1,05	47,5	240,8	1	3,25	5,87

**Quadro 5.8 – Classificação dos Concretos Quanto a Exposição**

Estruturas	Condições de Exposição		
	No Ar	Em Contato com Fluidos ou Solos não Agressivos ao Concreto	Em Contato com Fluidos ou Solos Agressivos ao Concreto
Seções com recobrimento da armadura menor que 2,5 cm	0,55	0,5	0,4
Seções moderadas tais como: Muro de arrimo, Laje de fundação e estruturas onde o recobrimento da armadura for maior que 2,5 cm	-	0,6	0,45

Nas estruturas expostas a meios não agressivos, e para as quais não se exige maior impermeabilidade, o fator água-cimento a ser adotado será aquele necessário à obtenção da tensão média à compressão prevista.

Os concretos lançados por tremonha, em locais abaixo do lençol freático (concreto submerso), deverão apresentar o fator água-cimento máximo de 0,44.

O diâmetro máximo do agregado, a ser utilizado em um concreto, deve ser compatível com as dimensões da peça e espaçamento das armaduras a que este concreto se destina. Este diâmetro máximo deve ser inferior a 1/4 da menor dimensão da peça a ser concretada, como também, inferior a 3/4 do menor espaço livre entre barras das armaduras, prevalecendo o menor dos dois valores.

Os concretos devem ser portadores de trabalhabilidade compatível com a exigida pelo processo de adensamento a ser adotado, e possuir uma quantidade de argamassa que confira à massa maior coesão e ausência de desagregação. A trabalhabilidade de um concreto deverá ser constatada no ensaio de abatimento do tronco de cone, de acordo com o método NBR-7223.

#### 6.4.1.1 - Dosagem Experimental

A dosagem do concreto deverá ser experimental, com o objetivo de determinar traços que atendam às resistências especificadas em Projeto, bem como à trabalhabilidade necessária e à durabilidade da obra, utilizando-se de agregados provenientes das jazidas indicadas no Projeto.

A dosagem experimental do concreto deverá ser aprovada pela FISCALIZAÇÃO e executada atendendo a qualquer método que correlacione resistência, durabilidade e relação água/cimento, tomando-se sempre em conta a trabalhabilidade específica para cada caso, expressa através da consistência do concreto.

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada na NBR-6118, de maneira que se obtenha, com os materiais disponíveis, um concreto com resistência (fck) que satisfaça às exigências do Projeto para as obras a que se destinam.

#### 6.4.1.2 - Preparo do Concreto

Para o preparo do concreto, a CONTRATADA deverá dispor de uma central de concreto automática sendo feitas as medidas dos materiais, nela introduzidos separadamente, em peso.

A CONTRATADA deverá dispor de um conjunto padrão de massa para aferição periódica das balanças, que deverão ser aferidas no início da operação e a cada período de 30 dias durante as obras. A qualquer momento, porém, a FISCALIZAÇÃO poderá determinar, a seu critério, que sejam aferidas uma ou mais balanças.

O tempo mínimo de mistura, em segundos, após a introdução de todos os materiais, deverá ser o indicado abaixo, sendo “d” o diâmetro da misturadora, em metros:

- Betoneiras de eixo vertical:.....30 (d)1/2;
- Betoneiras basculante:.....120 (d) 1/2;
- Betoneira de eixo horizontal:.....60 (d) 1/2.

A água deverá ser totalmente introduzida na betoneira, antes que tenha decorrido 1/4 do tempo total de mistura.

As betoneiras deverão estar sempre limpas e livres de concreto endurecido, tanto nas pás como na superfície interna para não diminuir a sua eficiência na mistura.

Todas as dosagens de concreto deverão ser caracterizadas pelos seguintes elementos:

- Resistência característica (fck) na idade de controle especificada ou determinada em projeto;
- Dimensão máxima característica (diâmetro máximo) do agregado em função das dimensões das peças a serem concretadas; conforme NBR-6118;
- Consistência (medida através de slump-test), de acordo com o método NBR-7223;
- Composição granulométrica dos agregados;
- Fator água/cimento em função da resistência e da durabilidade desejadas;
- Controle de qualidade a que será submetido o concreto;
- Adensamento a que será submetido o concreto;
- Índices físicos dos agregados (massa específica e umidade de absorção).

#### 6.4.1.3 - Central de Concreto - Usina

No Projeto do canteiro devem ser indicados os locais do equipamento de mistura do concreto, dos silos e depósitos de materiais, das bancadas de dobramento dos aços e da carpintaria.

Os silos e depósitos de materiais devem estar próximos do equipamento de mistura, cuja localização deve ser de modo a tornar mínima a distância de transporte do concreto aos diversos locais de lançamento.

Os equipamentos destinados à mistura, transporte, lançamento e adensamento do concreto devem permitir a obtenção de concreto de qualidade uniforme. Devem ser escolhidos em função das características exigidas para o concreto a ser produzido em número e capacidade de produção, a fim de permitirem o perfeito atendimento dos cronogramas de execução pré-estabelecidos.

A central de concreto deverá ter as seguintes características básicas de operação:

- Ter condições para uma rápida mudança de ajustagem, a fim de fazer face às variações no teor de umidade dos agregados, e para alterar as proporções dos pesos das partes constituintes do traço;
- Ter condições para controlar a entrada de todo o material, dentro da margem de variação de um por cento em peso das quantidades especificadas, sendo, também, provida de dispositivos para o registro do peso de cada material em separado, inclusive da água em cada betonada;
- Ter condições de permitir o adicionamento ou a retirada conveniente dos materiais, sendo, todavia, os mesmos providos das facilidades necessárias à rápida obtenção de amostras representativas dos agregados de cada betonada, para fins de ensaio;
- Ter condições de ser controlado automaticamente e com precisão o tempo exigido para mistura, possuindo dispositivo capaz de ser ajustado, para evitar a descarga do concreto da betoneira antes de findar o período de mistura;
- Possuir um dispositivo adequado para a dosagem dos aditivos, sendo o seu mecanismo de descarga interligado com a operação de dosagem e descarga da água, de maneira que, a quantidade de aditivo seja registrada de forma adequada e automática;
- Possuir uma balança sem molas e com mostrador visível, que indique com precisão a carga durante todas as fases de operação de pesagem, de zero até a capacidade máxima, devendo incluir um fiel que deverá mostrar a balança em equilíbrio, com ou sem carga;
- Deverá, igualmente, estar equipada com dispositivos para a rápida obtenção de amostras representativas de concreto, para fins de ensaios de resistência, consistência, densidade e uniformidade, bem como para a contagem e o número total de betonadas.

## 6.4.2 - TRANSPORTE

### 6.4.2.1 - Generalidades

O transporte do concreto desde a central de concreto até o local de lançamento deverá ser feito dentro do menor tempo possível e de tal forma que seja evitada a segregação ou perda de materiais ou aumento excessivo na temperatura do concreto. O tempo máximo entre a mistura e o lançamento deverá ser de 40 minutos.

É importante que a CONTRATADA disponha de um sistema de comunicação adequado (rádio) entre as frentes de lançamento e a central de concreto e o posto de carregamento, de modo a garantir a qualidade e minimizar as perdas.

As estradas deverão estar em condições que não acarretem a segregação do concreto nos caminhões betoneiras ou alteração de consistência superior à especificada.

### 6.4.2.2 - Tipos de Caminhões para Transporte

A transferência do concreto da central para a forma deverá ser feita em caçambas ou caminhões betoneira.

A NBR 7212:2012 permite que o concreto usinado seja transportado até o local da obra de duas formas, a primeira delas e mais comum é com o uso de caminhão betoneira, a outra opção é o caminhão basculante com carroceria de aço, quando o transporte é feito com caminhão basculante o tempo de transporte permitido é reduzido para cerca de 40 minutos, isso se deve as condições em que o concreto está sendo disposto e a possibilidade de haver segregação do agregado graúdo devido a agitação durante o percurso.

O caminhão betoneira permite maior flexibilidade de tempo, o transporte pode durar até 90 minutos, e o veículo permite manter o concreto em movimento de forma controlada impedindo que haja segregação de materiais, além de conferir um aspecto mais homogêneo

O número de caçambas ou caminhões betoneira será função da capacidade do equipamento de volume a transportar, do tempo de lançamento e da distância entre a central de concreto e a frente de lançamento.

Quando houver a possibilidade de fazer o transporte do concreto com caçambas estas deverão atender as seguintes exigências:

- As caçambas deverão possuir dispositivos de abertura controlada, para manutenção do fluxo de descarga conforme a necessidade.
- As caçambas deverão ser umedecidas antes de serem carregadas, para que não absorvam água do concreto fresco e assim não prejudiquem a sua plasticidade.
- Para evitar incrustações de concreto nas paredes da caçamba, estas deverão passar pelo lavador de caçamba a cada três ciclos ou conforme a necessidade.
- A manutenção periódica das caçambas é imprescindível para uma boa operação, pois a falta de limpeza e lubrificação nas articulações provoca frequentemente a não abertura da comporta de descarga.

#### 6.4.2.3 - Outras Formas de Transporte

A utilização de outros meios, como por exemplo, bombeamento, métodos pneumáticos, calhas etc., somente será feita após prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

#### 6.4.3 - PREPARAÇÃO PARA O LANÇAMENTO

##### 6.4.3.1 - Generalidades

Antes do lançamento do concreto, a FISCALIZAÇÃO deverá verificar e aprovar as formas, as armações, as peças embutidas e o tratamento das juntas de concretagem. Todas as concretagens deverão obedecer a um plano de lançamento previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

##### 6.4.3.2 - Superfícies de Fundação em Rocha

Todas as superfícies de rocha em que deva ser lançado o concreto deverão estar isentas de água empoçada, lama, detritos, óleos, fragmentos soltos ou semi-soltos. A limpeza deverá ser feita manualmente com o uso de alavancas e picaretas e terminada com lavagem de jato de água e ar.

Na preparação das superfícies da rocha, deverá ser evitada a formação saliência ou reentrância maiores que 0,5m nas superfícies de concretagem.

Antes do lançamento do concreto, a fim de não absorver a água de mistura, a superfície da rocha deverá ser umedecida, evitando-se o aparecimento de água em excesso. Este procedimento deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

No caso de ocorrência de fontes d'água na área a ser concretada, deverá ser executado um adequado sistema de drenagem, orientado para um determinado ponto onde será feito o bombeamento. Nos drenos projetados deverão ser previstos respiros que serão utilizados para a futura injeção.

Para o preparo e tratamento das fundações em rocha, dever-se-á atender, adicionalmente, os itens: 4.2 - Preparo e Tratamento das Fundações e 4.2.4 Fundações de Obras de Concreto

#### 6.4.3.3 - Superfícies das Juntas de Construção

As juntas de construção entre 2 (dois) lances sucessivos deverão ser convenientemente tratadas de forma a garantir uma boa aderência entre as camadas e obter-se a impermeabilidade e monoliticidade requeridas pela estrutura.

O tratamento consiste na remoção de toda a nata de cimento, possíveis carbonatações e outros elementos prejudiciais à aderência entre as camadas. Este serviço poderá ser feito por jateamento da superfície com areia seca ou úmida, ou por jateamento com água sob alta pressão (aproximadamente 40 MPa).

Os tratamentos acima indicados deverão ser feitos pouco antes do lançamento da camada seguinte.

Após a remoção dos materiais prejudiciais, a superfície deverá ser lavada com água, ficando limpa e livre de materiais soltos.

Outro processo que atinja os mesmos resultados poderá ser utilizado desde que previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

A remoção de material deverá ser feita cuidadosamente para evitar desgaste excessivo. A água e o resto de limpeza das juntas deverão sempre ser retirados, de preferência pelas faces de montante da estrutura.

#### 6.4.3.4 - Superfícies das Juntas de Dilatação

As superfícies das juntas de dilatação deverão ser totalmente limpas, removendo-se os excessos de concreto ou qualquer outro material estranho, por meio de desgaste, raspagem ou de outro processo qualquer, aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

#### 6.4.4 - LANÇAMENTO DO CONCRETO

##### 6.4.4.1 - Generalidades

A CONTRATADA deverá dispor de todo equipamento necessário para o lançamento do concreto. Nenhum concreto poderá ser lançado antes que a FISCALIZAÇÃO tenha inspecionado e aprovado a peça a ser concretada. A concretagem somente poderá ser realizada com a presença da FISCALIZAÇÃO.

O equipamento para a colocação do concreto deverá ter descarga pelo fundo e ter condições de controlar a velocidade e quantidade a descarregar.

O lançamento do concreto deverá ser realizado de modo a evitar sua segregação. A altura de queda livre não poderá ultrapassar 2m.

O concreto poderá ser lançado com temperatura inicial de 25°C. Para tanto serão necessários os seguintes recursos:

- Limitação da temperatura dos agregados, incluindo a sua molhagem nas pilhas;
- Substituição de parte da água por gelo em fragmentos, caso necessário;
- Limitações da temperatura do cimento a 60°C;
- Preparo e lançamento do concreto no período do dia em que a temperatura ambiente seja mais baixa.

Eventualmente, em função de condições específicas, a FISCALIZAÇÃO poderá vir a autorizar o lançamento do concreto com temperatura inicial superior a 25°C e, nestas condições, estabelecerá novas diretrizes para o plano de concretagem, envolvendo adaptação na altura das camadas e no intervalo de lançamento entre camadas sucessivas.

O concreto deverá ser colocado o mais perto possível da sua posição final, sem segregação dos seus componentes, e deverá preencher todos os cantos e partes irregulares das formas e fundações, e todos os espaços ao redor das armaduras e peças embutidas.

A descarga deverá ser regulada de tal forma a se obter subcamadas adensadas de não mais que 0,50m de espessura e, também, a se obter um mínimo de transporte lateral.

As superfícies das camadas que receberão concretos deverão ser mantidas na condição de limpas, saturadas e isentas de água livre. Toda a água livre deverá ser removida antes do lançamento do concreto.

As superfícies da rocha com saliência ou reentrâncias maiores que 0,50m deverão ser inicialmente regularizadas com concreto de regularização, com agregado de dimensão máxima 19mm, de forma a garantir o preenchimento destas irregularidades. O novo concreto deverá ser lançado sobre a camada de concreto de regularização antes que se inicie sua pega.

O lançamento do concreto através de armaduras deverá ser cuidadoso, para minimizar a segregação do agregado graúdo. A escolha do traço adequado é importante na concretagem desse tipo de estrutura.

Todo concreto deverá ser lançado em camadas contínuas. O topo da camada de concretagem deverá constituir uma superfície plana, conseguida apenas com vibração normal. Para tanto, a CONTRATADA deverá evitar a concentração de agregados, e que sejam deixadas saliências ou depressões provocadas pelo equipamento ou operários. No caso de resultar concentração de agregados separados da massa de concreto, estes deverão ser espalhados antes da vibração do concreto, devendo o método de lançamento ser modificado, no que for necessário, para se evitar tal segregação.

A superfície do concreto que deverá receber nova camada não deverá ficar exposta por mais de uma hora e de tal forma a não ocorrerem juntas frias.

Para se evitar uma secagem rápida da superfície de concreto recém-lançado, especialmente sob forte insolação ou vento de ar quente, recomenda-se o emprego

de geradores de neblina de água diretamente sobre estas superfícies, ou outro processo, sob a orientação da FISCALIZAÇÃO. Nas superfícies com inclinações que exijam o emprego de formas deslizantes ou temporariamente fixas, as juntas de construção deverão terminar aproximadamente normais a estas superfícies inclinadas.

Toda a água proveniente da exsudação deverá ser retirada. As peças embutidas danificadas durante o lançamento deverão ser repostas pela CONTRATADA, sob a orientação da FISCALIZAÇÃO.

O concreto sobre as lajes deverá ser lançado com um pequeno excesso, o qual deverá ser retirado por sarrafeamento. Nunca deverá ser aplicada argamassa sobre o concreto para facilitar o acabamento.

Os equipamentos, procedimentos e técnicas que serão empregados deverão permitir o atendimento aos quesitos estabelecidos abaixo para os planos de concretagem.

#### 6.4.4.2 - Planos de Concretagem

Os planos de concretagem deverão ser elaborados pela CONTRATADA e aprovados pela FISCALIZAÇÃO. Cada plano será dimensionado tendo em conta o prazo de execução da respectiva estrutura, de forma que sejam minimizadas as tensões oriundas das retrações térmicas e hidráulicas, prevendo-se também os seguintes quesitos:

- A altura das camadas considerando-se o tipo de concreto e sua temperatura de lançamento, bem como as propriedades térmicas dos materiais;
- O intervalo de lançamento entre camadas sucessivas, estabelecido em função dos parâmetros térmicos do concreto;
- O modo de tratamento das juntas;
- O processo de cura do concreto;
- O tipo de forma e as idades de sua retirada considerando-se os parâmetros térmicos envolvidos;

- Lançamento das duas primeiras camadas adjacentes à fundação ou o concreto endurecido com mais de 28 dias, com alturas limitadas a 0,50m.

#### 6.4.4.3 - Espaçamento das Juntas Verticais

As juntas de construção verticais deverão ser locadas de acordo com as indicações dos Desenhos do Projeto e somente com prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO poderão estar em locais não previstos nesses desenhos.

#### 6.4.5 - PROTEÇÃO E CURA DO CONCRETO

##### 6.4.5.1 - Generalidades

Completado o acabamento superficial das estruturas, o concreto deverá ser protegido da perda d'água devida a incidência de sol e vento. Para tanto, efetuar-se-á, de imediato, a cobertura da superfície do concreto com panos molhados ou o emprego de nebulizadores de água, até o fim de pega do cimento no concreto. Esta proteção deverá ser processada de forma a não introduzir esforços secundários, trincas, fissuras e distorções nas peças. Após o fim de pega do cimento no concreto iniciar-se-á a cura.

A cura do concreto deverá ser feita normalmente por aspersão contínua de água. Outros processos poderão ser utilizados, mas, qualquer que seja o processo adotado, deverá ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO. Para a cura do concreto dever-se-á proceder conforme as diretrizes indicadas a seguir.

##### 6.4.5.2 - Cura com Água

Todo o concreto a ser curado com água deverá ser mantido úmido durante 14 dias, a menos que especificado em contrário pela FISCALIZAÇÃO.

A cura com água deverá começar tão logo ocorra o fim de pega do cimento no concreto e este apresente resistência suficiente para impedir a ocorrência de danos quando do umedecimento da superfície, devendo continuar até terminar o período de cura especificado ou até que o concreto seja coberto por outro concreto fresco ou por aterro.

O concreto deverá ser mantido úmido mediante o uso de sistema de tubos perfurados, borrifadores mecânicos ou outros métodos quaisquer aprovado pela

FISCALIZAÇÃO, o qual deverá manter continuamente molhadas todas as superfícies a serem curadas.

As formas em contato com o concreto novo deverão também ser mantidas úmidas.

A água a ser empregada na cura deverá ser isenta de partículas em suspensão que possam comprometer a cor da superfície do concreto e não poderá conter substâncias que ataquem o concreto superficial.

#### 6.4.5.3 - Cura com Areia Saturada

Tão logo o concreto tenha endurecido suficientemente para impedir danos pelo umedecimento da superfície, toda a superfície deverá ser coberta com areia fartamente molhada, a qual deverá ser mantida neste estado até o fim do prazo de cura especificado.

#### 6.4.5.4 - Cura com Composto de Cura

A cura com composto deverá ser executada por meio de aplicação em pelo menos 2 (duas) demãos e que formem uma membrana retentora de água sobre as superfícies do concreto.

O composto de vedação deverá ter uma coloração clara e ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, devendo ser utilizado de acordo com as recomendações do fabricante.

A eficiência do desempenho do composto de cura deverá ser previamente provada pela realização de ensaios de retenção de água, segundo a norma ASTM C-156.

Para cada fornecimento do produto de cura, deverá ser constituída uma amostra representativa, à partir da homogeneização de porções retiradas de embalagens do lote. Produtos que tiverem idade superior a 6 meses de fabricação, deverão ser necessariamente reensaiados para verificação de sua eficiência.

O lote do composto de cura será aceito caso atenda ao limite e condições impostos na ASTM C-309.

Os locais de aplicação dos compostos de cura deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

#### 6.4.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os diversos tipos de concretos serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>), após a sua conclusão, avaliados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados, para efeito de medição, os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência.

O cálculo do volume será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas do concreto acabado e cotejando com os desenhos de Projeto.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 6.5 - FORMAS

##### 6.5.1 - GENERALIDADES

O Projeto e construção das formas serão de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, devendo seu Projeto ser previamente submetido à aprovação da FISCALIZAÇÃO. As formas deverão ser utilizadas onde sejam necessárias para conter o concreto e moldá-lo nos alinhamentos, dimensões e formas exigidas nos desenhos do Projeto.

As formas deverão ser estanques, impedindo a perda de nata ou argamassa e apresentando resistência suficiente para suportarem a pressão resultante do lançamento.

Os parafusos e ancoragens utilizados para a fixação das formas deverão ser projetados de tal forma que, ao serem removidas as formas, não fique nenhuma peça metálica com cobrimento inferior ao especificado para a armadura da estrutura.

Tendo em vista problemas de reparos superficiais do concreto, recomenda-se a utilização de aranhas com porcas embutidas no concreto, em vez de parafusos.

As formas deverão ser construídas e colocadas de modo que todas as marcas horizontais e verticais sejam contínuas ao longo de todas as superfícies expostas.

O contato vertical entre dois painéis deverá ser feito de modo a evitar fugas de argamassa durante a concretagem.

As formas não deverão ser construídas de maneira contínua, abrangendo mais de uma camada, mas apenas para uma única camada. Somente poderão ser usadas formas contínuas, em casos especiais e com prévia aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O reaproveitamento das formas para um lance seguinte de concretagem far-se-á de modo que haja cobertura de, no mínimo durante a montagem de painéis já utilizados anteriormente, 5,0 cm da superfície anteriormente concretada. Durante a montagem dos painéis já utilizados anteriormente deverá ocorrer inspeção rigorosa dos mesmos, no sentido de aferir a necessária estanqueidade das justaposições e as condições de atendimento das regularidades geométricas. Dever-se-á prever aberturas nas formas, onde necessário, para proporcionar inspeção, limpeza e/ou adensamento do concreto.

As formas para superfícies que receberão aterro poderão ser construídas com madeira bruta. As formas para superfícies expostas e as formas para superfícies das passagens de água deverão ser revestidas ou construídas com um material liso, tal como madeira compensada.

Nas partes das estruturas com superfície inclinada, onde não for possível o uso de formas fixas, deverá ser previsto o uso de formas ou régua deslizando ou formas temporariamente fixas, de modo a garantir um bom adensamento e, principalmente um bom acabamento nas partes das estruturas sujeitas a escoamento d'água.

Os cantos em 90° de pilares e vigas em concreto aparente deverão possuir chanfro de lado igual a 2 cm.

## 6.5.2 - FORMAS PARA SUPERFÍCIES CURVAS

As formas para as superfícies curvas das estruturas deverão ser construídas de modo a atenderem rigorosamente as coordenadas previstas em Projeto, ao longo de todo o perfil da estrutura.

As dimensões para as superfícies de concreto serão dadas por seções nos Desenhos do Projeto. As seções intermediárias necessárias para a construção da forma deverão ser interpoladas pela CONTRATADA, de maneira que a curvatura seja contínua entre as seções. Após terem sido construídas as formas, todas as imperfeições de superfície deverão ser corrigidas. Quaisquer asperezas e todas as arestas nas superfícies moldadas, causadas pelo encontro imperfeito dos painéis das formas deverão ser revestidas, de modo a produzirem a curvatura exigida.

As formas deverão ser construídas de modo que as marcas das juntas na superfície do concreto sigam, de maneira geral a linha do fluxo d'água.

## 6.5.3 - IRREGULARIDADES DAS FORMAS

### 6.5.3.1 - Classificação das Irregularidades

Os desvios permissíveis de prumo ou de nível quanto aos alinhamentos indicados nos Desenhos, bem como os desvios permissíveis quanto às dimensões dos perfis, estão definidos no item Acabamentos e Tolerância, não devendo assim ser confundido com as irregularidades de acabamento. Classificar-se-ão as irregularidades de superfície em 2 (dois) tipos, conforme definido a seguir:

- **Abruptas:** São irregularidades superficiais localizadas, causadas por deslocamentos das formas ou por nós frouxos nas formas ou outros efeitos semelhantes. Os desvios verificados serão medidos diretamente em relação à posição correta prevista para a superfície.
- **Graduais:** As demais irregularidades de superfície são consideradas graduais e serão medidas por meio de uma régua-gabarito com 1,5m de comprimento, que será disposta sobre superfície plana, em qualquer direção.

De acordo com os locais de aplicação, as formas são classificadas conforme abaixo indicados:

- Classe F1: São formas para partes da estrutura com superfícies aparentes, como por exemplo, parapeito de escadas e passagens, casa de comando e outros locais indicados nos Desenhos do Projeto Executivo.
- Classe F2: São formas para as superfícies expostas em geral e onde indicado nos Desenhos do Projeto Executivo.
- Classe F3: São formas para superfície sujeitas a escoamento d'água e onde indicado nos Desenhos do Projeto Executivo.
- Classe F4: São formas para as superfícies permanentemente submersas, sem escoamento d'água, ou partes da estrutura que receberão os aterros.

#### 6.5.3.2 - Requisitos para as Formas

Os requisitos exigidos para os diversos tipos de formas são os seguintes:

##### Classe F1:

- Para essa classe a superfície das formas deverá ser contínua;
- A qualidade dos materiais empregados deverá garantir o atendimento às exigências especificadas;
- As irregularidades abruptas não deverão exceder 3 mm e as graduais 6 mm.

##### Classe F2:

Para essa classe a superfície das formas e a especificação do material serão de acordo com o indicado para a Classe F1, sendo os desvios permitidos iguais a 6 mm e 12 mm para as irregularidades abruptas e graduais, respectivamente.

##### Classe F3:

Nesta classe, as superfícies das formas poderão ser preparadas com cobertura de material absorvente. As irregularidades abruptas deverão apresentar desvio máximo de 3 mm na direção perpendicular ao movimento do fluxo d'água e de 6mm

na direção paralela a esse movimento. Para as irregularidades graduais o valor máximo deverá ser de 6 mm.

#### Classe F4:

As formas poderão ser de tábuas ou chapas de madeira, sendo permitido para as irregularidades o valor máximo de 25 mm.

#### 6.5.4 - LIMPEZA E PREPARO DAS FORMAS

Antes que o concreto seja lançado, as superfícies deverão estar isentas de incrustações de argamassas, calda de cimento ou outros materiais estranhos. Após a limpeza, as superfícies deverão ser untadas com um óleo especial com a finalidade de evitar a aderência do concreto à forma. O material a ser utilizado deverá ser previamente aprovado pela FISCALIZAÇÃO, não devendo influir na coloração final do concreto.

Após a aplicação do óleo na forma, deverá ser removido qualquer excesso eventualmente existente.

As armaduras e qualquer peça embutida que requeira aderência ao concreto e, em especial, a superfície do concreto “velho” que delinear a junta de concretagem, deverão estar completamente isentas de óleo.

#### 6.5.5 - APROVAÇÃO

O lançamento do concreto no interior das formas somente poderá ser feito após aprovação da FISCALIZAÇÃO, tendo em vista a verificação dos alinhamentos, dimensões e cotas do Projeto assim como os acabamentos exigidos para a estrutura respectiva.

#### 6.5.6 - ESCORAMENTOS

Os Projetos de escoramento das estruturas serão executados pela CONTRATADA e deverão levar em conta as cargas atuantes durante e após a concretagem das peças respectivas, de modo que não sejam submetidas a recalques inconvenientes devido à deformabilidade excessiva da estrutura de apoio.

Por outro lado, dever-se-á cuidar para que as estruturas de apoio executadas em madeira não estejam sujeitas a agentes externos deteriorantes, principalmente quando o escoramento deva permanecer por longo tempo em serviço.

Os Projetos de escoramento deverão ser verificados pela FISCALIZAÇÃO, previamente, como condição para sua aprovação.

#### 6.5.6.1 - Medição e Pagamento

Os escoramentos não serão pagos a parte, estando o seu custo incluso no preço das formas.

#### 6.5.7 - DESFORMA E RETIRADA DOS ESCORAMENTOS

As formas somente poderão ser removidas depois que o concreto tenha atingido condições de trabalho sem a presença das mesmas. Esta operação deverá ser realizada sem prejudicar a estrutura. A comprovação do atendimento ao requisito de resistência será obtida pelo ensaio de corpos de prova representativos da estrutura. Adicionalmente aos requisitos de resistência dever-se-á observar exigências de módulo de deformação a serem previstas no Projeto executivo.

As formas para as estruturas abaixo indicadas não deverão ser removidas antes do prazo mínimo especificado, a não ser com expressa autorização da FISCALIZAÇÃO:

- Arcos, incluindo galerias - 144 horas;
- Pilares e paredes até 5m - 24 horas;
- Pilares e paredes com mais de 5m - 48 horas;
- Demais estruturas, de acordo com indicação do Projeto.

Para a retirada das formas e escoramentos dever-se-ão obedecer aos critérios estabelecidos pela FISCALIZAÇÃO e a sequência abaixo:

- Desforma lateral de pilares;
- Desforma lateral de vigas;

- Retirada do escoramento e formas da laje, do meio do vão para as extremidades de apoio (vigas);
- Retirada do escoramento das vigas, do meio do vão para os apoios;
- Para estruturas em balanço, a retirada do escoramento dar-se-á da extremidade em balanço para o apoio;
- Logo após a remoção das formas, deverão ser verificadas pela FISCALIZAÇÃO todas as imperfeições existentes e providenciada a execução dos reparos superficiais. Os reparos deverão ser executados imediatamente após a FISCALIZAÇÃO efetuar a vistoria da extensão dos danos e aprovar o método de reparo e o respectivo cronograma de execução.
- A retirada do escoramento dependerá dos requisitos de resistência e deformabilidade especificados para a estrutura no Projeto.

#### 6.5.8 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As formas para os concretos serão medidas em metros quadrados (m<sup>2</sup>), após a sua armação em cada obra, calculados pelas quantidades efetivamente executadas. Não serão considerados, para efeito de medição, os serviços executados em desacordo com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência nos tipos de formas empregados.

O cálculo das áreas de formas será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das formas empregadas em cada obra e cotejando os resultados com os desenhos de Projeto.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 6.6 - ACABAMENTOS E TOLERÂNCIAS

### 6.6.1 - SUPERFÍCIES COM FORMAS

O acabamento das superfícies de concreto com forma será designado conforme a classificação indicada na presente especificação. As superfícies enformadas não terão necessidade de quaisquer tratamentos, tais como apicoamento ou jato de areia, a menos que seja requerido, conforme estabelecido para o tipo F3.

Em superfícies espessas que apresentam escoamento d'água em grandes velocidades, empregar-se-á concreto com relação água/aglomerante compatível com a velocidade prevista para água.

Para este tipo de acabamento será necessário o esmerilhamento da superfície a fim de situar as irregularidades graduais dentro das especificações ou para transformar as irregularidades abruptas em graduais.

As correções das irregularidades deverão ser feitas logo após a desforma, juntamente com os reparos da estrutura de concreto.

### 6.6.2 - SUPERFÍCIES SEM FORMAS

Os acabamentos das superfícies de concreto sem forma serão designados de classes F6, F7 e F8.

As superfícies internas deverão ser acabadas com declividade para permitir a drenagem, conforme indicado nos Desenhos de Projeto ou indicado pela FISCALIZAÇÃO. As superfícies que ficarem expostas ao tempo, e que normalmente deveriam ser niveladas, terão inclinação para drenagem, a menos que seja especificado outro tratamento para esta finalidade, nos Projetos ou pela FISCALIZAÇÃO.

Estas classes de acabamento deverão ser feitas da seguinte forma:

#### Classe F6:

- Acabamento com Régua aplicado às superfícies a serem recobertas com material de aterro ou concreto, ou outro revestimento de piso. Este acabamento é usado como 1º estágio dos demais acabamentos.

- Obtém-se pela aplicação sucessiva da régua a fim de se obter uma superfície uniforme e nivelada. As irregularidades superficiais não deverão exceder a 10 mm.

#### Classe F7:

Acabamento com desempenadeira, aplicada às superfícies de concreto acabado e não recobertas com aterro ou outro revestimento de piso, inclusive nos locais de escoamento d'água, conforme se indicará nos Desenhos do Projeto.

#### Classe F8:

- Acabamento com colher de pedreiro. Será aplicado nos locais onde se exige um acabamento liso, conforme indicado nos Desenhos de Projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO.
- Deverá ser evitada a remoção em excesso do material fino superficial. Nunca deverá ser aplicada argamassa ou cimento para facilitar o acabamento superficial.
- As irregularidades graduais não deverão exceder 6 mm. Todas as irregularidades abruptas deverão ser eliminadas.

### 6.6.3 - TOLERÂNCIAS NAS CONSTRUÇÕES DE CONCRETO

As tolerâncias descritas e definidas abaixo são os desvios em relação aos alinhamentos, níveis e dimensões indicados nos Desenhos do Projeto e deverão ser diferenciadas das irregularidades permissíveis nas superfícies do concreto.

A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de reduzir tais tolerâncias, caso venham a prejudicar a ação estrutural ou função operacional de uma estrutura.

A presente especificação será complementada através de indicação específica nos desenhos de Projeto, devido às condições impostas pelos fabricantes dos equipamentos.

A CONTRATADA será responsável pela colocação das formas dentro dos limites de tolerância aqui especificados e pela sua manutenção dentro desses limites durante toda sua utilização. Os trabalhos em concreto que vierem a exceder os limites

de tolerância deverão ser corrigidos ou removidos e substituídos conforme determinação da FISCALIZAÇÃO.

#### 6.6.3.1 - Estruturas em Concreto Armado

##### 6.6.3.1.1 - *Desvio em relação à Vertical*

- a) Em linhas e superfícies de colunas, paredes e arestas, 10mm em 5m;
- b) Em colunas de canto exteriores e outras linhas especiais, 5mm em 5m e 10mm em 10m.

##### 6.6.3.1.2 - *Desvio em relação à Horizontal*

Desvios em relação à horizontal ou inclinação definida nos desenhos de Projeto serão:

- a) Em 5m – 10mm;
- b) Em 10m – 15mm.

##### 6.6.3.1.3 - *Desvios nos alinhamentos Gerais:*

Desvios nos alinhamentos gerais em planta das construções e nas posições das colunas, muros e paredes divisórias:

- a) Em 5m – 10mm;
- b) Em 10m – 20mm.

##### 6.6.3.1.4 - *Desvios das dimensões das Seções*

Desvios das dimensões das seções de pilares e vigas e na espessura de lajes e paredes:

- a) Para menos – 5mm;
- b) Para mais – 10mm.

##### 6.6.3.1.5 - *Desvios nas dimensões e posições das Aberturas*

Desvios nas dimensões e posições das aberturas em pavimentos e muros para menos – 5mm.

#### 6.6.3.1.6 - Desvios em Fundações

Desvios em fundações e sapatas de pilares, colunas e muros:

- a) Desvio das dimensões em planta
  - ✓ Para menos - 10mm;
  - ✓ Para mais – 50mm.
- b) Desvio de implantação ou excentricidade:
  - ✓ 2% da largura da fundação na direção do desvio.
- c) Redução na espessura:
  - ✓ 5% da espessura indicada.

### 6.7 - REPAROS

Durante a execução da obra, além dos controles dos materiais e da execução já prevista, é necessário um cuidadoso programa de reparos dos eventuais defeitos que possam vir a ocorrer na superfície das peças concretadas. Esta providência visa atender aos aspectos de durabilidade da obra.

Deverá ser efetuada cuidadosa inspeção na área afetada, não só para determinar a extensão da zona a ser reparada, mas principalmente, para assegurar que não haja implicações de natureza estrutural.

O concreto imperfeito deverá ser removido, em extensão e profundidade, até que se tenha confiança da integridade do concreto remanescente.

O corte deverá ser feito de modo a proporcionar um perímetro bem definido, o que, além de facilitar o reparo, concorrerá para um melhor acabamento.

O corte deverá ter profundidade em torno de 15 cm, sendo necessário que ultrapasse a armadura de pele ou ferragem existente em, no mínimo, 3 cm. Estes cuidados evitarão que o reparo se “destaque” da peça em questão.

Após o corte, e antes da execução do reparo, a cavidade resultante deverá ser limpa com jateamento de água ou ar. Com a superfície saturada, aplicar-se-á revestimento de argamassa com cerca de 3 cm de espessura e relação água-cimento igual à dos concretos utilizados. Poderá ser usada resina epóxi em substituição à argamassa, porém para sua aplicação a superfície deverá estar seca.

Em reparos dispostos em planos verticais, o concreto deverá ser lançado em camadas de altura em torno de 30 cm, que deverão ser vibradas antes do lançamento da seguinte. A forma deverá ser feita de modo a possibilitar tal operação.

O concreto de reparo deverá ter o mesmo traço do constituinte da peça, devendo ser utilizado cimento da mesma marca, classe e categoria do que foi utilizado na peça, e os mesmos agregados, em particular no tocante à areia, posto que este fator é determinante para a obtenção de uma coloração uniforme na superfície reparada. As características de resistência e durabilidade do concreto deverão ser mantidas.

A cura do reparo deverá ser feita de modo análogo à adotada na obra, cuidando para que seja contínua, tendo em vista evitar o aparecimento de “trincas” devido à retração.

Após a cura, a superfície do reparo deverá ser esmerilhada, sendo que esta operação deverá ser estendida além do perímetro do reparo, para que sejam minimizados ao máximo os vestígios da junta de concretagem.

Os reparos deverão ser efetuados logo após a desforma da estrutura, por ser mais fácil a execução do corte para remoção do concreto defeituoso e maior a aderência com o concreto novo.

Os reparos em áreas sujeitas ao escoamento de água deverão ser executados com argamassa epóxica, podendo ser adotado outro tipo de tratamento, dependendo, em cada caso, das condições hidráulicas, sempre a critérios da FISCALIZAÇÃO.

Outros critérios para execução de reparos poderão vir a ser adotados e serão objeto de instruções específicas da FISCALIZAÇÃO.

## 6.8 - MATERIAIS PARA JUNTAS E IMPERMEABILIZAÇÕES

### 6.8.1 - GENERALIDADES

Os materiais a serem empregados deverão ser amostrados e ensaiados de acordo com as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) indicadas, nas suas edições mais recentes.

A liberação dos materiais para aplicação deverá ser feita pela FISCALIZAÇÃO de acordo com as diretrizes especificadas.

A CONTRATADA deverá providenciar local adequado para armazenamento dos materiais, possibilitando sua fácil inspeção e identificação, na qual deverá constar data de recebimento, fabricante, características do produto e todos os demais dados que sejam necessários para seu controle.

### 6.8.2 - JUNTAS FUGENBAND

#### 6.8.2.1 - Serviços

A Junta Fugenband é um perfilado produzido a Base de Cloreto de Polinila - PVC, flexível, com alta resistência à tração e excelente deformabilidade. É fabricado de acordo com os padrões internacionais, atendendo à norma NBR-8803 da ABNT.

Para a realização do controle de qualidade de veda junta serão colhidas amostras com comprimento de, no mínimo, 50 cm a cada lote de 60m ou fração de perfil acabado. Os corpos de prova para ensaio deverão ser cortados com o cunho indicado na NBR-8804, com seu eixo maior paralelo à direção de extrusão.

As amostras de perfil acabado deverão ser submetidas aos ensaios e atender às exigências a seguir indicadas no **Quadro 5.9**, a seguir.

**Quadro 5.9 – Especificações Técnicas das Juntas Fugenband**

ENSAIO	MÉTODO	EXIGENCIA A CUMPRIR
Tração	NBR-8804	Tensão de ruptura: acima de 12,0 Mpa
		Alongamento de ruptura: acima de 280%
Dureza “Shore A”	NBR-8804	80 ± 5 pontos
Extração Acelerada	NBR-8804	Variação da Dureza “Shore A: 80 ± 5 pontos.
		Tensão de ruptura à tração: mínima 10,3
		MPa Alongamento de ruptura: mínimo 260%

Os perfis deverão ser armazenados em local coberto até a data de sua aplicação.

As emendas deverão ser feitas por fusão, a uma temperatura da ordem de 150°C, e compressão do material, até seu esfriamento, devendo as superfícies de contato serem planas e perfeitamente limpas. Todas as emendas deverão ser submetidas a inspeção minuciosa quanto a quaisquer defeitos que possa comprometer a estanqueidade da junta.

Para controle da qualidade das emendas, as amostras deverão ser tiradas transversalmente à emenda (15 cm de cada lado da emenda) e preparada de acordo com a NBR=8804, coletando-se uma amostra a cada 20 emendas executadas na obra. As amostras deverão ser coletadas ao acaso e logo após a execução da emenda, sendo, em seguida, recomposto a junta, pela soldagem de um segmento no lugar da amostra coletada.

No caso da amostra representativa do lote não atender a qualquer dos requisitos indicados, o material será rejeitado devendo ser substituído às custas da CONTRATADA.

A tensão de ruptura (NBR-8804) das amostras com emenda deverá ser, no mínimo, igual a 12,0 MPa.

#### 6.8.2.2 - Medição e Pagamento

As juntas Fungenband serão medidas em metros lineares (m), após a sua colocação em cada obra, calculados pelas quantidades efetivamente aplicadas. Não serão considerados, para efeito de medição, os serviços executados em desacordo

com as Especificações. Não serão medidos os serviços que durante sua execução apresentem deficiência na junta, para efeito de impermeabilização.

A medida do comprimento será realizada, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das juntas empregadas em cada obra e cotejando os resultados com os desenhos de Projeto.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 6.8.3 - MATERIAIS DE ENCHIMENTO DAS JUNTAS

Após a desforma, as juntas deverão ser cuidadosamente limpas e a seguir vedadas interna e externamente com material selante e adesivo (mastiques), nos locais indicados nos Desenhos do Projeto executivo.

A aplicação de tais materiais deverá ser feita de acordo com as instruções dos fabricantes.

A liberação dos locais de aplicação dos materiais de enchimentos será feita pela FISCALIZAÇÃO.

#### 6.9 - CONTROLE DE QUALIDADE

Será implantado, pela FISCALIZAÇÃO, um programa de controle dos materiais e da execução das estruturas, incluindo tolerâncias dimensionais, planos de amostragem, ensaios a executar, critérios de aceitação ou rejeição e programa de auscultação das estruturas, através de inspeções visuais e medidas com aparelhos instalados durante a concretagem.

A CONTRATADA deverá fornecer os serviços de apoio para facilitar o controle da qualidade por parte da FISCALIZAÇÃO.

Será de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento, para uso da FISCALIZAÇÃO, dos equipamentos, materiais de consumo e mobiliário, necessários para a execução dos controles da qualidade aqui referidos.

Será também de responsabilidade da CONTRATADA a substituição de qualquer desses equipamentos que seja eventualmente danificado e a reposição dos materiais de consumo, na medida do necessário.

#### 6.10 - ALVENARIA DE PEDRA ARGAMASSADA

A alvenaria de pedra é aquela assente de maneira similar ao tijolo com argamassa. O traço adotado é 1:4 cimento e areia, devendo a alvenaria, se for de elevação, possuir acabamento aparelhado nas faces externas, por intermédio do uso de formas definidas e faceadas.

Se para fundações de qualquer espécie, a alvenaria deve ser executada de modo a permitir a obtenção de uma distribuição de pedras uniforme ao longo da vala de fundação, sendo estas pedras ligadas entre si por uma argamassa que preencha todos os vazios, distribuindo os esforços.

A vala de fundação deve estar alinhada horizontalmente e as pedras maiores devem ser colocadas no fundo desta. Concluída a primeira camada, preenchem-se os intervalos com argamassa, para em seguida iniciar a colocação de nova camada de pedra.

A colocação das pedras deverá formar, antes da colocação da argamassa, na fundação ou no paramento, uma série de polígonos irregulares, sendo intercaladas por entre as pedras maiores, outras menores, para redução dos vazios, e depois lançado argamassa.

As pedras deverão ser de rochas gnáissicas (pedreira P02) e apresentar dimensão máxima de 0,40 m e mínimo 0,18 m no comprimento, e ter forma paralelepípedica predominante e são dispostas por camadas de mesma altura aproximadamente. Devem ser tenazes, duráveis, limpas e isentas de fendas ou outras imperfeições. Para melhor aderência da argamassa, as pedras deverão ser abundantemente molhadas.

## **7 – EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS**

---

## **7 - EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS**

### **7.1 - REQUISITOS GERAIS**

#### **7.1.1 - EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

Exceto quando disposto de outra forma nestas especificações, a instalação de equipamento e materiais hidromecânicos deverá obedecer às exigências aqui estabelecidas. Em geral, o equipamento mecânico provido pelo Fornecedor, sob responsabilidade da CONTRATADA, normalmente é montado na fábrica a fim de se verificarem os encaixes, de se marcar as peças para facilitar a montagem em campo, de testá-lo, quando apropriado, para verificar se todas as partes funcionam adequadamente e de desmontá-lo, se necessário, para o transporte. O equipamento fornecido poderá estar sem pintura, ou pintado com tinta de base ou completamente pintado, galvanizado ou revestido. Conforme necessário, a limpeza, a pintura, o revestimento e os reparos à pintura, e ao revestimento deverão ser executados pela CONTRATADA, de acordo com o determinado nestas Especificações.

A CONTRATADA coordenará a instalação e os testes com os Fornecedores dos equipamentos e a FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, um cronograma de instalação e testes, o qual será baseado no cronograma de construção das obras civis e nas datas de entrega dos equipamentos, providos pela CONTRATADA e de acordo com os Fornecedores.

A lista dos equipamentos e dos materiais a serem instalados de acordo com estas Especificações consta na Planilha de Orçamento.

De acordo com os parágrafos pertinentes desta Especificação, a CONTRATADA poderá executar alguns serviços de construção em concreto de segundo estágio. Esse trabalho deverá ser executado de acordo com as recomendações do Fornecedor e segundo as exigências a serem fornecidas pela FISCALIZAÇÃO em tempo hábil e no momento oportuno.

A CONTRATADA deverá informar a CONTRATANTE, em até 24 horas, qualquer falta de equipamento ou danos aos mesmos constatados na área de armazenamento.

A CONTRATADA será responsável pela remoção do equipamento da área de armazenamento, pelo seu manuseio e pela sua instalação, assim como por quaisquer danos a ele causados antes da aceitação final do trabalho.

Além das exigências constantes desta Especificação, deverão ser seguidas as recomendações do Fornecedor referentes a transporte, manuseio, montagem e/ou instalação dos equipamentos. Um representante do Fornecedor poderá estar presente na obra, de modo a prover assistência técnica relativa à instalação dos equipamentos.

A CONTRATADA programará com o Fabricante e/ou Fornecedor a coordenação de serviços dos Técnicos de Montagem. A CONTRATADA seguirá a orientação dos Técnicos de Montagem e será responsável por, e deverá corrigir, quaisquer trabalhos feitos ao contrário a essa orientação. As despesas de serviços dos Técnicos de Montagem correrão por conta da CONTRATADA. A CONTRATADA avisará a FISCALIZAÇÃO, no mínimo, duas semanas de antecedência, quando os Técnicos de Montagem deverão estar no local da obra. A CONTRATANTE não será responsável por qualquer orientação errada fornecida pelos Técnicos de Montagem. Durante as operações de carga, transporte, descarga e manuseio dos equipamentos deverão ser tomadas precauções para evitar movimentos bruscos e impactos desnecessários ou outro tratamento que possa danificar o equipamento. Os equipamentos demasiadamente pesados para serem deslocados manualmente deverão ser carregados e/ou descarregados mediante o uso de guinchos ou de outro equipamento de manuseio, equipado com cintas adequadamente localizadas. As cintas ou correntes deverão ser recobertas com materiais aprovados e não deverão entrar em contato direto com o equipamento mecânico. Os veículos transportadores não deverão ter quaisquer saliências, como arrebitos, que possam danificar o equipamento, mas deverão ter apoios laterais adequados. O equipamento deverá ser bem protegido durante o transporte.

Se, quando o equipamento chegar na área de armazenagem, o local não estiver pronto para sua instalação, a CONTRATADA deverá prover armazenamento no local da obra, de acordo com as diretrizes da FISCALIZAÇÃO, sem qualquer ônus adicional para a CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá carregar, transportar até o local determinado pela CONTRATANTE e descarregar as peças sobressalentes fornecidas junto com o equipamento.

A instalação do equipamento será efetuada de acordo com as exigências constantes da seguinte documentação:

- Recomendação do Fabricante;
- As exigências das Especificações específicas de cada tipo de equipamento a ser montado;
- As exigências desta Especificação.

Se houver desacordo entre as exigências contidas nos documentos anteriormente relacionados, a ordem de preferência deverá ser a da relação de documentos.

As conexões e as faces dos flanges deverão ser limpas cuidadosamente, retirando-se a poeira e as rebarbas, antes da conexão, a fim de assegurar encaixe correto e alinhamento correto. Exceto quando especificado de outra forma, as gaxetas deverão ser colocadas nas conexões flangeadas e os parafusos dos flanges deverão ser apertados de modo que a junta não tenha vazamentos. A tubulação deverá ser limpa antes da sua montagem.

A instalação do equipamento poderá incluir ligações com as tubulações e os sistemas elétrico, eletrodos e/ou cabos existentes.

Os equipamentos, eletrodos e as peças metálicas a serem assentados em concreto deverão ser situados e precisamente mantidos em posição e alinhamento, e protegidos de danos e deslocamentos durante a concretagem e a subsequente consolidação do concreto.

Exceto quando especificado de modo diferente, os tirantes, os suportes e os outros dispositivos utilizados para posicionar e alinhar o equipamento e as peças metálicas que ficarão embutidos no concreto deverão ser de metal.

Os parafusos de fixação deverão ser assentados normalmente durante a colocação do concreto inicial.

As superfícies das peças de metal que estarão em contato com, ou embutidas no concreto ou argamassa, deverão ser devidamente limpas.

As bases ou os suportes e as chapas de apoio dos equipamentos deverão ser nivelados e alinhados cuidadosamente, ajustados no alinhamento a nível correto com calço de aço, se necessário, e fixados rigidamente no devido lugar. Exceto quando indicado de outra forma nos desenhos ou exigido nestas especificações, os calços de aço não deverão ser removidos.

Se indicado nos desenhos ou exigido nestas especificações, os espaços sob o equipamento, as bases ou os suportes deverão ser totalmente preenchidos com pasta de cimento ou argamassa não adensável.

Todo o equipamento deverá ser testado a fim de que se verifique o atendimento às exigências constantes das Especificações e de que se determine seu pleno funcionamento.

Os defeitos no desempenho do equipamento deverão ser corrigidos pelo Fornecedor ou pela CONTRATADA. O custo de quaisquer mudanças necessárias para obter a operação satisfatória do equipamento será da responsabilidade da CONTRATADA.

#### 7.1.2 - REPAROS DE MATERIAL DANIFICADO

Materiais danificados ou defeituosos deverão ser rejeitados e nunca serão instalados.

Se forem constatados defeitos, erros ou imprecisões nos materiais entregues à CONTRATADA, a CONTRATANTE decidirá se os materiais deverão ser devolvidos ao Fornecedor, para correção, ou se os defeitos, erros ou imprecisões deverão ser corrigidos, em campo, pela CONTRATADA. A CONTRATADA deverá executar o reparo dos danos resultantes das suas operações e a correção dos defeitos, erros ou imprecisões menos significativos nos materiais por ela recebidos, os quais são normalmente constatados em materiais comerciais similares, regularmente vendidos e fabricados, a critério da FISCALIZAÇÃO sem ônus para a CONTRATANTE.

O reparo de danos que não forem da responsabilidade da CONTRATADA e a correção de defeitos, erros e imprecisões, além daqueles que normalmente podem ocorrer em materiais comerciais similares, regularmente vendidos e fabricados, a critério da FISCALIZAÇÃO, só poderão ser executados quando e como determinado pela FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA deverá ser remunerada por este trabalho.

As superfícies pintadas, galvanizadas ou revestidas, danificadas ou com defeitos, serão limpas e reparadas ao nível das superfícies não danificadas.

### 7.1.3 - SOLDAS

#### 7.1.3.1 - Terminologia

A terminologia nesta Especificação está de acordo com a Norma ABNT-NBR-5874.

#### 7.1.3.2 - Qualificação dos Soldadores

A CONTRATADA será responsável pela qualidade das soldas. Os soldadores selecionados deverão ser profissionais qualificados de acordo com a Norma ABNT-MB-262, “Qualificação dos Processos de Soldagem, de Soldadores e de Operadores” e/ou com a seção IX da Norma ASME, ou com normas de entidades semelhantes.

Se o trabalho de um soldador for rejeitado, o profissional deverá ser submetido a novo teste de qualificação, a fim de provar sua habilidade na execução de trabalhos de solda.

As despesas relativas aos testes de qualificação para soldadores correrão por conta da CONTRATADA, incluindo-se o fornecimento de peças para os testes e os eletrodos necessários.

#### 7.1.3.3 - Processos de Soldagem

Exceto quando autorizado ou especificado de outro modo, as soldas deverão ser executadas pelo método de arco elétrico.

O processo e a sequência das soldas no campo deverão ser submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO, respeitando os requisitos da ASME-Seção IX.

As superfícies a serem soldadas deverão estar isentas de ferrugem, graxa, tinta ou de qualquer outra matéria estranha.

As soldas deverão estar de acordo com as exigências pertinentes do “Structural Welding Code for Steel - AWS D1.1” ou equivalente, ou outras normas aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.

Os eletrodos deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO e serão selecionados de acordo com sua corrente, materiais e características de soldagem. Após retirados das embalagens, os eletrodos deverão ser armazenados em fornos, conforme as recomendações, para evitar danos ou deterioração.

Em soldas bimetálicas, os eletrodos deverão ser selecionados mediante testes executados em peças dos mesmos materiais a serem soldados.

As soldas não deverão ser executadas em superfícies úmidas ou durante períodos de ventos fortes, exceto quando o soldador e as peças a serem soldadas estiverem adequadamente protegidos.

Após a soldagem, a escória e os respingos deverão ser retirados, deixando as superfícies com penetração completa, uniformes, lisas e isentas de qualquer porosidade ou matéria estranha. Se a soldagem for executada em fases sucessivas, cada fase, com exceção da última, deverá ser ligeiramente martelada antes de se aplicar o próximo filete.

As partes soldadas deverão estar isentas de defeitos, como inclusões, ranhuras, dobras, etc., e deverão ter espessura uniforme, sem rebaixamentos, escória, porosidade, falhas na raiz, defeitos de liga e rachaduras.

As soldas defeituosas deverão ser reparadas mediante a remoção das mesmas por retificação ou goivadura em arco, até o metal sã, seguida de nova soldagem, conforme especificado originalmente.

#### 7.1.4 - ASSISTÊNCIA TÉCNICA E TESTES

Cada unidade completa do equipamento em operação deverá receber assistência mecânica e ser testada após sua instalação. Essa assistência deverá incluir limpeza de todas as peças, enchimento com óleo, lubrificação, ajuste e qualquer

outro trabalho ou material necessário para preparar o equipamento para sua operação. Os mancais e outras peças de acionamento deverão ser lubrificadas adequadamente e as caixas de engrenagens enchidas com óleo de engrenagem apropriado. Quando determinado pela FISCALIZAÇÃO, a CONTRATADA deverá lavar os rolamentos, reservatórios, tanques de óleo e caixas de engrenagens com querosene, antes de engraxar ou encher com óleo. Exceto quando for especificado de outra forma, o óleo hidráulico, o óleo de lubrificação e de engrenagem e a graxa deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, que também deverá fornecer o querosene para a lavagem ou limpeza.

Após a assistência mecânica a cada equipamento, deverá ser testado o seu funcionamento, e feitos os ajustes necessários à aprovação da operação do equipamento pela CONTRATANTE. Em coordenação com o instalador de equipamento elétrico, deverá ser efetuada uma verificação elétrica preliminar, de modo que se assegure que as características elétricas de cada unidade de equipamento mecânico funcionam adequadamente antes da realização dos testes operacionais. A execução dessa verificação não eximirá a CONTRATADA da sua responsabilidade de colocar o equipamento em funcionamento. Todos os testes deverão ser realizados na presença do representante da CONTRATANTE. A CONTRATADA deverá prover o material e o equipamento necessários à execução dos testes operacionais, que continuarão a ser propriedade da CONTRATADA. Após o teste de cada unidade do equipamento, mas antes da sua aceitação, a CONTRATADA deverá verificar novamente o alinhamento e os ajustes das partes móveis e o aperto das conexões parafusadas, a fim de se assegurar que a unidade está em plenas condições de funcionamento.

A CONTRATADA deverá tomar todas as medidas necessárias e prover a energia requerida para a instalação e os testes, o que deverá incluir a provisão do equipamento para a distribuição de energia elétrica até o local ou os locais utilizados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá fornecer a água indispensável à realização dos testes e deverá tomar todas as providências necessárias à obtenção da água e a sua chegada aos pontos em que será utilizada.

Após a conclusão dos testes e a aceitação do trabalho, a CONTRATADA deverá desmontar e retirar as fiações elétricas temporárias, equipamentos e materiais que não façam parte da obra.

#### 7.1.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Exceto quando dispostos de outra forma nesta Especificação, os custos dos serviços, incluindo os de montagem, armação, sustentação, assistência, ajuste, limpeza, pintura ou revestimento e reparos da pintura, galvanização ou revestimentos, perfuração, execução das conexões necessárias, realização de testes e conservação do equipamento instalado em condições apropriadas até sua aceitação, deverão estar incluídos nos preços pertinentes constantes na Planilha do Orçamento, relativos ao fornecimento e montagem do equipamento.

Os custos do manuseio e da instalação de itens variados de menor importância, de metal, madeira ou de outros materiais, para os quais não constem preços específicos na Planilha do Orçamento, serão incluídos nos preços do serviço do qual fazem parte.

A CONTRATADA deverá devolver à CONTRATANTE qualquer equipamento não utilizado. Cobrar-se-á posteriormente, da CONTRATADA, qualquer equipamento perdido ou danificado sem possibilidade de reparo, após sua remoção da área inicial de armazenamento, assim com qualquer equipamento ou material que não tenha sido utilizado nos serviços e não tenha sido devolvido. A este título, cobrar-se-á da CONTRATADA quantia igual ao custo do equipamento ou material, para a CONTRATANTE na encomenda, ou igual ao custo de reposição do mesmo para a CONTRATANTE, dentre eles o mais alto. A CONTRATANTE poderá determinar, durante o período do trabalho, em lugar de cobrar posteriormente o equipamento ou material perdido ou danificado, que a CONTRATADA substitua o referido equipamento ou material por material ou artigos de qualidade equivalente, aprovados pela CONTRATANTE, sem ônus para a CONTRATANTE. Qualquer equipamento ou material danificado, após sua retirada da área de armazenamento, o qual, a critério da CONTRATANTE, possa ser satisfatoriamente reparado, deverá sê-lo pela CONTRATADA, que deverá assumir o custo daí decorrente.

## 7.2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

As especificações técnicas apresentadas a seguir abrange o fornecimento e montagem de equipamentos hidromecânicos destinado a instalação da Tomada D'água da Barragem Frecheirinha, de acordo com o Projeto Executivo.

Nos preços unitários apresentados na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA devem estar inclusos todos os custos referentes à elaboração do projeto, fabricação, testes em fábrica e na obra, pintura, acondicionamento e embalagem e, transporte até o local de montagem.

## 7.3 - TUBOS E CONEXÕES EM AÇO CARBONO

Apresentamos a seguir as especificações técnicas que trata da fabricação de tubos e peças especiais de chapas de aço soldadas, bem como outros equipamentos a serem fornecidos e montados pela CONTRATADA, ou diretamente contratados com o FORNECEDOR/FABRICANTE.

Estas Especificações são meramente indicativas, porém não serão limitativas aos dispositivos apresentados. Normas diversas serão aceitas, desde que sejam reconhecidas nacionalmente e internacionalmente e que haja similaridade com aquelas recomendadas.

Procedimentos para execução de determinados serviços, não discriminados nestas especificações, poderão ser apresentados a FISCALIZAÇÃO, para análise e manifestação de parecer sobre as mesmas.

Nestas especificações técnicas, consideram-se peças especiais, curvas, tês, saídas flangeadas, reduções, junções, derivações, dispositivos de intervenção e flanges.

Os diâmetros nominais (DN) dos tubos e peças especiais corresponderão em milímetros, aos diâmetros internos dos tubos e conexões, sem revestimento. Entretanto, o dimensional a ser adotado para a linha de tubos industriais tipo schedule, DIN, etc, corresponderá as medidas estabelecidas pela norma com base na qual os tubos são projetados.

Os tubos serão fabricados com costura/solda circular e/ou longitudinal, ou ainda, com costuras/soldas helicoidais.

Antes de iniciar a fabricação, o FORNECEDOR da CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, as qualificações dos processos de soldagem e de soldadores, de acordo com a Seção IX das "Qualificações de Solda" do código ASME para Vasos de Pressão, com exceção dos métodos que adotem processos de arco submerso, gás ou eletrodos tubulares, cujas qualificações serão feitas de acordo com o AWS-SR-1. A qualificação dos soldadores poderá ser efetuada por outra instituição credenciada para tal finalidade. Estas qualificações serão efetuadas às expensas do FORNECEDOR.

#### 7.3.1 - NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

Os tubos de aço deverão obedecer às seguintes normas:

- AWWA-C-200 – Standard for Steel Water Pipe 6 Inches and Larger;
- AWWA-M11 – Steel Pipe – A Guide for Design and Installation;
- AWWA-C-210 – Standard for Liquid Epoxy Coating Systems for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines;
- AWWA-C-203 – Standard for Coal-Tar Protective Coatings and Linings for Steel Water Pipelines – Enamel and Tape – Hot – Applied;
- AWWA-C-214 – Standard for Tape Coating Systems for the Exterior of Steel Water Pipelines.

Qualquer outra norma ou especificação deverá ser previamente aprovada e autorizada pela CONTRATANTE.

#### 7.3.2 - CONDIÇÕES DE SERVIÇO

São previstas as seguintes condições de serviço:

- Fluído .....Água bruta;
- Escoamento .....por gravidade;
- Pressão máxima de operação.....6,0 kg/cm<sup>2</sup>;

- Variação da temperatura ambiente a considerar.....+25°C à +45°C;
- Coeficiente de segurança para o vazio absoluto em relação à pressão teórica de achatamento .....1,5;
- Distância máxima entre Flanges .....12,0 m;
- Condição de Assentamento .....Envelopado com Concreto.

### 7.3.3 - CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS

O cálculo e dimensionamento para fabricação das tubulações de aço deverão considerar:

- A norma de referência AWWA-M11;
- As condições operacionais previstas no item 7.3.2;
- A vida útil prevista para a tubulação é de 50 anos;
- Pressão interna, pressão externa, rigidez necessária à fabricação, manuseio e montagem, cargas permanentes, intermitentes, ocasionais e excepcionais.
- As tubulações de aço, com diâmetro DN=1.200mm, deverão ser fabricadas com chapas 3/8" (9,53mm);
- Os tubos deverão ser fornecidos em comprimentos padronizados de 12 m.

### 7.3.4 - VERIFICAÇÃO DE DIMENSÕES E SOLDADURAS

Os tubos deverão ser fornecidos com extremidades flangeadas.

Todas as soldaduras longitudinais feitas nas instalações do FABRICANTE/FORNECEDOR serão 100% verificadas através de ultra-sons. Todas as zonas duvidosas serão verificadas aos raios X. Os defeitos encontrados deverão ser reparados, se necessário, e verificados de novo aos raios X pelos Construtor.

Deverão ser executados os seguintes testes de fábrica em 100% dos tubos:

- Teste de ultra-som contínuo ou equivalente;

- Teste hidrostático individual a pressão equivalente a 75% do limite elástico do material. Especificamente para os testes hidrostáticos em fábrica, poderá ser admitido pela FISCALIZAÇÃO outro percentual de amostragem, desde que justificado adequadamente pela CONTRATADA;
- Exame visual e dimensional de solda;
- Exame dimensional;
- Ensaio de líquido penetrante e ultra-som em todos reparos de soldagem.

Todas as soldaduras executadas no canteiro serão verificadas através de ultra-som. As tolerâncias das dimensões e outras condições estarão de acordo com as normas AWWA –American Water Works Association.

#### 7.3.5 - EQUIPAMENTOS

Os equipamentos a serem usados pelo FORNECEDOR/CONTRATADA para soldagem, corte a fogo ou outras operações, deverá ser adequado para produzir peças de qualidade suficiente para satisfazer as exigências aqui contidas, devendo ser mantido em condições adequadas ao seu emprego.

Os geradores e transformadores devem ser os adequados para serviço de solda e capazes de fornecer uma corrente substancialmente constante; devem ainda ser ajustáveis por uma escala suficientemente ampla para as exigências do serviço.

Os cabeçotes de solda automática a arco submerso devem ser munidos de equipamento auxiliar apropriado para possibilitar controle de velocidade dos eletrodos e do arco de solda. Os aparelhos devem ser dotados de dispositivos de controle e medidores de tensão e corrente do arco.

Os cabos devem possuir condutividade suficiente para evitar tensões e corrente inadequada, devendo ainda apresentar isolamento satisfatória.

#### 7.3.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os tubos de aço serão medidos em metros de tubulação fornecida e assentada e serão pagos pelo preço unitário de fornecimento e assentamento do metro linear de tubo DN=1.200mm.

O pagamento deste serviço será efetuado pelo preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 7.4 - MATERIAIS

As chapas de aço deverão corresponder à Norma ASTM A36, ASTM A283 Gr C/D ou ASTM A131, sendo admissível o máximo de 0,25% de carbono.

As propriedades químicas e mecânicas do material deverão ser comprovadas mediante certificados de análise expedidos pela usina siderúrgica e aceito pela FISCALIZAÇÃO.

Antes da formação das bordas longitudinais, todas as chapas devem ser curvadas por processo contínuo ou prensadas de um modo conveniente ao raio próprio do tubo.

A pressão exercida durante a prensagem deve ser suficiente para garantir uma curva uniforme nas bordas das chapas. Não será permitido, em hipótese alguma, efetuar o pré-curvamento (convite) por meio de marteladas.

#### 7.5 - SOLDAGEM

As especificações e procedimentos para soldagem e instalação de tubos e conexões em aço carbono estão apresentadas a seguir.

Todos os trabalhos de soldagem obedecerão aos padrões estipulados nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), AWS (American Welding Society), ASME (American Society of Mechanical Engineerings) e deverão estar de acordo com os itens desta especificação.

Todas as extremidades dos tubos e acessórios, que devam ser soldados, devem estar com os biseis de fábrica executados de acordo com a Norma ANSI B16.25 ou equivalente.

Todas as soldas entre os constituintes da tubulação serão executadas pelo processo manual a arco elétrico protegido, com eletrodo metálico consumível.

#### 7.5.1 - ELETRODOS E EQUIPAMENTOS PARA SOLDAGEM

Os eletrodos a utilizar para o processo de soldagem, e materiais de adição, deverão obedecer às especificações da AWS (American Welding Society), correspondentes à classe E6010. Os eletrodos deverão estar livres de óleo, ferrugem, graxa, umidade, terra, tinta ou quaisquer outros materiais que possam comprometer o bom desempenho da solda.

#### 7.5.2 - QUALIFICAÇÃO DO PROCESSO DE SOLDAGEM E SOLDADORES

Os soldadores deverão ser qualificados em conformidade com os procedimentos exigidos na Norma ASME Seção IX, ABNT ou outra instituição credenciada para tal finalidade, especialmente para a posição sobre-cabeça (4G e 6G). Outros procedimentos para qualificação serão aceitos, desde que analisados e aprovados pela fiscalização.

#### 7.5.3 - CONDIÇÕES PARA SOLDAGEM

A soldagem não será permitida quando o tempo não oferecer condições satisfatórias, tais como umidade excessiva do ar, tempestade de areia ou poeira, ventos fortes, enfim, condições que possam afetar a boa qualidade de solda.

As superfícies a serem soldadas em hipótese alguma poderão apresentar-se molhadas. Durante períodos de chuva em que seja impossível paralisar os serviços, tanto as superfícies a ser soldada quanto o soldador deverão estar abrigadas. A CONTRATADA deverá proporcionar a cobertura conveniente e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

#### 7.5.4 - PREPARAÇÃO DAS PEÇAS

Todas as superfícies a serem soldadas não deverão estar contaminadas por óleo, ferrugem, umidade, graxa, terra, tinta ou outros corpos estranhos que possam comprometer a boa qualidade da solda.

Para limpeza da peça após os cortes, deverão ser removidas as carepas de laminação soltas antes do processo de soldagem.

As arestas pontiagudas resultantes da interseção da derivação com o tubo principal na formação de uma peça especial deverão ser eliminadas por meio de esmeril.

Para limpeza de graxas e óleos estes serão removidos com gasolina, lixívia ou outros meios adequados. O uso de querosene ou solventes mais pesados à base de petróleo não será permitido.

Para as soldagens, os seguintes tipos de solda de topo, para costuras retas ou em espiral, serão igualmente admitidos: por fusão, por resistência ou por inclusão.

Cada camada de metal de solda depositada pelo processo de fusão deverá ser cuidadosamente limpa antes que outro passe de solda seja depositado na sua superfície. Soldas sobrepostas acabadas devem ficar centrais à costura e a junção acabada deve ficar livre de depressões, mordeduras, derramamentos, irregularidades e valetas.

Todas as soldas devem ter uma fusão completa com o metal de base e serem livres de trincas, óxidos, inclusão de escórias e bolsas de gás. Se, por qualquer razão, a soldagem for interrompida, deve-se tomar cuidado especial ao retomá-la a fim de conseguir uma penetração completa entre o metal da solda, a chapa e o metal de solda previamente depositado. Se o fluxo usado for o mesmo, este deve ser redistribuído antes do serviço ser reiniciado.

Para cada anel componente de um tubo será permitida apenas uma costura longitudinal.

Na montagem de dois anéis consecutivos, a defasagem dos cordões de solda longitudinais deve ser, no mínimo, de 150mm e o espaçamento mínimo entre soldas circunferências será de 1,50 metros.

Sendo necessária a efetivação de cortes nos tubos ou peças a serem soldados, deverão ser tomados cuidados para que não ocorram danos nos revestimentos interno e externo, posteriormente a remoção de toda a escória e a confecção de novo bisel, dentro dos padrões estabelecidos, sendo imperativo que a superfície acabada deverá apresentar-se perfeitamente lisa. Para os cortes oxi-acetilênicos, deverá haver no

canteiro de obras, um conjunto adequado de maçarico de corte, não sendo admitido o uso de gerador de gás.

Posteriormente ao processo de soldagem, toda junta montada será escovada para completa limpeza, removendo-se toda e qualquer escória localizada, por intermédio de esmerilhamento.

Somente após a inspeção visual de preparação para soldagem, a junta será liberada para a etapa de soldagem seguinte.

#### 7.5.5 - ALINHAMENTO E ESPAÇAMENTO

Os biséis dos tubos devem ser inspecionados quanto a amassamento os outros fatores prejudiciais e, se porventura estiverem danificados a ponto de não se obter contato satisfatório para a execução de uma perfeita soldagem, a extremidade do tubo será cortada e rechanfrada com máquina apropriada.

Os reparos dos biséis danificados durante a manipulação, transporte ou alinhamento sob a responsabilidade do CONTRATADA, correrão por sua conta.

Depois de completada a limpeza, as extremidades dos tubos devem ser cuidadosamente alinhadas de modo que a solda seja executada perpendicularmente ao eixo dos tubos, e conservadas na posição durante a soldagem, de forma a permitir a penetração total.

Nas tubulações com costura longitudinal, as juntas deverão ser giradas para evitar-se a coincidência de duas costuras consecutivas de tal forma que todas fiquem na parte superior dos tubos, a 30 graus de cada lado da parte médio-superior.

#### 7.5.6 - PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO – REVESTIMENTO DE JUNTA

##### 7.5.6.1 - Objeto

Este procedimento tem como objetivo a fixação das condições mínimas necessárias para a execução dos serviços de revestimento anticorrosivo interno e externo das juntas de campo, bem como a execução dos reparos no revestimento do tubo.

#### 7.5.6.2 - Normas e Documentos

As normas e documentos a consultar são:

- SIS 05 59 00-67 – Padrão visual ST.3, Sa 2 ½ e Sa3;
- Boletins Técnicos da tinta a ser aplicada no revestimento.

#### 7.5.6.3 - Equipamentos e Instrumentos

- Escova de aço manual e lixa grossa;
- Lixadeira elétrica com escova rotativa;
- Rolo de lã e trincha;
- Higrômetro;
- Medidor de espessura de película seca;
- Holliday Detector.

#### 7.5.6.4 - Materiais

- Epóxi alcatrão de hulha – Norma AWWA C-210;
- Primer epoxy pigmentado com fosfato de zinco – Norma Petrobrás N-2630;
- Alumínio fenólico – Norma Petrobrás N-1259.

#### 7.5.6.5 - Estocagem e manuseio

Os materiais de pintura deverão ser estocados de maneira a evitar danos, em local coberto e ventilado, longe de eventuais fontes de calor e umidade, em suas respectivas embalagens originais, nos locais onde a temperatura ambiente não exceda 45°C.

#### 7.5.6.6 - Limpeza com ferramentas manuais e/ou mecânicas

Para a remoção de toda a escória e salpicos de soldagem, ferrugem, tintas etc., serão utilizadas escovas de aço, lixas, raspadores e ferramentas diversas. Todos os rebites, cordões de solda, cantos, juntas e abertura deverão ser submetidos a limpeza.

Após a execução de tais processos, será necessária a remoção da superfície, toda a poeira e outras matérias estranhas acumuladas;

O grau de preparação da superfície será de acordo com a SIS 05 59 00 – 67, padrão ST.3

#### 7.5.6.7 - Aplicação de Epoxy Alcatrão de Hulha

Será aplicado sobre o revestimento interno da junta soldada;

A aplicação será executada manualmente, por intermédio de rolo tipo “lã de carneiro” ou trincha, nas superfícies planas, e apenas trincha, nos cordões de soldas e cantos;

A aplicação da tinta não poderá ser realizada em condições adversas tais como chuva, nevoeiro, ou ainda, quando a umidade relativa do ar for superior a 85%;

A pintura deverá ser aplicada da forma mais uniforme possível, não sendo admissível a existência de falhas tipo escorrimento, fendilhamento, enrugamento ou crateras;

A aplicação será executada em 02 (duas) ou 03 (três) demãos, de modo que a espessura final da camada seca alcance 400 µm, no intervalo de tempo conforme determinado abaixo:

- 1ª demão: no mesmo dia do escovamento;
- 2ª demão: na manhã do dia seguinte;
- 3ª demão: na da tarde do dia que foi aplicada a 2ª demão.

#### 7.5.6.8 - Aplicação de Primer Epoxy

- O Primer Epoxy será aplicado no revestimento interno da junta;
- A pintura será aplicada manualmente, por intermédio de rolo tipo “lã de carneiro” ou trincha, nas superfícies planas, e apenas trincha, nos cordões de soldas e cantos;

- A aplicação da tinta não poderá ser realizada em condições adversas tais como chuva, nevoeiro, ou ainda, quando a umidade relativa do ar for superior a 85%;
- A pintura deverá ser aplicada da forma mais uniforme possível, não sendo admissível a existência de falhas do tipo escorrimento, fendilhamento, enrugamento ou crateras.

A aplicação deverá ser de 02 (duas) a 03 (três) demãos, de modo que a espessura final da camada seca alcance 120  $\mu\text{m}$ , no intervalo de tempo conforme determinado abaixo:

- 1ª demão: no mesmo dia do escovamento;
- 2ª demão: na manhã do dia seguinte;
- 3ª demão: na da tarde do dia que foi aplicada a 2ª demão.

#### 7.5.6.9 - Aplicação de Alumínio Fenólico

- Será aplicado no revestimento externo da junta, sobre a camada de primer epoxy;
- A pintura será aplicada manualmente, por intermédio de rolo tipo “lã de carneiro” sobre toda a superfície revestida com primer epoxy;
- A aplicação da tinta não poderá ser feita em condições adversas tais como chuva, nevoeiro, ou ainda, quando a umidade relativa do ar for superior a 85%;
- A pintura deverá ser aplicada da forma mais uniforme possível, não sendo admissível a existência de falhas tais como escorrimento, fendilhamento, enrugamento ou crateras;
- A aplicação deverá ser de 02 (duas) a 03 (três) demãos, de forma tal que se promova à completa uniformização da cor na região objeto da recuperação.

#### 7.5.6.10 - Inspeção / Teste

- a) Inspeção: Inspeção por Holliday Detector. O ensaio é de alta voltagem com tensão 2,5kV.
- b) Condições ambientais para o teste:
  - Temperatura da superfície do tubo: 5°C a 50°C;
  - Temperatura ambiente: 10°C a 40°C;
  - Umidade relativa do ar: menor ou igual 85%;
  - Última demão aplicada pelo menos 48 horas antes.
- c) Execução do teste de aderência:
  - Realizar o teste de aderência nas juntas em que o revestimento anticorrosivo tenha sido aplicado no mínimo 48 horas antes;
  - Será realizado o teste em todas as juntas;
  - O teste de aderência será efetuado nas juntas cujo revestimento esteja totalmente concluído;
  - A superfície do revestimento deverá estar a uma temperatura entre 20°C a 35°C;
  - Caso a temperatura esteja fora da especificada, a área determinada para o ensaio deverá ser submetida ao contato com água quente ou fria, até obter-se a faixa de temperatura desejada;

Na área determinada para o ensaio será feito 01 corte em “X”, até atingir a superfície do tubo; cola-se nesta região uma tira de fita filamentosa e aguarda-se de 2 a 3 minutos e destaca-se. Caso a área do revestimento destacada da superfície do tubo supere os valores indicadas na figura da norma Petrobrás – Padrão I – A, executa-se outro teste em outra região da junta e, repetindo-se o fato, reprova-se a junta.

d) Medição de Espessura:

Será medida a espessura do revestimento com ELCOMETER, em pontos diferentes da superfície, para a verificação de sua conformidade com os requisitos desta especificação.

## 7.6 - TOLERÂNCIA

O perímetro externo dos tubos, curvas ou peças especiais, até uma distância não menor do que 100mm das extremidades, pode variar de + 3mm e - 1,5 mm com relação ao perímetro calculado a partir do diâmetro nominal especificado.

A altura das saliências externas da soldagem acima do contorno da superfície da chapa, não deve ser superior a 3mm.

Os chanfros de todas as extremidades para solda de topo deverão obedecer às seguintes dimensões e tolerâncias: Ângulo:  $37,5^\circ + 2,5^\circ$ ; Nariz : 1,5 + 0,8mm.

## 7.7 - PEÇAS ESPECIAIS

Os flanges de aço deverão ser fabricados conforme todas as exigências de material, dimensões, tolerâncias e acabamento especificados na norma ISO 2531 (semelhante à Norma ABNT NBR 7675), correspondente à classe de pressão PN-10. Atenção especial deve ser dada à correta posição do flange quando soldado a uma peça especial tendo em vista sua montagem ao conjunto.

As tampas de inspeção, bem como seus acessórios, deverão obedecer aos desenhos do projeto.

### 7.7.1 - DILIGENCIAMENTO

Todo trabalho estará sujeito a diligenciamento, inspeção, acompanhamento e testes para aprovação da FISCALIZAÇÃO, de acordo com as especificações e normas citadas. A FISCALIZAÇÃO terá acesso livre a todos os lugares da Fábrica ligados à fabricação e estocagem de matéria primas e do produto acabado, inclusive dos fornecedores subcontratados, para inspecionar os equipamentos utilizados na fabricação, as operações e os controles de qualidade em todos os estágios.

O FORNECEDOR avisará por escrito à FISCALIZAÇÃO, com a devida antecedência, o início da fabricação ou produção de tubos. A omissão do FORNECEDOR em informar os materiais a serem inspecionados no local de produção ou fabricação, de forma alguma limitará o direito da FISCALIZAÇÃO de examiná-los nesse mesmo local.

A inspeção ou falta de inspeção de qualquer parte do trabalho, e a presença ou ausência da FISCALIZAÇÃO durante a execução de qualquer parte do trabalho não cancelará quaisquer requisitos das especificações, nem isentará o fornecedor das suas obrigações aqui constantes; os trabalhos e os materiais defeituosos poderão ser rejeitados, tenham ou não sido inspecionados previamente pela FISCALIZAÇÃO, mesmo que estivessem de acordo com as especificações na época de uma inspeção anterior.

A inspeção e acompanhamento do trabalho poderão ser realizados pela FISCALIZAÇÃO ou seu preposto devidamente autorizado.

#### 7.7.2 - PREPARO DE SUPERFÍCIES E REVESTIMENTOS

As especificações técnicas para o preparo de superfícies e revestimentos de tubos e peças especiais de aço a serem executados pela CONTRATADA e/ou FABRICANTE dos tubos e peças, denominados indistintamente de FORNECEDOR deverão levar em conta as seguintes condições:

- a. Peças envelopadas: no interior de estruturas de concreto ou alvenaria, submersas ou não;
- b. Peças Aéreas: sujeitas a condições atmosféricas normais;

Certos requisitos, procedimentos ou critérios considerados específicos deste fornecimento, poderão obedecer às normas particulares quando mencionados e serão considerados complementares às normas e especificações gerais acima mencionadas.

### 7.7.3 - EXTENSÃO DOS SERVIÇOS

A extensão dos serviços variará conforme a situação particular de cada obra e será detalhada no pedido da cotação.

Entretanto uma das seguintes situações típicas se verificará:

- Execução de serviços de pintura e/ou retoques imediatamente após montagem da tubulação ou confecção da peça ou tubo;
- Execução de serviços de pintura e/ou retoques em tubulações estocadas, após fabricação;
- Idem acima, com transporte da tubulação para outra área de estocagem;
- Execução de serviços de pintura e/ou retoques em tubulações instaladas – Manutenção preventiva.

Nos casos em que se requer apenas o serviço de pintura ou retoque, o FORNECEDOR deverá providenciar, em tempo hábil, todos os materiais, ferramentas e equipamentos necessários à execução dos serviços de pintura. Sendo assim, o fornecedor providenciará:

- Materiais de consumo ou incorporados aos serviços, tais como tintas, solventes, lixas, abrasivo para jateamento, trinchas, rolos, etc.;
- Equipamentos, ferramentas, dispositivos e instrumentos necessários à execução dos serviços, tais como compressores, equipamentos para jateamento, esmerilhadeiras, lixadeiras, andaimes, higrômetros, medidores de espessura, "holiday detector";
- Equipamentos de proteção e segurança, considerados necessários à boa execução dos serviços.

Em qualquer caso, os retoques necessários serão executados pelo FORNECEDOR, logo após o descarregamento dos tubos.

Quando o serviço de transporte de tubos e peças especiais for atribuído ao FORNECEDOR, este se responsabilizará e tomará todas as providências necessárias para movimentar, carregar, transportar e estocar, conforme procedimentos e

cronograma de transporte aprovado pela FISCALIZAÇÃO, assumindo toda responsabilidade, a partir do início dos serviços, até sua conclusão. Nenhum tubo ou peça especial será movimentado sem ordem e controle da FISCALIZAÇÃO.

#### 7.7.4 - TRANSPORTE E MANUSEIO

Os tubos e peças especiais serão entregues no canteiro de obras, dotados de escoramento interno (cruzetamento), se assim se constituir necessário, e deverão apresentar depois de revestidos, as mesmas condições estabelecidas nas especificações.

#### 7.7.5 - RESPONSABILIDADE

Os serviços de revestimento deverão ser executados por pessoal especializado no desempenho de tarefas semelhantes, previamente qualificado pela FISCALIZAÇÃO.

O FORNECEDOR garantirá os serviços executados bem como a exata conformidade e procedência do material aplicado.

O FORNECEDOR se responsabilizará por qualquer dano causado aos tubos e peças especiais, até a descarga e estocagem na área designada pela FISCALIZAÇÃO.

#### 7.7.6 - REVESTIMENTOS DE TUBOS E PEÇAS ENVELOPADAS

##### a. Superfície Interna

A preparação da superfície interna será obtida por meio de jateamento “ao metal quase branco”, conforme estabelecido na Norma Sueca SIS 05.5900-1967, correspondente ao padrão visual Sa 2½.

##### b. Superfície Externa

A superfície externa receberá apenas limpeza mecânica padrão visual St3, descrito na referida norma.

#### 7.7.6.1 - Revestimentos de Tubos e Peças Aéreas

As superfícies Internas e Externas serão submetidas ao jateamento “ao metal quase branco”, conforme descrição da Norma

Sueca SIS 05.5900-1967, correspondente ao padrão visual Sa $\frac{1}{2}$

#### 7.7.6.2 - Especificações dos Revestimentos

##### 7.7.6.2.1 - *Superfície Interna para os Tubos e Peças Especiais*

Após execução do jateamento abrasivo, será aplicada uma camada de coal tar epoxi com especificação definida pela Norma AWWA C-210 (opção Petrobrás N-1761), com obtenção de película seca mínima de 400 micra para este revestimento.

##### 7.7.6.2.2 - *Superfície Externa de Tubos e Peças Especiais Envelopadas*

Para as superfícies externas de tubos e peças especiais envelopadas em concreto não haverá revestimento.

##### 7.7.6.2.3 - *Superfície Externa de Tubos e Peças Especiais Aéreos*

Após o jateamento abrasivo, fazer aplicação de uma camada de primer epoxi pigmentado com fosfato de zinco, conforme especificações definidas pela Norma Petrobrás N-2630, com espessura de película seca mínima de 120 micra.

Após a cura do primer, será aplicada uma camada de tinta epóxi para acabamento, na cor alumínio, conforme especificações estabelecidas pela Norma Petrobrás N-1259. O número de demãos será suficiente para promover uniformização da cor alumínio em toda a área revestida.

#### 7.7.6.3 - Testes

##### 7.7.6.3.1 - *Certificação*

As matérias primas principais (chapas de aço carbono, eletrodos revestidos, tintas e complementos, elastômeros para vedação, etc), destinadas à incorporação ao fornecimento deverão apresentar os certificados que venham a comprovar a qualidade em conformidade com as especificações citadas. Não serão aceitos certificados cuja correspondência com o lote de matéria prima não tenha sido devidamente comprovada.

Os certificados deverão ser emitidos pelo fabricante das matérias primas, por entidades oficiais ou por entidades particulares idôneas, sendo que neste último caso

a retirada de amostra deverá ser efetuada com a devida identificação na presença do inspetor da FISCALIZAÇÃO.

#### 7.7.6.3.2 - Inspeção

O FORNECEDOR deverá obedecer às instruções e condições gerais sobre os trabalhos de inspeção, bem como deverá seguir as indicações dos desenhos e instruções escritas que a FISCALIZAÇÃO vier a emitir, no uso da sua autoridade, por intermédio da mesma.

#### 7.7.6.3.3 - Transporte, Supervisão de Montagem e Partida Inicial

##### a) Transporte

Será parte integrante e vinculada ao fornecimento, o transporte do equipamento até o local da obra. Todos os equipamentos deverão ser adequadamente acondicionados e protegidos contra danos durante o transporte.

As embalagens, caso estas existam, deverão possuir identificação do seu conteúdo.

As superfícies usinadas expostas deverão ser protegidas com uma película facilmente removível de preventivo contra ferrugem ou outra proteção que venha evitar danos nas referidas regiões.

##### b) Supervisão de Montagem e Start Up

O fornecimento deverá incluir os serviços de supervisão de montagem na obra e partida inicial do equipamento, através de pessoal qualificado.

A montagem dos equipamentos ficará sob a responsabilidade da CONTRATADA juntamente às empresas e fornecedores subcontratados daquela, que deverão fornecer mão-de-obra e todos os equipamentos necessários.

Os preços devem incluir projeto, fabricação, testes de fábrica, embalagem, transporte até o local da obra, testes de campo, seguro e todos os impostos vigentes.

As despesas com o acompanhamento dos testes por membros da FISCALIZAÇÃO serão custeadas pela mesma.

c) Garantias

O FORNECEDOR deverá garantir que os equipamentos fornecidos serão isentos de quaisquer defeitos de projeto, material e fabricação de seus componentes, mesmo se fornecido por terceiros. O período mínimo de garantia deverá ser explicitado pelo proponente para cada equipamento oferecido.

Em caso de falhas, no período de garantia, o FORNECEDOR se obriga a efetuar o ajuste, correção, reposição ou reparo imediatamente e sem qualquer ônus para a CONTRATANTE.

Se o equipamento ou qualquer de seus componentes apresentar defeito devidamente comprovado como falha devida ao Projeto ou fabricação inadequados, a CONTRATANTE juntamente aos seus fornecedores e prepostos deverão providenciar a substituição de todos os componentes defeituosos, sem qualquer ônus para a FISCALIZAÇÃO.

d) Rejeição

Equipamentos ou materiais que apresentam defeitos irreversíveis, fabricação inadequada, excesso de reparos ou que não estejam de acordo com os requisitos desta especificação, poderão ser rejeitados. Os equipamentos ou materiais poderão estar sujeitos à rejeição, mesmo que a constatação das irregularidades ocorra após a aceitação por ocasião da inspeção realizada nas dependências do fabricante.

## 7.8 - VÁLVULAS DE BLOQUEIO

Na tomada d'água da Barragem Frecheirinha foi projetada uma válvula de gaveta DN=1.200mm que deverá ser instalada dentro da caixa de montante e outra em tubulação de 150mm para drenagem da tubulação.

Foi também projetada uma válvula borboleta DN=1.200mm, também na tubulação principal, localizada na estrutura de dispersão, antes da Válvula dispersora.

### 7.8.1 - VÁLVULAS DE GAVETA

As válvulas de gaveta deverão ser manufaturadas rigorosamente em conformidade com as exigências estabelecidas na NBR 12430, correspondente à série construtiva métrica chata e gabarito de furação de flanges compatível com a classe de pressão PN-10 estabelecida na Norma NBR 7675 ou ISO 2531. As hastes serão do tipo não ascendente, com rosca trapezoidal, em aço inox ASTM A276 GR 410. As especificações apresentadas são apenas indicativas, podendo haver variações que deverão ser analisadas pela fiscalização, antes da aprovação. Os equipamentos deverão apresentar em alto relevo e em plaqueta de identificação em material incorrosível, as principais características técnicas construtivas (classe de pressão, diâmetro nominal, série construtiva, marca do fabricante, ano de fabricação, nº de série etc.). O revestimento previsto será pintura betuminosa.

Será ainda permitida a adoção de válvula de gaveta em fofo, flangeada, tipo corpo curto, dotada de cunha sobremoldada com elastômero EPDM, com “face a face” conforme dimensional disposto na Norma ISO 5752. O revestimento interno e externo a ser adotado para este tipo de válvula será pintura epoxy em pó, aplicada eletrostaticamente.

O acionamento das válvulas será manual, efetuado diretamente por volante de manobras e/ou cabeçote para acionamento por chave tipo “T”, conforme local de instalação. A menos que seja indicado de outra forma, o volante da válvula deverá girar em sentido horário para fechá-la, sendo o sentido de fechamento clara e indelevelmente marcado no próprio volante.

Na superfície externa do corpo da válvula, em relevo de fundição, deverá constar o sentido do fluxo para instalação, caso tal exigência seja aplicável.

As válvulas poderão ser identificadas por meio de plaqueta confeccionada em material inoxidável, fixada em local visível, contendo no mínimo as informações:

- Marca;
- Ano de fabricação;
- Norma de fabricação;

- Diâmetro;
- Classe de pressão;
- Furação dos flanges.

No caso de ser impossível ao FORNECEDOR atender a certos detalhes destas especificações, deverá o mesmo descrever complementemente os aspectos que estão em desacordo, justificando e atestando a qualidade e garantia do material ou processo de fabricação apresentado, para posterior aprovação da FISCALIZAÇÃO.

O fabricante deverá garantir a intercambiabilidade de peças entre equipamentos idênticos.

Os materiais e equipamentos, objeto desta especificação deverá ser fabricados por fornecedores com, no mínimo dois anos de experiência em produtos semelhantes e terão que comprovar os fornecimentos anteriores. A contratada poderá apresentar opção construtiva a ser analisada pela fiscalização, a qual emitirá parecer técnico sobre o assunto.

#### 7.8.1.1 - Materiais

A título de orientação a válvula de gaveta convencional deverá obedecer às seguintes especificações de materiais para os diversos componentes que integrarão o equipamento:

- Corpo: ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012;
- Tampa: ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012;
- Haste: aço inox AISI-410 (13% Cr);
- Anéis de vedação: bronze ASTM B62;
- Gaxetas: amianto gravitado;
- Cunha rígida: ferro dúctil NBR 6916 classe 42012;
- Porca de manobra: latão fundido;
- Junta do corpo: borracha natural ASTM D2000;

Os materiais relacionados acima servem como referência do padrão de qualidade que será exigido.

#### 7.8.1.2 - Inspeção e Testes

A inspeção por parte da FISCALIZAÇÃO independe da verificação executada pelo controle de qualidade do FORNECEDOR e terá por finalidade a boa qualidade do equipamento, confrontação com as especificações, tolerâncias dimensionais e outros requisitos de qualidade exigíveis para o seu funcionamento adequado. Se durante a execução dos testes, qualquer unidade não atender aos requisitos especificados e propostos, deverá o fabricante executar as necessárias modificações e os testes deverão ser repetidos até que o equipamento apresente desempenho satisfatório, sem qualquer ônus adicional para a FISCALIZAÇÃO.

A FISCALIZAÇÃO se reserva o direito de designar representantes para vistoriar as instalações do fabricante e acompanhar a fabricação dos equipamentos (inclusive os terceiros).

A aceitação final do equipamento ficará condicionada ao desempenho do mesmo nos diversos testes e inspeções a que será submetido.

Os testes deverão ser efetuados a expensas do fornecedor, que utilizará pessoal, equipamentos e instrumentos de sua inteira responsabilidade não cabendo à FISCALIZAÇÃO nenhum ônus decorrente dos mesmos.

#### 7.8.2 - VÁLVULAS TIPO BORBOLETA

As válvulas tipo borboleta deverão ser construídas conforme especificações da Norma AWWA C-504, corpo curto flangeado. As demais características abaixo apresentadas prestam-se como parâmetros orientativos para fabricação do equipamento:

- Diâmetro Nominal: conforme especificado na planilha;
- Tipo: corpo curto flangeado;
- Corpo, flanges e volante confeccionados em aço NBR 6916 classe 42012;
- Sede de vedação: aço inoxidável AISI 304;

- Buchas: teflon ou bronze;
- Anéis de vedação: bronze ASTM B62;
- Junta de Vedação: borracha sintética tipo BUNA-N;
- Norma construtiva: AWWA C-504;
- Classe de pressão: 150 lb;
- Acionamento: mecânico, c/ redutor de engrenagens e indicador de abertura, acionado por volante de manobras;
- Fixação: por parafusos e porcas galvanizadas;
- Pintura: epoxídica, na cor padrão do fabricante.

Os flanges das válvulas borboletas poderão apresentar gabarito de furação conforme Norma ISO 2531 (equivalente a ABNT 7675), para a classe de pressão PN-10;

No caso de ser impossível ao FORNECEDOR atender a certos detalhes destas especificações, deverá o mesmo descrever complementemente os aspectos que estão em desacordo, justificando e atestando a qualidade e garantia do material ou processo de manufatura apresentado, para aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os requisitos mínimos a serem obedecidos na fabricação das válvulas borboletas são aqueles estabelecidos na Norma AWWA-504 - "AWWA STANDARD FOR SEATED BUTTERFLY VALVES". Critérios construtivos divergentes deverão ser justificados tecnicamente, devendo, entretanto, o equipamento a ser fornecido atender às condições mínimas das normas citadas anteriormente.

### 7.8.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição das válvulas será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme dimensões do projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para cada válvula, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 7.9 - JUNTA DRESSER

### 7.9.1 - ESTRUTURA

A estrutura composta por anel e contra-flange de aperto será fabricada em Aço carbono ASTM A36.

### 7.9.2 - DIÂMETROS

Os diâmetros da junta será de acordo com o especificado nas Planilhas do Orçamento e desenhos.

### 7.9.3 - PADRÃO CONSTRUTIVO

O padrão construtivo será Tipo 38.

### 7.9.4 - TIPO DE VEDAÇÃO

A vedação será feita com borracha preta trapezoidal tipo EPDM ou SBR 60/70 Shore A.

### 7.9.5 - TIRANTES E PORCAS DE FIXAÇÃO

Os tirantes e as porcas serão de Aço SAE 1020, com galvanização eletrolítica.

### 7.9.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição da Junta Dresser será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme dimensões do projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para a Junta Dresser, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 7.10 - VÁLVULA DISPERSORA

A Válvula Dispersora tipo Howell Bunger será constituída essencialmente de três partes: corpo, camisa móvel (obturador) e mecanismo de operação.

O Corpo consiste de em um cilindro fabricado em aço carbono ASTM A36, usinado, com flange no extremo montante (o qual será fixado ao flange da tubulação por meio de parafusos, porcas e/ou tirantes de fixação), um cone de dispersão na extremidade à jusante e nervuras radiais internas, soldadas manualmente com eletrodos revestidos. As nervuras se estendem a partir da entrada da válvula até o cone dissipador, servindo de guia para a camisa móvel. As faces de deslizamento da guia do corpo são revestidas em aço inoxidável.

O corpo obturador móvel é fabricado em aço carbono ASTM A36, usinado, e desliza-se para a montante, sobre a superfície de guia do corpo, para proceder a abertura da válvula e desliza-se para a jusante, para proceder o fechamento da mesma. A superfície de deslizamento do corpo e da camisa móvel tem superfície de acabamento usinada de tal forma que haja um deslocamento suave e contínuo do conjunto

#### 7.10.1 - PREPARO DE SUPERFÍCIE

Todas as peças a serem revestidas serão submetidas a jateamento tipo “ao metal branco”, conforme especificações estabelecidas pela Norma Sueca SIS 05.5900-1967, com padrão visual de acabamento tipo Sa 3.

#### 7.10.2 - REVESTIMENTO

O revestimento da válvula dispersora será feito da seguinte forma:

- a) Primer: à base de epóxi bi-componente pigmentado com fosfato de zinco (Petrobrás N-2630);
- b) Revestimento Final: Coal Tar Epóxi bi-componente, definido pela Norma AWWA C-210 (opção: Petrobrás N-1761 ou N-1265), para peças cujas superfícies foram jateadas.

Obs: peças em aço inoxidável, latão, bronze ou tecnil não serão revestidas.

#### 7.10.3 - FLANGE DE ACOPLAMENTO À TUBULAÇÃO

O flange acoplado a tubulação será construído em aço ASTM A36, terá padrão construtivo e gabarito de furação conforme a Norma ISO 2531, classe PN-10 ou ABNT NBR 7675.

#### 7.10.4 - VEDAÇÃO

A vedação será feita da seguinte forma:

- a) Para o cone de dissipação: borracha tipo SBR 70, perfil redondo, conforme Norma ISO 1629;
- b) Para o flange de acoplamento: Elastômero tipo O'Ring Ø 10 mm.

#### 7.10.5 - PARAFUSOS E PORCAS

- a) Aço carbono: classes 5.6 e 8.8
- b) Aço inoxidável: 304/410/420
- c) Aço galvanizado: ASTM A307, série hexagonal pesada.

#### 7.10.6 - SISTEMA ELETRO-HIDRÁULICO

O sistema será acionado através de alavanca a qual comanda uma válvula direcional, apresentando as seguintes posições: ABERTO, FECHADO e NEUTRO

Os componentes principais do sistema são:

- Motor elétrico de indução, trifásico, potência mínima de 1,5 cv, baixa rotação, 60 Hz, proteção IP- 54;
- Quadro de comando elétrico com painel de Partida Direta, com botoeira Liga/Desliga, e caixa de montagem em chapa de aço revestida com pintura eletrostática a pó, na cor cinza, borracha de vedação na porta e abertura para entrada de cabos elétricos;
- Unidade oleodinâmica composta por bomba, reservatório, válvulas reguladoras para vazão e alívio, filtro, cilindros, mangueiras, conexões, suportes e acessórios de fixação e montagem. A unidade é acionada por motor elétrico. Para os casos de falta de energia elétrica ou pane no motor elétrico, existe um sistema auxiliar de emergência, operado manualmente.

Esse sistema é acionado por alavanca, a qual atua em uma bomba hidráulica, que funciona por meio de movimentos alternativos.

#### 7.10.7 - INDICADOR DE ABERTURA

O indicador de abertura da válvula dispersora será vertical, tipo coluna, com indicação analógica por ponteiro e visor graduado.

#### 7.10.8 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição da Válvula Dispersora será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme dimensões e especificações do projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para Fornecimento, montagem e testes, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

### 7.11 - TALHA OU MONOVIA

#### 7.11.1 - ESTRUTURA

A estrutura da monovia será confeccionada basicamente em perfil tipo viga I 12” – 1a alma, ou equivalente em capacidade, de aço carbono. A capacidade mínima para elevação será de 5 (cinco) toneladas.

#### 7.11.2 - PREPARO DE SUPERFÍCIE

O preparo da superfície será feito com jateamento abrasivo tipo “ao metal quase branco”, definido pela Norma Sueca SIS 05.5900-1967, com padrão visual de acabamento tipo Sa 3.

#### 7.11.3 - SOLDAGEM DOS COMPONENTES

Para a soldagem dos componentes e peças da monovia serão utilizados eletrodos revestidos segundo a Norma ASME SFA5.1, classe AWS E 6010

#### 7.11.4 - REVESTIMENTO:

O revestimento será constituído por tinta primária em base epoxy pigmentada com fosfato de zinco, conforme descrição da Norma Petrobrás N-2630, com posterior acabamento em esmalte modificado com fenol conforme especificações constantes da Norma Petrobrás N2492, na cor “Amarelo Segurança” padrão Petrobrás.

#### 7.11.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição da Talha ou Monovia será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme dimensões do projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para a Talha ou Monovia, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 7.12 - GRADE DE PROTEÇÃO DE MONTANTE

Será constituída por dois módulos removíveis confeccionados a partir de barras chatas em aço carbono, soldadas entre si por eletrodos revestidos Norma ASME SFA5.1, classe AWS E6010. Serão encaixados em ranhuras abertas na caixa em concreto, permitindo-se a fácil remoção destas. As medidas nominais externas e malha para cada módulo são definidas em projeto.

Todo o conjunto deverá ser submetido ao preparo de superfície por jateamento abrasivo padrão visual Sa 2½”, conforme descrição da Norma Sueca SIS 05.5900-1967.

O revestimento será constituído por uma camada de coal tar epoxy especificado pela Norma AWWA C-210, com espessura de película seca mínima de 400 m.

##### 7.12.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição da Grade de Proteção de dimensões 3,0 x 3,0m será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme dimensões do projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para grade, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 8 – EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

---

## **8 - EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

### **8.1 - GENERALIDADES**

Esta ESPECIFICAÇÃO estabelece as condições a que deve satisfazer o fornecimento de Materiais e Equipamentos Elétricos para a Casa de Comando e Sala de Manobras da Barragem Frecheirinha localizada no Município de Frecheirinha-CE.

### **8.2 - TRANSFORMADOR DE FORÇA**

Esta Especificação Técnica estabelece critérios e exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de transformadores para linhas aéreas de distribuição de média tensão até classe de tensão de 36,2 kV, para instalações em postes.

Esta norma tem origem na ABNT NBR 5440:2014 - Transformadores para Redes Aéreas de Distribuição - Requisitos.

O Transformador de Força a ser instalado para as demandas elétricas da Casa de Comando e Sala de Manobras, segundo o projeto, terá potência de 45 kV deve ser fornecido com características e ensaios de acordo com as normas da ABNT, exceto quando aqui especificados de outras formas, prevalecendo sempre os termos destas Especificações Técnicas.

#### **8.2.1 - LEGISLAÇÃO E NORMAS**

Na aplicação desta especificação é necessário consultar as normas e/ou documentos abaixo, na sua última versão.

##### **8.2.1.1 - Legislação**

Portaria Interministerial nº 104 de 22/03/2013 do Ministério de Minas e Energia  
Portaria nº 378 de 28/09/2010 do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial).

Portaria Interministerial nº 398 de 10/10/2017 do Ministério de Minas.

### 8.2.1.2 - Normas

As normas a seguir mencionadas serão a base destas Especificações Técnicas, mas sem excluir outras, desde que assegurem qualidade igual ou superior a essas.

- ABNT NBR 5034 - Buchas para tensões alternadas superiores a 1 kV - Especificação;
- ABNT NBR 5356-1 - Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades;
- ABNT NBR 5356-2 - Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento;
- ABNT NBR 5356-3 - Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de Isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- ABNT NBR 5356-4 - Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- ABNT NBR 5356-5 - Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos;
- ABNT NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência;
- ABNT NBR 5437 - Bucha para transformadores sem conservador de óleo, tensão nominal 1,3 kV, 160A, 400A e 800A – Dimensões;
- ABNT NBR 5458 - Transformadores de potência – Terminologia;
- ABNT NBR 5590 - Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados – Especificação;
- ABNT NBR 5915/1 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Requisitos;
- ABNT NBR 5915/2 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 2: Aços para Estampagem;

- ABNT NBR 5915/3 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 3: Aços isotrópicos e aços estruturais de extra Baixo carbono;
- ABNT NBR 5915/4 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 4: Aços endurecíveis em estufa;
- ABNT NBR 5915/5 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 5: Aços refosforados;
- ABNT NBR 5915/6 - Chapas e bobinas de aço laminadas a frio - Parte 1: Aços microligados;
- ABNT NBR 6234 - Método de ensaio para determinação de tensão interfacial de óleo água;
- ABNT NBR 6323 - Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação;
- ABNT NBR 6529 - Vernizes utilizados para isolamento elétrica – Ensaio;
- ABNT NBR 6649 - Chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural;
- ABNT NBR 6650 - Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural;
- ABNT NBR 6869 - Líquidos isolantes elétricos – Determinação da rigidez dielétrica (eletrodos de disco);
- ABNT NBR 7277 - Transformadores e reatores – Determinação do nível de ruído;
- ABNT NBR 8094 - Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição a nevoa salina;
- ABNT NBR 9119 - Produtos laminados planos de aço para fins elétricos de grão orientado;
- ABNT NBR 10025 - Elastômero vulcanizado – Ensaio de deformação permanente à compressão;

- ABNT NBR 10443 - Tintas e vernizes – Determinação da espessura de película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio;
- ABNT NBR 10710 - Líquido isolante elétrico – Determinação do teor de água;
- ABNT NBR 11003 - Tintas – Determinação da aderência;
- ABNT NBR 11341 - Derivados de petróleo – Determinação dos pontos de fulgor e de combustível em vaso aberto Cleveland;
- ABNT NBR 11407 - Elastômero vulcanizado – Determinação das alterações das propriedades físicas, por efeito de imersão em líquidos – Método de ensaio;
- ABNT NBR 11888 - Bobinas finas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e de aço de baixa liga e alta resistência - Requisitos gerais;
- ABNT NBR 12133 - Líquidos isolantes elétricos – Determinação do fator de perdas dielétricas e da permissividade relativa (constante dielétrica – Método de Ensaio);
- ABNT NBR 13182 - Líquidos isolantes elétricos – Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB);
- ABNT NBR 14724 - Equipamento elétrico – Determinação da compatibilidade de materiais empregados com óleo mineral isolante;
- ABNT NBR 14248 - Produtos de petróleo – Determinação do número de acidez e de basicidade – Método do indicador;
- ABNT NBR 15121 - Isolador para alta tensão – Ensaio de medição da radio-interferência;
- ABNT NBR 15422 - Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- ABNT NBR IEC60811-4-1 - Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 4 – Capítulo 1;

- ABNT NBR ISO 724 - Rosca métrica ISSO de uso geral – Dimensões básicas;
- ABNT NBR IEC60085 - Isolação elétrica - Avaliação e designação térmicas
- ABNT NBR IEC60156 - Líquidos isolantes – Determinação da rigidez dielétrica à frequência industrial – Método de ensaio.

#### 8.2.2 - CONDIÇÕES DE SERVIÇOS

Os TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA abrangidos por esta Especificação Técnica devem ser fabricados e projetados para as seguintes condições climáticas da região:

- Altitude máxima até 200 m;
- Temperatura mínima anual 20°C;
- Temperatura média diária 30°C;
- Temperatura máxima diária 40°C;
- Umidade relativa média anual 68%;
- Velocidade máxima do vento 30 m/s.

#### 8.2.3 - CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA

- Estrela com neutro solidamente aterrado;
- Classe de tensão 45,0 kV;
- Tensão nominal 13,80 kV;
- Tensão máxima de operação 45,0 kV;
- Frequência 60 Hz.

#### 8.2.4 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO TRANSFORMADOR

O transformador será à óleo, com potência nominal de 45kVA, tensão nominal primária de 13.800V, fechamento em delta, tensão nominal secundária em baixa tensão 380Vff/220Vfn, fechamento em estrela aterrado, impedância nominal percentual de 3,5% na tensão 13.800V para 45kVA, com derivações

13.800/13.200/12.600/12.000/11.400V, nível de isolamento 25kV – NBI 110kV, buchas de MT de 25 kV, frequência 60Hz, conforme norma ABNT-NBR 05356.

#### 8.2.4.1 - Valores Nominais

- Potência nominal 45 kVA;
- Tensão nominal primária 13,80 kV;
- Tensão nominal secundária 380/220 V;
- Nível de Isolamento 25 kV – NBI 110 kV
- Tensão máxima de rádio interferência (TRI 250  $\mu$ V);
- Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto (valor eficaz 34 kV);
- Derivações primárias 13.800 – 13.200 – 12.600 – 12.000 – 11.400V;
- Frequência nominal 60 Hz;
- Polaridade Subtrativa;
- Nível médio de ruído 58 dB;
- Ligação Delta primário e estrela secundária;
- Buchas 25 kV;
- Número de fases 3 Fases;
- Cabos de Cobre na Saída 3xF de 25mm<sup>2</sup>;
- Ligação Dyn1;
- Grau de Proteção IP-65
- Suportes para fixação em poste e para-raios
- Possuir Visor de Nível de Óleo.

#### 8.2.4.2 - Perdas, Corrente de Excitação e Impedância

- Perdas em vazio (valor máximo) 220 W;
- Perdas Totais (valor máximo) 1.000 W;
- Corrente de excitação (valor máximo) 2,5%;
- Impedância percentual referida a 75°C, a 13.800 V 3,5%;

#### 8.2.5 - TANQUE DE ÓLEO

O tanque deve ser fechado, sem respirador, com a tampa fixada por meio de dispositivos adequados e imperdíveis, oferecendo estanqueidade de acordo com a

NBR-5356. A espessura da chapa de aço do tanque deve estar de acordo com a Tabela 9, Anexo I, da NBR-5440.

#### 8.2.6 - ABERTURA PARA INSPEÇÃO

Deve haver abertura para inspeção, localizada na tampa do Transformador, no formato circular com diâmetro de 120 mm  $\pm$  2%, de modo que permita a verificação do nível do óleo isolante e a comutação do Transformador.

#### 8.2.7 - RADIADORES

Devem obedecer à NBR-5440.

#### 8.2.8 - BUCHAS

As buchas devem ser de porcelana vitrificada, de acordo com as especificações técnicas contidas neste documento.

As buchas terminais de média tensão devem ser montadas sobre a tampa, provida de ressalto para evitar a acumulação de água. As buchas terminais de baixa tensão devem ser montadas na parede lateral do tanque, no mesmo lado dos suportes para a fixação em poste.

Os terminais de média e baixa tensão devem receber uma marcação externa indelével, junto às respectivas buchas. A marcação deve ser pintada com tinta vermelha ou preta à base de resina sintética.

#### 8.2.9 - CONECTORES TERMINAIS

Os conectores terminais de média e baixa tensão adaptáveis às buchas devem ser estanhados, de modo a permitir o uso de condutores de cobre ou alumínio.

#### 8.2.10 - LIGAÇÕES

As ligações dos enrolamentos às buchas de média tensão e das derivações ao comutador devem ser feitas com condutores de cobre flexível, isolados com material que não contamine o óleo isolante nem seja por este afetado.

As ligações dos enrolamentos às buchas de baixa tensão devem ser feitas com condutor de cobre, isolados com material que não contamine o óleo isolante nem seja por este afetado, e terminal com conjunto de lâminas de cobre flexível.

Só é permitida a utilização de material à base de papel, para isolar as ligações.

#### 8.2.11 - NÚCLEO

O núcleo deve ser do tipo envolvido (empilhado), de formato retangular, montagem plana, com chapas siliciosas, isoladas entre si, prensado por estrutura capaz de oferecer o máximo de solidez mecânica.

#### 8.2.12 - ENROLAMENTOS

Os enrolamentos devem ser de cobre eletrolítico.

Os enrolamentos de média tensão do Transformador devem ser constituídos de bobinas em número de três, dispostas em forma de panqueca.

Quando este isolamento for de verniz sintético e os condutores em formato retangular, deve ser previsto no projeto espaçamento suficiente para permitir sua reisolação, com uma dupla camada de papel isolante, quando rebobinado.

#### 8.2.13 - SISTEMA DE COMUTAÇÃO DE TENSÃO SEM CARGA

O ajuste da tensão primária deve ser obtido por meio de comutador de derivações, rotativo ou deslizante, com comando único interno.

O sistema de comutação interno deve apresentar uma inclinação de 20° a 30° quando for rotativo e paralelo em relação ao plano horizontal quando for deslizante e ser voltado para o lado dos terminais de baixa tensão, em posição facilmente acessível pela abertura para inspeção.

O sistema de comutação interno deve apresentar as seguintes características:

- Posições de comutação: 3;
- Cada posição do comutador deve ter o seu número gravado em baixo relevo e pintado com tinta indelével branca;
- Corrente nominal: 40 A;
- Número de fases: 3 fases.

#### 8.2.14 - INDICADOR DE NÍVEL DE ÓLEO

No Transformador a indicação do nível de óleo deve ser pintado com tinta sintética branca indelével, localizada na parede interna do tanque, de maneira tal que

seja bem visível através da abertura para inspeção indicando corretamente o nível do óleo isolante à temperatura de 25°C.

#### 8.2.15 - DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO

O Transformador deve possuir dois conectores, localizados um em cada lado do suporte de fixação ao poste.

O parafuso de cabeça sextavada, a porca sextavada e a arruela lisa, devem ser confeccionados em liga de cobre, e as arruelas de pressão, em bronze fosforoso.

#### 8.2.16 - ORELHAS DE SUSPENSÃO

Devem ser em número de duas, possuindo resistência, dimensões e formato adequados para içamento e locomoção segura do Transformador, sem que ocorram danos em qualquer de seus componentes. As orelhas de suspensão devem ser isentas de rebarbas.

#### 8.2.17 - JUNTAS DE VEDAÇÃO

Devem ser de elastômeros à prova de líquidos isolante à temperatura de 105°C, resistentes à ação de umidade e raio solares.

Devem ser, preferencialmente, sem emendas, admitindo-se, porém, no máximo, uma emenda por processo adequado.

#### 8.2.18 - FERRAGENS

Os flanges e parafusos devem ser zincados por imersão a quente, conforme a norma NBR-6323.

#### 8.2.19 - PINTURA

Antes de aplicar a pintura interna logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas e a superfície preparada por processo adequado, após de ser aplicado tinta de fundo antiferruginoso que não afete e nem seja afetado pelo óleo mineral isolante (primer bicomponente epóxi poliamina), com espessura mínima (seca) de 30 µm.

#### 8.2.20 - PINTURA EXTERNA

Inicialmente, a superfície externa, deve ser jateada ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 ½ da forma SIS 05.5900.

Após, deve ser aplicado antiferruginoso com espessura mínima seca de 60 µm (primer bicomponente epóxi poliamina) e como acabamento deve ser aplicada tinta compatível com o primer utilizado (poliuretano alifático), na cor cinza-claro, notação Munsell N 6,5, com espessura mínima seca de 60 µm.

#### 8.2.21 - PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

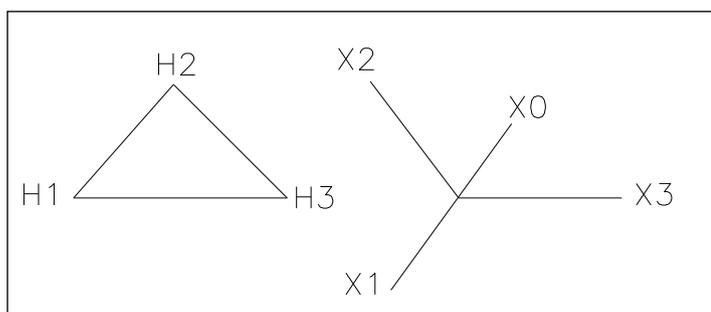
O Transformador deve possuir placa de identificação, conforme NBR-5440.

#### 8.2.22 - DIAGRAMA FASORIAL E DESLOCAMENTO ANGULAR DO TRANSFORMADOR

Os enrolamentos primários deverão ser ligados em triângulo e os secundários em estrela aterrada, sendo o deslocamento angular entre eles de 30°, com as fases de baixa tensão adiantadas em relação às correspondentes de alta tensão.

O diagrama de ligações deverá estar de acordo com a **Figura 8.1** que é orientativa, com exceção feita à numeração das derivações e terminais.

**Figura 8.1 - Diagrama de Ligações**



#### 8.2.23 - DERIVAÇÕES

O Transformador deve ser provido de derivações de média tensão, devendo a potência nominal manter-se constante em todas elas.

#### 8.2.24 - MATERIAIS ISOLANTES

Os materiais isolantes do Transformador devem ser da classe A (no mínimo 105°C).

#### 8.2.25 - ÓLEO

O óleo mineral isolante a ser utilizado no Transformador deve atender ao dispositivo na Resolução CNP-6-72, norma CNP-16, Regulamento Técnico CNP-06-Res. I, todos do Conselho Nacional do Petróleo, Ministério das Minas e Energia.

A identificação do óleo parafínico deve ser feita na placa de identificação do Transformador.

#### 8.2.26 - ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA

A elevação de temperatura, considerando a temperatura de referência de 40°C, não deve ser superior a 55°C para enrolamentos (método da variação da resistência), e 50°C para o óleo isolante (medida na superfície do óleo).

#### 8.2.27 - ESTANQUEIDADE E RESISTÊNCIA À PRESSÃO

O Transformador deve suportar uma pressão manométrica de 0,07 MPa, durante o tempo de uma hora.

#### 8.2.28 - GARANTIA

O Transformador deverá ter garantia de 24 meses a partir da data de entrega no local da obra e de 18 meses após a entrada em operação, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material ou fabricação. A diferença entre as datas de fabricação e de entrega não deve ser superior a três meses.

Em caso de devolução do Transformador para reparo ou substituição, dentro do período de garantia, todos os custos de material e transporte, bem como para a retirada de peças com deficiência, para a inspeção, para a entrega e para a instalação do Transformador, serão de responsabilidade exclusiva do FORNECEDOR/EMPREENHEIRA. Se o motivo da devolução for mau o funcionamento devido à deficiência de projeto, os custos serão de responsabilidade do FORNECEDOR/EMPREENHEIRA independentemente do prazo de garantia estar ou não vencido.

Em caso de substituição ou reparo em qualquer componente ou acessório de unidades do Transformador, dentro do prazo de garantia, a extensão da garantia do equipamento deverá ser considerada de no mínimo por mais 12 meses contados a

partir da nova entrada em operação e a garantia do equipamento deverá ser estendida por um período igual ao da indisponibilidade verificada.

#### 8.2.29 - ACONDICIONAMENTO

O Transformador de 45 kVA deve receber ordem de embarque somente depois de vistoriado, com o nível correto do óleo isolante, com ligação na derivação de maior tensão e pronto para operação.

O acondicionamento do Transformador deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro, desde a saída da fábrica até a sua chegada no local de entrega e que o protejam também contra impactos acidentais durante as operações de carga e descarga.

As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar:

- Uso de empilhadeiras;
- Uso de pontes rolantes sendo que, nesse caso, a embalagem deve permitir a carga e a descarga através de alças de suspensão localizadas no tanque do Transformador, evitando possíveis esforços e danos às buchas e aos terminais.

Caso seja utilizada embalagem de madeira, esta deve ter qualidade no mínimo igual à do pinho de segunda, com espessura mínima de 25 mm.

#### 8.2.30 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição do Transformador de 45 kVA será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme Especificações Técnicas do projeto e contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para a Transformador de 45 kVA, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, montagem e execução dos serviços.

## 8.3 - PARA-RAIOS

### 8.3.1 - NORMAS

Os Para-raios devem ter características e ensaios de acordo com as normas da ABNT, exceto quando aqui especificados de outras formas, prevalecendo sempre os termos destas Especificações Técnicas.

Para os itens não abrangidos pelas normas ABNT, e por estas Especificações Técnicas, o FORNECEDOR/EMPREENHEIRO pode adotar as normas ANSI, quando na falta das normas listadas, devendo ser indicadas explicitamente na Proposta de Fornecimento as que são utilizadas.

- NBR 5287 – Para-raios de resistor não linear a carboneto de silício para circuitos de potência de corrente alternada.
- NBR 5309 – Para-raios de resistor não-linear para sistemas de potência – Método de ensaio.
- NBR 5389 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Método de ensaio.
- NBR 5424 – Guia para aplicação de pára-raios de resistor variável em sistemas de corrente alternada – Procedimento.
- NBR 5425 – Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação da qualidade – Procedimento.
- NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimentos.
- NBR 5470 – Eletrotécnica e eletrônica – pára-raios – Terminologia
- NBR 6323 – Aço ou ferro fundido – Revestimento e Zinco por imersão a quente.
- NBR 6936 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Procedimento.
- NBR 6937 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão – Dispositivos de medição – Procedimento.

- NBR 6938 – Técnica de ensaios elétricos de alta tensão – Guia de aplicação para dispositivos de medição – Procedimento.
- NBR 6939 – Coordenação de isolamento – Procedimento.
- NBR 8841 – Coordenação de isolamento faz-fase.
- NBR 7398 – Produto de aço ou ferro fundido – Verificação
- NBR 7399 – Produto de aço ou ferro fundido – Verificação do revestimento de zinco – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio.
- NBR 7876 – Medição de radio interferência na faixa de 0,15 a 30 MHz em linhas e equipamentos de alta tensão – Método de ensaio.
- IEC 99-4/1991 – Método de ensaio

### 8.3.2 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

O Para-raios 15 kV deve ser projetado, fabricado e ensaiado de acordo com a Norma IEC 99-4/1991, prevalecendo, contudo, os requisitos estabelecidos nesta ESPECIFICAÇÃO.

O Para-raios 15 kV deve ser de óxido de zinco (ZnO), monopolar, auto-suportante e sem qualquer centelhador (without gapes).

Todas as unidades do mesmo item de fornecimento devem ter o mesmo projeto e serem essencialmente iguais, com todas as peças correspondentes intercambiáveis.

A construção do Para-raios 15 kV deve ser tal que praticamente não existam espaços internos.

### 8.3.3 - CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

- Classe: Estação;
- Tensão Suportável Isolamento: 110 kV;
- Tensão nominal: 15 kV;
- Corrente de descarga nominal: 10 kA;

- Máxima tensão de operação contínua: superior a 9,6 kV;
- Tensão máxima residual 8/20  $\mu$ s a 10 kA: 43,2 kV;
- Tensão máxima residual 1  $\mu$ s a 10 kA: 48 kV;
- Tensão máxima residual 30/60  $\mu$ s a 1 kA: 34,8 kV;
- Capacidade de alívio de pressão: 40 kA;
- Capacidade suportável 4/10  $\mu$ s: 100 kA;
- Distância de escoamento: 465 mm;
- Classe de descarga (Norma IEC 60099-4): igual ou superior a 3;
- Energia dissipada mínima: 5 kJ/kW.

#### 8.3.4 - INVÓLUCRO

O invólucro dos Para-raios 15 kV deve ser de material polimérico, em borracha á base de silicone, adequado para uso em zonas poluídas ou porcelana conforme especificado na AFM – Autorização para Fornecimento de Material.

O FABRICANTE/EMPREENHEIRO deveM comprovar, através de ensaios, a resistência do material polimérico à proliferação de fungos, bem como o atendimento aos demais requisitos destas Especificações Técnicas.

O invólucro do Para-raios 15 kV deve apresentar as seguintes características:

- Deve ser de material polimérico não higroscópico;
- Deve ser adequado para uso em áreas poluídas, principalmente salina de pouca chuva e alta temperatura média anual;
- Deve ser perfeitamente vedado, de modo que não permita a penetração de umidade nas condições de operação e conseqüentemente a não altere as características elétricas dos seus elementos internos por entrada de umidade;
- Deve ser resistente a trilhamento elétrico.

### 8.3.5 - VEDAÇÃO

Os Para-raios 15 kV devem ter sistema de vedação adequado, que impeça a penetração de umidade em seu interior. Esta vedação deve ser comprovada através de ensaio de estanqueidade.

O FORNECEDOR/EMPREITEIRO deve indicar o tipo de vedação, com todos os detalhes de construção a que foi submetido os Para-raios 15 KV, e mostrar as experiências comprovadas em locais de clima tropical úmido.

### 8.3.6 - ACESSÓRIOS

Os Para-raios 15 kV, classe estação, para sistema de 13,8 kV deve ser projetado e fornecido com as seguintes características e acessórios:

- Dispositivo de segurança de sobre-pressão interna para eliminar os gases produzidos durante a descarga;
- Terminal de linha, tipo barra chata com 2 furos padrão NEMA 2;
- Conector de linha;
- Conector de aterramento;
- Base de fixação e base isolante.

O PARA-RAIOS 15 kV deve ser projetado e fornecido com todos os acessórios especificados a seguir:

- Braço de montagem;
- Suporte tipo L para fixação à estrutura suporte;
- Terminais de linha e aterramento do tipo pino roscado M12 x 1,5;
- Conectores para o terminal de linha e para o terminal de terra.

Os terminais de linha e aterramento e os terminais do desligador automático devem ser de bronze fosforoso e estanhado a quente por imersão em banho de estanho comercialmente puro, conforme NBR 5370.

O desligador automático deve ser projetado como parte integrante ou como componente acoplável ao PARA-RAIOS 15 kV.

### 8.3.7 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos Para-raios será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme Especificações Técnicas do projeto e contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para os Para-raios, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, montagem e execução dos serviços.

### 8.4 - CABOS DE COBRE ISOLADOS

Os CABOS DE COBRE ISOLADOS 0,6/1,0 KV devem ser fornecidos com as seguintes características técnicas do Condutor:

- Seção Nominal: 25mm<sup>2</sup>;
- Condutor: cobre com encordoamento Classe 2;
- Isolação: 0,6/1 kV;
- Isolação: composto termofixo à base de borracha etileno propileno (EPR) para temperatura normal de operação de 900C;
- Cobertura: composto termoplástico de polietileno na cor preta.

#### 8.4.1 - NORMAS

Os CABOS DE COBRE ISOLADOS 0,6/1,0 KV devem ter projeto, características e ensaios de acordo com as normas da ABNT, exceto quando aqui especificados de outras formas, prevalecendo sempre os termos desta ESPECIFICAÇÃO. As normas a seguir mencionadas não excluem outras, desde que assegurem qualidade igual ou superior.

- ABNT – NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimentos;
- ABNT – NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia;
- ABNT – NBR 5471 – Condutores elétricos – Terminologia;

- ABNT – NBR 6236 – Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos – Especificação;
- ABNT – NBR 6238 – Fios e cabos elétricos – Envelhecimento térmico acelerado – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 6239 – Fio e cabos elétricos – deformação a quente – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 6241 – Materiais isolantes e coberturas protetoras extrudadas para fios e cabos elétricos – ensaio de tração à ruptura – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 6246 – Fios e cabos elétricos – dobramento a frio – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 6653 – Fitas de aço para embalagem – Especificação;
- ABNT – NBR 6810 – Fios e cabos elétricos – Tração à ruptura em componentes metálicos – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 6814 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 7040 – Fios e cabos elétricos – Absorção de água – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 7042 – Fios e cabos elétricos – ensaio de retração ao calor – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 7104 – Fios e cabos elétricos – Determinação do teor de negro de fumo e conteúdo de componente mineral em polietileno – Método de ensaio;
- ABNT – NBR 7272 – Condutor elétrico de alumínio – Ruptura e característica dimensional – método de ensaio;
- ABNT – NBR 7291 – Fios e cabos elétricos – resistência à fissuração – Método de ensaio;

- ABNT – NBR 7292 – Fios e cabos elétricos – ensaio de resistividade volumétrica – Método de ensaio.

#### 8.4.2 - CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SISTEMA

Sistema de Baixa Tensão em 380 V entre fase em estrela com o ponto neutro aterrado e 220 V entre fase e neutro. Frequência em 60 Hz.

#### 8.4.3 - CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

##### 8.4.3.1 - Condições Básicas de Fornecimento

Os fios de cobre do condutor devem ter diâmetro uniforme e acabamento industrial isentos de fissuras, escamas, rebarbas aspereza, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do produto.

A isolação deve ser na cor natural, homogênea, contínua e concêntrica.

A cobertura deve ser na cor preta, homogênea, concêntrica, contínua e apresentar superfície lisa, isenta de trincas, porosidade e materiais estranhos ou contaminantes.

##### 8.4.3.2 - Especificações Básicas

- Condutor de cobre eletrolítico de 97,66% a 200C;
- A camada isolante deve ser constituída por um composto termofixo extrudado de borracha etileno-propileno (EPR) para cabos 0,6/1 kV;
- A cobertura deve ser constituída por um composto termoplástico extrudado, de polietileno (PE) na cor preta, adequado para temperaturas de 900C, no condutor em regime permanente.

#### 8.4.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos Cabos EPR 0,6/1 kV será feita por metro (m) fornecido, instalado e testado, conforme Especificações Técnicas do projeto.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para os Cabos EPR0,6/1 kV, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, instalação e execução dos serviços.

## 8.5 - QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO - QGBT

O Quadro Geral de Baixa Tensão - QGBT deverão ter projeto, características e ensaios de acordo com as normas da ABNT, exceto quando aqui especificados de outra forma, prevalecendo sempre os termos destas Especificações Técnicas.

### 8.5.1 - NORMAS

O QGBT/ALF abrangido por estas Especificações Técnicas atende as normas relacionadas abaixo nas suas publicações mais recentes.

- ANSI C37.2 – Manual and Automatic Station Control Supervisory, and Associated Telemetering Equipaments;
- ANSI C37.13 – Low Voltage AC Power Circuit Breakers Used in Enclosures;
- ANSI C37.14 – Low Voltage Direct Current Power Circuit Breakers and Anode Circuit Breakers;
- ANSI C37.16 – Preferred Ratings, Related Requirements, and Application Recommendations for Low Voltage Power Circuit Breakers and AC Power Circuit Protectors;
- ANSI C37.20 – Switchgear Assemblies, Including Metal Enclosed Bus;
- ANSI C37.13 – Low Voltage AC Power Circuit Breakers Used in Enclosures;
- ANSI C37.14 – Low Voltage Direct Current Power Circuit Breakers and Anode Circuit Breakers;
- ANSI C37.16 – Preferred Ratings, Related Requirements, and Application Recommendations for Low Voltage Power Circuit Breakers and AC Power Circuit Protectors;
- ANSI C37.20 – Switchgear Assemblies, Including Metal Enclosed Bus;

- ANSI C37.90 – Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus;
- ANSI C37.100 – Definitions for Power Switchgear;
- ANSI C39.1 – Requirements for Electrical Indicating Instruments;
- ASTM-A-123 – Specification for Zinc (Hot-Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Shapes, Plates, Bars and Strips;
- ASTM-A-153 – Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware;
- AWS – Standard Qualification Procedure for Welding;
- NEMA SG5 – Power Switchgear Assemblies;
- IPCEA – Insulated Power Cable;
- ABNT-NBR-7829 – Cabos de Controle com Isolação Sólida Extrudada com Polietileno (PE) ou Cloreto de Polivinila (PVC) para tensões até 1 kV;
- ABNT-NBR-7290 – Cabos de Controle com Isolação Sólida Extrudada com Polietileno Reticulado (XLPE) ou Borracha Etileno-Propileno (EPR) para tensões até 1 kV;
- ABNT-NBR-5175 – Código Numérico das Funções dos Dispositivos de Manobra, Controle e Proteção de Sistemas de Potência – Simbologia;
- ABNT-NBR-6323 – Revestimento de Zinco por Imersão a Quente – Especificação;
- ABNT-NBR-7397 – Verificação de Revestimento de Zinco – Determinação da Massa por Unidade de Área – Método de Ensaio;
- ABNT-NBR-7398 – Revestimento de Zinco – Verificação da Aderência – Método de Ensaio;

- ABNT-NBR-7399 – Verificação do Revestimento de Zinco – Verificação da Espessura do Revestimento por Processo Não Destrutivo – Método de ensaio;
- ABNT-NBR-7400 – Verificação do Revestimento de Zinco - Verificação da Uniformidade do Revestimento – Método de Ensaio.

As siglas acima referem-se à:

- ANSI – American National Standards Institute;
- ASTM – American Society for Testing and Materials;
- ANSI – National Electrical Manufacturer Association;
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

#### 8.5.2 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

O Quadro Geral de Baixa Tensão – QGBT e Quadro de Luz e Força QLF deverá ser construído de acordo com os seguintes requisitos:

##### 8.5.2.1 - Projeto

O QGBT/QLF deve ser fornecido completo, para pronta utilização, com todos os dispositivos e acessórios montados, fiação instalada, etc.

Deverão fazer parte do fornecimento os dispositivos auxiliares aos especificados, tais como, transformadores de corrente, resistores de aquecimento, tomadas, interruptores, etc, que constem ou não na presente Especificações Técnicas, mas que sejam necessários ao funcionamento correto dos QGBT/QLF.

O FORNECEDOR/FABRICANTE deverá projetar os QGBT/QLF de forma que as suas dimensões sejam adequadas às dimensões da Casa de Comando.

##### 8.5.2.2 - Graus de Proteção

Os QGBT/QLF deverão possuir grau de proteção não inferior a IP-44, conforme norma NBR-6146.

### 8.5.2.3 - Elevação de Temperatura

A elevação de temperatura de qualquer componente contido no interior dos QGBT/QLF não deverá exceder o limite de elevação de temperatura estabelecido nas normas aplicáveis ao componente.

### 8.5.2.4 - Quadro de Comando e seus Compartimentos

Os QGBT/QLF, para maior facilidade e segurança na manutenção, poderão ser subdivididos em painéis providos de portas individuais na parte frontal. O acesso para operação dos componentes do QGBT deve se dar pela parte traseira e frontal. Os componentes não deverão ser fixados às portas e sim à estrutura interna do painel, sendo admitido exceção para os registradores, indicadores, sinalizadores, comutadores para os instrumentos e botoeiras.

O QGBT deverá ter a estrutura constituída por um robusto conjunto metálico auto-suportante, fechado, para instalação abrigada em chapa de aço lisa de, no mínimo, 3,083 mm de espessura (N.º 11 MSG). O conjunto deverá ser solidamente fixado e apoiado sobre um rodapé constituído de perfil em seção “U” que manterá a estrutura rígida. As furações deverão ser dimensionadas para a correta ancoragem e fixação à respectiva base.

Entre unidades adjacentes (se houver) que compõem o QGBT deverá haver chapas de separação.

A fixação do QGBT junto ao piso deverá ser construída com chumbadores zincados por imersão a quente e fornecidos juntamente com os mesmos.

O QGBT deverá ser construído com o piso, tampas removíveis por onde passarão os cabos externos e providências deverão ser tomadas para acomodar, suportar e conduzir estes cabos aos blocos terminais.

O QGBT deverá ser constituído de painéis de dimensões fornecidas pelo PROPONENTE.

As portas dos QGBT/QLF deverão dispor de dobradiças embutidas, fechadura tipo Yale e limitadores de abertura.

As fechaduras deverão ter fecho tipo cremona com lingüetas, maçaneta metálica cromada tipo “L” e as chaves removíveis nas posições aberta e fechada. As chaves deverão ser fornecidas em 3 (três) vias.

Os limitadores deverão proporcionar uma abertura máxima entre 105 e 120 graus, a partir da posição fechada, com travamento automático.

Os QGBT deverá ter no interior de cada compartimento 1 (uma) lâmpada compacta com potência mínima de 10 W, 220 Vca, montada no teto e controlada por chave fim-de-curso, 1 (uma) tomada 220 Vca permitindo a utilização de pino chato e redondo e 1 (uma) resistência de aquecimento com o respectivo termostato, 220 Vca para evitar condensação de umidade nos dispositivos.

A tampa inferior do QGBT por onde passarão os cabos de força e de sinal de alimentação dos motores deverá ser equipada com prensa-cabos para evitar a entrada de poeira e animais nas aberturas.

#### 8.5.2.5 - Aterramento

- A barra de aterramento deverá possuir terminais adequados para ligação à malha de terra. Os conectores devem ser próprios para ligação em terminais de cabo de cobre. A dimensão desses terminais deve corresponder aos cabos com seção de 50 a 95 mm<sup>2</sup>.
- O posicionamento das barras de aterramento deverá ser feito de modo a facilitar a montagem e desmontagem dos elementos que compõem o conjunto, durante os períodos de manutenção.
- Todas as divisões metálicas entre compartimentos e unidades dos cubículos (se houver) deverão ser devidamente aterradas à barra de aterramento geral.

#### 8.5.2.6 - FIAÇÃO E BORNES TERMINAIS

- Para facilidade de manutenção, a fiação deverá ser facilmente acessível e os circuitos devem ser identificados em todos os terminais com um código alfanumérico correspondente à identificação dos diagramas topográficos.

- Os condutores deverão ser contínuos, sem emendas e instalados de tal forma que a isolação não esteja sujeita a danos mecânicos.
- As aberturas deverão ser dimensionadas de forma a permitir a instalação fácil de todos os cabos de controle necessários, bem como de eventuais acréscimos de cabos correspondentes à reserva de 20% dos terminais.
- Para cada circuito de comando e controle deverá ser previsto um conjunto de bornes terminais (CA – monofásico fase e neutro e CA trifásico – 3 fases e um neutro).
- As réguas terminais destinadas às ligações externas deverão ser montadas em posição que facilite a entrada, instalação e arranjo dos cabos.
- Os condutores de comando e controle deverão ser de cobre, flexível, formação mínima 19 fios, com isolamento antihigroscópico, não propagante de chamas, classe de isolamento 0,6/1 kV, de acordo com as normas aplicáveis.
- Toda a fiação interior dos QGBT/QLF deverá ser feita entre terminais, sem emendas ou derivações.
- Todas as ligações terminais com parafusos devem ser providas de uma arruela lisa e uma arruela de pressão.
- A fiação para os circuitos de força e para os transformadores de corrente deverá ter seção mínima de 4 mm<sup>2</sup> e, para os circuitos de controle e para os transformadores de potencial a fiação deve ter, no mínimo, 1,5 mm<sup>2</sup> de seção.
- Os condutores deverão ser identificados em ambas as extremidades, de acordo de Diagramas de Fiação, fornecidos pelo FORNECEDOR por meio de anilhas plásticas com algarismos e/ou letras de forma visível e indelével, de modo que, voltada para a extremidade do condutor fique o código e o borne do componente ao qual esta extremidade deverá ser ligada.

A fiação deverá ter as seguintes cores:

#### 8.5.2.6.1 - Circuito de tensão e força:

- Fase A – vermelho (VM);
- Fase B – azul (AZ);
- Fase C – branco (BR)

#### 8.5.2.6.2 - Circuito de corrente:

- Fase A – vermelho e preto (VM/PR);
- Fase B – azul e preto (AZ/PR);
- Fase C – branco e preto (BR/PR)
- Neutro – azul claro (AZ);

Aterramento: verde-amarelo (VA)

#### 8.5.2.7 - BARRAMENTO

- Os barramentos deverão ser constituídos por barras retangulares de cobre eletrolítico com alto teor de pureza, dimensionados de acordo com as exigências da instalação e fixados rigidamente à estrutura por meio de suportes isolantes adequados para suportar os esforços eletromecânicos correspondentes à máxima corrente de curto circuito prevista.
- Os barramentos deverão ser constituídos por barras de cobre dimensionadas e fixadas para resistir aos esforços das máximas correntes de curto-circuito em seu valor de pico.
- Os barramentos deverão ser constituídos por barras de cobre dimensionadas para resistir aos efeitos térmicos das correntes de curto-circuito em seu valor eficaz.
- Os limites de elevação de temperatura considerados nos barramentos são indicados na normal NBR 6979/92.

Os barramentos deverão ser identificados com as seguintes cores:

#### 8.5.2.7.1 - Sistema de Corrente Alternada

- Fase A – vermelho
- Fase B – azul
- Fase C – branco
- Neutro – preto
- Terra – verde-amarelo

#### 8.5.2.8 - Pintura

Todas as superfícies (internas e externas) dos QGBT/QLF e demais componentes, logo após sua fabricação, deverão ser imediatamente limpas por jatos de granalha. A limpeza deve tornar a superfície das chapas isentas, por completo, de gorduras, óleos, graxas, ferrugem, excesso de solda e quaisquer outras impurezas que possam prejudicar a qualidade da pintura e da operação anticorrosiva.

Sobre a superfície limpa deverá ser feita uma proteção antiferruginosa, dando preferência a fosfatização da chapa.

As superfícies externas e internas dos QGBT/QLF e dispositivos integrados ao mesmo, deverão receber 2 (duas) demãos de tinta a base de epóxi com espessura mínima de 40 micrômetros. Como acabamento deverão ser aplicadas 2 (duas) demãos de tinta sintética cor cinza claro ANSI N.º 6.5 – Notação Munsell, com espessura mínima total de 120 micrômetros.

As tintas aplicadas deverão ter grau de pureza suficiente para resistirem ao tempo. As camadas de tinta deverão ser aplicadas de modo a resultar uma superfície contínua, uniforme e lisa.

#### 8.5.2.9 - Elementos Metálicos

Os elementos metálicos ferrosos não pintados deverão ser galvanizados por imersão a quente, atendendo as exigências da NBR 6323. Antes da galvanização, as peças deverão estar limpas e isentas de sinais de oxidação, rebarbas, limadas, óleo ou graxa, pela aplicação de jato de granalha ou processo equivalente até o metal branco.

As saliências eventualmente formadas no material galvanizado por excesso de zinco com exceção de parafusos e furos roscados, deverão ser esmerilhadas ou limitadas sem atingir a peça a fim de que não se projetem a mais de 3 mm da superfície.

### 8.5.3 - ENSAIOS

Antes da aceitação, o QGBT/QLF deverá ser completamente montado, instalado e submetido aos seguintes ensaios:

- Inspeção visual e dimensional;
- Verificação mecânica e funcional dos equipamentos e acessórios;
- Verificação da continuidade da fiação;
- Ensaio do isolamento;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio funcional completo;
- Ensaio de seqüência;
- Ensaio de energização;
- Verificação da aderência e espessura da pintura;
- Ensaio de Tensão Aplicada;
- Ensaio de pintura: testes de aderência, espessura e tonalidade.

Deverá ser apresentado um relatório completo dos ensaios efetuados, com as indicações (métodos, instrumentos e constantes empregados) necessárias à sua perfeita compreensão. Este relatório deverá indicar os nomes da CONTRATANTE e do FORNECEDOR/FABRICANTE e os resultados dos ensaios.

Todas as vias do referido relatório serão assinados pelo encarregado dos ensaios, por um funcionário categorizado do FORNECEDOR e pelo Inspetor do FORNECEDOR/FABRICANTE. Depois de examinado o relatório, uma das cópias deve ser devolvida ao FORNECEDOR, aprovando ou não o equipamento.

#### 8.5.4 - EMBALAGENS E TRANSPORTE

Os QGBT/QLF deverão ser embalados em volumes adequados ao tipo de transporte utilizado, contendo cada volume, uma unidade completa, inclusive com seus conectores e ferragem de fixação.

A embalagem deverá ser adequada ao armazenamento não abrigado, às operações de carga e descarga, bem como suportar pelo menos um volume sobre o outro.

Cada volume deverá trazer indelevelmente marcado com as seguintes informações:

- Nome do FORNECEDOR;
- Identificação completa do conteúdo;
- Número da Autorização do Fornecimento de Material e respectivo item;
- Sigla da CONTRATANTE;
- Massa bruta do volume em kg.

#### 8.5.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição do QGBT/QLF será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme Especificações Técnicas do projeto e contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para o QGBT/QLF, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, montagem e execução dos serviços.

#### 8.6 - MALHA DE ATERRAMENTO

Apresentamos a seguir as Especificações Técnicas da Malha de Aterramento e SPDA da Casa de Comando e Sala de Manobras da Tomada D'Água da Barragem Frecheirinha.

A malha de terra é um tipo de aterramento usual em instalações de energia elétrica, em particular nas subestações. Trata-se de um reticulado de cabos horizontalmente enterrados, interligados por juntas mecânicas ou soldadas, e hastes cravadas verticalmente.

A malha de terra é um aterramento com elétrica, atendendo a todos os equipamentos como uma referência "zero" de tensão.

O sistema deve resistir a correntes intensas, escoando a energia efetivamente para o solo. Esta corrente pode ser proveniente de curto-circuitos, descargas atmosféricas, surtos por chaveamento e correntes harmônicas.

A malha de terra de uma subestação também serve para reduzir os níveis de tensões de toque e de passo, danosos para pessoal e equipamentos.

#### 8.6.1 - NORMAS

As Especificações Técnicas da Malha de Aterramento e SPDA atende as normas relacionadas abaixo nas suas publicações mais recentes.

- NBR 5410-2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR-5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas;
- NBR 5471 - Condutores Elétricos.

#### 8.6.2 - CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

O material empregado na Malha de Aterramento e SPDA da Casa de Comando e Sala de Manobras da Tomada D'Água da Barragem Frecheirinha são os listados a seguir:

- Condutor de descida e em cabo de cobre nú de # 25mm<sup>2</sup>, para ligação dos equipamentos elétricos com a Malha de Terra;
- Malha de Aterramento em cabo de cobre nú de # 50mm<sup>2</sup> enterrada no solo a 50 cm de profundidade;
- Hastes de Aterramentos tipo COPPERWELD alta camada de dimensões 5/8" x 3,00m;

- Caixas de Inspeção da malha de aterramento com haste de aterramento tipo COPPERWELD alta camada de dimensões 5/8" x 3,00m.

### 8.6.3 - CABOS DE COBRE NÚ

Os cabos de cobre nú são condutores formados por fios de cobre eletrolítico nú, tempera mole e encordoamento Classe 2.

#### 8.6.3.1 - Normas

As normas brasileiras da ABNT aplicáveis aos cabos de cobre nú são:

- NBR 5349: cabos nus de cobre mole para fins elétricos;
- NBR 5111: fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos – Especificação;
- NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

#### 8.6.3.2 - Acondicionamento

Os cabos deverão ser fornecidos em bobinas de madeira.

### 8.6.4 - HASTE DE ATERRAMENTO TIPO COPPERWELD

As hastes para aterramentos tipo COPPERWELD são utilizadas para serem encravadas no solo para servir de eletrodo de aterramento em locais com pouco espaço para malha de aterramento ou onde a resistividade do solo exigir. Ela é usada como elemento de captação do projeto de SPDA.

#### 8.6.4.1 - Normas

As normas brasileiras da ABNT aplicáveis as hastes para aterramentos tipo COPPERWELD são:

- NBR 5419-3: Proteção contra descargas atmosféricas: 3 - Danos físicos a estruturas e perigos à vida;
- NBR 13571: Haste de Aterramento aço-cobreada e acessórios – Especificação.

#### 8.6.4.2 - Características Técnicas

Haste de Aterramento tipo Copperweld de alta camada. Camada de cobre obtida através do processo de eletrodisposição anódica. Extremidade pontiaguda.

Características:

- Comprimento: 3,00 m;
- Diâmetro: 5/8" nominal;
- Peso: 3,840 kg;
- Aço do núcleo: SAE 1010/1020;
- Revestimento: cobre eletrolítico de pureza mínima 99,9% sem traços de zinco;
- Espessura do revestimento: 254µ.

#### 8.6.5 - CONEXÕES EXOTÉRMICAS

As conexões exotérmicas são peças e produtos destinados a instalação de sistemas de proteção contra raios, em Para-raios e malhas de terra objetivando construir um SPDA - Sistema de Proteção Contra Descarargas Elétricas Atmosféricas, e estão englobados os materiais fabricados para atender aos padrões das normas da ABNT, que classificam suas utilizações no sistema completo de SPDA, onde a opção por não utilização de conectores metálicos nas conexões de qualquer parte do SPDA, sejam substituídas pelas conexões exotérmicas. Estas conexões são feitas via a fusão entre os materiais, com o complemento dos cartuchos que possuem metais especiais para esta fusão.

##### 8.6.5.1 - Norma

A norma brasileira da ABNT aplicável as conexões exotérmicas é a NBR-5419/2015.

##### 8.6.5.2 - Soldas Exotérmicas

As soldas exotérmicas é uma fusão molecular dos materiais envolvidos, o que proporciona uma conexão resistente aos esforços mecânicos e agente químicos aos quais as malhas normalmente ficam submetidas no solo (vibração, recalque, acidez

do solo, etc). Porém para a execução de uma boa solda são necessários alguns cuidados preliminares básicos para garantir o sucesso desta, como veremos na sequencia de tarefas relacionadas a seguir.

- Inicialmente se certificar que os cabos a serem soldados estão de acordo com a norma NBR 6524 (7 fios) e as hastes são de alta camada (254 microns) NBR 13.571 caso contrário sua solda não terá sucesso;
- Separar os elementos que serão soldados podendo ser cabo x cabo, cabo x haste, haste x haste, cabo x perfil, etc.;
- Antes de começar a solda é necessário, fazer um pré aquecimento do molde para evitar brocas, buracos na solda, e ter que fazer nova solda, este pré-aquecimento poderá ser feito num fogão de cozinha ou com um maçarico por aproximadamente 20 minutos;
- Os serviços a serem realizados exigem um mínimo de limpeza e higiene, assim fazer a inspeção das partes a serem soldadas e dos cabos a serem soldados que deverão estar corretamente cortados, limpos, sem sujeira e ou graxa. Todos os condutores devem estar totalmente isentos de uma umidade porque qualquer resíduo de água pode provocar uma explosão no molde, pois a alta temperatura da solda expande o volume de água em até 1600 vezes;
- Junte as partes a serem soldadas abraçando as com o molde grafitado. Para cada tipo de conexão requer molde específico, variando de acordo com os diâmetros dos cabos e hastes;
- Fechar o molde com o alicate para molde de solda exotérmica do tipo z-201, garantindo o perfeito fechamento deste evitando vazamentos;
- Coloque o disco de retenção no buraco onde o pó exotérmico (cartucho) será despejado. Este disco é de aço e tem a função de só permitir que o cobre desça para a Câmara de fusão, quando todo o material estiver derretido. Este disco é também chamado de fusível ou retardador e, após a fusão, este transforma-se em escória;

- Após garantir que o disco esteja corretamente posicionado, deverá ser despejado o pó exotérmico (cartucho) até preencher todo o buraco. Cada cartucho tem uma quantidade certa do pó exotérmico correspondente ao tipo de conexão que será executada;
- Fechar a tampa do molde para evitar respingos durante a fusão e acender o palito ignitor para jogá-lo dentro do buraco, onde o cartucho foi despejado;
- Após a ignição, todo o material despejado do molde será derretido irá descer até a Câmara, onde irá derreter os condutores previamente posicionados para serem soldados;
- Aguarde alguns segundos e abra o molde. Ao abrir verá os condutores avermelhados e a solda ao redor destes (tomar cuidado com a alta temperatura);
- Após esfriar, retirar a solda com cuidado, limpe-a com escova de aço e pronto. A conexão está feita em poucos segundos.

#### 8.6.5.3 - Materiais a serem utilizados nas Soldas Exotérmicas

- Moldes (vários tipos) para Conexão Exotérmica;
- Pó de Solda para Conexão Exotérmica, em Cartucho, (dois tamanhos);
- Acendedor Tipo Ignex Para Solda Exotérmica;
- Alicates Para Molde de Soldas Exotérmicas, Tipo Z-201.

#### 8.6.5.4 - EPI para Execução de Soldas Exotérmicas

Para execução das soldas exotérmicas recomenda-se a utilização do seguinte material de EPI:

- Capacete;
- Botina (botas);
- Uniforme opcional;
- Luvas de raspa;

- Óculos de proteção;
- Máscara de proteção contra fumos metálicos.

#### 8.6.6 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos equipamentos e peças para execução da Malha de Aterramento será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme estas Especificações Técnicas e contendo os elementos necessários a sua execução.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para os Equipamentos e Peças, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de fornecimento, mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, montagem e execução dos serviços.

#### 8.7 - ELETRODUTOS E ACESSÓRIOS

Os Eletrodutos tem a função de proteção mecânica para fios e cabos em instalações elétricas embutidas ou aparentes de baixa tensão, em que a solicitação dos esforços mecânicos durante a concretagem é elevada. Para obras prediais, comerciais e industriais, também pode ser aplicado nas entradas de padrões residenciais.

O eletroduto tem como principal objetivo proteger os condutores elétricos. Fatores externos, como agentes químicos ou choques mecânicos podem danificar os fios. Além disso, o eletroduto é capaz de proteger contra explosões e incêndios. Pois Evita danos nos condutores, como falta de isolamento ou curto-circuito.

##### 8.7.1 - NORMAS

As normas brasileiras da ABNT aplicáveis aos eletrodutos e acessórios são:

- NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 15465 - Eletrodutos de PVC Rígido.

### 8.7.2 - DURABILIDADE E RESISTÊNCIA

Os eletrodutos de PVC rígidos deverão ser duráveis e resistentes e ter as seguintes propriedades:

- Alta resistência mecânica;
- Não são afetados pelas substâncias que constituem o concreto e a argamassa;
- Imunes a elementos nocivos do solo;
- Não oxidam, mesmo quando expostos a ambientes agressivos;
- Reforço nas bordas das caixas de luz para evitar o empenamento da peça.

### 8.7.3 - SEGURANÇA

Os eletrodutos de PVC rígidos deverão oferecer segurança:

- Produtos anti-chama (não propagam chama);
- Resistência a deformação;
- - Atender a nova Norma NBR 15465

### 8.7.4 - DIMENSÕES

O diâmetro externo médio dos eletrodutos deve estar de acordo com o **Quadro 8.1** apresentado a seguir.

**Quadro 8.1 — Diâmetros Externos Médios dos Eletrodutos Rígidos (mm)**

Diâmetro nominal DN	Eletroduto soldável		Eletroduto roscável	
	Dext.	Tolerância	Dext.	Tolerância
20	20	0,3	21,1	± 0,3
25	25	0,3	26,2	± 0,3
32	32	0,3	33,2	± 0,3
40	40	0,4	42,2	± 0,3
50	50	0,4	47,8	± 0,4
60	60	0,4	59,4	± 0,4
75	75	0,4	75,1	± 0,4
85	85	0,4	88	± 0,4
110	110	0,4	113,1	± 0,4

Os diâmetros externo e interno dos eletrodutos devem ser verificados de acordo com a Norma ABNT NBR 15465/2007 – Anexo A – Verificação Dimensional.

As roscas dos eletrodutos devem atender à ABNT NBR NM ISO 7-1.

Qualquer que seja o tipo de acoplamento dos tubos com as conexões, a área interna para a passagem dos cabos não pode ser diminuída na junção das peças.

#### 8.7.5 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos Eletrodutos será feita por metro (m) fornecido, instalado e testado, conforme Especificações Técnicas do projeto.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para os Eletrodutos nos diâmetros constantes na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, instalação e execução dos serviços.

#### 8.8 - Cabos Condutores Isolados

Apresentamos a seguir as Especificações Técnicas para condutores isolados com policloreto de vinila (PVC), sem cobertura, para instalações fixas e para tensões nominais até 750 V, inclusive.

Todos os condutores isolados (sem cobertura) devem satisfazer aos requisitos apropriados para estas especificações e cada tipo de condutor isolado deve satisfazer, individualmente, aos requisitos particulares das Normas.

##### 8.8.1 - NORMAS

As normas brasileiras da ABNT aplicáveis aos eletrodutos e acessórios são:

- NBR-5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR NM 247-3 Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 3: condutores isolados (sem cobertura) para instalações fixas (IEC 60227-3 MOD);
- NBR NM 280 Condutores de cabos isolados (IEC 60228 MOD);

- NBR NM 247-2 Cabos isolados com policloreto de vinila (PVC) para tensões nominais até 450/750V, inclusive - Parte 2: métodos de ensaio (IEC 60227-2 MOD).

## 8.8.2 - REQUISITOS GERAIS

### 8.8.2.1 - Tensões de Isolamento

Os cabos previstos no projeto, de acordo com a Norma, caracterizam-se pela tensão de isolamento Vo/V: 450 V/750 V. As definições das tensões de isolamento Vo e V encontram-se na NBR 6251.

### 8.8.2.2 - Condições de Regime Permanente

A temperatura no condutor, em regime permanente, não deve ultrapassar 70°C.

### 8.8.2.3 - Condições de Regime de Sobrecarga

A temperatura no condutor, em regime de sobrecarga, não deve ultrapassar 100°C. A operação, nesse regime, não deve superar 100 h durante 12 meses consecutivos, nem 500 h durante a vida do cabo.

### 8.8.2.4 - Condições de Regime de Curto Circuito

A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não deve ultrapassar 160°C. A operação, nesse regime, não deve ser superior a 5 s.

### 8.8.2.5 - Condutor

O condutor deve ser de cobre nu, têmpera mole, de seção maciça ou encordoada, atendendo aos requisitos da NBR 6880.

A superfície do condutor de seção maciça ou dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento.

O condutor de seção maciça ou os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da NBR 5111.

As características do condutor devem estar conforme a NBR 6880, nas classes de encordoamento 1, 2, 4 ou 5.

## 8.8.2.6 - Isolação

### 8.8.2.6.1 - *Características Gerais*

A isolação deve ser constituída por composto extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC/A).

A isolação deve ser contínua e uniforme, ao longo de todo o seu comprimento.

A isolação deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente a ele.

### 8.8.2.6.2 - *Características físicas*

As características físicas da isolação devem estar de acordo com **Quadro 8.2**.

**Quadro 8.2 — Requisitos dos Compostos de Isolação (PVC/A) e Cobertura (ST 1)**

Item	Classificação dos ensaios	Método de ensaio	Ensaio	Requisitos		
				Unid.	PVC/A	ST 1
1	Especial e tipo		Resistência à tração			
1.1		NBR 6241	Sem envelhecimento:			
			- resistência à tração mínima1)	MPa	12,5	12,5
			- alongamento à ruptura mínimo1)	%	150	150
1.2		NBR 6238	Após envelhecimento em estufa a ar:			
			- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	100	100
			- duração	dias	7	7
			- resistência à tração mínima1)	MPa	12,5	12,5
			- alongamento à ruptura mínimo1)	%	150	150
			- variação máxima2)	%	$\pm 25$	$\pm 25$
2	Tipo	NBR 6239	Deformação a quente			
			- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	80	80
			- máxima profundidade de penetração	%	50	50
3	Tipo		Comportamento em baixas temperaturas,			
			sem envelhecimento prévio			
3.1		NBR 6246	- dobramento a frio (para diâmetro $\leq 12,5$ mm)			
			- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	-15	-15
3.2		NBR 6247	- alongamento a frio (para diâmetro $> 12,5$ mm)			
			- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	-15	-15
4	Tipo	NBR 6243	Choque térmico			
			- temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	150	150
			- duração	h	1	1
5	Tipo	NBR 7040	Absorção de água, método elétrico:			
			- nenhuma ruptura, após imersão	dias	10	10
			- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	70	70

#### 8.8.2.6.3 - Espessura da isolação

A espessura nominal da isolação deve estar de acordo com de acordo com **Quadro 8.3**.

A espessura média da isolação não deve ser inferior ao valor nominal especificado.

**Quadro 8.3 — Espessura Nominal da Isolação e Tensão de Ensaio de Centelhamento**

Seção do condutor	Espessura nominal	Tensão de ensaio de centelhamento kV	
		c.a.	c.c.
0,5	0,6	5	7
0,75	0,6	5	7
1	0,6	5	7
1,5	0,7	6	8,5
2,5	0,8	7,5	10,5
4	0,8	7,5	10,5
6	0,8	7,5	10,5

A espessura média é a média de todas as medidas tomadas em três corpos-de-prova, retirados de amostra(s) de cada veia do cabo e distanciados entre si em 1m, no mínimo.

A espessura média deve ser calculada até a segunda casa decimal e posteriormente arredondada a uma casa decimal, conforme a NBR 6251.

A espessura mínima da isolação, em um ponto qualquer, pode ser inferior ao valor nominal especificado, contanto que a diferença não exceda 0,1 mm + 10% do valor nominal especificado.

#### 8.8.2.7 - Marcação

Sobre a cobertura, em intervalos regulares de até 50 cm, devem ser marcados, de forma indelével e em seqüência, os seguintes dizeres:

- Nome do fabricante;
- Número de condutores e seção nominal, em milímetros quadrados;
- Tipo de material (BWF);
- Tensão de isolamento: 450 V/750 V;
- Número da Norma.

É facultada a inclusão do nome comercial do produto, preferencialmente após o nome do fabricante.

#### 8.8.2.8 - Acondicionamento e Fornecimento

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem. O acondicionamento deve ser em rolo ou carretel. O carretel deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto.

O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 5 000 kg e o acondicionamento em rolos limitado a 40 kg para movimentação manual. Em rolos cuja movimentação deva ser efetuada por meio mecânico, é permitida massa superior a 40 kg.

Os cabos devem ser fornecidos em unidades de expedição, com comprimento nominal de fabricação.

Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), o método de medição do comprimento deve garantir uma incerteza máxima de  $\pm 1\%$ .

O fabricante deve garantir, durante o processo de fabricação, que os materiais acondicionados em rolos apresentem uma média de comprimento no mínimo igual ao comprimento nominal declarado.

Para produtos acondicionados em carretéis, admite-se, quando não especificado diferentemente pelo comprador, que o comprimento efetivo em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal em no máximo  $\pm 3\%$ . Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar, neste caso, o comprimento efetivo.

Os carretéis devem possuir dimensões conforme a NBR 11137 e os rolos conforme a NBR 7312. O núcleo do carretel deve ter diâmetro mínimo conforme a NBR 9511.

As extremidades dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita auto-aglomerante, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenagem.

### 8.8.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição dos Cabos Condutores será feita por metro (m) fornecido, instalado e testado, conforme Especificações Técnicas do projeto.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para os tipos de Cabos Condutores constantes na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à aquisição, instalação e execução dos serviços.

## 9 – INSTRUMENTAÇÃO

---

## 9 - INSTRUMENTAÇÃO

### 9.1 - GENERALIDADES

A instalação da instrumentação para avaliação do comportamento da barragem, principalmente na fase de operação do reservatório, será realizada de acordo com estas Especificações Técnicas.

Basicamente o plano de instrumentação, objetiva:

- Verificação das pressões neutras nas fundações e no corpo da barragem;
- Verificação dos deslocamentos do maciço da barragem.
- Verificação de percolações através das ombreiras.

A concepção do plano de instrumentação levou em conta os seguintes aspectos:

- As características das fundações e dos maciços da barragem, não deixam maiores preocupações quanto ao desenvolvimento de pressões neutras durante a fase de construção do aterro.
- Um equilíbrio entre o número de equipamentos indispensáveis e as dificuldades e transtornos dos trabalhos de construção para evitar danos aos instrumentos, instalados juntos com a construção da obra,
- A definição dos tipos de instrumento levou em conta o seu preço, a facilidade da instalação, a sua durabilidade, a facilidade de leitura e a confiabilidade.

À partir dos motivos expostos, o plano concebido considerou que os piezômetros de jusante serão instalados concomitantemente aos trabalhos de edificação do maciço e os piezômetros centrais, marcos superficiais de nivelamento topográfico, inclinômetros e os medidores de nível d'água serão instalados na fase final de construção da barragem e antes do enchimento do reservatório. Este plano engloba os seguintes instrumentos:

- Piezômetros Hidráulicos instalados em furos e com bulbos filtrantes localizados nas fundações e/ou no maciço da barragem;

- Marcos Topográficos superficiais amarrados a marcos de referência, para medidas de deslocamentos horizontais e verticais;
- Inclínômetros, para medida de deslocamentos horizontais do aterro;
- Medidores de nível d'água instalados em furos abertos com sondas rotativas.

A CONTRATADA deverá fornecer a FISCALIZAÇÃO uma lista completa e detalhada dos instrumentos que propõe fornecer e a descrição dos métodos executivos que serão empregados nas instalações.

A instalação de um determinado instrumento só será efetuada após a aprovação pela FISCALIZAÇÃO, das características do instrumento e do método a ser usado na instalação.

## 9.2 - PIEZÔMETROS HIDRÁULICOS TIPO CASAGRANDE

### 9.2.1 - SEÇÕES INSTRUMENTADAS

Conforme definido no projeto, serão instalados medidores de pressão neutra, piezômetros hidráulicos tipo Casagrande, nas seções da barragem correspondentes as estacas: 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26 e 29. Em cada uma destas seções serão instalados dois piezômetros, sendo um na borda de jusante do coroamento e o outro afastado em 15m para jusante.

### 9.2.2 - DESCRIÇÃO DO INSTRUMENTO

O tipo de piezômetro a ser implantado na zona central da barragem consistirá em um aparelho formado por tubo de PVC terminado por uma ponta porosa e será instalado num furo de sondagem. Em cada furo prevê-se no máximo a instalação de 2 piezômetros.

O piezômetro a ser implantado na porção jusante do maciço da barragem consistirá de um tubo de PVC terminado por uma ponta porosa e instalado dentro de um tubo de aço de diâmetro de 100 mm, que irá sendo alongado em conformidade com o ritmo da construção do maciço, porém de forma a sempre estar, no mínimo 1,0 m, acima do topo do aterro. Em cada furo prevê-se no máximo a instalação de 2 piezômetros.

A ponteira porosa do tubo interno de qualquer piezômetro deve ser constituída por cerâmica de elevada permeabilidade. O tubo de PVC deve ter o menor diâmetro que permita a descida do aparelho medidor de nível, não devendo ter um diâmetro superior a 19 mm.

A leitura do nível piezométrico é obtida por meio de um aparelho constituído por uma sonda fixa na extremidade de uma trena que é introduzida no tubo. Ao contato com a água, o circuito elétrico da sonda se fecha fornecendo um sinal elétrico, sonoro ou luminoso para a superfície.

O piezômetro hidráulico é de baixo custo, de fácil instalação e leitura, e apresenta alta confiabilidade. A única desvantagem deste instrumento é que exige um grande tempo de resposta quando ele é instalado em maciços pouco permeáveis.

### 9.2.3 - ASPECTOS CONSTRUTIVOS

Os piezômetros a serem implantados na fundação do núcleo central da barragem serão realizados no fim da construção em furos abertos no aterro argiloso, com a localização e cotas definidas no Projeto e que deverão ser confirmados pela FISCALIZAÇÃO.

Estes piezômetros são instalados em furos protegidos por um revestimento que será retirado após instalação destes. O furo deverá ser realizado sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem e deverá ter um diâmetro aproximadamente igual a 100 mm. A furação do aterro poderá efetuar-se com o auxílio de um trado ou com outro tipo de equipamento de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

Os piezômetros hidráulicos localizados na fundação do maciço de enrocamento de jusante deverão ser implantados antes do início dos aterros. Os prolongamentos do tubo interno e do tubo de proteção externa serão realizados com luvas rosqueadas e passo a passo com o alteamento do aterro de enrocamento. A localização e cotas de instalação são definidas no Projeto e que deverão ser confirmados pela FISCALIZAÇÃO. Estes instrumentos, incluindo o tubo externo deverão ser protegidos por barreiras de concreto ou ferro que garantam que os equipamentos de terraplenagem não colidam ou causem danos a estes instrumentos.

A compactação do enrocamento na área de entorno desses piezômetros deverá ser realizada cuidadosamente com equipamentos leves ou manuais. Em caso de danos ou comprometimento do funcionamento dos instrumentos a CONTRATADA deverá recuperá-los integralmente a suas despesas.

Em qualquer dos casos, a CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO, o método, produtos e materiais que pretende utilizar na execução dos furos. Para o caso específico de utilização do trado, a CONTRATADA deve propor e justificar as disposições necessárias para limitar os desvios em relação à vertical do eixo do furo. O valor destes desvios não deve exceder um por cento do comprimento do furo.

Após a colocação do revestimento e com a ajuda de uma tremonha (mangueira colocada próxima do fundo do furo) deverá ser efetuado o preenchimento do furo com material de granulometria apropriada (diâmetro do material deve ser superior a 0,06mm e inferior a 6 mm) até uma altura de 0,5m em relação ao fundo do furo. O material deverá ser compactado com a ajuda de uma vara metálica.

A ponteira do piezômetro, previamente saturada com água desaerada, deverá assentar sobre areia depositada no fundo do furo, unindo os tubos trecho por trecho. Após a colocação da ponteira porosa, deverá determinar-se a cota real de localização do piezômetro.

A operação seguinte consiste no preenchimento do furo acima da cota de colocação do piezômetro com areia de granulometria idêntica à descrita no parágrafo anterior (diâmetro do material deve estar compreendido entre os 0,06mm e 6mm). Este material deverá ser colocado com o auxílio de uma tremonha e compactado com uma vara metálica. O preenchimento será executado até uma altura igual a 2m relativa ao fundo do furo.

Por cima do trecho do furo preenchido por areia deverá ser efetuado um preenchimento com lama pesada, constituída por uma mistura de bentonita, argila e cimento nas proporções a determinar no local da obra pela FISCALIZAÇÃO. Esta lama é introduzida no furo ou revestimento com a ajuda de uma mangueira cuja

extremidade inferior deverá ser mantida imersa na mistura bentonítica, numa altura de 30 cm.

O trecho vizinho à cota de colocação da segunda ponteira será preenchido por uma mistura constituída por bentonita e cimento na proporção 3:1, que será introduzida no furo através de uma mangueira. Esta será elevada em simultâneo com o preenchimento do furo com a calda bentonítica, tendo sempre cuidado de manter a extremidade inferior da mangueira bem imersa na mistura.

Após a colocação deste tampão prossegue-se com o procedimento indicado para o primeiro piezômetro.

Previamente à colocação do piezômetro do furo, a ponta porosa deve ser saturada com água desaerada durante 24 horas e as tubagens devem ser mantidas cheias de água durante a sua colocação no furo.

A CONTRATADA deverá tomar as precauções na execução de furos na zona do núcleo central com o intuito de evitar os fenômenos relativos à fraturação hidráulica do aterro.

A CONTRATADA deverá fornecer, a suas expensas, uma sonda para medição do nível de água dentro do piezômetro hidráulico. Esta sonda será de um tipo robusto e compreenderá dois eletrodos separados verticalmente por um isolante hidrófugo, conectado a um cabo coaxial. Este cabo deverá possuir marcações indeléveis que indiquem a profundidade da sonda em m, dm e cm. O comprimento do cabo será suficiente para alcançar a extremidade dos furos piezométricos mais profundos. Além disto, o cabo será enrolado num tambor e será ligado a um sinal audível ou elétrico, funcionando com baterias.

O topo dos piezômetros hidráulicos, tipo Casagrande, será protegido por um sistema de acesso inviolável, tipo caixa de concreto com tampa metálica chaveada. O tubo interno deverá ser fechado por um CAP rosqueado.

Concluída a instalação, deverá ser realizado um esquema com indicação da data, nº do piezômetro, localização, profundidade do furo de sondagem, nível freático, nível da superfície da fundação, cota de instalação do piezômetro, nível de material de preenchimento e demais dados de interesse.

## 9.2.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

### 9.2.4.1 - Fornecimento

O fornecimento dos Piezômetros Hidráulicos será pago por aparelho adquirido e aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

O preço pago deverá englobar a aquisição de uma sonda de leitura com cabo elétrico igual ou superior a maior profundidade dos piezômetros, todos os custos de aquisição, transporte e armazenamento.

A medição será feita por unidade fornecida, instalada e testada, conforme o projeto, contendo os elementos necessários a sua operação.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para o fornecimento do Piezômetro, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

### 9.2.4.2 - Perfuração, Instalação, Sonda Medidora e Testes de Piezômetros

A instalação dos Piezômetros Hidráulicos será pago por furo instalado e deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO logo após testado e aprovado.

O pagamento será realizado pelo preço unitário proposto para a instalação dos Piezômetros Hidráulicos, constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 9.3 - MARCOS TOPOGRÁFICOS SUPERFICIAIS

Os marcos topográficos de superfície serão instalados na crista da barragem, nos locais estabelecidos no projeto, e deverão possibilitar a medição de deslocamentos de até 1mm.

Serão instalados na crista da barragem, conforme localização e posição apresentadas no projeto.

As determinações topográficas dos deslocamentos serão feitas a partir de marcos fixos a serem instalados antes da instalação dos marcos topográficos de superfície, objeto de medida de deslocamentos. Os marcos fixos (bench mark) serão instalados em pontos estratégicos, preferencialmente sobre maciços rochosos e que permitam a visada entre eles e os marcos de superfície previstos para a crista da barragem. Os marcos fixos, com um número mínimo de 3, deverão ser amarrados ao sistema de coordenadas adotado para construção da obra. Os marcos fixos serão construídos em conformidade com o marco padrão normatizado pelo SRH/CE ou de forma diferente conforme determinado pela FISCALIZAÇÃO. A materialização física deste marco deve assegurar a sua indeformabilidade e durabilidade ao longo do tempo, devendo ser suficientemente robusto para não ser danificado por terceiros ou animais.

#### 9.3.1 - CONSTRUÇÃO DO MARCO

Os detalhes da construção do marco superficial estão definidos no projeto. Basicamente o marco é construído segundo as seguintes etapas:

- a) Execução de um furo a trado no aterro, com diâmetro mínimo de 10 cm, com 1,5m de profundidade;
- b) Introduzir no furo uma barra de aço inox, 19 mm e 1,50m de comprimento, preenchendo o metro inferior do tubo com argamassa;
- c) Após o endurecimento da argamassa, preparar uma cabeça em concreto, quadrado, com lados e altura de 0,15m.

Os detalhes da peça metálica que será cravado na cabeça do marco serão definidos pela FISCALIZAÇÃO, em função das características do equipamento que irá executar as medidas de deslocamentos.

#### 9.3.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O pagamento será feito por unidade de Marco Superficial implantado utilizando o preço unitário proposto constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 9.4 - INCLINÔMETROS

Objetivando uma melhor auscultação do comportamento da barragem previu-se a instalação de 6 inclinômetros para medição dos deslocamentos internos horizontais, em 3 seções de maiores alturas da barragem. Estes inclinômetros serão instalados a partir do coroamento, após a conclusão dos aterros, permitindo acompanhar os deslocamentos internos da barragem em função da variação do nível do reservatório, com particular relevância durante o primeiro enchimento.

Por se tratar de um barragem de altura significativa, considerou-se fundamental a colocação de dois inclinômetros em cada seção transversal para acompanhar as deformações horizontais segundo 2 alinhamentos, que terão comportamentos diferenciados desta grandeza em função da evolução da saturação do núcleo central argiloso.

##### 9.4.1 - CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

- a. Os inclinômetros a serem implantados no corpo da barragem, após a execução dos aterros, são destinados à medição dos deslocamentos horizontais do aterro em toda a sua altura;
- b. O sistema é basicamente constituído por um tubo-guia, confeccionado com resina de PVC ou preferencialmente com resina ABS e dotado de 4 ranhuras longitudinais, e um torpedo com um sistema de servo-acelerômetros, que permitem maior sensibilidade para o registro dos deslocamentos angulares. Um cabo estará acoplado ao torpedo para permitir descê-lo e subi-lo pelas ranhuras e transmitir os sinais elétricos para a superfície;
- c. A medição dos deslocamentos horizontais sofridos pelo aterro é correlacionada com as medidas das variações da inclinação do tubo-guia, em relação à posição inicial, através de leituras realizadas pelo torpedo em cada ponto fixo, distantes a cada 0,50 m.

- d. Os tubos-guias serão instalados em furos de sondagens verticais, a partir do coroamento, de forma que um par de ranhuras fique ortogonal ao eixo da barragem (isto é, na direção montante-jusante) e, conseqüentemente o outro par de ranhuras paralelo ao eixo (isto é, na direção ombreira esquerda-ombreira direita);
- e. O furo de sondagem para a colocação dos tubos-guia deverá ter um diâmetro de 120 a 150 mm e ser realizado com sonda rotativa ou trado, sem a utilização de lamas estabilizadoras e sem lavagem;
- f. Os tubos-guia serão instalados em furos protegidos por um revestimento que deverá ser retirado após a instalação;
- g. Os tubos-guia serão constituídos por segmentos de 2 ou 3 m de comprimento, unidos com elementos próprios (luvas de conexão) e com diâmetro interior adaptado ao diâmetro externo do torpedo;
- h. O tubo guia inicial deverá estar engastado no substrato arenítico coerente, pouco fraturado, de forma a garantir a não deslocamento de sua base. Para isto a furação deverá ser feita de forma a penetrar neste substrato um comprimento mínimo de 1,0 metro;
- i. O desvio do furo em relação a vertical não deve exceder a UM por cento do comprimento do furo;
- j. Antes do início dos trabalhos de implantação dos inclinômetros a CONTRATADA deverá submeter à aprovação da FISCALIZAÇÃO um plano de trabalho, no qual discriminará o método, produtos e materiais a serem utilizados na execução dos furos, o tipo e especificações técnicas do tubo-guia, torpedo e caixa de leitura;
- k. Após a conclusão do furo e a verificação de sua verticalidade, serão introduzidos os tubos-guia do inclinômetros e em seguida será preenchido o espaço entre a parede do furo e os tubos-guia. O preenchimento será realizado com uma mistura constituída de cimento e bentonita, colocada por meio de uma tremonha, com o cuidado de manter a extremidade da tremonha sempre imersa na mistura. A proporção da mistura de

preenchimento deverá ser definida na obra e ter a aprovação da FISCALIZAÇÃO;

- I. Durante a operação de preenchimento do espaço entre o furo e os tubos-guia deverão ser tomadas todas as precauções para que nenhuma parte da mistura penetre na parte interna dos tubos-guia;
- m. Na fase de preenchimento a extremidade superior do tubo-guia deverá ser tamponada e providenciada uma boa drenagem na superfície do aterro, para se evitar o acúmulo de água de chuvas e de lama no local. No final da obra deverá ser instalada uma caixa de proteção adequada, de modo similar às caixas de proteção dos piezômetros.

#### 9.4.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os Inclinômetros serão medidos em unidade, após o recebimento, instalação e aprovação do equipamento pela FISCALIZAÇÃO, avaliados pelas quantidades efetivamente fornecidas e instaladas.

Os preços unitários deverão incluir os custos de aquisição, transporte, armazenamento, escavação, proteção e implantação dos equipamentos.

O pagamento será feito por unidade de Marco Superficial implantado utilizando o preço unitário proposto constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA

#### 9.5 - MEDIDORES DE NÍVEL D'ÁGUA

Os medidores de nível d'água visam monitorar possíveis percolações pelo substrato rochoso, que constituem as delgadas ombreiras da barragem.

Os medidores foram localizados a jusante do maciço da barragem e constituem-se, basicamente, de um tubo de PVC perfurado ou com ranhuras, introduzido num furo de sondagem realizado com sonda rotativa de diâmetro HW. O tubo com ranhuras é envolto por uma manta geotêxtil e inserido no furo, cujo espaço anelar é preenchido com areia de rio para evitar o carreamento de partículas finas.

Os medidores serão lidos com a mesma sonda utilizada para os piezômetros Casagrande.

### 9.5.1 - CONSTRUÇÃO DO MEDIDOR

Nos locais indicados no PROJETO serão abertos furos com sonda rotativa, com diâmetro HW, atravessando o manto de solo e avançando na rocha arenítica por mais 25 metros.

A perfuração em rocha deverá ser cuidadosa, com amostrador duplo e com caixa de molas, para retirada de testemunhos, com recuperação mínima de 85%. Não será admitido o uso de bentonita ou qualquer outro produto, senão água, para a abertura destes furos.

Após a abertura o furo, em seu trecho rochoso, deverá ser lavado e em seguida introduzido um tubo de PVC de diâmetro de 25 mm, dotado de um plug na ponta inferior, com ranhuras e envolvido em geotêxtil em toda sua extensão que vai de 10 cm da ponta inferior até 50 cm abaixo do topo rochoso.

A ponta inferior do tubo deverá repousar no fundo do furo de sondagem e o espaço anelar, compreendido entre o furo e o tubo, preenchido com areia do rio Jatobá com uso de tremonha e compactada com uso de uma vara metálica. Este preenchimento com areia deverá ser realizado até 30 cm abaixo do topo rochoso. Deste ponto até próximo da superfície do terreno natural, deverá ser efetuado um preenchimento com lama pesada, constituída por uma mistura de bentonita, argila e cimento nas proporções a determinar no local da obra pela FISCALIZAÇÃO (semelhante a vedação dos piezômetros)

O topo dos medidores de nível d'água será protegido por um sistema de acesso inviolável, tipo caixa de concreto com tampa metálica chaveada. O tubo interno deverá ser fechado por um CAP rosqueado.

Concluída a instalação, deverá ser realizado um esquema com indicação da data, nº do medidor de NA, localização, profundidade do furo de sondagem, nível freático, nível da superfície da fundação, nível de material de preenchimento e demais dados de interesse.

#### 9.5.2 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O Medidor de Nível D'água será medido em unidade, após a conclusão do furo, colocação dos tubos, material drenante e selante, além do dispositivo de proteção e após testes e aprovação do funcionamento pela FISCALIZAÇÃO. Eles serão pagos pelas quantidades efetivamente instaladas, utilizando o preço unitário proposto constante na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

Os preços unitários deverão incluir os custos de aquisição de todo material, abertura do furo, mão de obra, transporte e armazenamento dos equipamentos durante a sua instalação.

## 10 – OBRAS DE DRENAGEM

---

## **10 - OBRAS DE DRENAGEM**

### **10.1 - DRENAGEM SUPERFICIAL NO MACIÇO**

Os sistemas de drenagem são classificados de acordo com suas dimensões, em sistemas de microdrenagem, também denominados de sistemas iniciais de drenagem, e de macro drenagem. A microdrenagem consiste basicamente na captação do escoamento das águas superficiais através de canaletas, valetas, sarjetas ou caixas de captação e, em seguida, condução destas águas para um local conveniente. Através da drenagem superficial evitam-se os fenômenos de erosão na superfície dos taludes e reduz-se a infiltração da água nos maciços, resultando numa diminuição dos efeitos nocivos da saturação do solo sobre sua resistência, fazendo ainda parte do sistema todos os componentes do projeto para que tal ocorra.

A drenagem profunda objetiva essencialmente promover processos que redundem na retirada de água da percolação interna dos maciços (do fluxo através de fendas e fissuras de um maciço terroso ou através de fendas e fissuras de maciços rochosos) reduzindo a vazão de percolação e as pressões neutras intersticiais.

#### **10.1.1 - OBJETO**

As obras, serviços e equipamentos a que se referem estas especificações, são as obras referentes a bueiros, drenos e descidas d'água, drenagem superficial e profunda e fornecimento e montagem de materiais e tubulações.

Estabelece ainda os procedimentos que devem ser seguidos para a construção dos dispositivos acima citados, destinados à coleta de águas superficiais e condução subterrânea para locais de descarga mais favorável.

#### **10.1.2 - BUEIROS**

Os bueiros que compõem este projeto são constituídos por tubulações pré-moldadas ou em concreto armado que atravessam as estradas e que servem para dar escoamento às águas pluviais, quando as estradas interceptam os riachos principais da área.

Compõem-se de bocas e corpo. Corpo é a parte situada sob os cortes e aterros. As bocas constituem os dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante, e são compostas de soleira, muro de testa e alas.

#### 10.1.2.1 - Condições Gerais

Os bueiros tubulares de concreto deverão ser locados de acordo com os elementos especificados no projeto.

Para melhor orientação das profundidades e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para execução dos berços e assentamento através de cruzetas.

Os bueiros deverão dispor de seção de escoamento seguro dos deflúvios, o que representa atender às descargas de projeto calculadas para períodos de recorrência preestabelecidos.

Para o escoamento seguro e satisfatório o dimensionamento hidráulico deverá considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, cuidando ainda, evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no corpo estradal, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

No caso de obras próximas à plataforma de terraplenagem, a fim de diminuir os riscos de degradação precoce do pavimento e, principalmente, favorecer a segurança do tráfego, os bueiros deverão ser construídos de modo a impedir, também, a formação de poças de água na superfície das estradas, favorecendo a ocorrência de acidentes.

Os dispositivos abrangidos por esta Especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto e especificações particulares. Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNIT que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

#### 10.1.2.2 - Tubos de Concreto

Os tubos de concreto para bueiros de grotas e greides deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto e ter encaixe tipo ponta e bolsa, obedecendo às exigências

da ABNT NBR 8890/03, tanto para os tubos de concreto armado quanto para os tubos de concreto simples.

O concreto usado para a fabricação dos tubos será confeccionado de acordo com as normas NBR 6118/03, NBR 12655/96, NBR 7187/03 e DNER-ES 330/97 e dosado experimentalmente para a resistência à compressão ( $f_{ck}$  min) aos 28 dias de 15 MPa.

#### 10.1.2.3 - Material de Rejuntamento

O rejuntamento da tubulação dos bueiros será feito de acordo com o estabelecido nos projetos específicos e na falta de outra indicação deverá atender ao traço mínimo de 1:4, em massa, executado e aplicado de acordo com o que dispõe a DNER-ES 330/97. O rejuntamento será feito de modo a atingir toda a circunferência da tubulação a fim de garantir a sua estanqueidade.

#### 10.1.2.4 - Material para Construção de Bocas e Alas

Os materiais a serem empregados na construção das bocas e alas deverão atender às recomendações de projeto e satisfazer às indicações e exigências previstas pelas normas da ABNT e do DNIT.

O material a ser empregado é o concreto simples e deverá atender às indicações do projeto.

Para as bocas e alas o concreto deverá ser preparado como estabelecido pelas DNER-ES 330/97, NBR 6118/03, NBR 7187/03 e NBR 12655/96 de forma a atender a resistência à compressão ( $f_{ck}$  min) aos 28 dias de 15 MPa.

#### 10.1.2.5 - Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras referidas, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- a) caminhão basculante;
- b) caminhão de carroceria fixa;
- c) betoneira ou caminhão betoneira;

- d) pá carregadeira;
- e) rolo compactador metálico;
- f) retroescavadeira ou valetadeira;
- g) guincho ou caminhão com grua ou “Munck”;
- h) serra elétrica para fôrmas;
- i) vibradores de placa ou de imersão

**Nota:** *Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir as condições apropriadas de operação, sem o que não ser autorizada a sua utilização pela FISCALIZAÇÃO.*

#### 10.1.2.6 - Execução do Bueiro

Para execução dos bueiros tubulares de concreto instalados no fundo de grotas deverão ser atendidas as etapas executivas seguintes:

- Locação da obra atendendo às Notas de Serviço para implantação de obras-de-arte correntes de acordo com o projeto executivo de cada obra;
- A locação será feita por instrumentação topográfica após desmatamento e regularização do fundo do talvegue;
- Precedendo a locação recomenda-se no caso de deslocamento do eixo do bueiro do leito natural executar o preenchimento da vala com pedra de mão ou “rachão” para proporcionar o fluxo das águas de infiltração ou remanescentes da canalização do talvegue;
- Após a regularização do fundo da grota, antes da concretagem do berço, locar a obra com a instalação de réguas e gabaritos, que permitirão materializar no local, as indicações de alinhamento, profundidade e declividade do bueiro;
- A declividade longitudinal do bueiro deverá ser contínua e somente em condições excepcionais permitir descontinuidades no perfil dos bueiros;

- A escavação das cavas será feita em profundidade que comporte a execução do berço, adequada ao bueiro selecionado, por processo mecânico ou manual;
- A largura da cava deverá ser superior à do berço em pelo menos 30cm para cada lado, de modo a garantir a implantação de fôrmas nas dimensões exigidas;
- Deve ser exigida a compactação mecânica por compactadores manuais, placa vibratória ou compactador de impacto, para garantir o grau de compactação satisfatório e a uniformidade de apoio para a execução do berço;
- Após atingir o grau de compactação adequado, instalar formas laterais para o berço de concreto e executar a porção inferior do berço com concreto de resistência ( $f_{ckmin} > 15\text{MPa}$ ), com a espessura adequada ao bueiro selecionado;
- Somente após a concretagem, acabamento e cura do berço serão feitos a colocação, assentamento e rejuntamento dos tubos, com argamassa cimento-areia, traço 1:4, em massa;
- A complementação do berço compreende o envolvimento do tubo com o mesmo tipo de concreto, obedecendo à geometria prevista no projeto-tipo e posterior reaterro com recobrimento mínimo de 1,5 vezes o diâmetro da tubulação, acima da geratriz superior da canalização.

#### 10.1.2.7 - Medição e Pagamento

Os bueiros das estradas estão incluídos no preço do quilometro (km) das Estradas de Acesso (item 4.3) e Caminhos de Serviços (item 4.2).

#### 10.1.3 - CALHAS, MEIOS-FIOS E SAÍDAS DE ÁGUA

##### 10.1.3.1 - Generalidades

O Projeto da Drenagem Superficial da barragem consiste em inclinação de 2% de jusante para montante na plataforma de coroamento da barragem, que será

protegida e confinada por meio fio dos dois lados. Para o destino das águas de drenagem do coroamento da barragem foram projetadas obras de saída d'água a cada 20 metros, coincidente com as estacas de locação da barragem. Na berma de jusante está projetada uma calha retangular de drenagem em toda extensão longitudinal e com descida d'água a cada 20 metros, correspondente também a cada seção das estacas da barragem.

#### 10.1.3.2 - Materiais

As obras abrangidas por esta Especificação referem-se basicamente, a dispositivos construídos em concreto armado, cujos materiais devem satisfazer às recomendações preconizadas nas Especificações de concreto, formas e armaduras, bem como às Normas ABNT NBR-6118 e ABNT NBR-7187.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado experimentalmente para alcançar, aos 28 dias, resistência mínima à compressão de 15 Mpa.

#### 10.1.3.3 - Execução

Para a implantação das calhas de drenagem moldadas "in loco" deverão ser retiradas as pedras (rocha) de proteção do talude de jusante, em seguida escavadas valetas no talude do aterro de jusante, com as dimensões e declividades definidas nos Desenhos de Projeto.

Após escavadas as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da cava aberta.

A escolha da metodologia para escavação das valetas para construção das calhas deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA. Poderão ser empregadas escavações manuais, mecanizadas e desmontes à fogo em se tratando de implantação em materiais de 3a. categoria.

As Calhas serão executadas em seção quadrada com dimensões internas de 30x30cm e deverão ser construídas com concreto armado com  $F_{ck}=15\text{MPa}$ , de acordo com as principais características definidas para este tipo de concreto nestas Especificações Técnicas e os detalhes construtivos apresentados nos Desenhos de Projeto.

As duas linhas de meio-fio serão implantadas nas laterais da estrada do coroamento da barragem, a linha de jusante será contínua, mas a linha de montante será interrompida a cada 20 metros para execução das caixas de descida d'água. O concreto dos meio fios será com  $F_{ck}=15\text{Mpa}$  e as dimensões será a definida em Projeto.

As Descidas D'água são caixas de concreto deverão ser moldadas "in loco", nas dimensões, formas e declividades indicadas no Projeto e deverão ser construídas com concreto armado com  $F_{ck}=15\text{MPa}$ , de acordo com as principais características definidas para este tipo de concreto nestas Especificações Técnicas.

As escavações para implantação dos dispositivos deverão ser executadas de acordo com os alinhamentos e cotas constantes no projeto.

#### 10.1.3.4 - Medição e Pagamento

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- a) Remoção da camada de brita de proteção do talude de jusante será medido em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) da quantidade retirada para execução da Calha, incluindo transporte para fora do talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- b) Escavação manual de solo do aterro do maciço (berma), material de 1ª categoria nas dimensões indicada no projeto e será medida em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) da quantidade escavada para execução das obras. O preço unitário deverá incluir transporte para fora do talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- c) Colocação e retirada das Formas para execução das obras, será de acordo com o projeto, deverão ser medidas em metros quadrados ( $\text{m}^2$ ), com reutilização de cinco vezes. O preço unitário deverá incluir transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;

- d) Armaduras para execução das obras será de acordo com o projeto estrutural, e serão medidas em metros cúbicos (m<sup>3</sup>). O preço unitário deverá incluir aquisição, transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos para dobras e colocação nas formas, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- e) Aplicação do concreto Fck=15Mpa de acordo com as Normas e estas Especificações Técnicas, item 6, será medido em metros cúbicos (m<sup>3</sup>). O preço unitário deverá incluir transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.
- f) Os Enrocamentos de brita das descidas d'água, a mesma brita utilizada na transição do talude de montante, serão executados nestas obras na saída de água para o talude e serão medidos em metros cúbicos (m<sup>3</sup>). O preço unitário deverá incluir transporte para o local, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução
- g) Fabricação e assentamento de meio fio nos dois lados do coroamento da barragem será medido por metro linear (m). O preço unitário deverá incluir transporte para o coroamento da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

O cálculo dos quantitativos será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das obras efetivamente executadas e cotejando com os desenhos de Projeto.

O pagamento destes serviços será efetuado utilizando o preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

## 10.2 - DRENAGEM SUBTERRÂNEA NO SANGRADOURO

### 10.2.1 - INTRODUÇÃO

A drenagem subterrânea foi projetada na zona do Rápido do Sangradouro e tem como função proteger as lajes armadas do fundo deste canal dos esforços provocados pelo acúmulo de água subterrânea, provenientes dos solos e do corte em

rocha (fendas e porosidade), adjacentes ou no fundo do canal, que poderá provocar sub-pressão na seção hidráulica do canal do rápido, provocando fissura ou o rompimento das lajes. Esses esforços poderão ser originados de duas fontes:

- Afluxo de água subterrânea longitudinal ou transversal ao eixo do canal do rápido, pois o corte no solo e na rocha para construção do vertedouro, transformou esta vala em um enorme dreno dos solos e rochas adjacentes, por onde deverá escoar toda água infiltrada na região do sangradouro;
- Perda de água por infiltração através de fissuras ou rachaduras nas lajes ou nas juntas destas.

O efeito prejudicial da sub-pressão será máximo, quando simultaneamente houver uma grande contribuição do lençol freático e o canal do rápido tiver seco ou esvaziou rapidamente, de forma a não ter lâmina de água sobre a laje.

Para diminuir ou eliminar os efeitos da sub-pressão nas lajes do Rápido, foi projetado um sistema de drenagem subterrânea, ao longo das quatro lajes que compõem esta obra, no sentido longitudinal, com os drenos dispostos em forma de espinha de peixe, que podem coletar as águas acumuladas em toda extensão deste trecho do sangradouro, destinando para as laterais deste canal (direita e esquerda) e daí conduzidas para o enrocamento do canal de restituição.

Os drenos de fundo serão construídos inicialmente com a abertura de valas de 30 x 30cm a serem escavadas sob o fundo das lajes do canal do Rápido, de acordo com a geometria e as dimensões estabelecidas no Projeto. O dreno é constituído por uma tubulação em PEAD corrugado (DN=150 e 200 mm), perfurado, parede dupla, liso internamente, envolvido com um envelope de brita (Nº 1 ou 2) e protegido por uma manta de geotêxtil, tipo BIDIM RT-10 ou similar. O envelopamento do tubo com brita deverá centralizar o tubo corrugado na vala e preencherá o espaço da vala escavada.

#### 10.2.2 - FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MANTA GEOTÊXTIL

O geotêxtil a ser aplicado é constituído por uma manta de tecido 100% poliéster com resistência a tração longitudinal mínima de 10 kN/M (Bidim RT 10 ou Similar), e deverá seguir as recomendações do Fabricante, e atender as Normas Brasileiras e

Normas Internacionais, quanto aos testes e ensaios e para sua utilização e manuseio, e deverá atender também, no mínimo, as especificações resumidas no **Quadro 9.1**.

A aplicação do geotêxtil deverá ser feita nos locais definidos nos Desenhos de Projeto, somente após a remoção de todo o material solto existente no local de sua instalação. Os painéis de geotêxtil deverão ser emendados por costura, conforme normas definidas pelo Fabricante. Emendas por transpasse somente serão aceitas com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

A fixação provisória das mantas em terrenos planos poderá ser feita com sacos de areia e/ou grampos apropriados para este fim.

Recomenda-se utilizar brita de granulometria conforme o estabelecido no Projeto. O agregado será obtido através da britagem de rocha sã proveniente da Jazida de Rocha (Pedreira) indicada no Projeto e na aplicação do dreno deverão estar isentos de impurezas orgânicas e torrões de argila, para evitar colmatação da manta.

**Quadro 9.1 – Características da Manta Geotêxtil para Drenagem do Rápido.**

PROPRIEDADES	DESCRIÇÃO	NORMA	UNID.	RT 10
MECÂNICAS	<b>1 - Resistência à Tração Faixa Larga</b>	ABNT NBR ISO 10319		
	Valor na Ruptura -L		kN/m	10
	Alongamento -L		%	>50
	Valor na Ruptura -T		kN/m	9
	Alongamento -T		%	>50
	<b>2 - Resistência a Tração Grab</b>	ASTM D 4632		
	Tração na Ruptura -L		N	630
	Alongamento - L		%	>50
	Tração Na Ruptura - T		N	580
	Alongamento -T		%	>50
	<b>3 - Rasgo Trapezoidal</b>	ASTM D 4533		
	Valor Na Ruptura - L		N	260
	Valor Na Ruptura -T		N	240
	Puncionamento	ASTM D 4833	N	330
Puncionamento CBR	ABNT NBR ISO 12236	kN	1,7	
HIDRÁULICAS	Permissividade	ASTM D 4491	s <sup>-1</sup>	2
	Fluxo De Água		l/min/m <sup>2</sup>	5820
	Permeabilidade Normal	ABNT NBR ISO 11058	cm/s	0,39
	Abertura Aparente	ASTM D 4751	mm	0,212 (70)
FÍSICAS	Comprimento		m	200
	Largura		m	2,30 – 4,60
	Matéria Prima e Tecnologia	100% Poliester		
	Ponto de Fusão	260°C		

### 10.2.3 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição do revestimento em manta geotêxtil será feita por metro quadrado, com base nas dimensões indicadas nos Desenhos de Projeto. Os eventuais transpasses executados não serão medidos.

Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelos Preços Unitários constantes na Planilha de Orçamento de Obras, e com base em medições mensais, que deverão incluir a limpeza final do local de instalação, a compensação integral pelos serviços fornecimento e instalação de geotextil, fixação, execução de emendas e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

Os preços unitários deverão incluir os custos de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

### 10.3 - TUBOS PERFURADOS DE DRENAGEM

Os tubos perfurados de drenagem deverão ser executados em valetas escavadas no terreno natural e/ou aterros, com as dimensões e declividades definidas nos Desenhos de Projeto. Após escavadas as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da área aberta.

A escolha da metodologia para escavação das valetas para instalação dos tubos perfurados deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA. Poderão ser empregadas escavações manuais, mecanizadas e desmontes a fogo em se tratando de implantação em materiais de 3a. categoria. Na sequência deverão ser instaladas as mantas de geotêxtil não-tecido, com a largura necessária a execução do transpasse necessário, conforme definido nos Desenhos de Projeto. As emendas dos geotêxtil ao longo dos drenos deverão ser feitas por costuras conforme normas definidas pelo Fabricante. Emendas por transpasse somente serão aceitas com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Após a instalação da manta de geotêxtil, as valetas deverão ser preenchidas com material granular definido nos Desenhos de Projeto, em camadas não superiores a 10 cm, devendo os materiais serem apiloados com soquetes manuais até se atingir compacidade que permitam o tráfego de trabalhadores sem ocorrência de deformações. Simultaneamente, deverão ser instalados os tubos perfurados, apresentando as características definidas nos Desenhos de Projeto. As junções das tubulações deverão ser convenientemente solidarizadas, a fim de se evitar que os materiais granulares no seu entorno sejam carregados para o interior dos tubos.

No lançamento das camadas deverão ser empregadas as granulometrias de brita definidas nos Desenhos de Projeto, devendo os materiais serem constituídos de pedras obtidas por britagem de rocha sã, ou cascalho limpo obtidos de jazidas liberadas pela FISCALIZAÇÃO. Durante toda a operação de execução dos tubos deverão ser tomados cuidados especiais para evitar a contaminação dos drenos por

materiais adjacentes (solos escavados, etc.) e materiais trazidos por eventuais enxurradas, quando da ocorrência de precipitações pluviométricas.

Nos locais onde forem feitas as derivações para permitir o escoamento da água de percolação para fora do Rápido, deverão ser executadas caixas de passagem, que poderão ser pré-moldadas e/ou moldadas in loco, com aberturas laterais para permitir a junção de tubos coletores (DN=150mm) com o tubo principal (DN=200mm).

#### 10.3.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

A medição será efetuada pelas extensões de tubos de drenagem instalados e por diâmetro fornecido e efetivamente instalados com a aprovação da FISCALIZAÇÃO. Os quantitativos serão medidos em metros linear.

Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelos Preços Unitários constantes na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA, e com base em medições mensais, que deverão incluir a limpeza final do local de instalação.

O cálculo dos quantitativos será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das obras efetivamente executadas e cotejando com os desenhos de Projeto.

Os preços unitários deverão incluir os custos dos tubos e de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

#### 10.4 - EXECUÇÃO DE DRENOS DE BRITA COM GEOTÊXTIL

Os drenos de brita deverão ser executados em valetas escavadas no fundo do rápido, com largura de 30 cm e altura de 30cm, para tubos DN=150mm e 40 x 40cm para tubos de DN=200mm, e as declividades definidas nos Desenhos de Projeto. Após escavadas as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da área aberta.

Na seqüência deverão ser instaladas as mantas de geotêxtil, com a largura necessária a execução do transpasse necessário, conforme definido nos Desenhos de Projeto. As emendas dos geotexteis ao longo dos drenos, deverão ser feitas por

costuras conforme normas definidas pelo Fabricante. Emendas por transpasse somente serão aceitas com prévia autorização da FISCALIZAÇÃO.

Após a instalação da manta de geotêxtil, as valetas deverão ser preenchidas com material granular (brita), definido nos Desenhos de Projeto, em camadas não superiores a 10 cm, devendo os materiais serem apiloados com soquetes manuais até se atingir compacidades que permitam o tráfego de trabalhadores sem ocorrência de deformações.

No lançamento das camadas deverão ser empregadas as granulometrias de brita definidas nos Desenhos de Projeto, devendo os materiais serem constituídos de pedras obtidas por britagem de rocha sã, ou cascalho limpo obtidos de jazidas liberadas pela FISCALIZAÇÃO. Durante o lançamento e apiloamento da brita e/ou cascalho deverão ser tomados cuidados especiais para evitar a contaminação dos drenos por materiais adjacentes (solos escavados, etc) e materiais trazidos por eventuais enxurradas, quando da ocorrência de precipitações pluviométricas.

Após o término do lançamento dos materiais deverá ser feito o transpasse do geotêxtil, o qual deverá ser mantido em sua posição final através de costuras em pontos localizados ou mediante o apoio provisório com sacos de areia, até que se cubram os drenos com aterros e/ou concretagens previstas nos Desenhos de Projeto.

#### 10.4.1 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- a) Escavação em material de 3ª categoria nas dimensões indicada no projeto e será medida em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) da quantidade escavada para execução das valetas. O preço unitário deverá incluir transporte para fora do talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- b) O fornecimento e a colocação da Brita serão de acordo com as dimensões indicadas no Projeto e será medida em metros cúbicos (m<sup>3</sup>) da quantidade realmente aplicada no dreno.

Os serviços serão remunerados pelos Preços Unitários constantes na Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA

O cálculo dos quantitativos será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das obras efetivamente executadas e cotejando com os desenhos de Projeto.

Os preços unitários deverão incluir os custos dos tubos e de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços.

## 10.5 - CAIXAS DE INSPEÇÃO E JUNÇÃO DOS TUBOS

### 10.5.1 - GENERALIDADES

No projeto da Drenagem Subterrânea do Rápido do sangradouro da barragem está projetado na junção dos tubos DN=150mm e DN=200 mm caixas de inspeção para junção dos tubos PEAD e passagem da água para jusante.

### 10.5.2 - MATERIAIS

As caixas serão construídas em concreto armado, cujos materiais devem satisfazer às recomendações preconizadas nas Especificações de concreto, formas e armaduras, bem como às Normas ABNT NBR-6118 e ABNT NBR-7187.

O concreto utilizado nos dispositivos deverá ser dosado experimentalmente para alcançar, aos 28 dias, resistência mínima à compressão de 15 Mpa.

### 10.5.3 - EXECUÇÃO

Para a implantação das caixas de inspeção moldadas “in loco” deverão ser escavadas na rocha na dimensões 1,0 x 1,0m e profundidade definidas em projeto.

Após escavadas as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da cava aberta.

A escolha da metodologia para escavação da cava de fundação para construção das calhas deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA. Poderão ser empregadas escavações manuais, mecanizadas e desmontes à fogo em se tratando de implantação em materiais de 3a. categoria.

As caixas serão executadas em seção quadrada com dimensões internas de 40x40m e deverão ser construídas com concreto armado com  $F_{ck}=15\text{MPa}$ , de acordo com estas Especificações Técnicas e os detalhes construtivos apresentados nos Desenhos de Projeto.

#### 10.5.4 - MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- a) Escavação em material de 3ª categoria nas dimensões indicada no projeto e será medida em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) da quantidade escavada para execução das valetas. O preço unitário deverá incluir transporte para fora do talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- b) Colocação e retirada das Formas para execução das obras, será de acordo com o projeto, deverão ser medidas em metros quadrados ( $\text{m}^2$ ), com reutilização de cinco vezes. O preço unitário deverá incluir transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- c) Armaduras para execução das obras será de acordo com o projeto estrutural, e serão medidas em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ). O preço unitário deverá incluir aquisição, transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos para dobras e colocação nas formas, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- d) Aplicação do concreto  $F_{ck}=15\text{Mpa}$  de acordo com as Normas e estas Especificações Técnicas, item 6, será medido em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ). O preço unitário deverá incluir transporte para o talude da barragem, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução.

O cálculo dos quantitativos será realizado, para efeito de medição, utilizando-se trenas para medidas geométricas das obras efetivamente executadas e cotejando com os desenhos de Projeto.



O pagamento destes serviços será efetuado utilizando o preço unitário constante da Planilha de Orçamento de Obras da CONTRATADA.

## **11 – PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS**

---

## 11 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

Estes serviços se destinam à recuperação das áreas degradadas em decorrência do exercício de atividades relacionadas à construção de barramentos, ou a elas associadas.

### 11.1 - EXECUÇÃO

A CONTRATADA deve executar os serviços em conformidade com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, disponibilizado pela CONTRATANTE, visando a recomposição das áreas afetadas pelas atividades inerentes à construção de barramentos.

A abrangência dos serviços de recuperação das áreas afetadas incorpora aquelas destinadas às atividades de exploração de jazidas, de empréstimo, de bota-fora (quando situado fora da bacia hidráulica) e instalações industriais para a construção.

A recuperação das áreas degradadas deve ser iniciada tão logo seja concluída a exploração/utilização destas áreas ou, quando possível, concomitantemente com essas atividades.

Os serviços de recuperação consistem basicamente de reconstituição paisagística, através da conformação da superfície topográfica, espalhamento de solo vegetal e posterior revegetação com gramíneas e/ou plantas nativas, em acordo com determinação da FISCALIZAÇÃO, conforme orientação da CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá projetar com indicação de localização e implantar, um viveiro com estrutura e capacidade para oito mil unidades, a serem submetidos a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Para a recuperação de áreas degradadas é providenciado durante a execução das obras o aproveitamento de solo orgânico e o seu estoque para oportunamente ser aplicado. As instruções de serviço para este aproveitamento e estocagem estão definidas nestas especificações no item Aproveitamento da Camada de Solo Orgânico.

## 11.2 - PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS

Cada tipo de área será submetido a processos distintos de recuperação como podemos constatar a seguir.

### 11.2.1 - AÇÕES PARA RECUPERAÇÃO DE JAZIDAS DE SOLOS

A sequência apresentada a seguir mostra um encadeamento de ações que serão implementadas desde o início dos serviços até o final para recuperação das áreas degradadas.

#### 11.2.1.1 - Desmatamento das Áreas das Jazidas

A cobertura vegetal deverá ser removida somente na faixa prevista para a execução da decapagem do estéril e em período precedente a esta operação, de forma que logo após o desmatamento ocorra a decapagem. A retirada da vegetação deverá ocorrer na medida em que for havendo necessidade de se explorar cada jazida. Deve-se evitar o desmatamento de várias jazidas num mesmo período. Outros cuidados a serem adotados são:

- Delimitar previamente a área a ser desmatada, podendo-se utilizar piquetes de madeira ou outro tipo de marco que possa servir como elemento de demarcação;
- Orientar os operários quanto aos processos de retirada da vegetação, no sentido de reaproveitar os restolhos vegetais;
- Respeitar as áreas de preservação permanente, como forma de conservar as condições naturais desses ambientes;
- Evitar a queima da cobertura vegetal, encontrando destino para os troncos vegetais que forem cortados e estocando, quando possível, os restolhos vegetais juntamente com o solo, para utilização na futura reabilitação de setores degradados fora da bacia hidráulica.

#### 11.2.1.2 - Decapeamento das Áreas das Jazidas

Os trabalhos de decapeamento serão orientados em função da espessura do capeamento de solo orgânico, que servirá para recobrimento das superfícies a serem

recuperadas, devendo ser feito o seu manejo para as áreas definidas para a estocagem. O solo fértil removido e estocado será conservado para uso nos setores degradados a serem reabilitados, podendo ser utilizado também na cobertura da superfície final dos bota-foras.

#### 11.2.1.3 - Estocagem do Solo Fértil

Para a estocagem do solo fértil, é recomendável fazer o depósito em local plano, formando pilhas regulares não superiores a 2 m de altura. Visando evitar o desencadeamento de processos erosivos, a base da pilha deverá ser protegida com troncos vegetais (do desmatamento da própria área) e toda sua superfície deverá ser recoberta com restolhos vegetais. Será evitada a compactação do solo removido para não alterar as suas características e este será periodicamente alvo de revolvimento para facilitar o processo de aeração promovendo uma melhor atividade biológica, o que aumentará a sua fertilidade.

#### 11.2.1.4 - Recuperação das Áreas Degradadas

Para as áreas das jazidas de solo que não serão submersas serão efetuadas, logo após o término da lavra, a recomposição topográfica das áreas exploradas, com a utilização do material de bota-fora estocado; a sistematização dos terrenos, os quais deverão ficar com inclinação suavizada em direção à bacia hidráulica e a compactação do terreno. No início do período chuvoso serão implementadas as operações de reflorestamento das áreas recuperadas topograficamente com o recobrimento com uma camada superficial de solo orgânico estocado, serrapilheira (proveniente da área a ser inundada) e chuva de sementes do banco de sementes.

A molhação deverá ser realizada com a utilização de carro pipa ou de outros dispositivos, durante os primeiros três meses, após plantio, com frequência de molhação a cada três dias. Durante seis meses após o plantio, as culturas deverão estar submetidas ao combate a pragas e doenças, podas, capinas e demais operações.

#### 11.2.1.5 - Produção de Serapilheira e Chuva de Sementes

A serapilheira compreende, principalmente, o material de origem vegetal (folhas, flores, ramos, cascas, frutos e sementes) e, em menor proporção, o de origem

animal (restos animais e material fecal) depositado na superfície do solo da área a ser inundada. Atua como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e com matéria orgânica. Este processo é particularmente importante na restauração da fertilidade do solo nas áreas em início de sucessão ecológica.

Em comunidades sucessionais, o acúmulo de serapilheira e o tempo de sua remoção podem produzir mudança radical na estrutura, afetando a substituição de espécies dominantes, bem como a riqueza e a diversidade. Um indicativo de que a floresta está se recuperando é o retorno de nutrientes do solo para as plantas, ou seja, a ciclagem de nutrientes.

#### 11.2.2 - VIVEIRO PARA PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DE MUDAS

Deverá ser instalado viveiro, conforme Projeto e localização, aprovado pela FISCALIZAÇÃO, para produção e manutenção de 8.000 mudas de espécies arbóreas, nele produzidas ou alternativamente adquiridas no mercado, na composição a ser definida pela fiscalização

#### 11.2.3 - JAZIDAS DE AREIA

A recuperação de áreas degradadas em jazidas de areia, quando situadas fora da bacia hidráulica, consistirá na modelação do relevo de modo a manter a forma da calha fluvial de origem.

#### 11.2.4 - JAZIDAS DE PEDRAS

A exploração de pedreiras, quando situadas fora da bacia hidráulica, desde o seu início, deve ser orientada no sentido de garantir uniformidade nos taludes de modo e o escoamento natural das águas.

#### 11.2.5 - ÁREAS DE BOTA-FORA DE SOLOS

As áreas de bota-fora, quando situadas fora da bacia hidráulica, deverão ser submetidas à recuperação conforme descrito para jazidas de solos, com plantio de

espécies arbóreas ou gramíneas, ou ambas, a depender da classe do solo e das características de vegetação e morfologia do entorno.

#### 11.2.6 - ÁREAS DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

Após a desmobilização das instalações industriais, a área deverá passar por um processo de remoção de todas os rejeitos e submetida a recuperação, como descrito para jazidas de solos.

#### 11.3 - CONTROLE

O controle dos serviços de recuperação das áreas degradadas será efetuado pela FISCALIZAÇÃO, conforme orientação CONTRATANTE, apoiadas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.

Caso haja a degradação de áreas em consequência de atividades exercidas pela CONTRATADA por vontade própria, evidentemente não previstas quando da elaboração do PRAD, estas ficam sujeitas à recuperação, as suas expensas.

