CESAN
qualidade em saneamento



CONTRATO 0190/2022
OF Nº E-GPJ-016-001-2022

MUNICÍPIO DE DOMINGOS MARTINS

IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU

PROJETO GERAL

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS CIVIS

A-062-000-00-0-ET-0009

Interteche CONSULTORES S.A.

Julho / 2023

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS CIVIS

2	ALTERAÇÃO DE CÓDIGO	JPA	ACFS	JUL/23
1	ALTERAÇÃO DE CAPA	JPA	ACFS	JUL/23
0	VERSÃO APROVADA	GERAL	ACFS	MAR/23
A	EMISSÃO INICIAL	GERAL	ACFS	NOV/22
Nº	Descrição	Prep.	Aprov.	Data
REVISÕES				

Intertechne CONSULTORES S.A.

CESAN
qualidade em saneamento

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU
PROJETO BÁSICO

Elaborado por	ACFS	Monica Carvalho Gerente do Projeto
Verificado por	RM	
Supervisor	RM	José F. Pinheiro Machado
Data	NOV/22	Resp. Técnico CREA PR 20532/D

CÓDIGO INTERTECHNE	Rev.
22AL-BI-4-GE-G00-00-C-00-ET-0001	2

CÓDIGO UNIFICADO	Rev.
A-062-000-00-0-ET-0009	2

JOSE FRANCO PINHEIRO MACHADO:56752890978
Assinado de forma digital por JOSE FRANCO PINHEIRO MACHADO:56752890978
Dados: 2023.07.20 15:27:38 -03'00'

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS CIVIS

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 6
2. SERVIÇOS GERAIS, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO 6
2.1. SERVIÇOS GERAIS 6
3. DESVIO E CONTROLE DO RIO DURANTE CONSTRUÇÕES 11
3.1. ESQUEMA DE DESVIO DO RIO 11
3.2. CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ENSECADEIRAS 12
3.3. ESGOTAMENTO DA ÁGUA NAS ÁREAS DE CONSTRUÇÃO 16
3.4. MONTAGEM E OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS PARA FECHAMENTO DA ESTRUTURA DE DESVIO 17
4. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA 18
4.1. OBJETO 18
4.2. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA 19
5. ESCAVAÇÃO E TRATAMENTO DAS SUPERFÍCIES ESCAVADAS 19
5.1. OBJETO 19
5.2. ALINHAMENTOS, DECLIVIDADES E TALUDES 19
5.3. ESCAVAÇÃO SELETIVA, ESTOQUES E BOTA-FORA 20
5.4. ESCAVAÇÃO COMUM 21
5.5. ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO 21
5.6. ESCAVAÇÕES EM ÁREAS DE EMPRÉSTIMO E PEDREIRAS 28
5.7. TRATAMENTO SUPERFICIAL DE FUNDAÇÃO 28
5.8. TRATAMENTO DE TALUDES ESCAVADOS EM SOLO E ROCHA 33
6. SONDAGENS, PERFURAÇÕES E INJEÇÕES 33
6.1. OBJETO 33
6.2. PERFURAÇÕES E SONDAGENS 34
6.3. INJEÇÕES 38
6.4. FUROS DE DRENAGEM 44
7. ATERROS COMPACTADOS DE SOLO E DE SOLO-ENROCAMENTO 45
7.1. OBJETO 45
7.2. ALINHAMENTOS E GREIDES 45
7.3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO 45
7.4. EXECUÇÃO DOS ATERROS 51
7.5. ATERROS EXPERIMENTAIS 64
8. CONCRETO CONVENCIONAL 65
8.1. GENERALIDADES 65

8.2. CIMENTO PORTLAND 66
8.3. CINZA VOLANTE 68
8.4. AGREGADOS 69
8.5. ÁGUA 73
8.6. ADITIVOS 74
8.7. ESTUDOS DE DOSAGEM 77
8.8. MISTURA 81
8.9. TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO 82
8.10. LANÇAMENTO E ADENSAMENTO 82
8.11. CURA E PROTEÇÃO 86
8.12. JUNTAS NO CONCRETO 86
8.13. ACABAMENTOS 89
8.14. TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO 91
8.15. REPAROS NO CONCRETO 91
8.16. FORMAS 92
8.17. CONCRETO PROJETADO 94
8.18. CONCRETO PRÉ-MOLDADO 97
8.19. CONCRETO PROTENDIDO 97
8.20. INJEÇÃO DOS CABOS DE PROTENSÃO 99
8.21. APARELHOS DE APOIO 102
9. ARMADURAS E MATERIAIS DE PROTENSÃO 102
9.1. AÇO PARA ARMADURAS E BARRAS DE ANCORAGEM 103
9.2. MATERIAIS DE PROTENSÃO 105
9.3. BARRAS DE ANCORAGEM 106
9.4. TIRANTES 107
9.5. TIRANTES PASSANTES 108
9.6. TELAS DE AÇO SOLDADAS 109
10. INSTALAÇÃO DE PARTES EMBUTIDAS 110
10.1. QUALIDADE DE EXECUÇÃO 110
10.2. SOLDAGEM ELÉTRICA 111
10.3. CHAPAS DE SOLDA, ANCORAGENS, ARMAÇÕES E PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS 111
10.4. TUBULAÇÃO METÁLICA EMBUTIDA 112
10.5. ELETRODUTOS E CAIXAS EMBUTIDAS 114
10.6. ATERRAMENTO 117
11. ACABAMENTOS ARQUITETÔNICOS 118
11.1. OBJETO 118
11.2. ALVENARIA 118
11.3. IMPERMEABILIZAÇÃO 119
11.4. PISOS 120
11.5. PISO DE ARGAMASSA DE ALTA RESISTÊNCIA 122

11.6. REVESTIMENTOS....123
11.7. PINTURA....124
11.8. POLIMENTO E PINTURA DE PISOS....125
11.9. ESQUADRIAS....126
11.10. FORROS....128
11.11. DIVISÓRIAS....129
11.12. VIDROS....129
11.13. DIVISÓRIAS PARA SANITÁRIOS....129
11.14. APARELHOS E ACESSÓRIOS SANITÁRIOS....129
11.15. INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS - ÁGUA....131
11.16. INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS - ESGOTO....131
11.17. SUPERFÍCIES DE CONCRETO (PAREDES)....131
11.18. PISOS DE CONCRETO....131
11.19. URBANIZAÇÃO....131
11.20. PARTES METÁLICAS DIVERSAS....132
12. ELEMENTOS DE SUPORTE PARA ESCAVAÇÕES EM SOLOS E ROCHAS....133
12.1. ANCORAGENS PASSIVAS....133
12.2. TIRANTES (ANCORAGENS ATIVAS)....135
12.3. CONCRETO PROJETADO....137
12.4. TELAS DE AÇO....138
13. DRENAGEM, PROTEÇÃO SUPERFICIAL E PAVIMENTAÇÃO....138
13.1. OBJETO....138
13.2. DRENAGEM....138
13.3. PROTEÇÃO SUPERFICIAL....141
13.4. PAVIMENTAÇÃO....144
14. INSTRUMENTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS....146
14.1. OBJETO....146
14.2. INSTRUMENTOS TÍPICOS A INSTALAR....146
14.3. IDENTIFICAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E INSTALAÇÃO....146
14.4. MEDIÇÕES, FREQUÊNCIA, NÍVEIS DE ALERTA E PROVIDÊNCIAS....146
14.5. PEÇAS SOBRESSALENTES.....147
14.6. MEDIÇÃO DO FLUXO DE ÁGUA....147
14.7. OBSERVAÇÕES FINAIS....148
15. DISPOSIÇÕES AMBIENTAIS....148
15.1. OBJETO....148
15.2. CONDIÇÕES GERAIS....148
15.3. DIRETRIZES PARA CONTROLE DE DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS AFETADAS PELA OBRA....149
15.4. CONTROLE DA POLUIÇÃO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA OBRA....155
15.5. ACOMPANHAMENTO E CONTROLE....158
15.6. VIGILÂNCIA SANITÁRIA....159

BARRAGEM DOS IMIGRANTES DO RIO JUCU
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DAS OBRAS CIVIS

1. INTRODUÇÃO

Este documento trata dos serviços que deverão ser executados pela CONTRATADA, para propiciar os meios necessários à realização das obras civis referentes à construção das estruturas que compõem a Barragem dos Imigrantes, localizada no rio Jucu, no estado do Espírito Santo.

É de responsabilidade da CONTRATADA a mobilização, limpeza final e desmobilização, e também todos os trabalhos relativos à instalação e posterior remoção do Canteiro de Obras e das edificações definidas nos Documentos de Contrato.

A CONTRATADA deverá cumprir toda a legislação ambiental e de segurança e medicina do trabalho vigente durante a realização de todas as atividades sob sua responsabilidade.

2. SERVIÇOS GERAIS, MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO

2.1. SERVIÇOS GERAIS

2.1.1 Mobilização

A CONTRATADA deverá tomar todas as providências relativas à mobilização dos equipamentos, mão-de-obra e materiais, imediatamente após a ordem de serviço, de forma a poder dar efetivo início às obras e possibilitar o cumprimento do cronograma de construção, obedecendo aos marcos estabelecidos em Contrato.

2.1.2 Implantação

a) Canteiro

Neste item são estabelecidas as condições técnicas mínimas a serem cumpridas na construção e manutenção do canteiro e acampamento para a execução dos trabalhos contidos no escopo de fornecimento e de serviços da CONTRATADA.

O canteiro de serviço deverá ser construído a partir do projeto desenvolvido pela CONTRATADA com base no plano geral apresentado em sua Proposta, e detalhado após a ordem de serviço, devendo o Canteiro dispor de todos os recursos necessários e em quantidade suficiente para atender às demandas da obra, sem se limitar a: escritórios (administrativo e de apoio), refeitórios e respectivas cozinhas, almoxarifado, instalações industriais, alojamentos e áreas de lazer.

A CONTRATADA deverá prover todas as construções e instalações com sistema de distribuição de energia elétrica, de água industrial, de ar comprimido, de água potável e sistema de esgoto sanitário, incluindo seu tratamento, de modo a atender à legislação ambiental (federal, estadual e municipal) e as Normas Técnicas pertinentes. Também deverá prover rede de telefonia e instalação da parte física (tubulações, fiação, caixas de passagem e tomadas) para dados (Internet), abrangendo os escritórios administrativos e de apoio na obra da CONTRATANTE.

O projeto detalhado da instalação da rede de energia elétrica (primária, secundária, iluminação externa, posteamento, transformação e proteção) deverá ser elaborado de acordo com o estabelecido nas normas específicas da ABNT.

O projeto detalhado dos sistemas de abastecimento de água industrial e potável, ar comprimido, sistema de prevenção e combate a incêndio e sistema de esgoto deverá ser elaborado de acordo com o estabelecido nas normas específicas da ABNT e legislação vigente.

O canteiro de obras deverá ser construído de maneira a comportar também as estruturas necessárias para os demais agentes envolvidas durante a obra, tais como: Engenharia do Proprietário (EP), Grupos Fornecedores (Turbina-Gerador, BOP, etc.), Projetista (INTERTECHNE) e Meio Ambiente.

Na fase inicial de mobilização, poderão ser utilizados containers devidamente equipados até que se concluam as edificações do Canteiro.

b) Sistema Viário Interno Provisório

As vias internas de acesso provisórias se limitarão ao mínimo necessário. Deverão ser projetadas de forma a impactar o mínimo possível o meio ambiente.

A CONTRATADA deverá disponibilizar para conhecimento da CONTRATANTE o plano geral dos acessos provisórios que serão implantados ao longo da construção.

Os acessos internos provisórios deverão ser projetados obedecendo aos critérios de dimensionamento e segurança e compatíveis ao trafego a que se destinam e sinalizados.

c) Instalações Industriais

A CONTRATADA deverá prover o canteiro de serviços com instalações industriais, com capacidade de produção, armazenamento e/ou serviços dimensionadas para atender às demandas de produção diárias, semanais e mensais da obra que incluem sem se limitar:

- centrais de britagem e processamento de agregados e transições;
- sistemas de transilagem e armazenamento de cimento e adições;
- centrais de concreto;
- tanques de armazenamento de aditivos;
- central de armação;
- central de carpintaria e formas;
- central de ar comprimido;
- pátio de pré-moldados;
- paiol de explosivos e detonadores;
- oficina mecânica;
- oficina industrial;
- reservatório de água industrial;
- laboratórios de controle tecnológico; e,
- laboratório de Instrumentação e auscultação.

Eventualmente, e por opção da CONTRATADA, as atividades de centrais de concreto poderão ser revistas caso o concreto seja fornecido por concreteira.

As instalações necessárias para a instrumentação e o monitoramento das Obras Civis do Empreendimento deverão ser construídas conforme as prescrições estabelecidas nos Documentos de Projeto.

No armazenamento de materiais deverão ser observadas as disposições contidas nas normas específicas da ABNT.

A CONTRATADA deverá ainda prover o canteiro incluindo as frentes de serviço com equipamentos de carga e transporte vertical, os quais deverão atender a todas as necessidades da construção incluindo transporte de formas, armaduras, embutidos, concretos e peças pré-moldadas.

A CONTRATADA deverá prover as frentes de trabalho com redes de serviço de água industrial, ar comprimido e energia elétrica.

A disposição final dos efluentes líquidos, como esgoto sanitário, lavagem de betoneiras e veículos, derramamento e vazamento de óleo e dos produtos químicos, bem como a implantação e operação do sistema de coleta, transporte dos resíduos gerados na construção civil, deverão atender aos prescritos nas legislações vigentes.

d) Acampamento

As instalações de Acampamento serão dotadas dos requisitos básicos de luz, água potável e esgotos sanitários compatíveis com a transitoriedade de sua utilização e com os níveis hierárquicos e necessidades do pessoal que acomodarão.

O Acampamento disporá de instalações próprias de esportes e lazer, de alimentação e de assistência médica e social, ou se utilizará dos sistemas regionais existentes, quando acessíveis ao pessoal.

Todas as edificações e sistemas deverão atender às normas específicas da ABNT à legislação sanitária de higiene e de segurança.

A critério da CONTRATADA, sua força de trabalho poderá ser alojada nas cidades próximas ao local de implantação da obra.

2.1.3 Operação e Manutenção

A CONTRATADA será responsável pela operação e manutenção do canteiro de serviço, instalações industriais, acampamento e do sistema viário de serviço correspondente.

Canteiro de Serviço, Instalações Industriais e Acampamento

A operação e manutenção do canteiro de serviço, instalações industriais e do acampamento envolverão as edificações, instalações industriais, redes de serviços (energia elétrica e subestação provisória, água industrial e potável e respectivas instalações de tratamento, rede de ar comprimido, e todas as demais necessárias ao funcionamento do canteiro e para atender às necessidades da obra), equipamentos fixos e outros previamente definidos, de forma a manter a área perfeitamente limpa e em condições de funcionamento, conforme previsto nas normas ambientais e de segurança usuais.

Incluirá ainda o fornecimento de equipamentos, mão de obra, inclusive de supervisão, e materiais necessários ao atendimento às necessidades do canteiro. Compreenderá também o fornecimento de todos os recursos necessários (alimentação, EPI, transporte, alojamento e tratamento de resíduos) para toda a mão de obra envolvida de responsabilidade da CONTRATADA.

Limpeza Urbana

A limpeza urbana do canteiro, alojamentos, refeitórios, cozinhas, ambulatórios, etc. deverá atender aos preceitos de coleta seletiva de resíduos de acordo com a Resolução CONAMA vigente bem como normas da ABNT específicas.

Para os casos específicos abaixo, alguns cuidados especiais deverão ser contemplados.

a) Refeitórios e Cozinha

Todos os resíduos gerados deverão ser depositados em local especial, a prova de detergentes, em quantidade e capacidade adequada ao dimensionamento do refeitório.

b) Ambulatório

Todos os resíduos, sem exceção, deverão ser armazenados, transportados e eliminados conforme as normas específicas de “lixo hospitalar”, obedecendo as legislações vigentes e normas da ABNT específicas para o serviço.

c) Sistema Viário de Serviço

Entende-se por Sistema Viário de Serviço os Acessos Internos da obra (da guarita para dentro do canteiro), bem como os Acessos Externos (da via pública mais próxima até a guarita).

O Sistema Viário de Serviço será utilizado por todos os agentes envolvidos com o empreendimento e sua manutenção ficará a cargo da CONTRATADA durante todo o período da construção e envolverá a conservação de acessos provisórios construídos e eventuais intervenções corretivas nas estradas permanentes que se fizerem necessárias. Tal manutenção deverá contemplar, porém não se limitando à: reparos no revestimento, drenagem superficial, obras de arte especiais, proteção de taludes, controle de águas, desobstrução e limpeza de bueiros, retirada de entulhos e desmoronamentos, sinalização, controle de acessos e orientação do tráfego, onde e quando necessário.

Os Acessos Internos deverão ser mantidos molhados, sempre que necessário.

2.1.4 Disposições Gerais de Segurança do Trabalho no Canteiro e Instalações

É obrigatória a adoção de medidas que atendam, de forma eficaz, às necessidades de prevenção e combate a incêndio para os diversos setores, atividades, máquinas e equipamentos do canteiro de obras.

Deve haver um sistema de alarme capaz de dar sinais perceptíveis em todos os locais da construção.

É proibida a execução de serviços de soldagem e corte a quente nos locais onde estejam depositadas, ainda que temporariamente, substâncias combustíveis, inflamáveis e explosivas.

Nos locais confinados e onde são executadas pinturas, aplicação de laminados, pisos, papéis de parede e similares, com emprego de cola, bem como nos locais de manipulação e emprego de tintas, solventes e outras substâncias combustíveis, inflamáveis ou explosivas, devem ser tomadas as seguintes medidas de segurança:

- proibir fumar ou portar cigarros ou assemelhados acesos, ou qualquer outro material que possa produzir faísca ou chama;
- evitar, nas proximidades, a execução de operação com risco de provocar centelhas, inclusive por impacto entre peças;
- utilizar obrigatoriamente lâmpadas e luminárias à prova de explosão;
- instalar sistema de ventilação adequado para a retirada de mistura de gases, vapores inflamáveis ou explosivos do ambiente;

- colocar nos locais de acesso placas com a inscrição "Risco de Incêndio" ou "Risco de Explosão";
- manter cola e solventes em recipientes fechados e seguros; e
- quaisquer chamas, faíscas ou dispositivos de aquecimento devem estar afastadas de fôrmas, restos de madeiras, tintas, vernizes ou outras substâncias combustíveis, inflamáveis ou explosivas.

Os Canteiros de Obra devem ter equipes de operários organizadas e especialmente treinadas no correto manejo do material disponível para o primeiro combate ao fogo.

2.1.5 Desmobilização e Limpeza

No final das obras a CONTRATADA deverá remover todas as instalações do canteiro de serviço, tais como equipamentos, edificações temporárias, sobras de material, sucatas e entulhos de construção de qualquer espécie.

A CONTRATADA deverá, ainda, manter em estado de completa limpeza os pisos de concreto, passeios e passarelas. Todas as superfícies de estruturas permanentes deverão se apresentar absolutamente lisas e planas, sem fendas, trincas ou falhas, com arestas vivas e cantos em perfeito esquadro, bem como limpas de manchas e materiais estranhos.

A CONTRATADA deverá deixar o canteiro de serviço, inclusive estoques, pedreiras, áreas de empréstimo, bota-foras, áreas de trabalho e acessos temporários, em condições seguras e com bom aspecto.

Antes do término das obras, a CONTRATADA deverá ter concluído a tempo todo tratamento e proteção dos taludes e bermas das escavações das estruturas permanentes, de acordo com as disposições do item 5.

Os taludes de escavação e aterro, localizados em áreas de empréstimo ou em escavações que se mostrarem instáveis, deverão ser abatidos e nivelados, de modo a garantir a sua estabilidade.

As depressões no terreno deverão ser preenchidas ou drenadas, onde houver acúmulo de água da chuva.

Qualquer área fora das estruturas principais, acima do Nível de Água máximo do reservatório definido nos Documentos de Projeto, que tenha sido desmatada e cuja camada vegetal tenha sido removida durante a execução das obras, deverá ser recomposta com uma camada vegetal, de forma a permitir o plantio de grama natural ou por hidrossemeadura, conforme indicado no item 13.3 - “Proteção Superficial”, respeitando-se as disposições ambientais. Serão de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento e o plantio de mudas arbóreas e arbustivas em todas as áreas recuperadas.

Deverão ser observadas ainda as disposições ambientais definidas no capítulo 15 destas Especificações.

2.1.6 Locação e Demarcação das Obras

É de responsabilidade da CONTRATADA a demarcação de todas as estruturas e/ou parte delas a partir dos Marcos do IBGE Definidos pela CONTRATANTE. A CONTRATADA poderá utilizar marcos e referências de nível de apoio para o desenvolvimento dos serviços, desde que obedecidas às tolerâncias aqui especificadas, definidas nos Desenhos do Projeto Executivo e/ou nas normas pertinentes.

É de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento de estacas, gabaritos, monumentos de concreto, plataformas, mão-de-obra, materiais e equipamentos necessários aos trabalhos de locação das estruturas.

Será de responsabilidade da CONTRATADA a manutenção de todas as estacas e marcos implantados durante a execução das Obras Civis, incluindo os da rede básica indicados ou fornecidos pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA será responsável pela exatidão das demarcações executadas, tanto com relação à locação como com relação ao nivelamento, inclusive durante as etapas intermediárias de construção das estruturas. As dimensões das estruturas deverão obedecer ao indicado nos Documentos de Projeto.

2.1.7 Arranjo Geral do Empreendimento

A CONTRATADA deverá observar todas as diretrizes indicadas nos Documentos de Projeto relacionados ao Arranjo Geral do empreendimento que deverá incluir, sem se limitar, todos os acessos permanentes a partir do ponto de acesso presente no Contrato, obras de arte corrente, obras de arte especial, sinalização, cercas e dispositivos de controle de acesso à área da Unidade Funcional.

3. DESVIO E CONTROLE DO RIO DURANTE CONSTRUÇÕES

3.1. ESQUEMA DE DESVIO DO RIO

3.1.1 Generalidades

Esta seção trata dos procedimentos gerais que deverão ser obedecidos pela CONTRATADA, para a execução de serviços e obras necessários ao desvio e controle do rio durante o período de construtivo.

No presente documento é descrito o esquema de desvio do rio previsto para a construção da Barragem dos Imigrantes.

Os serviços e obras incluem as seguintes atividades de acordo com os respectivos Desenhos de Projeto:

- escavação comum para a construção dos canais de entrada e saída e na região das estruturas do vertedouro e execução da escavação em rocha a céu aberto prevista nestas regiões.
- construção do vertedouro;
- construção das ensecadeiras principais no leito, fechamento do rio e respectivo desvio pelo vertedouro de fundo;
- escavação, limpeza e tratamentos para impermeabilização da fundação da barragem do leito do rio;
- escavação, limpeza e tratamentos para impermeabilização da fundação da barragem*;
- esgotamento inicial e controle da água existente na área entre as ensecadeiras principais e nas demais áreas de construção;
- construção da barragem de aterro;
- início do enchimento do reservatório;

***** Esta etapa poderá ser executada antecipadamente para permitir redução dos riscos de perda da janela hidrológica (período seco).

A execução dos mencionados serviços e obras deverá obedecer, também, aos demais requisitos da presente Especificação.

Este esquema de desvio do rio será consolidado nos documentos das próximas etapas do Projeto.

3.1.2 Responsabilidades

É obrigação da CONTRATADA, executar todo o esquema de desvio do rio, obedecendo à sequência de construção da barragem e demais estruturas, conforme mostrado nos Documentos de Projeto, e respeitando os prazos estabelecidos nos Documentos de Contrato.

Para que a CONTRATADA possa realizar com segurança o planejamento de seus trabalhos é essencial que conheça em profundidade as informações disponíveis sobre o regime hidrológico do rio Jucu, bem como as condições das fundações e das ombreiras onde deverá ser realizado o fechamento das ensecadeiras que podem envolver a necessidade de aplicação de intervenções especiais para garantir a impermeabilização nestas regiões.

A previsão das vazões afluentes no local das obras será realizada pela CONTRATADA mediante o acompanhamento de postos fluviométricos, dados operacionais de barragens a montante e postos pluviométricos na bacia. Durante a fase de construção, a CONTRATADA deverá operar e manter réguas limnimétricas para acompanhamento e registro dos níveis de água nos diversos locais de interesse do empreendimento.

A CONTRATADA será responsável pela construção e manutenção das ensecadeiras, e manutenção das áreas esgotadas, durante todo o período de construção.

3.2. CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DAS ENSECADEIRAS

3.2.1 Generalidades

Todas as ensecadeiras deverão ser executadas de acordo com o estabelecido nos Documentos de Projeto e nestas Especificações Técnicas.

As cotas de proteção das ensecadeiras e de etapas de construção das obras no leito do rio, definidas nos Documentos de Projeto, estão associadas às respectivas condições hidráulicas da calha do rio. Em função disto, a CONTRATADA não deve obstruir a calha do rio com lançamento de material (bota-fora, estoque, etc.) e/ou estruturas em caráter provisório ou definitivo que interfiram no regime do rio e que não estejam devidamente consideradas nos Documentos de Projeto.

3.2.2 Materiais de Construção das Ensecadeiras

Os materiais a serem utilizados na construção das ensecadeiras constarão basicamente de solos, materiais de transições e enrocamentos, conforme descrições apresentadas na sequência.

A CONTRATADA deverá selecionar antecipadamente os materiais com as características adequadas para a aplicação na construção das ensecadeiras, conforme especificado nos Documentos de Projeto, coletando amostras nas jazidas ou nos locais de produção. A CONTRATADA deverá proceder ao lançamento dentro da água, observando criteriosamente o comportamento dos materiais, principalmente no que se refere à segregação granulométrica.

Enrocamentos

Os materiais para os enrocamentos serão constituídos por blocos sãos, não desagregáveis.

A granulometria dos enrocamentos lançados diretamente no rio deverá ser selecionada de modo a evitar carreamento excessivo devido à ação do fluxo de água.

A CONTRATADA deverá constituir um estoque suficiente de materiais com diâmetros maiores, conforme definido nos estudos hidráulicos, de modo a garantir a operação de desvio do rio através do fechamento de pré-ensecadeiras.

Transição

Na interface entre o material terroso de vedação e o enrocamento está prevista a colocação de uma transição preferencialmente não processada oriunda de jazidas naturais como de horizontes de rocha alterada. Caso os materiais disponíveis não atendam as características exigidas nos Documentos de Projeto, será necessária a execução de britagem e/ou peneiramento de material.

Materiais de Vedação e Alteamento

Na vedação das ensecadeiras e onde indicado nos Documentos de Projeto deverão ser utilizados solos das áreas de empréstimo e/ou de escavações obrigatórias. Os solos a serem utilizados nos trechos de vedação deverão ter permeabilidade máxima de $1{,}0 \times 10^{-5}$ cm/s, exceto onde indicado diferentemente nos Documento.de Projeto. No lançamento de material de vedação sob água, como no caso das pré-ensecadeiras, deverão ser preferencialmente utilizados solos mais coesivos e menos suscetíveis à erosão, lançados até 1,0 m acima do nível de água observado por ocasião de sua execução.

3.2.3 Ensecadeiras

a) Generalidades

A CONTRATADA deverá estar preparada para a qualquer momento, no caso de variação considerável no regime do rio, proteger as frentes de construção ou quaisquer outras áreas pelo lançamento de enrocamentos de dimensões apropriadas. Deverá ter sempre disponível, em áreas de estoque, quantidade suficiente de blocos de rochas de maiores dimensões para alimentar não apenas as etapas normais da construção das ensecadeiras como também, caso necessário, para atender com facilidade e rapidez às exigências de proteção especial.

Os maciços de ensecadeiras a serem incorporados às obras permanentes deverão atender às especificações de construção dos aterros das barragens de terra e orientações definidas nos Documentos de Projeto.

b) Tratamento Superficial de Fundação

Nas áreas de fundação exposta, como nas margens do rio, deverá ser procedida raspagem superficial da ordem de 30 cm da camada vegetal na área de implantação das ensecadeiras, após o desmatamento e destocamento. Nos locais em que for constatada a presença de solos moles, solos porosos, aluviões constituídos de materiais permeáveis, bota-fora, ou outros materiais considerados inadequados, estas escavações deverão ser aprofundadas para sua remoção.

No leito do rio, a remoção de materiais inadequados deverá ser efetuada imediatamente antes do lançamento dos materiais das ensecadeiras, com remoção total destes materiais, principalmente nas áreas de fundação das transições e

vedação das ensecadeiras. Neste caso, atenção especial deverá ser dada se forem constatados blocos de rocha concentrados no leito do rio. Dependendo da impossibilidade da remoção destes blocos, as ensecadeiras deverão ser deslocadas, ou suas seções ajustadas, de forma que a zona de vedação e as transições sejam apoiados diretamente no topo rochoso.

c) Materiais Lançados na Água

Os lançamentos de materiais sob água em ponta de aterro, sem compactação, serão executados por trator de esteiras específico para este tipo de serviço.

As ensecadeiras deverão ser lançadas nas posições indicadas nos Documentos de Projeto. Os taludes mostrados nos Documentos de Projeto, para o material lançado sem compactação, são meramente indicativos.

- Enrocamento Lançado

  O enrocamento será lançado em ponta de aterro até 1,0 m acima do nível de água à época da execução.

  O material rochoso deverá ser depositado no extremo da ensecadeira formando-se um estoque provisório que em seguida será empurrado para dentro da água por tratores de esteira. O enrocamento não deverá ser basculado diretamente na água.

  No caso de ocorrência de arraste de blocos durante o lançamento do enrocamento, o tamanho dos blocos de rocha deverá ser aumentado para cessar este fenômeno.

- Transição Lançada

  As transições serão lançadas a partir do nível de coroamento provisório ou definitivo do enrocamento, nas espessuras mínimas indicadas nos Documentos de Projeto.

  A transição deverá ser executada com uma defasagem da “ponta” da ensecadeira, para que a velocidade da água seja suficientemente baixa, para não produzir arraste, mistura ou segregação granulométrica de cada camada lançada.

  O lançamento sob água de materiais granulares deverá ser em volumes suficientes para obtenção de granulometrias mais homogêneas e sem segregações. Lançamentos diretos em pequenos volumes deverão ser evitados.

- Lançamento da Vedação

  O material argiloso de vedação será lançado desde o coroamento provisório ou definitivo dos maciços de materiais granulares da ensecadeira e deverá ser executado mantendo-se uma defasagem da ordem de 10 m, no mínimo, da “ponta” da camada de transição.

  Após o lançamento do solo e antes do esgotamento do recinto, a CONTRATADA deverá fazer uma verificação da conformação final do talude de solo submerso com o intuito de verificar possíveis falhas que possam propiciar vazamentos, ou em última hipótese, iniciar um processo de *pipping* da ensecadeira.

d) Materiais Compactados

Acima do nível de água, as ensecadeiras serão compactadas até as cotas indicadas nos Documentos de Projeto, mediante a execução de aterros em solo, transições e enrocamento.

Os materiais serão compactados conforme especificado em seguida, exceto as porções a serem incorporadas às obras de terra permanentes, que deverão atender as especificações específicas de construção das obras definitivas.

- Enrocamento Compactado

  O enrocamento deverá ser lançado em camadas de até 80 cm e compactado pela passagem dos equipamentos de construção.

  Durante o espalhamento deverá ser tomado cuidado para evitar a segregação granulométrica dos materiais, principalmente a formação de zona de material graúdo junto às transições.

- Proteção de Taludes (Rip Rap)

  Quando definida no projeto, a proteção dos taludes deverá ser realizada concomitantemente com o alteamento das ensecadeiras.

- Transições

  As camadas de transição serão lançadas, espalhadas e compactadas após a compactação das camadas de solo argiloso adjacente.

  Os materiais deverão ser lançados em camadas da ordem de 40 cm de espessura.

  A compactação dos materiais será executada pela passagem dos equipamentos de construção. O controle da compactação será visual.

- Solo Compactado

  O solo poderá ser inicialmente lançado e espalhado em camadas de material solto com espessura máxima de 30 cm e deverá ser compactado de forma a garantir um grau de compactação médio de 92% da energia Proctor Normal. A compactação será executada pela passagem dos equipamentos de construção e seu controle será visual. Quando indicado nos Documentos de Projeto, será adicionalmente utilizado rolo compactador. As especificações de compactação poderão ser ajustadas caso a ensecadeira seja incorporada ao maciço da Barragem.

  O controle de umidade poderá ser feito nas áreas de empréstimo e na praça de compactação, com desvios de umidade que permitam boa trabalhabilidade do material, compactando-se de preferência o material com umidade em torno da ótima. Em função dos riscos envolvidos e da finalidade de cada ensecadeira, o grau de compactação e controle de umidade serão indicados nos Documentos de Projeto.

3.2.4 Manutenção das Ensecadeiras

A manutenção das ensecadeiras deverá ser executada regularmente pela CONTRATADA durante o período operacional de cada uma das ensecadeiras, no sentido de mantê-las nas mesmas condições em que foram construídas, conforme especificado nesta Seção e de modo a garantir suas funções de estanqueidade e estabilidade.

Serão considerados como serviços de manutenção: a prevenção de infiltrações através do corpo e da fundação das ensecadeiras, inclusive com reposição da vedação e a

construção de drenos invertidos em locais com infiltração, se necessário, o reparo de qualquer dano ocorrido, a recomposição de taludes devido à erosão superficial, desgaste ou qualquer outra razão. A manutenção das ensecadeiras compreenderá também a execução de aterros no coroamento das mesmas, quando necessário, para satisfazer suas condições de segurança e trafegabilidade, de acordo com o estabelecido nos Documentos de Projeto.

3.2.5 Remoção das Ensecadeiras

Após concluídas as atividades na área ensecada, as ensecadeiras deverão ser removidas seguindo as diretrizes estabelecidas nos Documentos de Projeto que definem os locais, as cotas e extensões de remoção, assim como as épocas do ano (regime hidrológico) mais propicio para efetuar esta atividade.

A demolição dos septos e ensecadeiras poderão ser executadas mediante dragas, *clam-shells*, retroescavadeiras ou qualquer outro método com comprovada eficiência. Acima do nível de água a remoção poderá ser realizada mediante escavação com equipamentos convencionais de terraplenagem.

Os materiais resultantes da remoção das ensecadeiras auxiliares e/ou septos naturais serão aplicados em obras definitivas ou em bota-fora.

Durante o processo de remoção das ensecadeiras, o enchimento do recinto ensecado deve ser efetuado de forma controlada de modo a evitar processo erosivo acentuado das ensecadeiras com eventual transporte de enrocamento para a região das estruturas de fechamento ou outras que possam ser danificadas por este. Para tanto a CONTRATADA deverá controlar este processo de enchimento efetuando as devidas proteções e/ou enchendo o recinto com bombeamento, sifões, ou outro processo adequado a este fim.

Previamente à operação de desvio do rio, os canais de entrada e saída assim como as estruturas de desvio propriamente ditas devem ser limpas e desobstruídas de materiais remanescentes de escavação e resíduos de construção.

3.3. ESGOTAMENTO DA ÁGUA NAS ÁREAS DE CONSTRUÇÃO

3.3.1 Generalidades

Os serviços abrangidos por esta Seção referem-se a todo o fornecimento, operação e manutenção do sistema de bombeamento e de outros dispositivos necessários para realizar o esgotamento adequado e manter secas as diversas áreas de construção do Aproveitamento, podendo incluir ensecadeiras adicionais, calhas, canais, valetas, condutos e tubos de drenagem, poços, sistema de ponteiras e outros.

3.3.2 Áreas Ensecadas

Será de responsabilidade da CONTRATADA o esgotamento adequado das áreas das obras, durante a execução dos serviços, incluindo:

- *canais de entrada e saída dos dispositivos de desvio;*
- *fundação da barragem;*
- *fundação da tomada de água;*
- *fundação da casa de força e canal de fuga;*
- *fundação do vertedouro;*

- *todas as áreas que necessitarem de esgotamento para a execução adequada dos serviços ou como indicado nos Documentos de Projeto.*

Serão de responsabilidade da CONTRATADA a construção, manutenção e posterior remoção de outras obras auxiliares, tais como canais, valetas, drenos, condutos, e outras estruturas, necessárias para interceptar e desviar as águas superficiais das áreas de escavação, de modo a evitar erosões e consequentes paralisações dos trabalhos.

A CONTRATADA deverá elaborar um plano detalhado de esgotamento e drenagem das áreas de trabalho que deve incluir todos os equipamentos necessários à manutenção das áreas ensecadas durante todo o período de construção, sendo que o dimensionamento dos recursos deve ser compatível com o atendimento ao cronograma da obra.

3.3.3 Rebaixamento do Nível de Água

O rebaixamento do nível de água, caso requerido, deverá ser realizado de forma a manter as fundações suficientemente secas para possibilitar a adequada execução dos trabalhos. A água retirada deverá ser descarregada fora dos limites das ensecadeiras ou das escavações, de modo a não provocar refluxo ou erosão nas diversas frentes de trabalho.

As canaletas, valas e poços construídos dentro da área das fundações de estruturas permanentes, deverão ser preenchidos com concreto da mesma qualidade que aquele utilizado nas obras permanentes e suas superfícies serão tratadas da mesma forma que as fundações.

Linhas e tubulações provisórias de descarga não poderão ser embutidas nas estruturas permanentes.

3.4. MONTAGEM E OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS PARA FECHAMENTO DA ESTRUTURA DE DESVIO

3.4.1 Generalidades

A CONTRATADA será responsável por todos os serviços necessários ao fechamento, seguindo as instruções constantes dos Documentos de Projeto.

A supervisão técnica dos trabalhos ficará a cargo de um supervisor designado pelo Fabricante dos equipamentos.

A montagem das comportas deverá ser programada adequadamente para cumprir o cronograma previsto e de forma integrada com os trabalhos civis.

3.4.2 Extensão dos Serviços

A CONTRATADA será responsável pelos serviços de montagem das peças fixas embutidas no concreto, bem como pela execução dos testes e operação de fechamento final.

Os equipamentos deverão ser posicionados, montados, instalados e testados de acordo com os desenhos, especificações e manual de montagem do Fabricante dos equipamentos.

Os serviços para o fechamento dos dispositivos de desvio incluirão, entre outras, as seguintes atividades:

- após a montagem das guias das comportas e a concretagem de segundo estágio, a CONTRATADA deverá fazer levantamento topográfico de precisão para confirmar as dimensões do guiamento e do plano de vedação;
- antes do desvio do rio, a CONTRATADA deverá executar testes com gabarito ou com as comportas definitivas, para verificação das guias após concretagem de segundo estágio;
- montagem das comportas corta-fluxo (vagão ou gaveta se houver) será feita pelo FORNECEDOR das mesmas;
- estocagem das comportas nas respectivas ranhuras;
- montagem das vedações nas comportas;
- inspeção táctil-visual utilizando-se mergulhadores, das ranhuras de jusante que servirão à movimentação das comportas deslizantes;
- eventuais atividades de reparo nas estruturas de concreto ou escavações que se façam necessárias para a execução da operação de fechamento;
- testes do fechamento;
- fechamento; e,
- eventual desemperramento das comportas.

Para a execução dos serviços relacionados, a CONTRATADA e o FORNECEDOR deverão dispor, em comum acordo, de todos os equipamentos e ferramentas necessárias.

Para a montagem e operação das comportas, a CONTRATADA deverá mobilizar guindaste de capacidade compatível com o peso das comportas, levando em conta a sobrecarga em caso de eventual necessidade de se abortar a operação de fechamento.

A CONTRATADA deverá elaborar o planejamento detalhado de toda a operação de fechamento dos dispositivos de desvio, contemplando, pelo menos:

- avaliação das condições de acesso incluindo raios de curvatura, elevações e rampas dos acessos, cargas admissíveis em tabuleiros de pontes e deck das estruturas; Caso necessário a CONTRATADA deverá adequar os acessos de modo a permitir a instalação e retirada dos equipamentos de modo adequado e seguro;
- determinação do tempo requerido para o ciclo completo da operação de fechamento, incluindo eventual necessidade de abortar a operação de fechamento; e,
- determinação do tempo requerido para inundação dos acessos à área de trabalho da operação de fechamento para a evacuação segura de equipe e equipamentos.

4. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA

4.1. OBJETO

Esta Seção trata da execução dos trabalhos de desmatamento, destocamento e limpeza prévios às escavações e necessários para a conformação dos taludes e das fundações das estruturas da Obra e enchimento do lago a ser formado.

4.2. DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA

Esses serviços consistirão na remoção de todo o material de origem vegetal, incluindo o desmatamento e destocamento, de forma que a superfície resultante se apresente completamente livre de qualquer detrito.

Por desmatamento, entende-se a derrubada, remoção e destinação adequada de todas as árvores, arbustos, capoeiras, macegas, e culturas agrícolas existentes na área e, por destocamento, a remoção dos tocos e raízes do desmatamento bem como sua destinação adequada. Por limpeza, entende-se a remoção de toda a capa vegetal na espessura necessária para se atingir solos com características geotécnicas adequadas e/ou garantir a remoção de camada vegetal incorporada ao solo que possa trazer prejuízo futuro a qualidade da água do reservatório a ser formado.

O detalhamento sobre esse tema, está descrito no item: "*Serviço de supressão e destinação final de vegetação"*, do Caderno de Serviços Ambientais.

5. ESCAVAÇÃO E TRATAMENTO DAS SUPERFÍCIES ESCAVADAS

5.1. OBJETO

Esta Seção trata dos procedimentos e diretrizes que deverão ser observados na realização dos serviços de escavações necessárias à implantação das Obras, bem como para os trabalhos relativos aos tratamentos das superfícies finais escavadas, em conformidade com o indicado nos demais Documentos de Projeto.

Os trabalhos de escavação, tanto em material comum como em rocha, serão realizados considerando-se o planejamento para separação dos materiais de acordo com o seu emprego e destinação, buscando melhorar o processo de transporte aos locais de aplicação ou de produção de agregados e reduzir, sempre que possível, recargas em pilhas de estoque.

A CONTRATADA deverá apresentar um plano de escavação antes da execução das mesmas.

5.2. ALINHAMENTOS, DECLIVIDADES E TALUDES

Todas as escavações deverão ser realizadas até as elevações, alinhamentos, declividades e taludes indicados nos Documentos de Projeto.

A CONTRATADA deverá tomar todas as precauções, a fim de não danificar quaisquer materiais além dos limites de escavação estabelecidos nos Documentos de Projeto.

No contorno das escavações, a CONTRATADA deverá executar, quando necessário, ensecadeiras, valas, drenos ou muretas de captação de águas superficiais, a fim de desviá-las para fora da área a ser escavada.

Todas as superfícies finais escavadas, expostas de forma permanente ou provisória, deverão apresentar taludes estáveis e acabamento final uniforme, conforme estabelecido nos Documentos de Projeto. Quando o talude escavado for provisório, deverão ser adotadas inclinações que garantam a estabilidade das escavações, não sendo necessário acabamento final uniforme nas superfícies desses taludes.

Nos trechos onde for constatada a presença de matacões (blocos de rocha) imersos em materiais terrosos, os seguintes procedimentos deverão ser adotados:

- blocos de rocha isolados e imersos em matriz terrosa poderão permanecer no talude;

- blocos de rocha parcialmente imersos em matriz terrosa poderão permanecer no talude, desde que não interfiram com a seção hidráulica; Nas regiões “molhadas”, os blocos poderão permanecer no talude desde que não avancem mais que 30 cm além da superfície do talude;
- em regiões acima do nível d’água operacional, dependendo das dimensões dos blocos, após inspeção no local, poderá ser admitido um avanço maior que 30 cm; e,
- nos casos onde seja necessária a remoção do bloco, a superfície do talude deverá ser recomposta com a aplicação de solo ou outro material adequado.

5.3. ESCAVAÇÃO SELETIVA, ESTOQUES E BOTA-FORA

5.3.1 Generalidades

Durante a execução dos serviços de escavação, a CONTRATADA deverá procurar aplicar métodos que possibilitem a escavação seletiva de materiais, de modo a separá-los, de acordo com as necessidades de utilização, seja para aplicação direta ou com eventual estocagem e posterior recarga.

De acordo com o planejamento da CONTRATADA e o balanço de materiais associado, a escavação seletiva de material rochoso deverá ser executada mediante a elaboração de planos de desmonte, que visem a adequada seleção de materiais entre as diversas litologias, de acordo com o tamanho dos blocos e o uso previsto para o material.

A rocha destinada à produção de agregados para o concreto deverá ser sã e não sujeita à desagregação.

Todo o material aproveitável, retirado das escavações programadas, deverá ser separado durante os serviços de carga dos equipamentos de transporte, e destinados aos locais de aplicação direta e/ou estoque.

5.3.2 Pilhas de Estoque

As cargas do material selecionado resultantes das escavações serão britadas, e/ou transportadas diretamente para as frentes de serviço com aplicação direta, e/ou depositadas em pilhas de estoque. Os volumes efetivos dos estoques dependerão do planejamento executivo adotado pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá tomar os cuidados necessários para evitar a contaminação das pilhas de estoque por materiais indesejáveis. Caso seja constatada essa a contaminação das pilhas de estoque, a CONTRATADA deverá remover todo o material contaminado.

As pilhas de estoque deverão apresentar condições adequadas de estabilidade e de drenagem natural.

5.3.3 Bota-Fora

O material não aproveitável proveniente das escavações obrigatórias deverá ser depositado em bota-foras que serão formados nas áreas previstas nos Documentos de Projeto ou em locais propostos pela CONTRATADA.

Estas áreas serão construídas e conformadas pela CONTRATADA, obedecendo aos critérios de preparação do local e drenagem, tais como:

- remoção de material inconsolidado da fundação, caso sua permanência possa afetar a estabilidade da pilha do bota-fora;

- configuração da pilha com taludes externos comprovadamente estáveis;
- disciplinamento da drenagem superficial;
- desvio de cursos de água; e,
- seleção de locais sem riscos de escorregamento e/ou que possam interferir com obras e acessos.

O material do bota-fora deverá ser lançado e espalhado em camadas contínuas com espessura tal que a sua compactação seja obtida pelo tráfego dos equipamentos empregados no transporte e espalhamento. Para propiciar uma drenagem adequada, as superfícies das áreas de bota-foras deverão apresentar uma declividade mínima de 2%.

Se houver camada vegetal aproveitável nas áreas de bota-fora, a mesma deverá ser removida previamente e estocada em local apropriado para posterior uso na recuperação das áreas degradadas.

5.4. ESCAVAÇÃO COMUM

5.4.1 Escavação Comum

Essa atividade prevê a remoção de solos coluvionares, solos residuais jovem e maduro, argilas orgânicas, aluviões ou blocos e/ou placas soltas de rocha, bem como qualquer material que possa ser removido com o emprego de lâmina, ou escarificador de um único dente, com uso de trator de esteira do tipo CAT-D8 ou equivalente. A escarificação pode ser necessária para remoção de materiais decompostos que podem contaminar os materiais da escavação adjacente, caso não sejam removidos.

Caso sejam identificadas regiões onde o posicionamento do lençol freático possa prejudicar o andamento dos serviços e influir na segurança e integridade das escavações, serão programadas escavações piloto em trechos pré-determinados, visando a definição dos procedimentos mais adequados e produtivos, bem como para antecipar a inspeção dos maciços a serem escavadas na etapa seguinte.

Eventualmente, em função das características geotécnicas dos materiais a serem escavados e da profundidade prevista para a escavação, poderá ser necessária a instalação de sistemas de rebaixamento do lençol d'água ou a instalação de drenos sub-horizontais profundos. As variações (abatimentos) do lençol freático poderão ser monitoradas através de medidores de nível d'água e/ou piezômetros instalados em posições e profundidades que serão definidas nos Documentos de Projeto.

5.5. ESCAVAÇÃO EM ROCHA A CÉU ABERTO

5.5.1 Definição

A escavação em rocha compreende toda a escavação executada em material rochoso, que não possa ser desmontado com o escarificador do trator CAT D-8 ou equivalente, e que requeira o emprego sistemático de perfurações e explosivos.

Também estão incluídos nesta categoria os blocos isolados e matacões (geralmente blocos com diâmetros superiores a 1,0 m), cuja remoção com o uso de equipamentos de terraplenagem convencionais, seja impraticável. Abrange ainda toda a escavação em rocha a frio, executada por meio de marteletes, rompedores, martelos hidráulicos, cunhas e outros dispositivos eventualmente necessários para a escavação de locais especiais na fundação das estruturas.

5.5.2 Geral

A CONTRATADA será responsável por todo o processo de liberação e obtenção de todas as licenças cabíveis junto aos órgãos competentes referente à aquisição, transporte, manuseio, estocagem, guarda, controle, segurança e uso dos explosivos e dos acessórios necessários à execução dos serviços de escavação em rocha.

A CONTRATADA deverá contar com pessoal com comprovada capacidade técnica e devidamente habilitado para o manuseio dos explosivos e acessórios.

O desmonte a fogo deverá ser executado com base em procedimentos de segurança envolvendo todas as operações com explosivos, estritamente de acordo com a legislação vigente e com as recomendações dos fabricantes dos explosivos.

Os desmontes deverão ser programados em horários pré-estabelecidos considerando todas as frentes de serviço afetadas visando reduzir ao mínimo as interferências na área de influência dos fogos. A programação diária de fogo deverá ser encaminhada a todos os setores da Obra e às Empresas envolvidas, por razões de segurança.

Todas as áreas afetadas pelas atividades de desmonte deverão ser devidamente sinalizadas e isoladas, tomando-se todas as providências prévias ao uso de explosivos de acordo com os padrões e procedimentos de segurança.

Os desmontes eventualmente executados em locais que ofereçam riscos às estruturas provisórias e/ou às obras principais, ou ainda a terceiros, deverão ser protegidos, contra o ultra lançamento de fragmentos de rocha.

Eventuais modificações nestas especificações somente serão adotadas após análise conjunta, da CONTRATANTE e da CONTRATADA, dos resultados das escavações realizadas.

Para fins de orientação das equipes de escavação e de registro de dados, cada desmonte deverá ter seu plano de fogo elaborado de acordo com o tipo de bancada e da estrutura a escavar contendo os seguintes dados básicos:

- local do fogo, numeração, data e volume teórico a ser detonado;
- locação, diâmetro, profundidade e inclinação dos furos e subfuração;
- tipo de carregamento de cada furo: carga de fundo e de coluna e tampão;
- esquema de ligação, retardos, tipo de espoleta e cordel detonante e, se for o caso do uso de acessórios elétricos, comprimento dos condutores, corrente requerida e resistência total do circuito;
- tipo, marca e características dos explosivos, tamanho do cartucho e quantidade de explosivo por furo; e,
- razão de carga do desmonte e carga máxima por espera.

Não obstante aos dados requeridos para cada desmonte, acima citados, os planos de perfuração e de fogo deverão ser elaborados pela CONTRATADA de modo a produzir materiais com granulometria adequada às necessidades da obra.

Os desmontes a fogo deverão ser dimensionados de modo a garantir os limites de escavação estabelecidos nos Documentos de Projeto aprovados para construção. Para tanto, a CONTRATADA deverá adequar as técnicas de desmonte em uso às condições do maciço rochoso efetivamente encontradas durante as escavações.

O acabamento de superfícies hidráulicas de taludes em rocha com a técnica de pré-fissuramento ou pós-fissuramento, incluindo eventual necessidade de perfuração em

linha, deverá ser tal que o desvio máximo entre meias-canas adjacentes dos furos de do fogo de acabamento seja, em princípio, de 20 cm em relação ao plano de escavação.

A CONTRATADA deverá realizar testes de acabamento através de desmontes experimentais de modo a adequar o plano de perfuração e de desmonte visando a assegurar o atendimento a esta condição. Os planos de perfuração e de desmonte deverão ser ajustados ainda em função das variações geológicas observadas durante as escavações por meio da realização de novos testes de acabamento, sempre que necessário, visando garantir os limites de rugosidade máxima aceitável definido para as paredes finais escavadas.

É de responsabilidade de a CONTRATADA conduzir todo o processo de dimensionamento e execução do plano de perfuração, plano de fogo, carregamento e ligação do desmonte de modo garantir os limites de escavação definidos em projeto, o critério de rugosidade máxima para as escavações definidos em projeto, bem como a preservação do maciço rochoso remanescente e das estruturas de concreto e/ou terra e rocha localizada dentro dos limites de influência das detonações.

A CONTRATADA deverá providenciar, imediatamente após a exposição das paredes finais escavadas em rocha, a remoção de todos os blocos soltos e “chocos” e a aplicação dos tratamentos necessários à estabilização das superfícies expostas. A aplicação desses tratamentos é condição necessária para o prosseguimento das escavações para as bancadas subsequentes.

Em função das condições geológicas das superfícies finais ou das condições de estabilidade apresentadas pelo maciço rochoso após o processo de escavação em rocha, a CONTRATANTE poderá requerer da CONTRATADA a execução de escavações adicionais às definidas nos Documentos de Projeto, visando garantir as condições de segurança ou os critérios de fundação preconizados para as estruturas a serem assentes nesses locais.

5.5.3 Tipos de Desmonte

Em função de suas finalidades e localização em relação aos limites de escavação, os desmontes serão classificados em desmontes de miolo e desmontes das faixas finais, conforme indicado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1– Classificação de desmontes

Técnica de Desmonte	Posição da Região Escavada	Características
Desmonte de Miolo		
Fogos de bancada	Maciço rochoso, situado a mais de 10,0 m dos limites laterais das escavações.	O desmonte deverá atender aos critérios de velocidade de vibração de partículas admissíveis, bem como aos requisitos para a obtenção dos materiais pétreos necessários.
Desmonte das Faixas Finais		
Fogos de contorno	Taludes verticais ou inclinados das estruturas em concreto	Pré-fissuramento ou pós-fissuramento
	Taludes verticais ou inclinados de canais	Pré-fissuramento ou pós-fissuramento e eventual perfuração em linha
Fogos controlados	Bancada final de fundação (inclui fogo de levante) das escavações para as estruturas de concreto	Altura da bancada reduzida; malha e razão de carga controladas; planos de fogo específicos (considerando retardos entre detonações)
	Taludes verticais ou inclinados de canais onde não estiver previsto fogo de acabamento	Malha, diâmetro dos furos e razão de carga controlados

a) Desmontes de Miolo

Considera-se como miolo a parte central da seção de escavação, afastada de 10 m das superfícies finais de projeto.

Esses desmontes terão características particulares em função da proteção necessária às estruturas existentes, às estruturas em concretagem e às escavações adjacentes, e também à necessidade de produção de blocos de rocha com dimensões especificadas. Para tanto, estes desmontes serão divididos em regiões em função de esquemas de fogos típicos, visando à proteção dessas estruturas, considerando-se o controle rigoroso das velocidades de partícula, conforme descrito no item 5.5.4.

b) Desmontes das Faixas Finais

- Fogos de Contorno

Os taludes finais verticais ou inclinados das escavações serão obtidos por meio de fogos de contorno (fogos esculturais), adotando técnicas de pré-fissuração, pós-fissuração, perfuração em linha ou fogo cuidadoso.

As diretrizes descritas a seguir visam obter uma superfície adequada de acabamento dos taludes.

As faixas verticais ou subverticais adjacentes ao contorno das escavações deverão ter os esquemas de fogo cuidadosamente planejados e implantados, de forma a se obter superfícies mais regulares e intactas possíveis. Nessas faixas, o espaçamento dos furos não deverá exceder a 80 cm, com correspondente diminuição no diâmetro de perfuração e na razão de carga de explosivo por volume de rocha a ser detonado. Esse limite deverá ser ajustado

pela CONTRATADA visando a obtenção de superfícies finais com os acabamentos definidos nos Documentos de Projeto.

A CONTRATADA deverá dispor de equipamentos de perfuração que propiciem os alinhamentos de furo desejados para garantir a regularidade da superfície final.

Os fogos de contorno deverão ser utilizados nos taludes laterais das escavações em rocha para implantação das estruturas em concreto. Além disso, os fogos de contorno serão também executados visando a obtenção de um bom acabamento das superfícies de escavação em locais determinados, tais como taludes verticais ou inclinados de canais**,** onde serão exigidos acabamentos compatíveis com a rugosidade admitida nos cálculos de dimensionamento hidráulico.

As técnicas de fogo de contorno, a serem utilizadas pela CONTRATADA, que poderão ser exigidas para a obtenção dos acabamentos adequados, são as seguintes:

- Pré-fissuramento

  No pré-fissuramento a detonação dos furos de contorno é efetuada antes da escavação da faixa adjacente de desmonte de miolo. Os furos de contorno deverão ter diâmetro máximo de 76 mm e serão localizados ao longo dos taludes finais previstos nos Documentos de Projeto. Desvios na marcação topográfica dos furos e na perfuração em relação ao plano teórico de corte deverão ser evitados para reduzir sobre-escavações ou subescavações.

  O espaçamento entre furos, de centro a centro, não deverá exceder a 60 cm, excepcionalmente podendo chegar a 80 cm, em função das características da rocha e dos resultados obtidos nos testes. A carga máxima não deverá ultrapassar 0,35 kg de explosivo / m² de superfície a pré-fissurar, adaptada às condições locais. Os explosivos a serem utilizados deverão ser de baixa velocidade de detonação, com força máxima de 60%.

  A detonação de linhas de pré-fissuramento deverá ser efetuada antes que os desmontes dos fogos de miolo atinjam 10,0 m ou mais adjacentes á superfície final de escavação.

- Pós-fissuramento

  Como alternativa ao pré-fissuramento poderá ser empregado o processo de desmonte de contorno por pós-fissuramento. Para este método são válidas todas as especificações do pré-fissuramento, com a diferença de que a detonação será efetuada imediatamente após a última espera do fogo de desmonte adjacente.

- Perfuração em Linha

  Esta metodologia consiste na perfuração preliminar de linhas de furos com espaçamento reduzido e absoluto controle de seu paralelismo. acompanhando a linha final de corte. O processo de “perfuração em linha” é um caso particular de fogo de contorno por pré-fissuramento, executado com furos espaçados entre 10 e 30 cm entre centros, sendo um carregado e outro não. Poderá vir a ser aplicado onde as condições da rocha sejam muito desfavoráveis e acabamentos adequados só possam ser obtidos por este processo.

- Fogo Cuidadoso

  O processo denominado “fogo cuidadoso” corresponde a um caso particular de fogo de contorno por pós-fissuramento, com a linha de contorno definida com espaçamentos entre furos de no máximo 80 cm. No uso dessa técnica deverão ser observados todos os cuidados exigidos para os desmontes das faixas finais.

- Fogos Controlados

  São fogos de desmonte programados de modo a proteger a rocha remanescente além dos limites da escavação, tanto em fundações de estruturas de concreto como em taludes finais de escavação.

  Os dados e critérios apresentados neste item devem ser entendidos como orientativos, ficando a cargo da CONTRATADA a definição final dos planos de fogo mais adequados.

  Visando preservar a superfície final e reduzir as sobre-escavações na bancada final da fundação de estruturas de concreto:

  - a altura deve ser limitada a, no máximo, 1,5 m;
  - o diâmetro dos furos deve ser limitado a, no máximo, 76 mm;
  - a carga máxima por espera deve ser limitada a, no máximo, 20 kg de explosivo;
  - o explosivo deve ser de baixa velocidade de detonação;
  - a furação deverá ter inclinação de 1H:3V ou 1H:2V; e,
  - a subfuração deve ser limitada ou reduzida até o ponto em que não produza efeitos de subescavação.

  Nos taludes finais, em especial nos últimos 10 metros adjacentes ao contorno, o diâmetro dos furos deve ser limitado a, no máximo, 76 mm, e o afastamento, espaçamento e razões de carga dos furos gradativamente diminuídos a partir dos furos adjacentes de miolo. A primeira linha de furos contígua a um contorno vertical ou subvertical deverá situar-se a uma distância desta linha de, no máximo, duas vezes o espaçamento (E) dos furos de contorno, e o espaçamento dos furos deverá ser de, no máximo, 2E. Os afastamentos e espaçamentos entre os furos restantes, na região de fogo controlado, devem ser gradativamente aumentados até atingir os valores das malhas de fogo de miolo, procurando manter as malhas pouco alongadas e as cargas por espera suficientemente baixas para evitar danos aos taludes finais.

5.5.4 Ensaios Carga x Distância

As escavações a fogo deverão ser efetuadas de modo a não danificar as estruturas de concreto já concluídas ou em execução, cortinas de injeção, cortes de rocha definitivos e a própria rocha adjacente aos limites de escavação.

Com esta finalidade, além dos cuidados anteriormente descritos, deverão ser obedecidos os critérios de velocidade de vibração de partículas (V, em cm/s), aplicando-se regras de carga máxima por espera (Q, em kg) x distância (D, em m).

Caso não sejam feitos testes com acelerógrafos ou sismógrafos de engenharia, poderá ser utilizada a relação $Q = D^{3/2} \times 0{,}07 \times Vp^{0{,}758}$, atendendo aos critérios abaixo:

Deverão ser obedecidos os limites de velocidade de vibração de partículas (Vp) especificados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Tempo de Cura x Vp

Local	Tempo de Cura do Concreto - t (horas ou dias)	Velocidade Máxima de Partícula - Vp (cm/s)
Rocha remanescente dos canais	-	20
Concreto	Até 4 horas > 4 a 24 horas > 24 horas a 3 dias > 3 a 7 dias > 7 a 28 dias Acima de 28 dias	5,0 0,5 2,5 5,0 12,0 15,0
Cortinas de injeção	Até 7 dias > 7 dias	7,0 10,0

5.5.5 Tolerâncias

Em termos gerais, as tolerâncias das superfícies finais de escavação devem atender aos seguintes requisitos:

- Superfícies rochosas escavadas onde serão lançados concretos estruturais

  Nestes casos, regiões com “underbreak” deverão ser removidas para a linha de escavação de projeto para evitar sua interferência com a colocação de armaduras e os requisitos de recobrimento mínimo.

  As regiões com “overbreak” serão obrigatoriamente recompostas.

- Superfícies rochosas escavadas que configuram passagens hidráulicas

  As superfícies de escavação que requerem adequado desempenho hidráulico deverão ser executadas de modo a manter a compatibilidade da rugosidade da superfície escavada com os requisitos de projeto. Nesta situação, para o acabamento das superfícies escavadas deverão ser consideradas as seguintes condições:

  - não serão permitidos locais com “underbreak” nos taludes de escavação em rocha;
  - eventuais “underbreaks” serão aceitos sem necessidade de reconstituir a superfície nos níveis de tolerância mencionados, uma vez demonstrado pela CONTRATADA e aprovado pela CONTRATANTE que estas áreas não afetam as perdas de carga hidráulica consideradas em projeto. Variações graduais ou abruptas da superfície escavada de 0,3 m, como sobre-escavação, em relação ao plano de pré-fissuramento da rocha serão aceitas, respeitada a condição de “underbreak” igual a zero; e,
  - eventuais “overbreaks” serão aceitos sem necessidade de se reconstituir a superfície nos níveis de tolerância mencionados, uma vez demonstrado pela CONTRATADA que estas áreas não afetam o desempenho hidráulico da superfície escavada, nem a estabilidade de taludes.

  A CONTRATADA deverá executar levantamentos topográficos (seções transversais, seções longitudinais, levantamento de áreas, etc.) com precisão e densidade suficientes que possibilitem a avaliação do desempenho hidráulico da superfície escavada.

5.6. ESCAVAÇÕES EM ÁREAS DE EMPRÉSTIMO E PEDREIRAS

5.6.1 Áreas Fora de Reservatório

As escavações em áreas de empréstimo de solo, jazidas de areia e pedreiras situadas fora dos reservatórios, deverão ser recuperadas de acordo com as premissas do programa de recuperação das áreas degradadas.

As escavações deverão ser executadas de maneira a garantir a integridade de taludes visando preservar a segurança dos trabalhadores e de equipamentos.

A geometria final dos taludes de escavação deverá ter inclinações e sistema de drenagem adequados a fim de atender aos requisitos de obras definitivas.

5.6.2 Áreas Dentro de Reservatório

As áreas de empréstimo situadas dentro de reservatório não necessitarão de recuperação.

As escavações deverão ser executadas de maneira a garantir a integridade de taludes visando preservar a segurança dos trabalhadores e de equipamentos.

Ainda que sejam áreas a ficarem submersas nos reservatórios, os taludes de escavação deverão ter geometria com inclinação que assegurem sua estabilidade de modo que eventuais escorregamentos não se estendam a áreas acima do nível do reservatório e nem produzam ondas decorrentes a movimento de massa.

5.7. TRATAMENTO SUPERFICIAL DE FUNDAÇÃO

5.7.1 Generalidades

Toda a superfície final de fundação deverá ser protegida contra danos provocados por erosão e intemperismo ou decorrentes do tráfego de equipamentos, até que os materiais previstos nos Documentos de Projeto (solos, transições, enrocamentos ou concreto) sejam lançados.

Surgências de água deverão ser devidamente controladas e conduzidas para pontos de coleta por meio de valetas, drenos especiais ou poços e bombeadas para fora da área de trabalho. Quando necessário, os drenos e poços preenchidos com brita, após sua utilização, serão injetados por meio de argamassa de cimento e areia ou calda de cimento.

Taludes negativos, ou muito íngremes em rocha, que não permitam a colocação correta de transições, enrocamentos ou aterros, deverão ser regularizados com concreto ou retaludados, conforme indicado nos Documentos de Projeto.

Para superfícies de fundação em solo, a escavação da última camada de material inadequado, com espessura mínima de 0,50 m, deverá ser feita imediatamente antes do lançamento das primeiras camadas de aterro, para evitar ressecamentos e a necessidade de retrabalhos.

5.7.2 Fundações de Ensecadeiras

A área de fundação de ensecadeiras acima do nível de água normal do rio, deverá ser escavada de modo a remover os solos aluvionares, contaminados ou outros que possam afetar a vedação e/ou o suporte adequado, conforme indicado nos Documentos de Projeto.

Abaixo do nível de água do rio, devem ser tomados cuidados para remover materiais aluvionares como depósitos de areia e cascalhos e principalmente blocos soltos de rocha, nos trechos onde serão lançados materiais de impermeabilização. As escavações deverão ser feitas com todos os cuidados para minimizar a dispersão e o carreamento de sedimentos para o rio.

A CONTRATADA deverá considerar a remoção de todo material inadequado para a fundação e a vedação de ensecadeiras, prevendo o uso de escavadeiras, dragas ou outro processo de comprovada eficiência.

Em casos especiais onde a espessura e composição dos depósitos de materiais aluvionares e/ou blocos de rocha impeçam sua adequada remoção, serão introduzidas medidas específicas para os tratamentos de impermeabilização de ensecadeiras a serem indicadas nos Documentos de Projeto.

5.7.3 Fundações da Barragem

a) Fundação em Solo

As escavações para exposição das fundações nos locais onde o aterro irá apoiar-se em solo deverão ser executadas nas elevações previstas nos Documentos de Projeto e visará a remoção dos solos com capacidade mecânica insuficiente como material de fundação e inclui outros materiais considerados inadequados como solos orgânicos e outros.

Após a limpeza da superfície da fundação, esta deverá ser inicialmente regularizada com motoniveladora ou trator de esteiras.

Após a regularização, a superfície da fundação deverá ser eventualmente umidificada a fim de recompor aproximadamente o teor de umidade natural dos materiais, ou na umidade próxima da umidade ótima nos casos em que será submetida a processo de compactação.

Nos trechos correspondentes às zonas de materiais impermeáveis, estes trabalhos de umidificação deverão ser acompanhados por homogeneização com grades de disco. A seguir, a superfície da fundação deverá ser compactada com equipamentos adequados paralelamente ao eixo do aterro, de modo a atingir o grau de compactação mínimo 98% em relação ao peso específico seco máximo obtido no ensaio Proctor Normal.

Sobre esta superfície assim preparada, poderão ser lançadas as primeiras camadas do aterro, de acordo com as espessuras fixadas nos Documentos de Projeto e os requisitos constantes destas Especificações.

b) Fundação em Rocha

- Fundação Rochosa das Zonas de Enrocamento Compactado

  Após a conclusão dos trabalhos de escavação comum, será procedido o preparo da superfície rochosa por meios mecânicos adequados para lançamento da zona de enrocamento. A preparação tem menor rigor que para as zonas impermeáveis do maciço de solo.

  As irregularidades da superfície da fundação que dificultarem as operações de espalhamento e compactação das primeiras camadas de enrocamento poderão ser removidas desde que seja considerado mais adequado para o desenvolvimento dos trabalhos.

- Região das Transições

Esta fundação deverá ser constituída por rocha sã ou pouco alterada, não excessivamente fraturada.

Onde a escavação cruzar uma zona de materiais erodíveis ou sujeita à desagregação, depois de exposta ao tempo, esta deverá ser removida, podendo ser necessária a execução de preenchimento com concreto dental.

- Região do Núcleo Impermeável

  Os trabalhos de tratamento da superfície rochosa pouco decomposta ou sã, descritos a seguir, visam garantir um contato adequado do maciço compactado com o maciço rochoso.

  As superfícies rochosas sãs a pouco decompostas, que servirão de fundação aos maciços compactados do aterro, deverão ser limpas com uso de jatos de ar comprimido, jatos de água e jatos de ar e água, removendo-se as partes de rocha desagregada, isto é, pedras soltas, lascas e blocos, que se desprenderem durante a operação de lavagem.

  Não serão permitidas escavações adicionais com equipamentos ou explosivos, a não ser o uso de escavações com uso de fogo cuidadoso para retaludamentos localizados ou com fogachos, se necessárias.

  A superfície rochosa preparada deverá sofrer uma inspeção detalhada e ser submetida a mapeamento geológico-geotécnico, no qual constarão os dados referentes à litologia, coerência, grau de decomposição, grau de fraturamento, tipo e espaçamento das fraturas e elevações do topo rochoso preparado. Este mapeamento incluirá também o registro dos trabalhos realizados para a limpeza, a regularização e indicará os tratamentos das fissuras e fraturas superficiais.

  Após a limpeza da superfície de rocha da fundação, se for constatada a presença de fissuras ou fraturas, estas zonas deverão ser limpas, removendo-se o material solto por varredura e jatos de ar e água (dependendo do estado de decomposição da rocha) e, devendo ser, a seguir, preenchidas com argamassa de cimento e areia ou com calda fina de cimento. A profundidade de remoção do material solto existente nas fissuras e fraturas deverá ser a máxima possível, de acordo com a capacidade dos equipamentos e as diretrizes estabelecidas nos Documentos de Projeto.

  Superfícies rochosas intensamente fraturadas fissuradas deverão ser limpas por varredura e jatos de ar e água (dependendo do estado de decomposição da rocha) e, a seguir, cobertas por uma fina camada de argamassa fluida, que deverá ser cuidadosamente espalhada por varredura (argamassa varrida). Em qualquer caso, esta limpeza deverá ser executada de forma a não promover o desimbricamento dos blocos rochosos da fundação. Nos casos de aplicação de argamassa varrida o lançamento do aterro se dará de forma subsequente para evitar o endurecimento prévio e trincamento da argamassa.

  Estes serviços de tratamento das fissuras e fraturas superficiais somente deverão ser realizados no contato das zonas de materiais impermeáveis com a fundação.

  Nos locais onde ocorrerem depressões acentuadas, estas poderão ser preenchidas com concreto de regularização ou com material de aterro compactado com compactadores pneumáticos. Onde a rocha apresente superfície contínua, não haverá necessidade de tratamento com argamassa de regularização. Em locais onde a superfície da rocha apresentar taludes vertical

ou negativo esta deverá ser retaludada conforme indicado nos Documentos de Projeto.

A regularização final da superfície de escavação deverá ser feita com concreto dental adequadamente aplicado e/ou com corte a frio ou com fogo cuidadoso, de modo a se eliminar ou reduzir as saliências e reentrâncias, suavizar as angulosidades e permitir um contato perfeito entre o aterro e a rocha. Caso a superfície da rocha de fundação se apresente muito irregular, deverá ser aplicada camada de concreto ou argamassa sobre toda a área da superfície. Tais tratamentos, bem como os demais tratamentos superficiais típicos, são apresentados nos Documentos de Projeto.

As características da argamassa e do concreto de regularização estão especificadas no item 8 – Concreto Convencional.

Após a conclusão dos trabalhos de regularização e tratamento das fissuras superficiais, toda a área da fundação deverá ser limpa por meio de jatos de ar e água (rocha sã) ou por varredura, dependendo do estado de decomposição da rocha, imediatamente antes do lançamento da primeira camada de materiais argilosos, devendo esta primeira camada ser lançada sobre uma superfície rochosa úmida, porém sem poças de água.

Eventuais surgências de água na superfície da fundação deverão ser tratadas antes do lançamento do concreto dental e das primeiras camadas de solo, concentrando as infiltrações em pontos localizados, onde deverão ser instalados drenos de brita protegidos por argamassa, tubos de bombeamento e tubos para respiro e injeção. Após o aterro ter atingido elevação suficiente para equilibrar a carga hidráulica das surgências, os drenos de brita e o tubo de bombeamento deverão ser injetados com calda de cimento, através dos tubos de respiro e injeção.

5.7.4 Fundação das Estruturas de Concreto

Todas as faces e fundos de cortes em rocha que servirão de fundação para estruturas de concreto deverão ser limpos, removendo-se as pedras soltas ou instáveis, com ferramentas convencionais.

Toda infiltração na área de fundação deverá ser disciplinada e drenada apropriadamente, por meio de drenos ou por outros métodos considerados adequados pela CONTRATADA, onde se inclui a eventual necessidade de rebaixamento do lençol freático.

A superfície rochosa preparada deverá ser submetida a uma inspeção detalhada complementada por fotografias e mapeamento geológico-geotécnico, no qual constarão os dados referentes à litologia, coerência, grau de decomposição, grau de fraturamento, tipo e espaçamento das fraturas e elevações do topo rochoso preparado. A partir deste mapeamento serão definidos os tratamentos das descontinuidades superficiais identificadas.

As feições geológicas relevantes e/ou as zonas de maciço rochoso muito fraturado e alterado identificadas na fundação deverão ser tratadas conforme indicado nos Documentos de Projeto. Falhas, cavidades, depressões, zonas de fraturas abertas e outras irregularidades deverão ser preenchidas com concreto ou argamassa, após cuidadosa limpeza das mesmas, com remoção de material solto até profundidades a serem definidas no campo por meio de inspeções visuais, após o mapeamento geológico-geotécnico.

Principalmente nas regiões de quinas e nos recortes de escavação em rocha, o processo construtivo poderá criar ou induzir a abertura de trincas ou descontinuidades, produzindo zonas abaladas no maciço rochoso que deverão ser inspecionadas durante os mapeamentos geológicos e, eventualmente, receber os tratamentos adequados para sua estabilização. Tais tratamentos poderão incluir a execução de injeções de calda de cimento para consolidação do maciço rochoso remanescente.

As prescrições para o preparo e tratamento superficial das fundações das estruturas de concreto poderão ser complementadas por diretrizes apresentadas em Documentos de Projeto complementares.

Surgências de água na fundação deverão ser tratadas de forma adequada, seguindo as diretrizes indicadas a seguir:

- quando a vazão for baixa, não será necessário tratamento especial, fechando-se a surgência com lançamento de concretos de pega rápida;
- quando ocorrerem vazões apreciáveis, cobrir a nascente com dreno de brita, que serão conduzidos a poços coletores de acordo com características definidas nos Documentos de Projeto, executando-se o prolongamento vertical através de tubulações de concreto com diâmetro mínimo de 80 cm, que propiciará o esgotamento das nascentes, através de bombeamento contínuo mantendo seu nível d'água rebaixado; e,
- quando o nível freático estiver estabilizado, este deverá ser preenchido com cascalho ou brita, atendendo aos critérios de filtro e de injetabilidade. Será deixado um tubo de PVC Ø 1", do fundo da tubulação de concreto até a superfície, sendo o trecho inferior perfurado ao longo de 2 metros (4 furos de ¼" cada 10 cm); por intermédio deste tubo será injetada calda de cimento, fator água/cimento de no mínimo 0,6 em peso, a baixas pressões, de acordo com instruções dos Documentos de Projeto.

Antes de lançar o concreto, a superfície de fundação tratada deverá ser regularizada seguindo os alinhamentos, dimensões e greides indicados nos Documentos de Projeto. Esta regularização deverá abranger o corte e remoção de irregularidades da superfície da rocha e o preenchimento com concreto, de irregularidades bruscas dessa superfície, com ou sem uso de formas. A definição das tolerâncias geométricas aceitáveis para a superfície de fundação será apresentada em desenho específico.

A regularização das fundações deverá formar uma superfície uniforme, que ofereça as condições necessárias para a construção das estruturas.

5.7.5 Manutenção das Superfícies de Fundação

Este item estabelece os requisitos de proteção temporária das superfícies de fundação, durante o período de construção.

Deverão ser adotadas providências no sentido de preservar toda a superfície final de escavação, de danos decorrentes de tráfego de equipamentos, erosão e intemperismo, até que os materiais do maciço ou o concreto sejam lançados.

É vedado, na área de escavação final, o tráfego de equipamentos que não sejam os estritamente necessários à escavação da fundação e ao lançamento dos materiais do maciço ou concreto.

Nos pés dos taludes da escavação, deverão ser escavadas valas para interceptar as infiltrações provenientes dos mesmos. Estas águas de infiltração serão conduzidas aos poços de bombeamento. A CONTRATADA deverá disponibilizar na obra quantidade

suficiente de bombas de recalque para fazer frente às necessidades dos serviços de esgotamento das águas eventualmente existentes nas áreas de trabalho.

5.8. TRATAMENTO DE TALUDES ESCAVADOS EM SOLO E ROCHA

Ao final da escavação de uma bancada ou de uma frente, em função do tipo de material e da segurança requerida para as obras e de acordo com o mapeamento geológico-geotécnico executado, serão determinados os tratamentos e proteções necessários.

Os Documentos de Projeto apresentarão os tratamentos específicos para cada frente de escavação. Os mapeamentos geológicos realizados *pari-passu* com as atividades de escavação poderão levar à necessidade de complementações de tratamentos em relação aos indicados nos Documentos de Projeto.

Os tratamentos poderão consistir, de maneira geral, mas sem se limitar a uma ou mais combinações, das ações descritas a seguir. A especificação dos tipos de tratamento preconizados encontra-se nestas Especificações Técnicas conforme as Seções indicadas:

- concreto projetado com ou sem fibra metálica ou de polipropileno, conforme especificado no item 8.17 – *Concreto Projetado*;
- muros de contenção de concreto, conforme especificado no item 8 – *Concreto Convencional*;
- ancoragens ativas e passivas e telas metálicas, conforme especificado no item 9.6 – Telas de Aço;
- materiais granulares compostos de transições e enrocamentos, conforme especificado no item 3.2 - Construção e Manutenção das Ensecadeiras;
- valetas de drenagem, meias-canas e dreno, conforme especificado no item 13.2 – Drenagem;
- drenos sub-horizontais, conforme especificado no item 13.2; e,
- proteção vegetal ou materiais sintéticos, conforme especificado no item 13.3 - Proteção Superficial.

Os taludes provisórios em rocha, principalmente aqueles verticais ou subverticais localizados em regiões de contato com estruturas de concreto poderão requerer proteção localizada através de aplicação de tratamento menos rigoroso que os utilizados para os taludes definitivos, de modo a propiciar a estabilização de possíveis blocos isolados e/ou horizontes de rocha alterada ou muito fragmentada.

Taludes provisórios em solo, dependendo do tempo em que as superfícies escavadas ficarão expostas, deverão ser protegidos contra erosão superficial através de execução de valetas de drenagem e eventual proteção granular ou vegetal.

6. SONDAGENS, PERFURAÇÕES E INJEÇÕES

6.1. OBJETO

Esta Seção trata dos serviços de sondagens, perfuração em solo ou em rocha e injeção de calda de cimento a serem executados pela CONTRATADA, na região de implantação das obras.

O programa de perfurações e injeções definido nestas Especificações e nos Documentos de Projeto, não tem caráter final, uma vez que o processo de tratamento

poderá indicar a necessidade de extensão ou mesmo supressão de parte do programa estabelecido em função das condições do maciço de fundação encontradas durante a execução dos serviços.

Portanto, a quantidade, os locais, a disposição e a profundidade das perfurações e injeções efetivamente necessárias serão determinadas pelas condições reveladas à medida que progridam os trabalhos.

Os trabalhos de injeção de caldas de cimento deverão ser executados de acordo com os critérios descritos abaixo.

Todas as informações obtidas no decorrer dos trabalhos deverão ser registradas pela CONTRATADA em boletins.

6.2. PERFURAÇÕES E SONDAGENS

6.2.1 Generalidades

A execução de sondagens a percussão (com medidas SPT), rotativas e mistas deverá obedecer aos conceitos e critérios preconizados no documento na ABGE “Manual de Sondagens” (Boletim nº 3 – 5ª Edição, 2013)” e às Normas NBR Pertinentes.

Nos registros dos elementos referentes às perfurações deverão ser, também, indicados os principais eventos observados, tais como: artesianismo, perda parcial ou total d'água de circulação, queda brusca ou aprisionamento da composição, entre outros.

6.2.2 Equipamentos de Perfuração

Todos os equipamentos de perfuração e injeção utilizados deverão ter características como, capacidade e condição mecânica apropriadas para a execução dos trabalhos. Os equipamentos e sua disposição na Obra deverão atender a todos os requisitos aplicáveis, de regulamentos e normas, relativos à segurança. Não deverão ser empregados motores de combustão para a operação dos equipamentos de perfuração e injeção dentro das galerias de drenagem ou outras áreas fechadas.

Os furos de injeção deverão ser feitos com perfuratrizes rotopercussivas, salvo furos exploratórios que poderão ser executados com sondas rotativas ou os furos de verificação, que necessariamente serão executados com sondas rotativas.

a) Sondagens a Percussão

Serão realizadas para a caracterização e amostragem dos solos. Para a execução dos serviços deverão estar disponíveis todos os equipamentos necessários, tais como tripé, bomba de água, hastes, amostradores, etc.

Os equipamentos deverão ter capacidade para perfuração e amostragem até 40 m de profundidade, e execução de furos com diâmetro de até 100 mm (4”) e utilizados nos ensaios de resistência à penetração (SPT) a cada metro.

a) Perfurações a Rotopercussão ou a Percussão com Emprego de Ar Comprimido

Nessas operações serão utilizados os seguintes equipamentos:

- equipamentos para perfuração rotopercussiva ou percussiva, a ar comprimido, dotados de todos os recursos para posicionamento a qualquer orientação e previstos para execução de furos com diâmetros de 3” e 4” e profundidade de até 30 m. Serão, também, dotados de acessórios que permitam a remoção de detritos de perfurações, por circulação de água. As perfurações a rotopercussão deverão ser feitas em trabalhos a céu aberto, escavações subterrâneas ou galerias em concreto; e,

- marteletes manuais com brocas integrais ou de extensão - utilizados para execução de furos de até 2,5" de diâmetro, com até 6,0 (seis) metros de profundidade.

Os serviços executados serão registrados em boletins que deverão conter os dados de cada perfuração, tais como ocorrência de nível d'água, tempos de avanço, etc.

b) Sondagens Rotativas

Sempre que houver necessidade de amostragem em rocha (recuperação de testemunhos), a CONTRATADA deverá executar sondagens rotativas, nos diâmetros HW ou NW, utilizando sondas rotativas com avanço hidráulico, providas de todos os acessórios, tais como: barriletes duplos livres, coroas de vídia e coroas diamantadas com saída de água frontal ou lateral além de outros acessórios pertinentes. As hastes empregadas deverão ser compatíveis com os diâmetros dos furos.

Os locais de instalação das sondas deverão ser previamente limpos e protegidos contra as águas pluviais ou de superfície. As sondas deverão estar adequadamente niveladas e ancoradas ao terreno.

Os equipamentos deverão ter capacidade para perfuração e amostragem até 40 m de profundidade, nos diâmetros H e N.

c) Sondagens Mistas

São sondagens, onde se utilizam os métodos a percussão (em solo) e rotativa (em rocha) conforme descritos nos subitens anteriores.

6.2.3 Amostragem

Quando for exigida a extração de amostra em sondagens rotativas, a recuperação dos testemunhos não deverá ser inferior a 95% por manobra. Para este fim, os equipamentos deverão contar com coroas de diamante, barriletes duplos livres e hastes adequadas. As manobras deverão ser limitadas ao comprimento de 1,5 m, a não ser quando o testemunho apresentar menos de 3 quebras por metro na manobra imediatamente anterior, quando a manobra subsequente poderá ser aumentada para 3 m. O testemunho deverá ser imediatamente retirado do furo, independentemente do comprimento já perfurado, sempre que o comportamento da sonda indicar encunhamento ou destruição do testemunho. Quando for recuperado menos de 85% do testemunho, a manobra seguinte deverá ser encurtada em 50% em relação à anterior.

Os testemunhos serão acondicionados em caixas plásticas com capacidade para armazenar até 4,0 m de diâmetro NW ou 3,0 m de diâmetro HW, em fileiras paralelas de 1,0 m de comprimento. Para facilitar a identificação, deverá ser afixada plaqueta metálica na frente da caixa, com a designação do nome da obra, data, número da sondagem, número da caixa, número total de caixas do furo, intervalo da amostragem e cota da boca da sondagem.

As amostras recuperadas em sondagens à percussão deverão ser acondicionadas em sacos ou copos plásticos, com indicações do local e da profundidade da amostra. Em seguida os sacos plásticos deverão ser acondicionados em caixas plásticas similares àquelas utilizadas para testemunhos de sondagem rotativa.

6.2.4 Classificação e Características dos Furos

Os furos serão classificados, quanto à sua finalidade, em:

- furos exploratórios – executados com sondas rotativas ou com sondas rotopercussivas, com ou sem recuperação de testemunhos, diâmetro NW (76 mm),

ao longo das cortinas de injeção, com o fim de determinar as características do maciço rochoso visando as injeções de calda de cimento. Nesses furos serão feitos ensaios de perda d'água sob pressão (EPA). Esses furos, posteriormente, serão injetados com calda de cimento;

- furos de injeção - executados por equipamentos rotopercussivos e pertencentes à cortina de injeção na fundação das estruturas. Esses furos deverão ser, necessariamente, executados de acordo com os critérios definidos em projeto, independentemente das características do maciço de fundação prospectado pelos furos exploratórios. Posteriormente, tais furos serão injetados. Nesses furos, poderão ser executados ensaios de perda d'água sob pressão antes das injeções;
- furos de verificação - executados com sondas rotativas, diâmetro NW, utilizados para comprovar a eficiência da cortina de injeções. Esses furos deverão ser obrigatoriamente injetados e submetidos a ensaios de perda d'água sob pressão;
- furos de drenagem - executados, geralmente, por equipamentos rotopercussivos, com diâmetro de 76 mm quando a céu aberto ou em galerias, diretamente na rocha ou através de tubulações embutidas no concreto. Os drenos situados nos trechos em solo, tais como os drenos sub-horizontais ou de alívio, serão executados, respectivamente, por equipamentos rotativos com diâmetro de 76 mm e rotopercussivos com diâmetro de 100 mm;
- furos para instalação de instrumentos - executados, geralmente, por sondas rotativas com diâmetro NW, com recuperação de testemunhos e, eventualmente, por equipamentos rotopercussivos com diâmetro de 76 mm. Poderá ser requerida a execução de ensaios de perda d'água sob pressão nesses furos;
- furos para pesquisas geológicas e geotécnicas - executados por sondas rotativas com diâmetro HW e NW e sondas a percussão com diâmetro de 64 mm, 100 mm e 150 mm, que serão, posteriormente, obturados ou injetados; e,
- furos para barbacãs e instalação de barras de ancoragem e tirantes - executados por equipamentos rotopercussivos com diâmetros de 32 mm a 76 mm.

6.2.5 Ensaios de Perda d'Água sob Pressão e de Infiltração

- Ensaios de perda d'água sob pressão

Os ensaios de perda d'água sob pressão serão executados em todos os furos rotativos para pesquisas geológicas e geotécnicas, nos furos exploratórios e nos de verificação.

Nos furos de injeção, em alguns drenos e em furos para instalação de instrumentos, a execução de ensaios de perda d'água sob pressão poderá ser requerida.

Os ensaios de perda d'água sob pressão deverão ser executados de acordo com a ABGE "Ensaios de Perda d'Água sob Pressão - Diretrizes" (Boletim nº 2, 1975).

Os ensaios de perda de água sob pressão deverão ser executados na medida em que o furo estiver sendo aberto (trechos descendentes), em trechos de aproximadamente 3 m. Os ensaios serão executados em 5 estágios de pressão usando-se a sequência pressão mínima, pressão intermediária, pressão máxima, pressão intermediária e pressão mínima.

Para furos de injeção, nos quais seja necessária a execução de ensaios de perda d'água sob pressão, estes testes serão simplificados e executados em 3 estágios de pressão usando-se a sequência pressão mínima, pressão máxima, pressão mínima.

A princípio a pressão máxima nos ensaios será definida de acordo com a expressão:

$$P_{MÁX.} = 0{,}25 \text{ kgf/cm}^2 \times (Hob + \tfrac{1}{2} T) \text{ no caso de rochas competentes}$$

onde:

Hob = profundidade do obturador em metros medida na vertical

T = comprimento em metros do trecho ensaiado

Em função da condutividade hidráulica observada durante os ensaios de perda d'água sob pressão, poderão ser adotadas pressões de ensaio diferenciadas para melhor avaliar as condições de permeabilidade do maciço rochoso. A pressão mínima no ensaio será sempre igual a 0,10 kgf/cm² e a pressão intermediária será metade da pressão máxima.

A duração de cada estágio será no máximo de 10 minutos, contados do final do período de estabilização de pressões. Em todos os furos, caso os três primeiros estágios apresentem perdas nulas, o quarto e o quinto estágios poderão ser suspensos.

Em quaisquer destes furos, poderá ser necessária a execução de ensaios com obturadores duplos, diminuindo o espaçamento entre os mesmos em sucessivos estágios, a fim de se verificar a efetiva localização das perdas de água.

- Ensaios de Infiltração

Os ensaios de infiltração serão executados nos trechos em solo das sondagens a percussão ou mistas nas profundidades indicadas no Projeto e deverão seguir os critérios, parâmetros e procedimentos definidos na ABGE: "Ensaios de Permeabilidade em Solos - Orientações para sua Execução no Campo" (4ª Edição, 2013).

- Ensaios em Furos de Injeção

Nos furos de injeção de ordem primária após o término da lavagem sob pressão, caso esta houver sido executada, serão executados testes de permeabilidade em um único estágio com pressão igual à pressão máxima de ensaio para o trecho, com o obturador posicionado na boca do furo. O teste terá a duração de 5 minutos, contados após a estabilização das pressões. Caso as perdas de água sejam nulas nos primeiros 2 minutos, o ensaio poderá ser suspenso. Caso as perdas sejam muito elevadas, o teste poderá ser repetido em trechos mais curtos. Em função da condutividade hidráulica observada ou em função da necessidade de melhorar o conhecimento geológico do maciço rochoso, poderá ser solicitada nos furos primários ou em furos de ordem posterior a realização de ensaios de perda d'água em cinco estágios de pressão.

Os furos de injeção que apresentarem resultados dos ensaios de perda d'água igual a 0 (zero) poderão ser simplesmente preenchidos por calda de cimento, ficando isentos do procedimento de injeção sob pressão, previsto inicialmente.

Sempre que ocorrer artesianismo no furo, ou forem registradas perdas totais de água de perfuração durante a execução de furos de qualquer tipo (menos os de drenagem), a sondagem deve ser interrompida e a profundidade da perda cuidadosamente determinada. Em seguida, deve ser feito um ensaio de perda de água no trecho em questão.

Não devem ser executados ensaios ou operações de lavagem sob pressão em furos situados a menos de 30 m de outros que estejam sendo injetados ou tenham sido injetados a menos de 24 horas.

No caso de haver comunicação de água entre os furos de injeção, será efetuada uma lavagem por circulação de água e ar sob pressão, com o objetivo de remover a argila e eventuais materiais terrosos das fraturas do maciço. Essa lavagem será efetuada imediatamente antes dos ensaios de perda d'água, com o obturador já posicionado no furo, e será considerada terminada somente quando emergir água limpa dos furos

vizinhos. Em nenhuma hipótese a pressão de lavagem poderá exceder à pressão máxima especificada para a injeção.

6.2.6 Proteção e Lavagem

Todos os furos que atravessarem as estruturas de concreto armado serão executados através de tubos-guia, com o diâmetro indicado nos Documentos de Projeto.

Em trechos onde não houver concreto armado, os furos serão efetuados diretamente a partir da superfície da rocha ou do concreto. Nesses casos, antes da perfuração, serão assentados tubos-guia em furos rasos de 30 cm, efetuados na rocha ou concreto, com diâmetros superiores ao dos furos de injeção. Os tubos serão chumbados com argamassa e o comprimento do tubo exposto em superfície não deverá ser inferior a 20 cm.

Poderá ser exigida em alguns furos, a utilização de tubos com rosca, para permitir a instalação de tampão, dotado de dispositivo para a acoplagem de manômetro ou hidrômetro.

Todos os furos executados deverão ser lavados com água limpa, utilizando jatos alternados de água e ar, pelo tempo que se fizer necessário, até remover todos os resíduos de perfuração.

Os furos deverão ser protegidos por meio de tampões de borracha, madeira ou outros métodos adequados.

6.3. INJEÇÕES

6.3.1 Generalidades

O sistema de injeção deverá ser tal que a calda de cimento possa ser introduzida na totalidade do furo, ou em diferentes profundidades, mediante o emprego de obturadores.

A disposição dos equipamentos de injeção deverá incluir um circuito de retorno, convenientemente concebido, para que a calda de cimento possa circular, continuamente, ao longo da tubulação, a fim de evitar sua obstrução e, simultaneamente, permitir um controle acurado da pressão no furo, por menor que seja o volume de calda injetado.

A distância entre o agitador e a bomba injetora não poderá ser maior do que 10,0 m e a distância entre a bomba injetora e o furo não deverá exceder 30,0 m, a não ser que seja introduzido um agitador intermediário ou mantido um controle sistemático de acompanhamento da calda de injeção, junto a boca do furo. Se utilizado sistema de controle da calda, este deverá garantir a manutenção de suas características originais de fluidez, sedimentação e temperatura. Tanto agitadores quanto bombas, deverão ficar permanentemente em funcionamento, durante todo o processo de injeção.

No circuito de injeção não será permitido o emprego de tubulações, acessórios com diâmetro interno inferior a 25 mm e hastes com diâmetro interno inferior a 25 mm. As tubulações deverão ser lavadas periodicamente, com água corrente, objetivando evitar obstruções por deposição de calda. Não será permitida a utilização de tubulações ou hastes de alumínio.

A CONTRATADA deverá dispor de hidrômetros devidamente aferidos, com capacidade de 2 m³/h, 5 m³/h, 10 m³/h e 20 m³/h. Os certificados de aferição, emitidos por instituição reconhecida, deverão ser mantidos na obra.

É indicada a execução de um trecho experimental para teste dos equipamentos e para verificação e ajustes dos parâmetros executivos.

6.3.2 Equipamentos de Injeção

Os equipamentos de injeção deverão compreender uma unidade injetora completa, para cada local onde as operações de injeção estiverem sendo realizadas. A capacidade de cada unidade injetora deverá ser de, no mínimo, 150 litros por minuto, quando operando a uma pressão de descarga de 1,5 MPa.

Cada unidade injetora deverá incluir, no mínimo:

- uma bomba injetora do tipo avanço, com rosca de eixo helicoidal, capaz de manter a pressão de descarga mais uniforme possível, e de operar a uma pressão máxima de 2,1 Mpa;
- um misturador mecânico ou pneumático de alta velocidade, capaz de preparar a calda de cimento no estado coloidal, em quantidade suficiente para suprir a bomba injetora;
- um tanque provido de agitador mecânico, com capacidade mínima igual a três vezes a vazão máxima da bomba durante um minuto, adequadamente graduado e equipado com peneiras de malha # 6 ASTM, de fácil remoção, sendo que os agitadores deverão estar equipados com pás que imprimam à calda velocidade não inferior a 2,0 m/s. A tubulação de saída de calda do depósito deverá estar situada, no mínimo, a 20 cm acima do fundo do agitador;
- um reservatório de água de, no mínimo, 8000 litros para ser utilizado no preparo da calda de cimento, ensaios e lavagem dos furos e dos equipamentos de injeção;
- hidrômetros de precisão, graduados em litro e fração de litro, devidamente aferidos, com certificados de calibração. Tais hidrômetros deverão ser aferidos, no campo, mensalmente ou conforme definido no Plano da Qualidade da CONTRATADA para o Empreendimento;
- um manômetro rastreável, adequadamente graduado, de alta precisão (1%), para aferição periódica dos demais manômetros;
- manômetros com graduações adequadas às pressões a serem aplicadas. Tais manômetros deverão ser aferidos, no campo, quinzenalmente ou conforme definido no Plano da Qualidade da CONTRATADA para o Empreendimento;
- válvulas, mangueiras de pressão com engate rápido, linhas de alimentação, obturadores com tubos pneumáticos ou anéis expansivos de borracha e ferramentas comuns, em quantidade e qualidade adequadas à execução dos serviços; e,
- salva-manômetros.

A CONTRATADA deverá possuir, ainda, equipamentos que permitam a injeção simultânea em rocha de, pelo menos, quatro furos, com controle individual de pressão por furo. Também deverá dispor de equipamentos sobressalentes suficientes para garantir a continuidade dos serviços nos casos de problemas mecânicos.

6.3.3 Materiais para Injeção

O controle das características dos materiais empregados, assim como das características físicas das caldas, deverá ser efetuado por meio de ensaios expeditos nas frentes de serviço e ensaios de laboratório. A CONTRATADA deverá entregar mensalmente os valores de tempo de escoamento e temperatura registrados nas frentes de trabalho, assim como os dados referentes aos fatores de sedimentação, resistência à compressão simples, densidade, expansão, início e final de pega.

As caldas injetadas deverão ser ensaiadas quanto à sedimentação, fluidez e densidade, conforme definido no Plano da Qualidade da CONTRATADA.

A calda para injeção em rocha será composta, basicamente, de água e cimento, podendo, entretanto, ser aprovada a adição de bentonita, cinzas volantes, pozolana, areia, microssílica, e/ou outros aditivos.

O cimento empregado na calda deverá ser do tipo Portland comum ou pozolânico e ter superfície específica (blaine) igual ou superior a 3.500 cm²/g, atendendo às exigências da ABNT NBR-5732 e NBR-5736 no que se referem às demais características. Deverão ser utilizados somente cimentos acondicionados em sacos de papel. O material deverá ser mantido próximo à unidade injetora em local coberto adequado para armazenamento de pelo menos 200 sacos de cimento, isento de umidade e excesso de calor.

A areia poderá ser natural ou artificial, constituída de partículas duras, resistentes e limpa, isenta de material orgânico e sulfetos. A areia empregada deverá ser bem graduada, passante na peneira nº 16, porém com porcentagem passante na peneira nº 200 inferior a 5%. As areias deverão ser estocadas próximo às frentes de serviço e protegidas contra chuvas.

A água usada nas caldas deverá atender às prescrições da NBR-15900 (Partes 1, 2 e 3)**.** Deverá ser límpida e isenta de quantidades de silte, matéria orgânica, óleo, álcalis, sais e outras substâncias consideradas nocivas na fabricação das caldas. A temperatura da calda, no momento da injeção, não deverá exceder a 40º C.

A CONTRATADA deverá manter na frente de trabalho quantidade suficiente de materiais, de modo a assegurar que os serviços de injeção não sejam interrompidos ou retardados.

Todos os furos e injeções que venham a ser inutilizados devido à interrupção dos serviços por parte da CONTRATADA motivada por falha no fornecimento de materiais ou falha na execução, deverão ser reperfurados e reinjetados.

6.3.4 Ensaios de Injetabilidade

A CONTRATADA deverá realizar os ensaios de injetabilidade em áreas contíguas à região a ser injetada, contudo fora dos limites daquelas onde estão previstas injeções, para a adequação do esquema de furos propostos nos Documentos de Projeto e para a definição da dosagem das caldas e das pressões de injeção.

6.3.5 Pressões de Injeção

As pressões de injeção a serem empregadas nos trabalhos poderão variar com as condições encontradas nos furos. De maneira geral, elas serão calculadas pela relação:

$$P_m = 0{,}3\ (Hob + ½\ T)$$

onde:

P_m = pressão a ser medida no manômetro (kgf/cm²)

Hob = profundidade do obturador medida em metros na vertical

T = comprimento em metros do trecho injetado

A pressão P_m deverá ser acrescida de 0,25 kgf/cm² toda vez que a calda for engrossada. Estes critérios deverão ser adaptados às condições da rocha encontrada e dos resultados das injeções iniciais, podendo-se, em função das mesmas, aumentar a pressão inicial.

O início das injeções a céu aberto não deve ocorrer antes do prazo de 72 horas do início do lançamento do concreto de regularização e de ao menos 1,0 m do concreto estrutural. Neste caso, o trecho final da injeção em rocha deverá ser executado com o obturador situado em rocha, próximo à boca do furo. Para esta condição, as pressões a serem empregadas serão as indicadas anteriormente.

Para injeções no contato concreto-rocha, o obturador deverá estar situado na “boca” do furo, junto à superfície do concreto, aplicando-se pressão de 0,25 kgf/cm².

6.3.6 Dosagens das Caldas

As dosagens das caldas, tanto no início, como durante a execução dos serviços de injeção, serão função da condutividade hidráulica do meio a ser tratado e das características das caldas determinadas em laboratório.

Nos trabalhos de injeção poderão ser empregadas caldas constituídas por cimento e água, ou argamassa de cimento, areia e água, com eventual adição de pozolana e/ou fluidificantes. As dosagens deverão atender às necessidades e deverão ser ajustadas às condições encontradas em cada trecho de furo a ser injetado. A relação água/cimento (em peso) variará de acordo com as características de cada furo, como reveladas pela operação de injeção e oscilará entre 1,0 e 0,4.

As características das caldas para o início das injeções serão função dos testes de pressão, utilizando-se de caldas mais grossas para permeabilidades elevadas.

A sobra da calda de injeção de um trecho poderá ser aproveitada na injeção de outro trecho ou furo, após a realização de eventuais correções na relação água/cimento e desde que seja respeitado o tempo entre o preparo da calda e a realização da injeção, citado acima.

A calda que não puder ser injetada, por qualquer razão, dentro de duas horas após a mistura, deverá ser inutilizada.

6.3.7 Execução das Injeções

Em linhas gerais, a calda de cimento preparada no misturador deverá ser colocada em um depósito e agitada mecanicamente, próximo à bomba injetora. A tubulação de descarga da bomba injetora deverá conter um manômetro e deverá ser ligada a uma conexão T. Um lado da conexão T deverá ser ligado ao tubo de injeção por meio de um registro e um manômetro. A finalidade do registro é a de manter a pressão depois de cessado o fornecimento de calda. O outro lado da conexão T deverá ser ligado a um cano de retorno ao depósito, por meio de um registro. A finalidade deste registro é a de auxiliar a regulagem da pressão, sob a qual a calda é introduzida no furo. A calda deverá ser mantida em circulação constante, devendo-se lavar o sistema, periodicamente, com água, para evitar a obstrução do equipamento e tubulações.

A princípio serão obrigatoriamente injetados os furos exploratórios, primários, secundários e terciários. Em função da condutividade hidráulica e das características de injetabilidade registradas para o maciço rochoso. Esse critério poderá ser alterado visando adequá-lo às reais condições observadas.

A cortina de injeção será executada pelo método de espaçamento divisional em zonas pré-definidas e seções limitadas por furos exploratórios. Os furos exploratórios, executados com sondas rotativas ou roto-percussiva, a cada 24 m, serão os primeiros a serem injetados. Os furos primários intercalados aos exploratórios com espaçamento de 12m destes serão injetados em sequência. Em seguida serão injetados os furos secundários distanciados de 12 m dos furos executados e serão obrigatórios. Os furos terciários serão executados a 6 m de distância dos de ordem anterior. Em função das

características de injetabilidade do maciço rochoso, poderá ser reavaliada a obrigatoriedade dos furos terciários ou a necessidade de furos quaternários.

O processo a ser adotado para todas as injeções será o método de injeção ascendente, em trechos consecutivos de 5 metros, limitados interiormente pelo obturador. O emprego de injeções descendentes será aplicado somente nos trechos onde as condições do maciço rochoso não permitir o desenvolvimento normal das perfurações.

A injeção será geralmente iniciada com calda de relação A/C igual a 1/1, em peso, podendo ser engrossada se as absorções forem elevadas. O processo de injeção deverá prosseguir continuamente até que os critérios de rejeição ("nega") sejam observados.

Quando dados de ensaios de perda d'água forem disponíveis para um furo a ser injetado, o traço da calda inicial poderá ser ajustado em função dos resultados dos ensaios de perda d'água sob pressão, conforme Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Traços iniciais de calda em função dos ensaios de perda de água.

Ensaios de Perda d'Água Hv – (l/min / m / kg/cm²)	Calda Inicial (A/C em peso)
< 2,0	1:1
2,0 - 10,0	0,8:1
10,1 – 20,0	0,6:1
>20,1	0,4:1

a) Critérios para engrossamento da calda

Os critérios para engrossamento da calda serão, em linhas gerais, os seguintes:

- as injeções serão iniciadas com calda A/C de 1;1, a menos que os ensaios de perda d'água ou os ensaios de injetabilidade indiquem a conveniência de usar uma calda mais grossa ou, eventualmente mais fina;
- com calda A/C 1:1, caso as absorções se mostrem muito baixas, as caldas poderão ser afinadas até um fator 2:1. Se, usando calda 1:1, após injetar cerca de 200 kg de cimento por metro ocorrer uma diminuição apreciável na velocidade de absorção, a calda deverá ser engrossada para A/C de 0,8:1 e a pressão aumentada de 0,25 kg/cm²; e,
- se, após a injeção de mais 500 kg de cimento por metro ainda não for possível atingir a pressão de injeção ou obter uma redução sensível na velocidade de absorção, a calda deverá ser novamente engrossada para a relação A/C de 0,6:1. Caso tal condição seja observada também para a calda com A/C de 0,6:1, esta deverá ser novamente engrossada para A/C de 0,4:1.

Caso ainda não se consiga atingir a recusa de calda ("nega") após a injeção de mais 500 kg de cimento por metro com a calda mais grossa, a injeção será suspensa durante cerca de 8 horas, mantendo-se o furo aberto. Em seguida serão efetuadas injeções intermitentes, ou seja, injetam-se mais 1.000 kg de cimento com calda grossa. Caso ainda não seja obtida a nega, o furo é novamente aberto, paralisando o processo por mais 8 horas e novamente injetado com calda grossa. Se ainda não for possível chegar à recusa de calda ou não se conseguir atingir as pressões especificadas, após a injeção de mais 650 kg de cimento por metro de furo, a injeção é considerada encerrada, devendo-se efetuar injeções em furos adicionais

localizados nas adjacências do furo em questão, após análise dos resultados e das condições geológicas locais.

b) Critério para Aprofundamento de Furos de Injeção

Os furos de injeção obrigatórios deverão ser necessariamente perfurados até as profundidades indicadas nos Documentos de Projeto.

Caso a absorção de cimento em um furo de ordem antecedente, isto é, o furo exploratório em relação ao furo primário, e assim por diante, seja superior a 25 kg de cimento por metro, os furos adjacentes ao que ocorreu a alta absorção deverão ser aprofundados até um trecho abaixo ao que se verificou esta absorção, com três metros de comprimento, e injetados de acordo com os critérios aqui estabelecidos.

c) Critério para Injeção de Furos Eventuais

A injeção de furos quaternários, eventuais, será definida segundo as seguintes condições:

- se nos ensaios de perda d'água nos furos terciários for constatado valor de perda d'água superior a 0,5 Hv, deverão ser injetados dois furos quaternários adjacentes até a profundidade do trecho do furo terciário em que ocorreu esta perda elevada;
- se na injeção dos furos terciários ocorrer absorção de cimento superior a 25 kg de cimento por metro, deverão ser injetados dois furos quaternários adjacentes até a profundidade do trecho do furo terciário em que ocorreu esta absorção; e,
- os furos adicionais deverão sempre ultrapassar a zona de maior absorção num trecho de 3,0 m.

d) Critérios de Rejeição ("Nega")

A injeção de calda de cimento de qualquer trecho de um furo será considerada concluída quando:

- as absorções de calda forem nulas por um período contínuo de 10 minutos, na pressão especificada para o trecho em injeção; e,
- As absorções ocorrerem por um período de 10 minutos com velocidades inferiores a 0,15 l/m.min para trechos com obturador localizado até a 10 m de profundidade e inferior a 0,4 l/m.min para profundidade superior a 10 m.

6.3.8 Obturação dos Furos

Após o término das injeções, cada furo deverá ser cuidadosamente obturado com calda grossa (A/C de 0,6:1, em peso) assegurando-se seu completo preenchimento com esta calda.

Caso a obturação seja feita algum tempo após a injeção do furo, este deve ser mantido fechado com um tampão de madeira até a sua obturação final.

6.3.9 Execução dos furos de verificação

Em regiões onde se verificar consumo elevado de calda de cimento, serão executados furos de verificação com sondas rotativas, diâmetro de NX, com recuperação de testemunhos e ensaios de perda d'água sob pressão. Estes furos terão sua localização, profundidades e inclinação definidos, com base nos resultados obtidos durante a execução da cortina de injeção. Tais furos deverão ser posteriormente injetados de acordo com os critérios estabelecidos por essa Especificação Técnica.

6.3.10 Limpeza das Frentes de Serviço

Durante as operações de perfuração e injeção, a CONTRATADA deverá tomar as precauções necessárias para evitar o acúmulo de partículas de rocha, óleo dos equipamentos, água de lavagem e calda de cimento na região das estruturas permanentes.

Após a conclusão dos serviços, a CONTRATADA deverá efetuar limpeza geral das áreas, removendo todos os resíduos e restos de materiais que, além do mau aspecto visual, possam interferir na eficiência dos serviços subsequentes.

6.3.11 Controle e Registro dos Trabalhos de Perfuração, Ensaio e Injeção

Todas as operações relativas às perfurações, aos ensaios de perda d'água e às injeções propriamente ditas como sequência de furos, lavagem, caldas iniciais, engrossamento ou afinamento das caldas, pressões de injeção em cada trecho, critério de rejeição, entre outros dados, deverão ser registrados pela CONTRATADA. Estes registros serão feitos em boletins contendo todas as informações requeridas e são fundamentais para a consecução dos trabalhos, a interpretação dos resultados e a introdução de mudanças e otimizações necessárias.

Os resultados das injeções deverão ser registrados em seções ao longo das cortinas, retratando a topografia da superfície final de fundação, a ser elaborado pela CONTRATADA.

6.4. FUROS DE DRENAGEM

Estão previstas cortinas de drenagem na tomada d'água e no vertedouro.

A posição e a quantidade de drenos encontram-se indicadas nos Documentos de Projeto. Os drenos serão executados a partir de tubos-guia embutidos, quando situados em estruturas de concreto.

Em furos executados através de galerias, a perfuração de qualquer dreno somente poderá ser iniciada, no mínimo, três dias após a conclusão das injeções de todos os furos previstos a uma distância mínima de 30 m do dreno em questão. Caso os drenos venham a ser perfurados antes das injeções, a CONTRATADA deverá manter circulação de água nos furos, durante a realização das injeções. Caso se verifique a infiltração de calda nos furos dos drenos, as operações de injeção deverão ser paralisadas e as bocas dos drenos afetados deverão ser obturadas para o reinício das operações de injeção. Concluída a injeção nessa área, os drenos afetados deverão ser reperfurados com diâmetro superior ao diâmetro original do dreno.

Além das restrições e das medidas mencionadas, deverá ser mantido controle cuidadoso durante as operações de injeção dos contatos concreto-aço de modo a impedir a obturação de drenos e sistemas de coleta de percolação, especialmente no trecho da blindagem dos condutos forçados.

Em locais onde as condições do maciço assim o exigirem, deverão ser executados drenos com revestimento ou com preenchimento de materiais granulares.

7. ATERROS COMPACTADOS DE SOLO E DE SOLO-ENROCAMENTO

7.1. OBJETO

Esta Seção abrange os procedimentos e diretrizes a serem atendidos para a execução dos serviços relativos à construção dos aterros compactados do barramento e das ensecadeiras da Barragem dos Imigrantes.

Os serviços a cargo da CONTRATADA compreenderão as escavações, manuseio de pilhas de estoque, transporte, lançamento e compactação dos diversos materiais, bem como todos os serviços associados à construção dos maciços compactados.

O controle de qualidade da produção dos maciços implica na realização rotineira de diversos ensaios tanto no canteiro de obras como em laboratórios especializados. Desta forma, a CONTRATADA deverá instalar, operar e manter um laboratório para a realização de ensaios geotécnicos no âmbito da obra, bem como contar com equipe técnica para analisar os resultados obtidos neste laboratório e nos laboratórios especializados, e para atuar nas correções requeridas.

Os serviços associados à construção das ensecadeiras de terra e enrocamento encontram-se descritos no item 3 - *Desvio e Controle do Rio Durante Construções*.

7.2. ALINHAMENTOS E GREIDES

Os aterros serão executados conforme os alinhamentos, as elevações, as dimensões e as seções transversais indicadas nos Documentos de Projeto. As espessuras das zonas de transições e filtros não poderão ser inferiores àquelas indicadas nos Documentos de Projeto. Os limites das diversas zonas de materiais poderão sofrer variações antes ou durante a construção, se houver conveniência construtiva, técnica e/ou econômica.

Com relação às fundações, as geometrias e cotas mostradas nos Documentos de Projeto poderão sofrer alterações com o andamento da obra em função das condições efetivamente encontradas.

A CONTRATADA deverá fazer o controle topográfico dos alinhamentos e greides, através da implantação de marcos topográficos, estaqueamentos, cruzetas indicativas de espessura de camadas e gabaritos de inclinação dos taludes externos e internos, durante a construção.

As superfícies dos aterros de solo, durante e após a execução, deverão ser mantidas sempre com uma inclinação tal que permita uma rápida drenagem das águas pluviais.

Esta inclinação não poderá ser superior a 5%. Tais superfícies não devem possuir irregularidades e depressões que possam provocar a formação de poças d'água com a chuva.

7.3. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Os materiais a serem utilizados na construção do barramento e aterros diversos da Barragem dos Imigrantes serão obtidos diretamente de escavações obrigatórias, pedreiras, áreas de empréstimo e jazidas de areia; deverão estar isentos de matérias orgânicas e substâncias estranhas e atender aos requisitos destas especificações.

Estes materiais poderão ser aplicados diretamente ou ser processados, de acordo com as definições de projeto, ficando a cargo da CONTRATADA a obtenção dos materiais com a qualidade requerida e dentro das faixas granulométricas especificadas para cada material.

A indicação e localização das áreas de empréstimo de solos, jazidas e pedreiras, e a descrição dos materiais de construção dos aterros são mostradas nos Documentos de Projeto, sendo os limites apresentados, gerais e esquemáticos. No caso de jazidas de areia e de pedreira, a CONTRATADA poderá propor outros locais para exploração, fornecendo amostras e resultados de ensaios que comprovem sua adequabilidade.

A indicação de uma área de empréstimo, de uma jazida ou de uma pedreira não significa que todo material desta área seja adequado para a construção dos aterros. Materiais com características insatisfatórias como raízes, vegetação ou outros materiais orgânicos perecíveis ou prejudiciais aos aterros não serão utilizados e eventuais materiais impróprios, quando indevidamente lançados nos aterros, serão removidos e substituídos pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá programar a execução das escavações e a formação dos estoques de materiais selecionados, prevendo o uso desses materiais, de acordo com o cronograma de lançamento dos aterros e com os requisitos técnicos previstos nestas especificações.

As zonas a serem construídas, de acordo com os Documentos de Projeto e estas especificações, estão na Tabela 7.1 onde são apresentadas as características dos materiais e os seus locais de aplicação.

Conforme indicações nos Documentos de Projeto, os materiais especificados para utilização nas barragens, diques, ensecadeiras e em outras obras associadas a aterros de materiais terrosos e rochosos, em função do tipo de aplicação, terão suas denominações seguidas pelas letras “L”, para material lançado, “C” para material compactado e “SC” para material semicompactado.

Os materiais e zonas relacionados na Tabela 7.1 são descritos mais detalhadamente nos itens a seguir.

Tabela 7.1 - Materiais de Construção da Barragem

Nomenclatura do Material		Local de Aplicação	Descrição Granulométrica	Tipo e Origem do Material
1A	Material Terroso	Corpo do aterro ou zona impermeável	Argila siltosa, argila arenosa	Colúvio, solo residual maduro a pesquisar
3A	Areia	Filtro septo e tapete horizontal	Areia limpa	A pesquisar
4A	Transição fina	Interfaces de materiais	Material processado ou natural - conforme faixas estabelecidas	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira
4B	Transição grossa	Interfaces de materiais	Material processado ou natural - conforme faixas estabelecidas	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira
4C	Transição única	Interfaces de materiais	Material de granulometria bem distribuída (tipo “bica corrida”) de diâmetro máximo de 150 mm conforme faixas estabelecidas	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira
5A	Enrocamento de Rocha sã	Espaldares	Enrocamento - conforme faixas estabelecidas	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira
5B	Enrocamento	Corpo da barragem	Enrocamento	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira
6A	Proteção contra ondas	Talude de montante	Rip-rap de rocha sã	Granito-gnaisse são provenientes das escavações obrigatórias ou de pedreira

7.3.1 Materiais Terrosos para Zonas Impermeáveis – Material “1A”

As áreas de empréstimo para a extração dos materiais terrosos a serem utilizados nas zonas impermeáveis estão indicadas nos Documentos de Projeto. Eventualmente, de acordo com o cronograma de construção, poderão ser empregados nas zonas impermeáveis solos oriundos de escavações obrigatórias, desde que sejam adequados à utilização e que sejam estocados de maneira apropriada

7.3.2 Areias para Filtros e Tapete Drenante Horizontal – Material “3A”

As areias necessárias para a construção dos filtros e tapetes drenantes deverão ser constituídas por partículas duras e duráveis, obtidas de jazidas e/ou material adequado que seja processado através de britagem.

A faixa granulométrica destes materiais deverá estar enquadrada dentro dos limites apresentados na Tabela 7.2. Esta faixa granulométrica poderá sofrer ajustes durante a construção ou em função dos materiais efetivamente disponíveis na obra. Estes ajustes

deverão ser consistentes com os critérios de filtro especificados, em relação aos materiais de transição e ao solo adjacente à zona de areia.

O material 3A não deverá sofrer segregação ou alteração de sua granulometria (por degradação ou quebra) durante o processamento, manutenção, colocação, espalhamento ou compactação.

Tabela 7.2 – Faixa Granulométrica do Material 3A

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
9,6	100
4,8	80 a 100
2,4	50 a 96
1,2	35 a 90
0,60	15 a 80
0,3	0 a 55
0,15	0 a 30
0,074	0 a 5

A fração de 5% de materiais com diâmetro inferior a 0,074 mm, não poderá conter partículas argilosas e matéria orgânica.

O coeficiente de permeabilidade das areias deverá ser superior a $1x10^{-2}$ cm/s após compactadas.

7.3.3 Transições e Drenos – Materiais “4A”, “4B” e “4C”

Os materiais para as transições deverão ser obtidos por processamento por britagem ou por seleção granulométrica, a partir de rochas das escavações obrigatórias e/ou pedreira.

a) Transição fina – Material “4A”

Os materiais para a transição fina processada de rocha sã deverão ser constituídos por rocha processada/natural isenta de partículas argilosas, detritos vegetais e matéria orgânica.

A faixa granulométrica destes materiais deverá estar enquadrada dentro dos limites apresentados na Tabela 7.3. Esta faixa granulométrica poderá sofrer ajustes durante a construção ou em função dos materiais efetivamente disponíveis na obra, respeitando os critérios de filtro.

O material 4A não deverá sofrer segregação ou alteração de sua granulometria (por degradação ou quebra) durante o processamento, manutenção, colocação, espalhamento ou compactação.

Tabela 7.3 – Faixa granulométrica do Material 4A

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
12,25	95 a 100
9,6	75 a 95

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
4,8	30 a 75
2,4	0 a 15
1,2	0 a 10

O coeficiente de permeabilidade do material 4A deverá ser igual ou superior a $5x10^{-1}$ cm/s.

b) Transição grossa – Material “4B”

Os materiais para a transição grossa processada de rocha sã deverão ser constituídos por rocha processada isenta de partículas argilosas, detritos vegetais e matéria orgânica.

A faixa granulométrica destes materiais deverá estar enquadrada dentro dos limites apresentados na Tabela 7.4. Esta faixa granulométrica poderá sofrer ajustes durante a construção ou em função dos materiais efetivamente disponíveis na obra, respeitando os critérios de filtro.

O material 4B não deverá sofrer segregação ou alteração de sua granulometria (por degradação ou quebra) durante o processamento, manutenção, colocação, espalhamento ou compactação.

Tabela 7.4 – Faixa granulométrica do Material 4B

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
76,0	90 a 100
38,0	25 a 80
19,0	5 a 25
9,6	0 a 10

c) Transição única – Material “4C”

Os materiais para a transição única processada de rocha sã deverão ser isentos de partículas argilosas, detritos vegetais e matéria orgânica.

A faixa granulométrica destes materiais deverá estar enquadrada dentro dos limites apresentados na Tabela 7.5. Esta faixa granulométrica poderá sofrer ajustes durante a construção ou em função dos materiais efetivamente disponíveis na obra, respeitando os critérios de filtro.

O material 4C não deverá sofrer segregação ou alteração de sua granulometria (por degradação ou quebra) durante o processamento, manutenção, colocação, espalhamento ou compactação.

Tabela 7.5 – Faixa Granulométrica do Material 4C

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
100,0	85 a 100
76,0	80 a 100
38,0	60 a 85

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
19,0	45 a 70
9,6	35 a 55
4,8	28 a 48
2,4	22 a 40
1,2	15 a 35
0,60	10 a 28
0,3	5 a 23
0,15	2 a 15
0,074	0 a 6

7.3.4 Enrocamento – Material “5A”

Deverão ser utilizados os enrocamentos provenientes das escavações obrigatórias e/ou de pedreira.

Os blocos rochosos, além de densos e sãos, deverão se apresentar isentos de fissuras, rachaduras, veios e outras imperfeições que possam ocasionar a sua deterioração por causas naturais e/ou mudança significativa de sua granulometria quando submetidos às operações de compactação.

Os planos de fogo deverão ser ajustados de modo a produzir materiais fragmentados com a graduação especificada na Tabela 7.6. Estas faixas granulométricas deverão ser ajustadas no início dos serviços de escavação em função da maior ou menor desagregação da rocha a ser escavada.

O material 5A não deverá sofrer alteração de sua granulometria (por degradação ou quebra) durante o processamento, colocação, espalhamento ou compactação.

Tabela 7.6 – Faixa Granulométrica do Material 5A

Peneira (mm)	Percentagem que Passa
600,0	90 a 100
500,0	70 a 100
300,0	55 a 100
150,0	30 a 80
76,0	15 a 55
38,0	5 a 40
25,0	0 a 35

7.3.5 Enrocamento – Material ”5B”

Deverão ser utilizados enrocamentos e outras rochas adequadas provenientes das escavações obrigatórias ou eventualmente de pedreira.

Estas faixas granulométricas deverão ser ajustadas no início dos serviços de escavação em função da maior ou menor desagregação da rocha a ser escavada.

7.3.6 Rip rap – Material “6A”

O rip rap tem função de proteger o talude de montante dos aterros contra o efeito de ondas e deverá ser obtido das escavações obrigatórias e/ou de pedreira.

O material deverá se apresentar denso e são. Além disso, os fragmentos rochosos deverão ser isentos de fissuras, rachaduras, veios e outros defeitos que possam causar sua destruição sob o efeito das ondas.

Como orientação, o diâmetro médio dos blocos de rocha (D_{50}) poderá variar da ordem de 0,40 m a 1,00 m, devendo a faixa granulométrica atender aos critérios tradicionais empregados para a proteção dos taludes (Rip-rap).

7.4. EXECUÇÃO DOS ATERROS

7.4.1 Maciços Compactados de Solo – Material Terroso “1A”

Os maciços compactados de solo serão construídos de acordo com os Documentos de Projeto e requisitos constantes destas Especificações.

a) Características Requeridas

Os maciços compactados de solo deverão apresentar características de resistência, deformabilidade e permeabilidade que permitam o pleno desenvolvimento de suas funções durante o período de construção e durante o período operacional da barragem.

b) Teores de Umidade

Os materiais, em cada camada dos maciços, deverão possuir teores de umidade dentro dos limites especificados, necessários à obtenção dos pesos específicos requeridos.

Os teores de umidade deverão ser uniformes em cada camada, tanto em extensão quanto em profundidade, e deverão estar dentro das faixas especificadas em relação aos valores correspondentes ao teor ótimo de umidade, obtido de ensaios de compactação executados com energia do Proctor Normal da *Norma NBR-7182 da ABNT*, aplicado sem a secagem prévia.

Nos maciços de solo compactados a faixa de desvio dos teores de umidade, dentro da qual deverão se situar todos os resultados dos ensaios de controle, é a seguinte:

-2,0 % < desvio do teor de umidade em relação ao Proctor Normal < + 2,0 %

Os desvios do teor de umidade acima referidos são iguais à diferença entre os teores de umidade obtidos na praça de compactação e os teores ótimos de umidade, obtidos estes últimos dos ensaios de compactação executados de acordo com o método da ABNT indicado neste item.

Os solos lançados junto às estruturas de concreto, numa faixa não inferior a 3,0 m de largura, deverão estar sempre no ramo úmido com umidade de +1% a +3% acima da umidade ótima do ensaio Proctor Normal.

Nas regiões mais próximas das estruturas, onde for impraticável o uso de rolos compactadores pesados, deverão ser utilizados equipamentos manuais portáteis e a compactação deverá ser efetuada em camadas com espessura máxima de 15 cm medida antes da compactação (solta). Alternativamente aos equipamentos manuais, poderão ser utilizados tratores de pneus com a concha a meia carga desde que seja comprovada a eficiência do equipamento em uso.

c) Homogeneidade

Dentro das zonas de materiais terrosos, o maciço deverá ser homogêneo, tanto em extensão quanto em profundidade, no que se refere ao desvio de umidade e ao grau de compactação. Também as camadas individuais deverão sempre apresentar homogeneidade quanto aos teores de umidade e graus de compactação, inclusive entre o topo e a base das mesmas. Assim, deverão ser verificados periodicamente os gradientes de compactação ao longo da espessura das camadas.

d) Lançamento e Espalhamento das Camadas

Durante a colocação dos materiais deverá ser evitada a formação de lentes, bolsões e camadas contínuas de material que difiram substancialmente do material circundante em textura e características.

A operação de espalhamento deverá ser feita de modo que seja obtido aterro homogêneo, tanto em relação à umidade quanto à textura e características do material terroso. As operações de lançamento e espalhamento serão feitas paralelamente aos eixos longitudinais dos maciços. As superfícies deverão ser mantidas aproximadamente em nível, com inclinações suaves que permitam uma drenagem adequada das águas de chuva, sem a ocorrência de erosões superficiais.

Estas inclinações das superfícies deverão ser feitas de tal forma que as águas superficiais não sejam conduzidas às transições e aos filtros de areia, evitando-se com isso possíveis contaminações.

Após o lançamento, os materiais deverão ser espalhados em camadas aproximadamente horizontais tomando-se como referência as cruzetas de referências topográficas fixadas sobre a camada anterior. A espessura das camadas deverá ser controlada por equipes de topografia.

O tráfego dos equipamentos de transporte e espalhamento deverá ser dirigido de modo que sua carga seja uniformemente distribuída sobre a superfície das áreas de trabalho.

Durante as operações de lançamento e espalhamento, a CONTRATADA deverá manter nas áreas de compactação pessoal necessário para remover raízes, detritos e outros materiais putrescíveis ou inadequados.

Quaisquer materiais colocados nas áreas de compactação, que não possuam as características especificadas, deverão ser removidos.

Após espalhadas, as camadas deverão ter espessuras que, após a compactação, não excedam 20 cm, exceto nas ensecadeiras onde a espessura não deverá exceder 25 cm. Em locais inacessíveis aos rolos compactadores, onde será necessário o uso de compactadores mecânicos manuais, as camadas de solo solto deverão ser espalhadas com espessuras que não excedam 10 cm.

A espessura compactada da camada poderá ser aumentada, desde que a eficiência de compactação seja comprovada em aterro experimental. As espessuras das camadas soltas para se atingir a espessura da camada compactada acima especificada, deverão ser determinadas inicialmente em aterros experimentais.

Junto às superfícies de fundação e em contato com planos em concreto, previamente ao lançamento do material terroso deverá ser realizado um trabalho de umedecimento das superfícies para evitar que o material neste local fique ressecado e perca a condição de plasticidade.

e) Proteção e Tratamento de Superfícies nas Paralisações

O material que servirá de proteção para os aterros nos períodos de paralisação dos trabalhos deverá ser constituído pelo mesmo solo designado para a aplicação no núcleo e espaldares.

Para casos de paralisações programadas com período de até 05 (cinco) dias, a camada de solo sobre a superfície horizontal para proteção deverá ser mantida continuamente úmida e ter a espessura mínima tal que ao ser trabalhada e compactada atinja a espessura determinada em projeto. Ao serem retomados os trabalhos na região do núcleo da barragem deverão ser feitas aberturas de janelas com as dimensões mínimas de 2,0 m x 2,0 m em quantidade suficiente para caracterizar a camada subjacente, para inspeção da camada anteriormente compactada. Caso não se detecte nenhuma anomalia na camada inferior, a camada de proteção poderá ser trabalhada, homogeneizada e compactada. Se eventualmente a camada inferior apresentar ressecamento, fissuração ou trincas a mesma deverá ser retrabalhada.

Nos casos de paralisações programadas e prolongadas (juntas de construção), superiores a 5 dias, cada camada de proteção deverá ser lançada com excesso de pelo menos 50 cm, medido na horizontal, além dos alinhamentos previstos para a junta em talude. Para melhor eficiência da proteção, esta camada deverá ser compactada superficialmente visando criar um selo menos permeável para proteger a camada inferior já compactada.

Não será necessária a compactação dos materiais em excesso, tanto em taludes como em superfícies horizontais.

Por ocasião da retomada dos trabalhos de compactação, toda a camada de proteção lançada em talude, deverá ser removida.

Se durante os trabalhos houver prenúncio de chuvas intensas, deverá ser rapidamente completada uma compactação superficial (selagem) com rolo vibratório liso ou com equipamento de pneus. No reinicio dos trabalhos, esta camada deverá ser escarificada e tratada, antes da colocação da camada seguinte.

f) Correção e Homogeneização do Teor de Umidade

Os materiais argilosos aproveitáveis existentes nas áreas de empréstimo e escavações obrigatórias eventualmente estocados, podem sofrer variações de teor de umidade natural em função da época do ano sob o efeito das insolações, chuvas e das consequentes oscilações do nível freático.

Sempre que o teor de umidade do solo não estiver dentro das faixas especificadas para a compactação, deverá ser corrigido até que sejam obtidos os valores especificados.

Quando os teores de umidade dos solos estiverem fora da faixa especificada para a compactação, a secagem do material deverá ser feita preferencialmente nas áreas de empréstimo ou, em casos excepcionais, nas praças de lançamento, por processos adequados.

Quando os teores de umidade dos solos nas áreas de empréstimo, escavações obrigatórias ou estoques forem menores que os da faixa especificada para a compactação, deverão ser corrigidos preferencialmente nas respectivas áreas e, em casos especiais, nas praças de lançamento.

Nas juntas de construção, o teor de umidade do solo da camada de proteção especificada, colocada além dos alinhamentos indicados nos Documentos de Projeto, deverá ser mantido sempre acima do seu valor ótimo de umidade.

Torrões ressecados deverão ser removidos da praça de compactação.

g) Compactação e Equipamentos Requeridos

Desde que a umidade da camada espalhada esteja dentro da faixa especificada, serão iniciadas, após o nivelamento da camada, as operações de compactação com os rolos se movendo paralelamente aos eixos longitudinais dos maciços. Cada passada do rolo compactador deverá cobrir total e uniformemente a área a ser compactada.

Para os maciços compactados das barragens e diques, o grau de compactação mínimo requerido será de 95%, devendo a média ser de 98%, em referência ao peso específico seco máximo obtido no ensaio Proctor Normal, em quaisquer grupos de 30 ensaios de controle.

A compactação deve ser a mais uniforme possível, sendo preferível a obtenção de valores de grau de compactação próximos da média em detrimento a valores elevados.

A compactação dos solos deverá ser realizada por rolos compactadores de eficiência comprovada em obras de terra, podendo ser do tipo autopropelido vibratório de um ou dois tambores, com patas que se ajustem às características do material a ser compactado, com peso de pelo menos 6.000 kgf por metro linear de tambor. Para estes rolos, a velocidade de trabalho deverá ser limitada a 5 km/h, a ser ajustado em aterros experimentais.

Alternativamente, poderão ser empregados rolos compactadores de impacto com patas tipo *tamping*, acoplados a equipamentos de tração com peso bruto sem lastro de 12.000 kgf. A velocidade de trabalho destes rolos deverá se situar entre 15 e 20 km/h, a ser ajustado em aterros experimentais.

Para a compactação de uma camada, as passagens sucessivas do rolo deverão estar separadas por distâncias iguais às existentes entre as filas consecutivas de patas nos rolos, de modo que seja obtida uma compactação uniforme em toda a área. Cuidados especiais deverão ser tomados para que seja garantida uma perfeita ligação entre camadas contíguas.

Nos locais onde não seja possível o uso de rolos, a compactação será feita com compactadores mecânicos manuais ou placas vibratórias. Nestes casos, a espessura da camada solta será no máximo igual à metade da altura da camada compactada com rolo autopropelido. Será necessária uma inspeção visual cuidadosa, complementada com ensaios de campo, para a verificação da eficiência dessa compactação.

Nos contatos dos solos do aterro com as estruturas de concreto, após a compactação normal, deverão ser dadas passadas adicionais, paralelas à direção do contato solo-concreto, para melhoria da compactação deste contato.

Após compactada, a camada de núcleo e a de filtro vertical ou da transição única, deverá ser efetuada a compactação do contato destas zonas.

Este procedimento deverá ser adotado nos contatos dos solos dos espaldares com as transições adjacentes.

h) Tratamentos Adicionais

Nas juntas de construção, o excesso de material será removido simultaneamente ao lançamento e compactação do novo aterro, e a inclinação dessas juntas na região do núcleo de solo, em hipótese alguma, deverá ser inferior (mais íngreme que) a 1V:3H, com rampa na direção perpendicular ao eixo ou para montante.

Após a remoção da camada de proteção descrita acima, a CONTRATADA executará a remoção de faixa adicional de solo compactado, notadamente nos locais de juntas de construção conforme detalhe específico apresentado nos Documentos de Projeto. Essa remoção adicional objetiva garantir a homogeneidade na retomada da compactação com a eliminação de solo fissurado, ressecado ou com fendas.

Todo aterro adjacente a qualquer estrutura de concreto deve ser lançado, espalhado e compactado com equipamentos adequados, manuais do tipo “sapo mecânico”, de forma a não causar danos à estrutura de concreto.

As superfícies dos aterros de solo, durante e após a execução, deverão ser mantidas sempre com declividade tal que permita uma rápida drenagem das águas pluviais. Esta declividade não poderá ser superior a 5%. Tais superfícies não devem possuir irregularidades e depressões que possam provocar a formação de poças de água com a chuva, ou danos nos aterros.

Caso após a compactação de uma determinada camada, a superfície se apresentar lisa, esta deverá sofrer a ação de grades de disco ou outro equipamento apropriado, previamente ao lançamento de uma nova camada, objetivando criar uma perfeita ligação entre as camadas adjacentes. Em nenhuma hipótese poderão ser lançadas camadas em superfícies lisas. Após a escarificação, deverão ser feitos o destorroamento, a correção de umidade (se necessária) e a homogeneização do material escarificado solto para a melhor ligação de cada camada com a camada seguinte.

A laminação deverá ser evitada. Caso ocorram camadas laminadas nos locais de tráfego concentrado de equipamentos de terraplenagem, elas deverão ser removidas. Serão também removidas quaisquer camadas em que se apresentem “borrachudos” (ondulações devido à deformação plástica causada pela passagem dos equipamentos de terraplenagem sobre solos com excesso de umidade).

i) Controle Geral da Compactação

O controle geral da compactação será feito por meio de acompanhamento permanente e inspeção visual das diversas operações de escavação, carregamento, transporte, lançamento, espalhamento, umidificação, homogeneização e compactação, e confirmado pelos ensaios executados por pessoal técnico da CONTRATADA.

Na inspeção visual, serão cuidadosamente observados:

- a escarificação, o destorroamento, a correção da umidade e a homogeneização do solo da superfície da camada compactada, que é suporte da camada seguinte;
- a distribuição, nas áreas de trabalho, dos equipamentos de transporte, espalhamento e compactação, para o controle da uniformidade da compactação;
- as condições de umidade do material lançado;
- os serviços de remoção de raízes, fragmentos de madeira, detritos e outros materiais putrescíveis ou inadequados nas áreas de trabalho;
- gradeamento para destorroamento e homogeneização do teor de umidade do material lançado;

- o espalhamento e as referências utilizadas (cruzetas ou controle eletrônico pelas equipes de topografia) para o controle da espessura da camada de solo a ser compactada e após a sua compactação;
- as condições e as características dos equipamentos de compactação: peso, comprimento das patas, espaçamento entre os tambores, etc.;
- velocidade de operação dos rolos compactadores;
- o número de passadas dos rolos e a cobertura adequada da faixa durante a compactação;
- a ocorrência de camadas ressecadas, fissuradas ou com fendas;
- as condições de trabalhabilidade do solo e a verificação da ocorrência de laminação, "borrachudo", do revolvimento do solo pelas patas dos rolos, etc.;
- a ligação entre camadas de mesmo material ou de materiais diferentes;
- as inclinações das superfícies dos maciços de modo que permitam uma drenagem adequada das águas de chuva.

Completadas as operações de lançamento, espalhamento e tratamento de umidade de uma camada, deverá ser feita uma análise visual e táctil da camada preparada, previamente à sua liberação para compactação.

O grau de compactação, juntamente com o teor de umidade das camadas compactadas, será verificado rotineiramente, através da execução de ensaio de compactação pelo método de Hilf (Hilf, J.W. *"A Rapid Method of Construction Control for Embankments of Cohesive Soils"*, *Engineering Monograph nº 26*, Denver, Colorado, 1959), para cada camada compactada.

Os ensaios de Hilf serão realizados na frequência de 1(um) ensaio para cada 500 m³ de material compactado em uma mesma camada, aproximadamente. Esta frequência será ajustada no desenrolar dos trabalhos, em função da homogeneidade dos solos lançados e rotina de execução, podendo a área acima ser aumentada.

No controle de compactação serão consideradas as seguintes tolerâncias para os valores do desvio de umidade:

- aceitação de 5% dos valores de desvio de umidade fora da faixa de desvio especificada no ramo úmido e no ramo seco;
- os valores de desvio de umidade fora da faixa especificada não podem exceder mais de 0,3% dos valores limites especificados para a faixa de controle no ramo úmido e no seco.

Para controlar as espessuras das camadas compactadas, deverão ser nivelados 6 pontos da superfície compactada liberada para o lançamento. Após a compactação de 5 camadas, tais nivelamentos deverá ser repetidos, o que permitirá a obtenção média compactada destas 5 camadas. Desta forma, o nivelamento final servirá de base para a determinação da média das próximas 5 camadas.

j) Controle de Qualidade

O controle de qualidade do aterro da barragem envolverá a execução de ensaios de controle, bem como um controle visual dos serviços executivos.

O controle visual verificará, basicamente, os seguintes aspectos:

1) condição da superfície da camada anterior, que deverá encontrar-se em condições adequadas de umidade - sem ressecamento e sem umidade excessiva;
2) condição de ligação entre as camadas de aterro, escarificando-se com a grade de discos os eventuais locais da praça que estejam selados;
3) homogeneidade dos solos lançados, em condição adequada de umidade e sem a presença de solos orgânicos;
4) marcação das espessuras soltas de lançamento por meio de cruzetas; e
5) contagem do número de passadas do rolo.

O controle quantitativo será feito por meio de ensaios geotécnicos e pela verificação da espessura compactada das camadas de aterro.

Para cada grupo de 30 ensaios de controle de compactação pelo método de Hilf, executados em sequencia, deverão ser retiradas do maciço compactado, amostras deformadas para execução dos seguintes ensaios:

- limite de liquidez;
- limite de plasticidade;
- granulometria com sedimentação; e
- compactação - Proctor Normal.

No caso dos ensaios de Proctor Normal, os mesmos deverão ser realizados com as mesmas amostras submetidas a ensaios de Hilf, bastando portando obter-se as umidades das amostras em cada ponto dos ensaios de Hilf.

Os ensaios devem seguir as seguintes normas:

- *NBR-6459 "Solo – Determinação do Limite de Liquidez";*
- *NBR-7180 "Solo – Determinação do Limite de Plasticidade".*
- *NBR-6457 "Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização";*
- *NBR-7181 "Solo – Análise Granulométrica – método de ensaio".*
- *NBR 6508 "Grãos de Solos que Passam na Peneira de 4,8 mm - Determinação da Massa Específica".*
- *NBR 7182 "Solo – Ensaio de Compactação – Método de Ensaio".*

Eventualmente poderão ser retiradas amostras indeformadas dos maciços compactados para realização de ensaios especiais, com o objetivo de confrontar os resultados com aqueles obtidos por meio de amostras moldadas em laboratório, na fase de projeto. As amostras indeformadas deverão ter dimensão mínima de 30x30x30 cm.

Em princípio, prevê-se, caso necessário, a realização dos seguintes ensaios:

- *NBR 14545 "Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Argilosos a Carga Variável",*
- *ASTM D 4767 "Ensaios Especiais de Compressão Triaxial Tipo CIUSAT - Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils,*
- *ASTM D 7181 "Ensaio Especial de Compressão Triaxial Tipo CDSAT - Method for Consolidated Drained Triaxial Compression Test for Soils",*

- *NBR-12007 "Solo – Ensaio de Adensamento Unidimensional".*

7.4.2 Construção dos Filtros e Transições – Areias - Material **"**3A"

Os filtros de areia vertical ou inclinado deverão ser construídos em contato direto com os maciços de materiais argilosos compactados ou dos núcleos das Barragens e dos Diques. Estes filtros deverão ser construídos de acordo com os Documentos de Projeto e requisitos constantes desta Especificação.

a) Características Requeridas

O filtro deverá ser homogêneo, compacto, permeável e livre de contaminação de solos finos ou materiais orgânicos. As areias deverão ter as características dos materiais especificados no item 7.3 – Materiais de Construção.

b) Lançamento e Espalhamento de Camadas

Poderão ser feitos concomitantemente com as zonas contíguas ou por escavação e reaterro (para o filtro vertical).

- Execução Concomitante

  A areia será lançada em camadas horizontais com espessura não superior a 50 cm. A espessura das camadas deverá ser controlada por equipes de topografia.

  A operação de espalhamento deverá ser feita de modo a obter camada homogênea, sem segregação e sem contaminação. Todo o tráfego para transporte, lançamento e compactação das areias do filtro vertical deverá ser feito a jusante do mesmo.

  O tráfego dos equipamentos de terraplenagem utilizados para a construção das zonas de materiais terrosos, transições e de enrocamento que passem sobre o filtro, deverá ser feito somente em locais previamente preparados para este fim. Posteriormente, estes locais de cruzamento deverão ser adequadamente limpos e, a seguir, liberados antes da colocação da camada seguinte.

  Deverá ser mantido pessoal necessário para a remoção de raízes, detritos e partes contaminadas do filtro, durante a construção dos mesmos.

- Escavação e Reaterro

  O filtro vertical será construído lançando-se areia em trincheiras escavadas nos maciços já compactados. As camadas serão lançadas com espessura não superior a 30 cm e compactadas por processos apropriados de forma a atender os requisitos de compactação especificados.

c) Compactação e Equipamentos Requeridos

As camadas de areia serão compactadas no estado saturado, devendo ser molhadas intensamente durante a compactação. Entretanto, deverão ser adotados os devidos cuidados para que as operações de molhagem não venham a prejudicar o teor de umidade dos solos das zonas terrosas adjacentes.

Para a execução do filtro concomitantemente com as zonas contíguas, deverão ser empregados rolos compactadores lisos vibratórios metálicos, com peso estático em torno de 5 tf sobre o cilindro, frequência de vibração superior a 1.100 vpm e velocidade de trabalho não superior a 3,5 km/h, que poderá ser ajustado no decorrer dos trabalhos.

Para a execução em trincheiras deverá ser utilizado compactador manual de placa vibratória, com peso estático superior a 350 kg, frequência de vibração da ordem de 2.000 vpm e velocidade máxima de operação de 20 m/minuto.

Para compactação serão dadas no mínimo 4 (quatro) passadas do rolo compactador e deverá ser suficiente de modo que sejam obtidos graus de compacidade relativa dentro da faixa especificada.

d) Controle de Compactação

O controle geral de compactação será feito através do acompanhamento permanente e da inspeção das diversas operações de lançamento, espalhamento, espessura da camada lançada, saturação e compactação, requerendo-se, portanto, um controle completo do processo de construção.

A fim de aferir o processo de construção, antes das atividades de construção dos filtros, serão feitos testes para determinação da compacidade relativa da areia compactada do filtro.

Para obtenção das densidades máxima e mínima serão coletadas três ou mais amostras das jazidas a serem utilizadas. Sobre cada amostra serão executados três ensaios de compactação por vibração, segundo ensaio padronizado pela norma ASTM D2049-69 “Relative Density of Cohesionless Soils”.

Será aferida a adequação do processo construtivo, definindo-se também o número de passadas do rolo compactador, por meio de testes de campo, tomando por referência as densidades máxima e mínima determinadas como indicado acima, e buscando atingir uma compacidade relativa da areia compactada entre 65% e 84%.

Toda vez que houver mudança do tipo de areia, serão determinadas novas densidades máximas e mínimas e refeitos os testes indicados para balizamento do processo construtivo.

e) Controle de Qualidade

A cada 5 ensaios de controle de compactação será recolhida uma amostra com cerca de 1 kg de areia do filtro ou transição. Esta amostra será submetida ao ensaio de granulometria de acordo com:

- *NBR-7181 “Solo – Análise Granulométrica – Método de Ensaio”*

A cada 4,00 m de alteamento do filtro vertical ou inclinado, será executado um ensaio de permeabilidade a carga constante em laboratório de acordo com a norma:

- *NBR 13292 “Solo – Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Granulares à Carga Constante”*

7.4.3 Construção de Tapetes Horizontais – Material “3A”

a) Características Requeridas

As zonas de areia (material “3A”) do tapete drenante deverão ser homogêneas, compactadas, permeáveis e livres de contaminação de solos finos ou matérias orgânicas. As areias deverão ter as características especificadas no item 7.3 – Materiais de Construção.

Caso em determinados trechos da barragem seja necessária a execução de um tapete tipo “sanduíche”, constituído por uma camada de transição intermediária entre camadas de areia, esta deverá ser também homogênea, compacta e livre de contaminação de solos finos, areias ou materiais orgânicos, devendo ter as características definidas também no item 7.3 – Materiais de Construção

b) Lançamento e Espalhamento das Camadas

A areia do tapete drenante será lançada em camadas horizontais de modo que, após compactação sua espessura não seja superior a 40 cm. A espessura solta

deverá ser controlada com a utilização de cruzetas referenciadas por equipes de topografia.

As operações de espalhamento dos materiais deverão ser procedidas de modo a obter camadas homogêneas, sem segregação e sem contaminação.

Sobre as camadas espalhadas e/ou compactadas, não deverão transitar quaisquer equipamentos a não ser os estritamente necessários para a construção do tapete drenante. Deverá ser mantido na praça de construção o pessoal necessário para a remoção de eventuais raízes, detritos e partes contaminadas de materiais.

c) Compactação e Equipamentos Requeridos

A areia deverá ser compactada paralelamente ao eixo, em estado saturado, devendo ser molhada intensamente durante a compactação.

Deverão ser empregados rolos compactadores lisos vibratórios metálicos com peso estático em torno de 5 tf sob o cilindro, frequência de vibração superior a 1.100 vpm e velocidade de trabalho não superior a 3,5 km/h, que poderá ser ajustada no decorrer dos trabalhos. Cada passada do rolo deverá cobrir a totalidade da área a ser compactada, e as passagens sucessivas não deverão estar separadas por uma distância maior que 30 cm. O número de passadas mínimo deverá ser de 4 (quatro) de modo que sejam obtidos graus de compacidade relativamente iguais ou maiores que o mínimo especificado.

d) Controle de Compactação

O controle de compactação será realizado de acordo com as diretrizes gerais estabelecidas no item 7.4.2 d.

e) Controle de Qualidade

A cada 5 ensaios de controle de compactação, será recolhida uma amostra de areia com cerca de 1 kg, a qual será submetida a um ensaio de granulometria. Esta amostra será submetida a um ensaio de granulometria de acordo com:

NBR-7181 "Solo – Análise Granulométrica – Método de Ensaio"

Deverá ser executado um ensaio de permeabilidade em laboratório, a cada 1.000 m^3 de areia compactada do tapete drenante. de acordo com a norma:

NBR 13292 "Solo – Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Granulares à Carga Constante"

7.4.4 Construção das Transições Processadas – Materiais "4A" e "4B"

As zonas de transições processadas serão executadas com materiais originários de rocha sã britada, conforme especificado no item 7.3 – Materiais de Construção.

a) Lançamento e Espalhamento das Camadas

As operações de lançamento e espalhamento de cada camada das transições processadas deverão ser realizadas horizontalmente, por equipamentos e meios apropriados. Deverão ser tomadas providências adequadas para que seja evitada a segregação do material, tanto na pilha de estoque como durante o lançamento do material na praça de trabalho.

Devem ser previstos trabalhos manuais para obtenção do acabamento dentro dos limites indicados nos Documentos de Projeto.

A espessura máxima de cada camada será de 40 cm após a compactação.

b) Compactação e Equipamentos Requeridos

Cada camada de transição processada deverá ser compactada por passadas de rolo vibratório liso autopropelido, com peso estático sob o cilindro de 5 tf a 6 tf e frequência de vibração de 1.100 a 1.700 vpm. A velocidade máxima do rolo será de 4,0 km/h, podendo ser ajustada no decorrer dos trabalhos. O número mínimo de passadas do rolo compactador será de 4 (quatro). Não é requerida a molhagem durante a compactação.

c) Controle da Qualidade

Estes controles serão feitos com a determinação de massa específica aparente "in situ" das camadas, e por ensaios de granulometria, a cada 1.000 m^3 de material compactado.

Ao ser aplicado no tapete drenante tipo "sanduiche" poderá ser necessária a confirmação da permeabilidade do material a cada 1.000 m^3 de material lançado, atendendo a seguinte norma:

- *NBR 13292 "Solo – Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Granulares à Carga Constante"*

Sempre que se julgar necessário, proceder-se-á ao controle de granulometria nas pilhas de estoque. Além destes controles tecnológicos serão requeridos permanentemente controles visuais e topográficos de construção das camadas. Em função dos resultados dos controles acima indicados, poderão ser necessárias, quando for o caso, medidas corretivas para ajustar os procedimentos especificados.

7.4.5 Construção da Transição Única – Material "4C"

A transição única será aplicada na barragem, e eventualmente nas ensecadeiras. Para a execução desta transição, serão utilizados os materiais descritos no item 7.3 – Materiais de Construção, sendo que as operações de lançamento, espalhamento e compactação deverão obedecer aos requisitos descritos nos itens seguintes. As dimensões das zonas destas transições são indicadas nos Documentos de Projeto.

a) Lançamento e Espalhamento das Camadas

Cada camada da transição única deverá ser lançada e espalhada horizontalmente por equipamentos e meios apropriados. A espessura máxima de cada camada será definida através de ensaios em aterro experimental respeitando uma proporcionalidade entre as camadas adjacentes, não podendo exceder 40 cm após a compactação.

O lançamento deve ser feito de tal forma que a fração mais fina da transição única seja colocada junto aos solos adjacentes. Durante os trabalhos de lançamento deverão ser tomados cuidados para evitar a segregação dos materiais. Caso o material apresente segregação será necessário realizar a homogeneização do mesmo na praça de lançamento.

Qualquer material estranho lançado nas zonas da transição única e que possa interferir com suas propriedades não coesivas e livremente drenantes deverá ser cuidadosamente removido, antes de se prosseguir na execução da camada seguinte. Estes trabalhos de remoção deverão ser realizados na extensão e na profundidade necessárias para alcançar o material limpo.

Durante os trabalhos de construção, o tráfego dos equipamentos de terraplenagem passando sobre a faixa de transição única deverá ser realizado em locais previamente programados para este fim. Posteriormente, esses locais de

cruzamento deverão ser adequadamente limpos e, a seguir, liberados para a colocação da camada seguinte.

b) Compactação e Equipamentos Requeridos

Cada camada da transição única deverá ser compactada por passadas de rolo vibratório liso autopropelido, com peso estático sob o cilindro de 5 tf a 6 tf e frequência de vibração de 1.100 a 1.700 vpm. A velocidade máxima do rolo será de 4,0 km/h, podendo ser ajustada no decorrer dos trabalhos. O número mínimo de passadas será de 4 (quatro). A frequência de vibração do rolo deverá ser ajustada no início dos serviços de compactação visando a obtenção da máxima eficiência dos rolos.

Antes e durante as operações de compactação, deverá ser procedida a molhagem adequada dos materiais a fim de melhorar a eficiência do rolo compactador. Entretanto, deverão ser adotados os devidos cuidados para que as operações de molhagem não venham a prejudicar o teor de umidade dos solos das zonas terrosas adjacentes.

Nos locais inacessíveis aos rolos compactadores, a compactação deverá ser realizada com placas vibratórias com peso estático de pelo menos 350 kgf sobre camadas de 25,0 cm de espessura máxima compactada.

A compactação de cada camada da transição única deverá ser realizada simultaneamente com a compactação das transições adjacentes, niveladas na mesma elevação.

c) Controle da Qualidade

O controle de qualidade dos materiais da transição única será feito com a coleta de amostras durante sua obtenção e nas camadas, antes e depois da compactação, e da realização de ensaios de granulometria sobre estas amostras e de ensaios de densidade “in-situ”. Em termos médios, será coletada uma amostra para cada 2.500 m^3 de materiais compactados.

Além destes controles tecnológicos, deverão ser exercidos permanentemente controles visuais e topográficos de construção das camadas.

Em função dos resultados dos controles acima indicados, quando for o caso, serão apontadas medidas corretivas a serem introduzidas visando melhor o processo construtivo e o resultado dos trabalhos executados.

7.4.6 Construção dos Enrocamentos – Material “5A” e “5B”

a) Requisitos Gerais

Os enrocamentos deverão ser colocados de acordo com os alinhamentos, dimensões, declividades e níveis internos e externos, indicados nos Documentos de Projeto. Os taludes internos em contato com as transições deverão ser tão exatos quanto possível para se ajustar à geometria da seção dos Documentos de Projeto, sendo necessário para isto usar equipamentos e métodos apropriados para regularizar, alinhar e conformar cada camada a ser lançada nas diferentes zonas dos maciços.

Durante a construção, a superfície dos maciços de enrocamento deverá ser mantida em camadas aproximadamente horizontais. O procedimento de lançamento da zona de enrocamento deverá ser ajustado em função da região do maciço a ser construída. Se a zona de enrocamento for iniciada antes da execução do núcleo, a borda interna do mesmo, na sua base, deverá ser afastada de pelo menos 5,0 m da borda externa da zona de transição e a declividade do talude interno provisório não

poderá ser mais íngreme que 1V:1H. O desnível máximo admitido, entre zonas contíguas de materiais diferentes é de 10,0 m.

b) Lançamento e Espalhamento das Camadas

Os limites das zonas deverão ser delineados sobre a superfície do maciço por meio de estacas ou cruzetas pintadas.

As tolerâncias das superfícies acabadas dos paramentos de enrocamentos serão de até 50 cm a mais (externo) e 30 cm a menos (interno) dos indicados nos Documentos de Projeto, medidos horizontalmente em relação ao plano do talude.

A construção dos maciços de enrocamentos compactados deverá sempre que possível acompanhar o ritmo das escavações obrigatórias em rocha procurando-se evitar a formação de estoques.

Todos os fragmentos rochosos deverão ser descarregados e espalhados em camadas que não excedam 85 cm de espessura, após compactação.

Junto às transições, deverá ser colocada a fração do enrocamento composta por material mais fino, bem graduado, obtido através de processos cuidadosos de segregação. Nestas faixas próximas à interface, os enrocamentos mais finos deverão ser espalhados em camadas de mesma espessura das transições adjacentes. Os blocos de dimensões maiores serão empurrados com lâmina de trator para a periferia do talude.

O processo de construção deverá ser tal que os fragmentos rochosos maiores sejam uniformemente distribuídos, ficando os fragmentos menores como elementos de preenchimento dos vazios existentes entre os blocos de maior porte.

Os blocos de rocha sã com dimensões maiores que 70 cm da altura da camada eventualmente trazidos às praças de lançamento, e que possam sobressair-se à camada lançada, deverão ser empurrados para uma faixa próxima à face externa dos taludes, a fim de serem incorporados às “zonas de proteção compostas por grandes blocos”.

As camadas formadas por estes grandes blocos não poderão ter espessura superior a 120 cm e largura maior que 5,0 m**.** Os blocos que ficarem fora do alinhamento final do talude deverão ser removidos para que seja obtida uma superfície de aspecto uniforme, sem cavidades ou saliências inadequadas, em concordância com os alinhamentos e cotas indicados nos Documentos de Projeto e dentro dos limites de tolerância estabelecidos.

A face de todos os taludes de enrocamento deverá ser acertada por meio de equipamento adequado que possa produzir acabamento uniforme da superfície. Este acabamento será efetuado toda vez que o alteamento do maciço alcance uma altura compatível com o equipamento a ser utilizado neste serviço.

c) Compactação e Equipamentos Requeridos

Cada camada de enrocamento deverá ser compactada por no mínimo seis passadas de rolo liso vibratório auto propelido com peso estático de no mínimo 10 tf, e freqüência de vibração de aproximadamente 1.500 vpm. A velocidade máxima do rolo será de 4 km/h. A freqüência de vibração do rolo deverá ser ajustada no início dos serviços de compactação visando a obtenção de sua eficiência máxima. Cada passada deverá cobrir a totalidade da área a ser compactada. As passagens sucessivas do rolo não deverão estar separadas por uma distância maior que 30,0 cm.

As “zonas de grandes blocos” quando efetivamente constituídas por blocos de grandes dimensões não deverão ser compactadas.

Eventualmente, em condições especiais, o CONSTRUTOR poderá utilizar trator de esteiras tipo CAT-D8, com redução da altura da camada para no máximo 60 cm.

d) Controle da Qualidade

O controle de qualidade será feito com o acompanhamento permanente e da inspeção visual das operações de carregamento, transporte, lançamento, espalhamento e compactação (número de passadas), exercendo-se controle completo do processo de construção.

Para aferição do processo, serão realizados dois ensaios de massa específica aparente “in situ” e granulometria nas primeiras camadas compactadas de enrocamento.

No caso de ser notada qualquer evidência de segregação ou presença de materiais sem as características requeridas deverá ser processada sua substituição, em especial junto às transições, onde deverá ser aplicada a fração fina do material.

7.4.7 Construção dos Enrocamentos de Proteção (”Rip-rap”) – Material “6A”

Os enrocamentos de proteção do talude de montante da barragem deverão ser colocados de acordo com os alinhamentos, dimensões e declividades indicadas nos Documentos de Projeto.

Os enrocamentos a serem utilizados nesta zona deverão obedecer às características definidas no item 7.3 – Materiais de Construção.

a) Lançamento e Espalhamento das Camadas

As zonas de enrocamento de proteção do talude de montante das Barragens deverão ser executadas de maneira adequada, simultaneamente com o avanço de alteamento vertical dos aterros com um desnível máximo de 4,0 m entre o aterro e a porção mais baixa da zona de “Rip-rap”. Os enrocamentos deverão ser colocados de modo a se produzir um maciço bem graduado com um mínimo de vazios. Os blocos maiores deverão ser uniformemente distribuídos dentro destas zonas de proteção e os blocos menores deverão preencher os vazios deixados pelos blocos grandes, sem que sejam interrompidos os contatos entre os blocos grandes.

Os enrocamentos deverão ser descarregados diretamente no local de aplicação. Estes enrocamentos deverão ser movimentados com tratores de esteira para serem arrumados em camadas de espessura uniforme e para se obter também uma distribuição uniforme dos blocos. Esta distribuição uniforme poderá ser alcançada utilizando-se retroescavadeira, ou equipamento similar, que deverá operar a partir da superfície do maciço compactado adjacente.

b) Controle da Qualidade

O controle de qualidade dos materiais e o controle de construção serão permanentemente exercidos pelo acompanhamento e da observação visual de todas as operações de construção. O adequado imbricamento dos blocos é um aspecto a ser atendido.

7.5. ATERROS EXPERIMENTAIS

Os aterros experimentais, em locais a serem previamente definidos, serão executados para verificar a eficiência dos equipamentos, processos construtivos e os métodos de

compactação, dos materiais a serem utilizados nos maciços das barragens de fechamento.

Deverá ser feito com antecedência, um programa de execução do aterro experimental, contendo as informações relativas às datas de execução, às sequências de atividades, aos tipos de materiais a serem testados, tipo de rolos, velocidade de operação, número de coberturas, entre outros.

O cronograma e o programa de execução do aterro experimental deverão prever a conclusão dos mesmos num prazo de até um mês antes do início da construção do maciço compactado.

Os aterros experimentais para os materiais de construção deverão ser executados, preferencialmente, nas áreas de empréstimo, podendo excepcionalmente ser feitos no corpo da barragem.

Antes do lançamento das camadas do aterro experimental, deverá ser preparada uma base com o mesmo material a ser utilizado na construção do aterro experimental. A base terá pelo menos 20 cm de espessura e capacidade de suporte suficiente para tráfego normal dos equipamentos de compactação.

O programa específico com todos os procedimentos que nortearão o aterro experimental será objeto de especificação complementar, detalhada para este fim.

7.5.1 Compactação de Solos de Fundação

A superfície de fundação em solo dos maciços de terra deverá ser convenientemente preparada e tratada de modo a ficar regular e com umidade adequada, e em seguida compactada no sentido longitudinal ao eixo, com um mínimo de 12 passadas do rolo compactador.

Depois de compactada, a superfície da fundação deverá ser escarificada por ação de grades de discos ou similares para garantir uma boa ligação entre os solos de fundação e do maciço.

Esta atividade é válida somente fora da faixa do tapete drenante. Nesta faixa não deverá ser executada a compactação da superfície da fundação.

As surgências de água existentes nas áreas da fundação deverão ser convenientemente isoladas e drenadas, e a água deverá ser conduzida continuamente para além das regiões de fundação dos maciços compactados, de modo que não haja interferência com as operações de preparo e tratamento das fundações de áreas vizinhas e com lançamentos de camadas de aterro.

8. CONCRETO CONVENCIONAL

Esta seção trata das especificações de materiais e dos procedimentos a serem usados na construção das estruturas de concreto do PROJETO.

8.1. GENERALIDADES

Estas especificações elegem as últimas versões das normas e especificações da ABNT, ASTM e ACI, sem se limitarem a elas, como critério para definição e controle de qualidade de materiais e concretos.

A CONTRATADA deverá efetuar todos os ensaios necessários à definição, produção e controle de qualidade dos concretos e para isso, deverá dispor na obra de um laboratório suficientemente equipado para realizar esses ensaios, em conformidade com as normas

aplicáveis da ABNT ou outras similares. De modo geral, esses ensaios deverão compreender, sem a eles se limitar:

- granulometria dos agregados ;
- propriedades físicas dos materiais que comporão os concretos;
- estudos de dosagens para a determinação de traços dos diferentes tipos de concreto;
- densidades dos concretos;
- resistências dos concretos;
- incorporação de ar;
- módulo de deformação dos concretos.

A CONTRATADA deverá manter atualizados os resultados de todos os ensaios e emitirá notificações técnicas através de relatórios mensais.

8.2. CIMENTO PORTLAND

Todo cimento da obra será fornecido pela CONTRATANTE, porém serão de responsabilidades da CONTRATADA a descarga, estocagem e manuseio do material.

8.2.1 Tipos de cimento

Todo cimento a ser usado na obra deverá atender estas especificações e ser adquirido em fábricas aprovadas.

Os cimentos deverão ser selecionados e ensaiados, pelo menos, 90 dias antes da emissão da ordem de compra do primeiro lote de cimento para a obra.

Em geral, os cimentos deverão ser do tipo CPIV-32 (pozolânico) e em alguns casos específicos será usado o cimento CPII-Z32 ou ARI. Os cimentos deverão atender, respectivamente, às normas da ABNT - NBR 5732 e NBR 11578 e normas complementares, em casos específicos.

Os cimentos poderão ser usados com a reposição de parte de seu volume sólido por cinza volante. O teor da reposição será determinado através de ensaios, de acordo com a necessidade de cada caso.

Com exceção de alguns casos específicos, não será permitida a troca do tipo de cimento na concretagem de uma mesma estrutura.

8.2.2 Ensaios

Certificados de ensaios de partida do cimento, incluindo a análise química total, efetuados na fábrica, em conformidade com as normas da ABNT, deverão acompanhar o fornecimento.

Amostras representativas do cimento por partida deverão ser coletadas no canteiro de obras e submetidas a ensaios para verificação de suas características. Na obra, deverão ser coletadas e ensaiadas três tipos de amostras: amostras de recepção, amostras de controle e amostras especiais.

As amostras de recepção serão coletadas a cada 50 toneladas ou fração, e seus resultados respaldarão a liberação para transilagem. Deverão ser realizados ensaios de finura Blaine, pega e verificação da temperatura. Cimentos com temperatura superior a 60^{o}C não poderão ser transilados.

As amostras de controle serão obtidas a cada 500 toneladas ou fração, a partir da homogeneização das amostras de recepção do período respectivo. Deverão ser realizados ensaios de finura, pega, resistência à compressão e massa específica.

As amostras especiais serão obtidas a cada 15.000 toneladas ou fração, a partir da homogeneização das amostras de controle do período respectivo. Deverão ser realizados ensaios completos para caracterização física e química. Tais amostras deverão ser ensaiadas em um laboratório independente e idôneo e permitirão dirimir eventuais dúvidas entre os laboratórios do fabricante e da obra.

Serão realizadas inspeções periódicas nas fábricas fornecedoras, a fim de verificar se o cimento está sendo fabricado de acordo com as exigências das presentes especificações.

As amostras especiais deverão ser submetidas aos ensaios apresentados na tabela a seguir:

Tabela 8.1 – Ensaios / Determinações para amostras especiais

Ensaios Químicos	
Sulfato de cálcio ($CaSO_4$)	Óxido de sódio (Na_2O) (*)
Sílica (SiO_2)	Óxido de potássio (K_2O) (*)
Alumina (Al_2O_3)	Cal livre
Óxido férrico (Fe_2O_3)	Perda ao fogo
Anidrido sulfúrico (SO_3)	Resíduo insolúvel
Óxido de cálcio (CaO)	
Ensaios Físicos	
Tempo de pega (início e fim)	Massa específica
Superfície específica Blaine	Expansibilidade em autoclave (a cada 30.000 toneladas)
Finura nas peneiras n^{os} 200 e 325	Resistência à compressão aos 3, 7, 28 e 90 dias
Peso unitário (eventualmente)	Calor de hidratação (a cada 30.000 toneladas)
Determinações	
C_3S - Silicato tricálcico	C_3A - Aluminato tricálcico
C_2S - Silicato dicálcico	C_4AF - Ferroaluminato tetracálcico

*Calcular o equivalente alcalino em óxido de sódio: E.A.(%)=Na2O+0,658% K2O

8.2.3 Transporte

O transporte de cimento poderá ser feito a granel, em "containers" ou em sacos, sempre de modo a não alterar as suas características.

8.2.4 Armazenagem e Movimentação

Os critérios de aceitação, armazenamento e liberação do cimento para utilização na obra serão os estabelecidos pela ABNT (MB-1 e EB-1) ou complementados por estas especificações.

Os cimentos deverão ser armazenados em ordem cronológica e separados por tipo, marca e partida. O volume de estoque de cada tipo de aglomerante deverá ser dimensionado de forma a atender as máximas demandas previstas segundo o cronograma de obras aprovado. Deverá ser mantido um registro contínuo de temperaturas e umidades nos silos e depósitos.

No caso de estocagem em silos, deverá ser prevenida a formação de zonas de armazenagem permanente (zona morta), através de vibradores. Periodicamente serão realizadas limpezas dos silos para a remoção de material aderido às paredes do mesmo.

Especial atenção deverá ser dada ao "filtro de Manga" que equipa a saída de ar comprimido de abastecimento, na parte superior do silo, a fim de reduzir as perdas de material e evitar a contaminação da área.

Os compressores de carga dos silos deverão ser capazes de insuflar ar seco, para não provocar a hidratação do cimento.

A armazenagem dos cimentos, acondicionados em sacaria ou "containers", aprovados e em estoques separados por partida, deverá ser feita em local estanque e ventilado, à prova de intempéries.

As instalações deverão ser dotadas de meios que impeçam a absorção de umidade e permitam fácil acesso, inspeção, amostragem, manuseio e identificação do material estocado. O piso será de concreto alisado, de forma a evitar a umidade do solo e facilitar a limpeza.

Em condições normais de deposição, será permitida a formação de pilhas com dez sacos. Caso o cimento apresente temperaturas superiores a 35°C na recepção, as pilhas ficarão limitadas a cinco sacos. No caso particular de condições normais e tempo de estocagem inferior a 15 dias, as pilhas não poderão ser superiores a 14 sacos.

Os cimentos que se apresentarem com traços de hidratação ou forem provenientes de sacos rasgados serão destinados apenas para a execução de concreto magro, contrapisos e obras auxiliares, sem importância estrutural.

8.2.5 Temperatura do Cimento

A temperatura do cimento na entrada das betoneiras não deverá exceder 60°C. Este valor poderá ser diminuído em função de necessidades técnicas relativas à mistura, transporte, lançamento e cura do concreto, bem como para limitação de tensões e abertura de fissuras nas estruturas moldadas.

O tempo de estocagem, quando de duração mais longa, poderá ser usado como elemento de adequação da temperatura do cimento.

Os critérios de temperatura estendem-se, também, às argamassas e caldas de cimento.

8.3. CINZA VOLANTE

8.3.1 Generalidades

Considerando a possibilidade da rocha proveniente das escavações obrigatórias apresentar reatividade potencial e considerando, ainda, as vantagens inerentes ao uso de cinza volante nos concretos, poderá ser utilizado este material com o cimento Portland comum, em substituição ao cimento pozolânico.

A quantidade de cinza adicionada aos concretos será fixada a partir de estudos realizados pela CONTRATADA.

Para efeito de dimensionamento do silo de cinza, foi estimado, em média, um peso de cinza equivalente a 20% do peso do estoque do cimento. Em concretagens específicas, este valor poderá ser superado.

8.3.2 Transporte, Armazenagem e Movimentação

As condições de transporte, armazenagem e movimentação, exigidas para o cimento Portland, serão aplicadas, também, às cinzas volantes.

8.3.3 Ensaios

Periodicamente e toda vez que necessário, a cinza em uso será amostrada, no local de origem e no canteiro de obras, por meio dos seguintes ensaios de caracterização, realizados para aferição de uniformidade:

Tabela 8.2 - Ensaios de Caracterização

Ensaios Químicos	
Sílica (SiO_2)	Óxido de sódio (Na_2O) (*)
Alumina (Al_2O_3)	Óxido de potássio (K_2O) (*)
Óxido férrico (Fe_2O_3)	Humidade
Óxido de magnésio (MgO)	Perda ao fogo
Anidrido sulfúrico (SO_3)	
Ensaios Físicos	
Peso unitário (eventualmente)	
Massa específica	
Superfície específica Blaine	
Finura na peneira nº 325	
Índice de atividade pozolânica aos 28 dias com argamassa de cimento	
Índice de atividade pozolânica aos 7 dias com cal	
Resistência à compressão da argamassa aos 3, 7 e 28 dias	
Expansão ou contração em autoclave	
Reatividade com álcalis do cimento	
Variação da retração por secagem de barras de argamassa	

*Calcular o equivalente alcalino em óxido de sódio: E.A (%)=Na_2O+0,658% K_2O

8.4. AGREGADOS

8.4.1 Generalidades

Os agregados para concreto deverão obedecer às prescrições da ABNT (NBR 7211) e das presentes especificações, sem a elas se limitar. Em casos de omissão, deverá ser providenciada orientação complementar, dando preferência às normas da ASTM.

Os agregados para concreto deverão ser produzidos a partir do processamento de rochas sãs, oriundas de escavações programadas para tal finalidade e que constem na seção “Escavações”.

O agregado miúdo será constituído por areia natural ou areia artificial obtida da britagem do material rochoso, oriundo de escavações programadas, misturada com areia natural, para a correção de granulometria.

A areia natural deverá ser obtida nas jazidas existentes no leito do rio.

A CONTRATADA poderá, a seu critério, produzir concreto utilizando apenas areia artificial, desde que as características desse concreto atendam a estas especificações, conforme ensaios e testes comprobatórios.

Produção de Agregados

O processamento de rocha envolverá as operações de britagem, peneiramento, transporte e classificação visando a obtenção de agregados apropriados para uso em concreto, de acordo com estas especificações.

Os agregados deverão ser estocados, manuseados e processados, de modo a evitar a mistura e a inclusão de materiais inadequados ao concreto, como óleos e graxas, bem como a segregação e a quebra excessiva, no caso de agregados graúdos.

Deverão ser feitas correções, durante a produção de agregados, de modo a atender às granulometrias especificadas e eliminar os excessos e/ou deficiências nos tamanhos individuais dos grãos. Os materiais rejeitados, em decorrência dessas correções tais como rochas, britas e areias, contaminadas ou contendo materiais decompostos ou que, de qualquer forma, sejam julgados inadequados para uso em concreto, serão rejeitados e imediatamente colocados em "bota-foras".

A água a ser utilizada na lavagem dos agregados deverá atender os requisitos do item 8.5 desta especificação.

Pilhas de Estoque e Controle de umidade

O agregado deverá ser estocado em pilhas, de acordo com suas dimensões nominais e de maneira a impedir a segregação, mistura de várias dimensões e contaminação por materiais estranhos.

Dispositivos para amortecimento da queda do agregado graúdo deverão ser providenciados nas operações de empilhamento do material e durante o processamento e manuseio, de forma a evitar a segregação e a quebra excessiva do material.

As pilhas de estoque deverão ser convenientemente drenadas e o teor de umidade será frequentemente controlado, de forma a evitar variações indesejáveis, que possam refletir negativamente na produção e na qualidade do concreto.

Os estoques de agregados deverão ser suficientes para atender, com folga, as demandas de consumo, previstas no cronograma de obras.

Amostragem e Ensaios

As amostras, a serem utilizadas em ensaios necessários à caracterização e controle de qualidade dos agregados, poderão ser obtidas em qualquer etapa, desde o processo de identificação para processamento até a entrada da betoneira.

Os ensaios serão realizados de acordo com os métodos da ABNT e em caso de omissão, os métodos da ASTM. Entretanto, no caso específico de alguns ensaios, como por exemplo, "reação alcalina", outros métodos poderão ser determinados.

Tanto o agregado miúdo como o graúdo deverão ter os resultados de seus ensaios de caracterização acompanhados estatisticamente, como forma de avaliação de suas variações nos traços dos concretos obtidos nos estudos de dosagem.

8.4.2 Agregado Miúdo

As prescrições da ABNT (NBR 7211) deverão orientar o controle de qualidade do agregado miúdo, que deverá ser composto de grãos cujos diâmetros estarão compreendidos entre 4,8 mm e 0,074 mm. De forma predominantemente cúbica ou

arredondada, sem películas aderentes, duros, densos e resistentes, os agregados miúdos deverão ser isentos de substâncias deletérias.

Os principais requisitos de qualidade do agregado miúdo constam na tabela a seguir:

Tabela 8.3 – Requisitos de qualidade do agregado miúdo

Substâncias Deletérias	Requisitos
Torrões de argila (massa)	máx. 1,5%
Material pulverulento (massa) (3) – concreto sujeito à abrasão – demais concretos	 máx. 3% máx. 5%
Substâncias prejudiciais (1) – concreto sujeito à abrasão – demais concretos	 máx. 3% máx. 5%
Materiais carbonosos (massa) – concreto cuja aparência seja importante – demais concretos	 máx. 0,5% máx. 1%
Matéria orgânica (2)	cor mais clara que a solução padrão (300 ppm)
Massa específica	min. 2,6 t/m³

Obs.: A soma das percentagens de todas as substâncias deletérias não deverá exceder a 5%, em massa.

(1) Entre as substâncias prejudiciais, estão incluídos xistos, álcalis, mica, grãos recobertos, partículas escamosas moles, lodo e materiais que passarem pela peneira nº 200 da ABNT.

(2) Caso o teor de matéria orgânica seja superior ao especificado, o agregado deverá ser submetido ao ensaio comparativo de resistência, de acordo com a norma NBR 7221.

(3) Quando o agregado miúdo for areia artificial, o teor de material pulverulento no agregado miúdo que não seja considerado deletério, fica limitado a no máximo, 20% (vinte por cento). Valores superiores serão aceitos desde que previamente testados e aprovados. O teor de material pulverulento no agregado total dos traços dos concretos não deverá ser superior a 10% (dez por cento) nos concretos de superfícies hidráulicas e a 12% (doze por cento) nos demais concretos.

A granulometria do agregado miúdo deverá apresentar-se uniforme durante o período de produção dos concretos. A tabela a seguir apresenta uma indicação de faixas granulométricas que poderão ser adotadas.

Tabela 8.4 – Faixas Granulométricas

Abertura da Peneira de Malha Quadrada		Limites Admissíveis, Percentagem Retida e Acumulada (em massa)	
ASTM nº	ABNT (mm)	Areia Natural	Areia Artificial
-	9,50	0 – 0	0 – 0
4	4,80	0 - 5	0 – 10
8	2,40	0 –20	5 – 45
16	1,20	15 - 50	30 – 70
30	0,60	30 - 75	50 – 85
50	0,30	75 - 90	65 – 90

Abertura da Peneira de Malha Quadrada		Limites Admissíveis, Percentagem Retida e Acumulada (em massa)	
ASTM nº	**ABNT (mm)**	**Areia Natural**	**Areia Artificial**
100	0,15	90 - 98	75 – 95

Materiais com granulometria diferente das faixas indicadas poderão ser utilizados, desde que estudos específicos demonstrem o desempenho do concreto por eles produzidos.

O módulo de finura dos agregados miúdos deverá ser mantido uniforme. Variações superiores a 0,2 exigirão ajustes nas dosagens dos concretos.

8.4.3 Agregado Graúdo

Designa-se por agregado graúdo, nestas Especificações, aquele cujos grãos apresentam dimensões maiores do que 4,8 mm.

O agregado graúdo será obtido pelo processamento de rocha sólida, sã, densa, resistente e sem película superficialmente aderida.

Deverão obedecer às especificações da ABNT (NBR 7211), entre outras, e apresentar os seguintes requisitos principais:

Tabela 8.5 – Requisitos para determinação do agregado graúdo

Substâncias Deletérias	Requisitos
Torrões de argila (massa) - concreto cuja aparência seja importante - concreto sujeito à abrasão - demais concretos	 Máx. 1% Máx. 2% Máx. 3%
Material pulverulento (massa)	Máx. 2%
Materiais carbonosos (massa) – concreto cuja aparência seja importante – demais concretos	 Máx. 0,5% Máx. 1%
Massa específica (condição)	Min. 2,60 t/m³
Abrasão Los Angeles – perda ponderada (massa, 500 ciclos)	Máx. 50%

Obs.: A soma das percentagens de todas as substâncias deletérias, exceto material pulverulento decorrente da britagem de rocha sã, não deverá exceder a 3% em massa.

Os agregados graúdos, de acordo com suas dimensões, serão classificados em diferentes graduações.

Indicam-se a seguir graduações e respectivas faixas granulométricas de uso consagrado na tecnologia de concreto para barragens:

- agregado número 1 ..... 4,9 mm < D.M. < 19mm
- agregado número 2 ..... 19 mm < D.M. < 38 mm
- agregado número 3 ..... 38 mm < D.M. < 76 mm

A granulometria do agregado graúdo para tais graduações, na entrada das betoneiras, deverá estar dentro das faixas granulométricas apresentadas como referência na Tabela a seguir:

Tabela 8.6 – Granulometria do Agregado Graúdo

Abertura da Peneira de Malha Quadrada		**Limites Admissíveis, Percentagem Retida e Acumulada (em massa)**			
ASTM (polegadas)	ABNT (mm)	Faixas (mm)			
		4,8 – 19	19 – 38	38 – 76	
6	152				
4	100			0	
3	76			0 – 10	
2	50		0	45 – 80	
1 ½	38		0 – 10	90 – 100	
1	25	0	55 – 80	95 – 100	
¾	19	0 – 10	90 – 100		
3/8	9,5	45 – 70	95 – 100		
nº 4	4,8	95 – 100			

Outras graduações e faixas granulométricas, diferentes das sugeridas, poderão ser empregadas, desde que produzidas com uniformidade e que conduzam a concretos trabalháveis e em conformidade com os parâmetros de resistência e durabilidade estabelecidos nesta especificação e no projeto executivo.

Eventual uso de agregados com D.M. maior que 76 mm deverá ser avaliado em suas vantagens e desvantagens pela CONTRATADA.

A granulometria dos agregados graúdos deverá ser mantida uniforme durante as operações de produção e estocagem, bem como no decorrer da obra, devendo ser efetuadas as correções no equipamento de produção ou no processo produtivo, que se fizerem necessárias. Variações no módulo de finura, superiores a 0,3 para a brita 1, 0,4 para brita 2 e 0,5 para brita 3, exigirão ajustes nas dosagens do concreto.

8.5. ÁGUA

A água, para cura e limpeza do concreto e lavagem dos agregados, deverá estar isenta de impurezas nocivas à boa qualidade do concreto.

A qualidade mínima de água será a prescrita conforme se descreve a seguir, ou seja:

- pH ..... entre 5,8 e 8,0
- matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido) 3mg/l
- resíduo sólido .....5.000 mg/l
- sulfato (expresso em ions SO_4) .....300 mg/l
- cloreto (expresso em ions Cl) .....500 mg/l
- açúcar .....5 mg/l

Será avaliado também o CO_2 livre e, de forma complementar, serão observados os seguintes limites de impurezas:

Tabela 8.7 – Limite de Impurezas

Impurezas	Concentração Máxima Tolerável na Água de Amassamento	
Carbonatos e bicarbonatos de sódio e potássio	1.000 ppm	(0,1%)
Bicarbonatos de cálcio e magnésio	400 ppm	(0,04%)
Sais de ferro	40.000 ppm	(4%)
Iodato de sódio, fosfato de sódio, arsenato de sódio e borato de sódio	500 ppm	(0,05%)
Sulfito de sódio	100 ppm	(0,01%)
Ácidos inorgânicos, tais como clorídrico, sulfúrico etc	10.000 ppm	(1%)
Hidrato de sódio	10.000 ppm	(1%)
Partículas em suspensão	2.000 ppm	(0,2%)
Águas industriais (sólidos)	4.000 ppm	(0,4%)
Águas de esgoto (matéria orgânica)	20 ppm	(0,002%)

8.6. ADITIVOS

8.6.1 Generalidades

A critério da CONTRATADA poderão ser empregados aditivos, com a finalidade de alterar, reforçar ou melhorar as propriedades dos concretos frescos e endurecidos, e facilitar as operações de preparo e utilização, adequando-as às condições de concretagem e ao ambiente final de exposição das estruturas.

8.6.2 Tipos de Aditivo

Os aditivos utilizados nos concretos poderão apresentar os seguintes efeitos, de forma individual ou combinada:

- plastificantes;
- super-plastificantes;
- aceleradores de pega;
- retardadores de pega;
- impermeabilizantes;
- expansores;
- compensadores de retração;
- incorporadores de ar.

8.6.3 Normas, Critérios e Recomendações

As normas a serem utilizadas para aprovação e uso do produto são a ABNT NBR 11768, ASTM C-260, ASTM C-494 e normas complementares.

Como critério adicional de uniformidade, deverá ser realizado a aferição de constância dos efeitos de cada aditivo sobre o concreto fresco e endurecido, em condições de laboratório, de acordo com as normas NBR 10908 e NBR 12317.

Os critérios de durabilidade serão os recomendados pela NBR 6118 e ACI-318.

8.6.4 Aceitação e Controle de Qualidade dos Lotes

Os aditivos deverão ser amostrados e ensaiados antes da sua utilização. Todos os lotes serão ensaiados e tais ensaios obedecerão às normas, critérios e recomendações já mencionados e serão realizados, pela CONTRATADA, com a finalidade e prazos descritos a seguir:

Ensaios Preliminares

Estes ensaios visam a caracterização e comparação de diversos produtos, com a finalidade de decidir qual o mais conveniente, sob o ponto de vista técnico e econômico, para ser usado nos diversos tipos de concreto da obra. A partir dos resultados desses primeiros ensaios, serão criados os "padrões de referência" de fornecimento que englobarão os aspectos químicos e efetivos sobre o concreto fresco e endurecido.

Estudos de Dosagem

Serão realizados estudos de dosagem, visando determinar a quantidade de aditivo na composição dos traços e fixar o "efeito padrão" do aditivo sobre o concreto fresco e endurecido. Estudos complementares serão, também, elaborados, envolvendo as condições da mistura, temperatura ambiente e de lançamento do concreto.

Controle de Qualidade

Os ensaios de avaliação para o controle de qualidade serão realizados durante toda a produção do concreto.

Mesmo que os ensaios normalizados de caracterização do produto acusem resultados compatíveis com os limites de aceitação das normas, deverá ser verificada a ação do aditivo sobre o concreto, para mesmos materiais e em condições de laboratório, de forma a observar sua uniformidade e avaliar o rendimento de desempenho (NBR 10908 e NBR 12317 da ABNT).

Caso seja constatada alteração na fabricação, deverão ser procedidos novos ensaios para a adequação do traço de concreto, de modo a manter as características originais da dosagem. Caso a mudança seja muito acentuada, com variações significativas no comportamento do aditivo, poderá ser necessária a substituição do referido aditivo por outros similares.

Reavaliação de Produtos

Os aditivos que tiverem seus prazos de validade excedidos serão amostrados e ensaiados, para verificação de suas condições de uso, obedecendo aos mesmos critérios anteriores.

Caso os resultados obtidos se apresentarem ligeiramente fora dos limites aceitáveis, o produto será recusado, mas poderá ser utilizado em concretos especialmente dosados. Caso isso não seja possível, todo o lote deverá ser descartado para uso em concreto.

8.6.5 Fornecimento

Os aditivos deverão ser fornecidos por fabricantes que assegurem continuidade, uniformidade e qualidade ao produto. O fornecimento deverá ser acompanhado de certificados oficiais, apresentando o resultado de ensaios referentes a cada lote e realizados pelo fabricante, na fonte de suprimento.

8.6.6 Transporte

Para o transporte e acondicionamento dos aditivos, deverão ser tomados cuidados especiais, para que sejam preservadas as embalagens e características técnicas do produto.

8.6.7 Armazenagem

Importância especial deverá ser dada às condições de armazenamento, cujo local deverá ser adequado para preservar as propriedades dos aditivos, de acordo com as especificações do fabricante.

O armazenamento deverá permitir fácil acesso e manuseio do produto, possibilitando livre circulação e boas condições para o transporte.

Os aditivos deverão ser identificados, estocados e organizados, por tipo e idade, de forma a facilitar o consumo por ordem cronológica, respeitando os prazos de validade para utilização do produto.

Caso o tempo máximo de armazenagem, prescrito pelo fabricante, venha a ser excedido, o material deverá ser retirado do depósito, para realização de novos ensaios de controle de qualidade e uniformidade.

8.6.8 Condições de Dosagem

Os aditivos deverão ser dosados, preferencialmente, em massa e/ou em volume de forma rigorosa, através de dosadores mecânicos que garantam compatibilidade com a capacidade de produção da central ou, em alguns casos específicos, com o ritmo de concretagem planejado para a frente de trabalho.

A adição será feita de forma a garantir uma uniforme distribuição do aditivo na massa do concreto, durante o tempo especificado para a mistura.

Para a futura utilização na central de concreto, os aditivos serão depositados em abrigo coberto, a fim de evitar a ação de intempéries ou de outros agentes que possam alterar suas características básicas.

8.6.9 Cuidados Especiais

Os aditivos serão utilizados de modo a criar boas condições de lançamento, cura, resistência e adequação do concreto ao meio de trabalho, garantindo a durabilidade.

O uso simultâneo de diferentes tipos de aditivos, de mesmo fabricante, só será permitido caso a compatibilização seja anunciada pelo fabricante (uso consagrado) ou comprovada através de ensaios no laboratório da obra. Este último procedimento será obrigatório para aditivos de fábricas diferentes.

Não será permitido o uso de aditivos contendo cloretos em concretos destinados a estruturas de concreto armado. Em casos de necessidade de acelerar a pega do concreto, poderão ser utilizados produtos à base de trietanolamina, hidróxido de cálcio, amônia, carbonato de sódio, aluminato de sódio e silicofluoreto.

O teor de aditivo no concreto e seu comportamento deverão ser observados para o controle de temperaturas de lançamento do concreto, a fim de que possam ser tomadas eventuais providências.

8.6.10 Controles de Campo

Os efeitos dos aditivos sobre o concreto, a exemplo do incorporador de ar, deverão ser comprovados imediatamente após a mistura do concreto.

As amostragens representativas deverão ser obtidas ao longo de toda a produção do concreto, com frequência tal que permita controlar os efeitos dos aditivos, no tocante à uniformidade e à qualidade final da mistura.

Os ajustes de dosagem, na central de produção de concreto, exigirão uma maior frequência de amostragem.

8.7. ESTUDOS DE DOSAGEM

A determinação das dosagens dos concretos será de exclusiva responsabilidade da CONTRATADA, que deverá providenciar uma tabela com os traços dos concretos a serem utilizados na obra.

A partir dos materiais disponíveis e beneficiados, serão desenvolvidos estudos de dosagem, com o objetivo de possibilitar a escolha dos traços de concreto que apresentem características preestabelecidas, tanto no estado fresco, como no estado endurecido.

A finalidade dos estudos é obter um concreto adequado às premissas do projeto e que apresente grande durabilidade e trabalhabilidade, visando facilitar as operações de lançamento e adensamento.

O concreto deverá ser dosado de forma a se obter misturas suficientemente uniformes, trabalháveis e homogêneas que, com a mínima quantidade possível de cimento, possam atender às exigências destas especificações.

As proporções de todos os materiais que compõem o concreto serão modificadas sempre que se julgue ser necessário, a fim de manter o padrão de qualidade exigido.

Os estudos de dosagem deverão ser programados e desenvolvidos, pelo menos, 30 dias antes da data de início da produção dos concretos para as estruturas definitivas.

8.7.1 Critérios de Dosagem

Os estudos de dosagem, para a determinação dos traços de concreto a serem usados, deverão atender a premissas e critérios ditados nos Desenhos de Projeto e por estas Especificações, levando em conta as condições climáticas, os materiais disponíveis, os equipamentos previstos no canteiro de obras e o nível técnico do pessoal envolvido com a execução das obras, e também os prazos necessários para a realização dos ensaios, bem como para eventuais ajustes prévios ao lançamento dos concretos.

Os concretos destinados às diversas partes das estruturas serão classificados de acordo com a resistência característica de projeto, a ser obtida em determinada idade, como apresentado na Tabela 8.8.

Tabela 8.8 - Classes de Concreto

Classe	Resistência Característica à Compressão (fck)		Faixa de Teor de Aglomerante Cimento+Mat. Pozolânico (kg/m³) ou Relação A/C	Utilização
	Valor MPa	Idade (Dias)		
H	30	90	Relação A/C ≤ 0,45	• concreto armado resistente à abrasão (t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a velocidades >12m/s (ver notas 2 e 3) (t=1,645) • concreto secundário das guias de comportas (t = 1,645)
G	25	90	265 a 285	• concreto armado(t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a velocidades entre 4 m/s e 12m/s (ver nota 3) (t=1,645)
F	30	28	Relação A/C≤ 0,45	• concreto armado resistente à abrasão (t=1,645) • concreto protendido (t = 1,645) • peças pré-moldadas (t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a velocidades > 12m/s (ver notas 2 e 3) (t=1,645) • concreto secundário das guias de comportas (t = 1,645)
E	25	28	345 a 380	• concreto protendido (t = 1,645) • concreto armado (t = 1,645) • peças pré-moldadas (t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a velocidades entre 4 m/s e 12m/s (ver nota 3) (t=1,645)
D	20	28	280 a 320	• concreto armado (t = 1,645) • concreto armado por ex. dos pilares e muros do vertedouro (t = 1,282) • regiões sujeitas a solicitações dinâmicas t = 1,645 • peças pré-moldadas (t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a baixas velocidades de água < 4 m/s (ver nota 3) (t =1,645)
C	20	90	215 a 240	• concreto armado (t = 1,645) • concreto armado por ex. dos pilares e muros do vertedouro (t = 1,282) • regiões sujeitas a solicitações dinâmicas (t = 1,645) • superfícies hidráulicas sujeitas a baixas velocidades de água < 4 m/s (ver nota 3) (t =1,645)
B	15	90	160 a 190	• concreto armado de características massivas (t = 1,282) • impermeabilização de fundação (t = 0,842) • concreto de face ou de envelopamento do CCR (t = 0,842)
A	9	90	100 a 150	• preenchimento de cavidades e irregularidades de fundação (t = 0,842) • concreto massa (t = 0,842)

Notas: 1- Se a estrutura for solicitada em idade superior a 28 ou 90 dias, a idade de referência poderá ser aumentada, desde que na nova idade seja atendida à resistência característica do concreto;
2- Os concretos classe F ou H, quando utilizado em superfície hidráulica de alta velocidade, deverão ter sua relação a/c (material cimentício) limitada em 0,45, a não ser que seja comprovada para uma relação a/c maior através de ensaios de abrasão/erosão, cuja perda de massa não poderá ser superior a 4%;
3- A idade de controle do concreto de superfície hidráulica é de 90 dias, podendo ser reduzida em função da idade efetiva de carregamento.

4- Os consumos de cimento de cada dosagem serão definidos nos estudos das dosagens experimentais, a serem realizados pela CONTRATADA oportunamente;
5- Quando for apresentado o estudo de dosagem com os agregados processados na obra, o cimento e pozolana selecionados, será emitida a tabela de traços que permitirá a discussão do consumo do material cimenticio da obra.,

O material cimentício é definido como o resultado da soma do teor de cimento da mistura de concreto com o teor de adição de materiais de natureza pozolânica ou outras adições nos termos indicados nestas especificações.

As classes de concreto a serem empregadas estarão indicadas nos desenhos de construção específicos para cada estrutura.

8.7.2 Dosagem

Os estudos de dosagem deverão contemplar, separadamente, os concretos massa e estrutural, contendo ou não cinzas volantes ("fly-ash") e usando incorporador de ar e/ou outros aditivos.

Os teores de cimento, relação água/cimento, granulometria, teor de argamassa, trabalhabilidade, abatimento e teor de aditivos, entre outros, correspondem a variáveis que serão equacionadas e otimizadas através de estudos de dosagem.

Condições de Ensaios

Os materiais componentes do concreto deverão ser estabilizados à mesma temperatura ambiente. Os materiais a serem utilizados nos estudos de dosagem poderão ser preparados de modos mutuamente exclusivos, ou seja, "saturado superfície seca" ou "secos" em estufa ou ao sol.

Em qualquer das alternativas, a quantidade de água contida nos agregados deverá ser determinada com precisão, para possibilitar o correto cálculo da quantidade da água de amassamento.

No caso de utilização de material seco, será necessário determinar a velocidade de absorção da água pelos agregados, a fim de avaliar a sua influência sobre a trabalhabilidade do concreto.

Cimento

Para cada tipo e/ou marca de cimento, serão realizados estudos de dosagem independentes.

Material pozolânico ou adição mineral

Para cada tipo e/ou marca e/ou origem de material de adição ao cimento, serão realizados estudos de dosagem independentes.

Relação Água/Cimento

Para a determinação da base de dados, visando a escolha da relação água/cimento empregada em diversas dosagens, serão moldados corpos de prova (CP) de concreto, com relação água/cimento variável, partindo de um valor igual a 0,4 até atingir 1,2.

Esse estudo será desenvolvido para idades de 3, 7, 28, 90 e 180 dias e seus resultados apresentados sob a forma de curva de Abrams.

Granulometria

As dosagens serão determinadas separadamente para cada dimensão máxima de agregado. No caso de diâmetros maiores, o estudo será efetuado com concreto peneirado, sendo os valores de resistência devidamente corrigidos.

Teor de Argamassa

A determinação da quantidade ótima de argamassa dependerá da natureza do agregado, dimensão máxima do agregado graúdo de cada dosagem, finalidade de uso e modalidade de lançamento dos concretos, abaixo relacionados:

- Concretos correntes;
- Concretos para peças esbeltas;
- Concretos aparentes;
- Concretos bombeados;
- Concretos fluídos;
- Concretos para pavimentação;
- Concretos submersos.

O concreto projetado terá consideração diferenciada.

As medidas de trabalhabilidade e abatimento deverão acompanhar os estudos, para cada teor de argamassa considerado. Tais medidas serão obtidas através de processo compatível com a técnica de adensamento prevista para as concretagens executadas no canteiro de obras.

Eventualmente, poderão ser adotados procedimentos complementares ou alternativos, para a fixação do teor ótimo de argamassa, através de observações comparativas das resistências à compressão dos corpos de prova.

Trabalhabilidade e Abatimento

Para cada estudo de dosagem, identificado pela dimensão máxima do agregado graúdo, serão efetuadas determinações práticas de medidas de trabalhabilidade, visando apreciar, principalmente, o comportamento dos concretos contendo aditivos plastificantes e incorporador de ar.

Para obtenção das medidas de trabalhabilidade serão empregados concretos com e sem aditivos. Os teores de adição serão variáveis em torno das dosagens recomendadas pelo fabricante. As medidas de abatimento deverão ser iniciadas com 1 cm e alcançar o limite do início de segregação. As medidas de incorporação de ar deverão ser efetuadas para cada intervalo de medida. Concomitante com as medidas de abatimento serão efetuadas avaliações da trabalhabilidade, a qual deverá ser compatível com o procedimento de lançamento e adensamento do concreto previsto para ser usado na obra.

Os ensaios de trabalhabilidade poderão ser realizados conjuntamente com os ensaios de determinação do teor de argamassa descrito anteriormente

Estudos Complementares

A partir de estudos complementares, deverão ser determinados os valores de exsudação, massa específica, retração, módulos de deformação (utilizando-se processos mecânicos e elétricos), resistências à tração e à abrasão, absorção e permeabilidade.

Moldagem dos Corpos de Prova

No desenvolvimento dos estudos de dosagem serão moldados três corpos de prova (CP) para cada relação água/cimento e ensaiados de acordo com a NBR 5738. Será permitida a moldagem do corpo de prova em duas camadas, adensadas com vibrador de 25 mm de diâmetro.

Os corpos de prova deverão ser ensaiados de acordo com a NBR 5739.

O resultado da resistência à compressão a ser considerado no estudo será a média das três medidas obtidas no rompimento dos três corpos de prova.

Determinação da Resistência Característica

A partir dos resultados dos estudos de dosagem e em atendimento das necessidades específicas de cada estrutura, como já mencionado anteriormente, será determinada a resistência à compressão de cada traço, de acordo com os procedimentos contidos na norma NBR 6118.

Apresentação dos resultados

Para permitir o acompanhamento da qualidade do concreto, os resultados dos ensaios deverão ser apresentados para auditagem permanente da CONTRATANTE em reuniões com periodicidade definida.

8.8. MISTURA

Os materiais componentes do concreto deverão ser misturados, mecanicamente, até que a mistura apresente um aspecto homogêneo, com todos os componentes distribuídos uniformemente e de modo a atender a ASTM C-94 e CRD-C55.

A quantidade de água de amassamento deverá ser determinada levando em conta o teor de umidade e a absorção dos agregados por ocasião da produção dos concretos, bem como a temperatura e a umidade relativa do ar (NBR 7212 e ACI-305).

Salvo determinação em contrário, o tempo mínimo de mistura, para cada traço de concreto, contado a partir do instante em que todos os componentes tenham sido colocados no tambor da betoneira, deverá ser determinado com base na eficiência do misturador e de acordo com a ASTM C-94.

As balanças da central de concreto deverão ser mantidas calibradas, de maneira que, quando aferidas com os pesos padrões, os erros máximos estejam limitados a 1,0%

As massas dos materiais, quando introduzidas no misturador, deverão estar dentro dos limites de precisão indicados na tabela a seguir:

Tabela 8.9 - Limites de Tolerância das Massas dos Materiais

Materiais	Limites de Tolerância (%)
Cimento, cinza e água	≤ 1
Agregados diâmetro $\leq$ 38mm	≤ 2
Agregados diâmetro $>$ 38mm	≤ 3
Aditivos	≤ 5

8.9. TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO

O transporte do concreto, desde o equipamento de mistura até os locais de lançamento e a sua distribuição nesses locais, deverá ser realizado no menor tempo possível por meio de métodos que evitem a segregação, a perda de material, o excessivo aumento de temperatura, a variação acentuada no abatimento e a perda de plasticidade ou ocorrência de pega, antes da descarga e adensamento.

Durante o transporte o concreto deverá ser adequadamente protegido contra as intempéries.

A CONTRATADA deverá providenciar, nos veículos destinados ao transporte, a identificação dos diferentes tipos de concreto e locais de aplicação, em posição bem visível.

A CONTRATADA deverá tomar as providências para que os equipamentos de transporte sejam mantidos limpos e periodicamente molhados, com o fim de evitar absorção da água de amassamento do concreto.

Quando o transporte do concreto for efetuado por meio de caçambas, estas deverão ser dotadas de dispositivos que permitam controlar a quantidade e a vazão de descarga, bem como a interrupção da descarga, sempre que for necessário. As caçambas deverão possuir um dispositivo que permita o acoplamento de um vibrador.

Quando o transporte do concreto for realizado por meio de caminhões betoneira, estes deverão obedecer aos requisitos especificados na norma NBR 7212.

Quando forem utilizadas calhas para o transporte do concreto, estas deverão ser instaladas de modo a apresentar declividades que permitam o escorregamento do concreto, com consistência compatível com as exigências de trabalhabilidade e sem segregação.

Caso o transporte seja efetuado através de bombas (concreto bombeado), o equipamento de lançamento será testado em concretagem de obras sem importância estrutural, para realizar o ajuste da dosagem.

8.10. LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

8.10.1 Generalidades

A CONTRATADA deverá apresentar o programa de lançamento antes do início da concretagem de cada camada.

O concreto somente poderá ser lançado após a CONTRATADA elaborar o programa de lançamento, incluindo a definição dos traços, a conclusão da verificação topográfica e das formas, peças embutidas, armaduras e superfícies sobre as quais o concreto será lançado.

O concreto será depositado o mais próximo possível de sua posição final nas formas, de modo que o escoamento da massa não exceda a 1,5 m e a consequente segregação seja reduzida a um valor mínimo. Em lançamentos verticais, quando a altura de queda for superior a 1,5 m, deverão ser utilizados dispositivos do tipo "tromba" ou calha, a fim de evitar a segregação.

O concreto deverá ser espalhado rapidamente, de modo a preencher totalmente e sem segregação, os cantos e ângulos das formas e os espaços em volta das armaduras, dispositivos de vedação e outras peças embutidas.

Se durante o lançamento ocorrerem chuvas que possam afetar a qualidade do concreto, a CONTRATADA deverá proteger a área que estiver sendo concretada ou, então, suspender temporariamente o lançamento.

O concreto deverá ser sempre lançado antes do início da pega. É vedada, em qualquer hipótese, a adição de água ao concreto, por ocasião do lançamento.

A CONTRATADA deverá estar preparado para efetuar o lançamento de concreto, com alteração nos traços, utilizando, inclusive, agregados com diferentes dimensões máximas, na mesma camada de concretagem.

Ao lançar o concreto através de armaduras, a CONTRATADA deverá tomar os cuidados necessários, de modo a evitar a segregação do agregado graúdo.

Altura das Camadas de Concretagem e Intervalo entre Lançamentos

A altura máxima permitida para cada camada de concretagem deverá ser a indicada nos desenhos de projeto. O lançamento deverá ser executado em subcamadas, com espessura inferior a 50 cm.

A espessura das camadas de concretagem e o intervalo de tempo entre duas camadas obedecerão, basicamente, às seguintes condições:

- o intervalo de tempo entre a deposição de duas camadas sucessivas não deverá ser menor que 72 horas, exceto nas paredes e pilares com espessuras inferiores a 3,0 m, onde o tempo mínimo será de 48 horas;
- no concreto de segundo estágio das guias das comportas, esse tempo não deverá ser menor que 6 horas;
- nos concretos lançados sobre a rocha de fundação e sobre camada de concreto com idade superior a 21 dias, a altura do lance inicial de concretagem não deverá ser superior a 1,25 m.

Essas condições básicas poderão sofrer algumas adaptações, de acordo com os resultados dos estudos térmicos definitivos, a serem executados pela CONTRATADA a partir dos concretos obtidos com as dosagens finais.

O lançamento deverá ser efetuado em operação contínua, tanto quanto praticável, até que seja concluída a camada ou o bloco.

O topo das camadas de concretagem deverá apresentar uma superfície aproximadamente horizontal. As juntas de construção, nos paramentos inclinados e expostos, deverão terminar aproximadamente normais à superfície.

O concreto deverá ser lançado na direção da menor dimensão do bloco, de maneira que o intervalo de tempo entre lançamentos em uma mesma região seja o menor possível.

Os taludes formados pelos bordos não confinados das subcamadas de concretagem deverão ser mantidos os mais íngremes possíveis. O concreto ao longo desses bordos não deverá ser vibrado até que o concreto adjacente seja lançado, para prosseguimento da subcamada, exceto quando, devido às condições climáticas, forem determinados outros procedimentos.

Em função das condições climáticas e das dimensões das camadas, a CONTRATADA deverá tomar as providências necessárias para evitar a secagem rápida da superfície do concreto recém-lançado, especialmente sob efeito de sol ou vento forte, mediante o emprego de nebulizadores de água, colocados diretamente sobre a superfície, ou adotando outros métodos, tais como o recobrimento das sub-camadas com elementos isolantes (lonas, sacos de aniagem ou plásticos).

Temperatura de Lançamento

A temperatura do concreto na ocasião de seu lançamento para alturas de lances de concretagem estabelecidas nos desenhos de projeto, não deverá ultrapassar a 35 °C, nem resultar inferior a 5°C. Esses valores poderão ser revistos a partir da realização dos estudos térmicos do concreto considerando, efetivamente, os materiais e as condições existentes no canteiro de obras.

8.10.2 Condições Especiais de Lançamento

Concreto sobre Rocha de Fundação

As superfícies de rocha sobre as quais serão apoiadas as estruturas de concreto deverão ser preparadas de forma a proporcionar uma aderência perfeita entre a rocha e o concreto.

Deverão ser aparados todos os cantos vivos e todas as saliências agudas de rocha que possam causar trincas no concreto e tratadas todas as fissuras da rocha. Caso ocorram rochas alteráveis pelas intempéries, as superfícies das mesmas deverão ser protegidas por uma camada de argamassa com cerca de 2 cm de espessura.

Concreto de Segundo Estágio (ou Secundário)

As concretagens de segundo estágio (para o envolvimento de peças metálicas) deverão, além de obedecer ao estipulado nesta Seção, seguir as recomendações e as tolerâncias especificadas na Seção “Instalação de Partes Embutidas”.

As juntas de construção, contra as quais será lançado o concreto secundário, deverão ser preparadas como especificado no item 8.12 e as peças metálicas, a serem envolvidas por concreto secundário, deverão estar limpas, apoiadas e fixadas, como especificado.

O adensamento do concreto deverá ser efetuado cuidadosamente, a fim de evitar danos ou deslocamentos das peças metálicas.

Qualquer peça metálica que tenha sido deslocada ou danificada deverá ser prontamente alinhada e corrigida pela CONTRATADA.

O lançamento do concreto de envolvimento das caixas espirais, dos tubos de sucção e das peças das turbinas deverá ser feito de maneira extremamente cuidadosa, a fim de assegurar o carregamento uniforme dessas peças, evitando qualquer deslocamento ou deformação delas.

Após todas as partes embutidas estarem envolvidas com concreto, deverão ser executadas as injeções de contacto, como indicado na seção “Perfurações e Injeções”. As pressões de injeção e os outros procedimentos afins serão determinados de acordo com a orientação dos fabricantes do equipamento.

As superfícies do concreto de primeiro estágio das ranhuras de guias, soleiras e batentes das comportas, deverão, antes do posicionamento das peças fixas, ser inteiramente preparadas por jateamento de areia ou água sob pressão, conforme especificado no item 8.13.2.

Na concretagem das guias, o concreto deverá ser lançado cuidadosamente, com baixa velocidade de lançamento (inferior a 1,0 m/h), de forma que o material resulte homogêneo e compacto.

Deverão ser deixadas aberturas (janelas) nas formas, para garantir a saída de ar e facilitar o preenchimento dos espaços a serem concretados, garantindo o adensamento do concreto.

Concreto da Calha do Vertedouro

Os concretos da calha do vertedouro poderão ser executados com formas deslizantes ou outro método proposto pela CONTRATADA.

No caso de utilização de formas deslizantes, o lançamento deverá ser uniforme. Durante a montagem das formas, a CONTRATADA deverá prever a construção de plataformas, para possibilitar o adensamento do concreto com vibradores de imersão e para executar os eventuais reparos, acabamento e aplicação de cura nas superfícies recém concretadas.

As formas deslizantes deverão ser testadas e, se for o caso, confeccionadas com o lastro necessário para evitar a sua flutuação ou o deslocamento, durante o processo de concretagem.

8.10.3 Adensamento

O concreto de cada subcamada deverá ser adensado até atingir a máxima densidade praticável, que não provoque a segregação dos agregados ou a exsudação da água de amassamento, de modo a evitar a ocorrência de vazios ou bolsões de ar no interior da massa de concreto ou ao longo das superfícies das formas e dos materiais embutidos.

O adensamento do concreto deverá ser efetuado por meio de vibradores, com acionamento elétrico ou pneumático.

A quantidade, diâmetro, potência unitária e demais características dos vibradores disponibilizados pela CONTRATADA na obra, deverão ser suficientes e compatíveis com as dimensões das peças a serem concretadas e adequados para atender os padrões de qualidade aqui especificados.

O vibrador deverá ser operado em posição próxima à vertical e o cabeçote deverá penetrar no concreto sob a ação de seu próprio peso.

O adensamento das subcamadas de concreto deverá ser efetuado de maneira que o cabeçote do vibrador penetre e revibre o concreto da região superior da subcamada subjacente.

As partículas graúdas de agregado que estiverem na superfície de uma camada de concreto deverão ser introduzidas na massa do concreto durante a operação de adensamento.

A região de contato entre dois lançamentos consecutivos de uma mesma subcamada deverá ser cuidadosamente adensada, de forma a garantir a homogeneidade do concreto nessa região.

Deverão ser evitados os contatos dos cabeçotes de vibração com as superfícies das formas, armaduras ou qualquer peça ou material embutido no concreto.

Deverá ser assegurada a máxima compacidade do concreto nas proximidades dos vedajuntas.

8.11. CURA E PROTEÇÃO

8.11.1 Generalidades

A cura do concreto deverá ser feita, normalmente, por meio de água. Poderão ser utilizados outros métodos, como a cura com produtos químicos (por membrana ou película), desde que esses métodos sejam coerentes com os acabamentos previstos para as superfícies de concreto.

8.11.2 Cura por Água

A cura por água deverá ser iniciada tão logo o concreto tenha atingido resistência suficiente para que a superfície não seja danificada pelo umedecimento.

O concreto deverá ser umedecido de maneira contínua por meio de aspersão, nebulização ou borrifação de água. A cura do concreto moldado antes da desforma deverá ser efetuada de modo a conservar a superfície de contato forma-concreto a mais úmida possível.

A cura de uma camada de concreto deverá ser efetuada por um período de no mínimo, 14 dias ou até que seja coberta por uma nova camada de concreto.

No caso das lajes da calha do vertedouro, a temperatura da água de cura não deverá ter diferença maior do que 5ºC em relação à temperatura do concreto. Portanto, devem ser previstos meios de variar a temperatura da água de cura com o tempo.

A água a ser utilizada para a cura do concreto deverá atender as exigências especificadas no item 8.5.

8.11.3 Cura por Produtos Químicos

É permitido o uso de produtos químicos específicos para promover a cura do concreto, devendo a CONTRATADA testar previamente o tipo de produto e as condições a serem adotadas na sua aplicação.

O agente de cura deverá apresentar consistência e qualidade uniformes em cada lote e estar em conformidade com as prescrições da ASTM C-309 Tipo 2, aplicáveis ao caso.

A aplicação do produto químico deverá ser iniciada imediatamente após as operações de acabamento da superfície do concreto, a fim de garantir a cura do concreto até ser possível iniciar a cura por água.

Caso a película de cura seja danificada ou descole da superfície do concreto durante o período de cura, a mesma deverá ser imediatamente reparada.

8.11.4 Proteção

A CONTRATADA deverá proteger o concreto contra danos de qualquer natureza.

Durante as 24 horas que se seguirem a um lançamento de concreto, nenhum tráfego será permitido sobre o mesmo, exceto se as superfícies estiverem protegidas por passadeiras ou outros meios eficientes.

8.12. JUNTAS NO CONCRETO

8.12.1 Generalidades

As superfícies das juntas deverão ser aproximadamente horizontais ou verticais, retas e contínuas, exceto quando especificado de outro modo.

Deverão ser tomados todos os cuidados para evitar que o concreto da superfície de uma junta seja danificado durante o período de endurecimento.

Não será permitido o tráfego sobre o concreto antes que este tenha endurecido o suficiente para suportá-lo, sem qualquer dano. Em caso de necessidade, poderá ser autorizado o tráfego, desde que o concreto seja adequadamente protegido contra eventuais danos.

8.12.2 Preparação e Limpeza das Superfícies de Concreto nas Juntas de Construção

As superfícies de concreto nas juntas de construção, sobre ou contra as quais será lançada nova camada de concreto, deverão estar limpas, ásperas, úmidas e sem água, na ocasião do lançamento.

A preparação ("corte") e a limpeza das superfícies de concreto nas juntas de construção deverão ser feitas de maneira a remover toda a nata de cimento, concreto solto ou defeituoso, resíduos, manchas de óleo ou graxa, lama, entulho, areia, detritos de qualquer natureza e materiais deletérios.

A preparação das superfícies de concreto nas juntas de construção deverá ser efetuada por meio dos seguintes procedimentos:

- jato de areia a alta pressão;
- jato de água a alta pressão (40 MPa);
- jato de ar-água a baixa pressão (0,3 MPa);
- apicoamento ou raspagem.

Durante a preparação das superfícies de concreto nas juntas de construção deverão ser tomadas todas as precauções, a fim de evitar desbastes excessivos do concreto.

O concreto deverá ser "cortado" de modo a expor o agregado limpo, mas não a ponto de remover ou soltar o agregado graúdo.

Após o "corte", a superfície de concreto deverá ser lavada até que sejam removidos os materiais soltos. A água e os resíduos do "corte" das superfícies de concreto deverão ser removidos, de modo que não venham a prejudicar o aspecto estético das superfícies de concreto, que ficarão aparentes.

8.12.3 Juntas de Construção Não Previstas (Juntas "Frias")

Juntas "frias" deverão ser evitadas, sempre que possível. No entanto, ocorrendo um evento que determine a interrupção de um lançamento, as frentes ("cabeças") das subcamadas deverão ser preparadas, conforme as instruções expostas a seguir.

Caso o lançamento seja reiniciado antes do início da pega do concreto, não será necessária nenhuma preparação, a menos de cuidados especiais no adensamento da frente da subcamada.

Caso o lançamento venha a ser reiniciado após o início da pega do concreto, a junta "fria" que se formar deverá ser preparada como uma junta de construção comum, conforme especificado no item 8.13.2.

8.12.4 Juntas de Contração

As juntas de contração serão providas de vedajuntas, conforme mostrado nos desenhos de projeto.

Deverão ser executadas com forma em um lado, deixando que o concreto se solidifique antes do lançamento do concreto do outro lado. A superfície do concreto do lado

moldado da junta deverá estar limpa, tratada e livre de qualquer material prejudicial, antes do lançamento do concreto fresco adjacente.

Em torno do vedajuntas, deverá ser colocado concreto com agregados de dimensão não superior a 38 mm.

8.12.5 Materiais a Serem Aplicados nas Juntas

Generalidades

Os materiais aplicados nas juntas deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, de acordo com as características indicadas nesta seção.

A CONTRATADA poderá utilizar novos materiais e novas concepções, desde que sejam apresentados certificados de ensaios, realizados em instituições de pesquisa ou atestados que comprovem a sua utilização, com sucesso, em obras similares.

Veda-Juntas de Cloreto de Polivinil (PVC)

O dispositivo para a vedação de juntas será constituído de perfil extrudado, à base de cloreto de polivinil (PVC), fornecido com as dimensões e características indicadas nos desenhos de projeto e deverá atender aos requisitos da norma NBR 8803.

Os vedajuntas previstos são os dos tipos O-32 e O-22 ou similares.

Será exigido que a CONTRATADA apresente o certificado de ensaio de qualificação das partidas recebidas no canteiro de obras.

Os dispositivos de vedação deverão ser fornecidos em comprimento tal que a soldagem de campo seja mínima e serão cuidadosamente instalados de maneira a formar, nas juntas, um elemento contínuo e estanque à água.

As superfícies dos dispositivos de vedação, no momento de sua instalação, deverão estar limpas, sem manchas de óleo ou graxa e isentos de outros materiais prejudiciais.

Quando for necessária a realização de emendas nos dispositivos de vedação, estas deverão ser feitas de maneira que as extremidades acopladas resultem perfeitamente alinhadas e sejam mantidas as secções transversais típicas e a estanqueidade dos dispositivos.

As soldagens de campo serão executadas por pessoal qualificado e experiente nesse tipo de serviço e deverão atender as recomendações do fabricante.

A resistência à tração nas soldas deverá ser, no mínimo, igual a 75% da resistência à tração do material não soldado.

Todas as soldas, inclusive em peças especiais de ligação, deverão ser executadas de maneira que quaisquer secções transversais resultem densas, homogêneas e isentas de porosidade.

Os dispositivos de vedação simétricos deverão ser instalados com metade de sua largura embutida no concreto de cada lado da junta, a menos que seja indicado de outra forma nos desenhos de projeto.

Durante a execução dos serviços, deverão ser tomadas medidas adequadas para apoiar e fixar os vedajuntas nas posições indicadas nos Desenhos de Projeto e para assegurar o seu correto embutimento no concreto.

Deverão ser tomadas as precauções necessárias para proteger, contra danos, as bordas e extremidades expostas e salientes dos dispositivos de vedação parcialmente embutidas no concreto.

Materiais Acessórios

Os demais materiais, necessários à execução das juntas deverão ser propostos pela CONTRATADA, e aplicados conforme indicado nos Desenhos Executivos.

8.13. ACABAMENTOS

8.13.1 Generalidades

Os tipos de acabamentos, a serem efetuados nas diversas superfícies de concreto, estão indicados nos desenhos de projeto e deverão atender as condições especificadas neste item e as disposições constantes na seção “Acabamentos Arquitetônicos e Urbanização”. O acabamento das superfícies finais de concreto deverá ser executado com o concreto ainda em estado plástico, ou mediante um cuidadoso preparo das superfícies das formas contra as quais o concreto ficará em contato.

As irregularidades nas superfícies de concreto serão classificadas em "abruptas" e "graduais".

As irregularidades causadas por deslocamento ou má colocação das formas ou outros defeitos semelhantes serão consideradas como abruptas e deverão ser verificadas por medição direta.

Todas as outras irregularidades serão entendidas como graduais e deverão ser verificadas através de gabarito. O comprimento do gabarito, para a verificação das superfícies de concreto executadas sem o uso de formas, tipo U, será de 3,0 m. O comprimento do gabarito para a verificação das superfícies de concreto executadas com uso de formas, tipo F, será de 1,5 m.

As superfícies expostas ao tempo, indicadas normalmente como sendo horizontais, deverão ser dotadas de declividade que possibilite a drenagem superficial. Para tanto, as superfícies, como topos de muro e parapeitos, deverão ter declividades de aproximadamente 3% e as superfícies como passeios, estradas e plataformas, declividade próxima de 2%. Superfícies extensas deverão ser executadas com declividade em mais de uma direção, de modo a facilitar o escoamento das águas. As superfícies, que não apresentarem o acabamento indicado no projeto, deverão ser reparadas conforme descrito nestas especificações.

8.13.2 Acabamento em Superfícies Executadas sem Formas

Os tipos de acabamento nas superfícies de concreto executadas sem o uso de formas, designados por U1, U2 e U3, serão obtidos como indicado a seguir:

- acabamento tipo U1 - é o acabamento obtido por sarrafeamento e por eventuais regularizações através do emprego de desempenadeira de madeira, em pontos localizados. Deverá ser aplicado às superfícies que serão posteriormente cobertas por materiais de enchimento ou por concreto, ou que não requeiram um acabamento liso. Em pisos ou pavimentos, a superfície após o desempeno deverá ser limpa e escovada com escova ou vassoura de cerdas rijas, na direção transversal à sua linha de centro;
- acabamento tipo U2 - é o acabamento obtido por desempenadeira de madeira e deverá ser iniciado tão logo a superfície tenha endurecido o suficiente para permitir que tal acabamento produza uma superfície que não apresente marcas de sarrafo e que seja uniforme em textura. Deverá ser aplicado às superfícies não cobertas permanentemente por materiais de enchimento ou por concreto, por exemplo, em pisos e pavimentos;

- acabamento tipo U3 - é o acabamento obtido por colher de pedreiro ou por desempenadeira de aço. Deverá ser iniciado, após a superfície ter sido desempenada como especificado para o tipo U2, deixando-a livre e isenta de deformidades e de marcas de colher. As irregularidades graduais dessas superfícies não poderão ultrapassar 6 mm e terão por finalidade eliminar todas as irregularidades abruptas. Deverá ser aplicado às superfícies onde o alinhamento e o nivelamento acurado são necessários para a prevenção de efeitos destrutivos da ação da água e em pisos, ou onde indicado nos desenhos de projeto.

8.13.3 Acabamento em Superfícies Executadas com Formas

Os tipos de acabamento nas superfícies de concreto executadas com o uso de formas, designados por F1, F2, e F3, deverão ser obtidos como a seguir especificado:

- acabamento tipo F1 (em superfícies não expostas à vista) - as superfícies de concreto com este acabamento não necessitam qualquer tratamento especial, após a remoção das formas, exceto quanto ao eventual reparo do concreto defeituoso. Deverá ser aplicado em superfícies sobre ou contra as quais será posteriormente lançado concreto ou qualquer outro material de enchimento, ou que serão cobertas permanentemente por água, e às superfícies das juntas de contração;
- acabamento tipo F2 - as superfícies com este tipo de acabamento deverão apresentar aparência uniforme, devendo o concreto eventualmente defeituoso ser reparado e os orifícios, deixados por fixadores de formas, preenchidos com argamassa seca. Deverá ser aplicado em todas as superfícies que não serão recobertas permanentemente por concreto ou por qualquer material de enchimento e que não requeiram acabamento tipo F3;
- acabamento tipo F3 - as superfícies com este tipo de acabamento deverão ser duras, lisas e densas, sem saliências, depressões, furos e irregularidades e exigirão cuidados especiais para assegurar que resulte um acabamento de alta qualidade. As irregularidades abruptas deverão ser eliminadas ou transformadas em graduais (por esmerilhamento) e estas não poderão exceder a 6 mm. Os orifícios deixados por fixadores de formas deverão ser preenchidos com material que apresente propriedades compatíveis com o local de utilização. Deverá ser aplicado em superfícies sujeitas ao efeito destrutivo do fluxo de águas, nas quais os alinhamentos e os nivelamentos são muito importantes para evitar que o concreto seja danificado.

8.14. TOLERÂNCIAS DE CONSTRUÇÃO

As tolerâncias indicadas a seguir são de ordem geral e não abrangem, necessariamente, todas as situações das estruturas. Desse modo, os desenhos de projeto poderão apresentar tolerâncias para itens específicos.

Quando não indicado de outra forma nos desenhos, as variações admissíveis nos alinhamentos, níveis, declividades e dimensões das estruturas de concreto, em relação às mostradas nos desenhos de projeto, estão apresentadas na tabela a seguir:

Tabela 8.10 – Tolerâncias de variações admissíveis

Tipo	Tolerâncias (*)	
	Variação (%)	Limite Máximo (cm)
Prumo de muros, paredes, pilares e arestas	0,2	3,0
Alinhamento de muros, paredes, pilares e vigas	0,1	2,0
Espessura de muros, paredes, lajes, pilares e vigas	-2,0 a +5,0	-
Níveis de greides: laje superior de pontes e muros (10 mm em 5m) soleira e calha dos vertedouros (5 mm em 5 metros)	 0,2 0,1	 1,0 0,5
Raio de curvatura: plano paralelo ao fluxo borda dos vertedouros	 0,2 -	 - 0,5
Dimensões individuais, exceto as já especificadas	± 0,5	-
Locação de embutidos e aberturas	-	± 0,5
Perfil linear em relação à localização em planta	0,15	0,5

(*) As construções cobertas ou envolvidas por aterro terão tolerância duas vezes maior que as especificadas nesta tabela. A tolerância admitida deverá ser o menor dos dois valores encontrados.

As partes concretadas que excederem os limites das tolerâncias, aqui especificadas, serão corrigidas ou removidas e, novamente, concretadas.

8.15. REPAROS NO CONCRETO

Os reparos no concreto serão efetuados após a inspeção da estrutura e determinação do método executivo, assim como dos materiais e dos equipamentos a serem utilizados nos serviços.

Os reparos deverão ser realizados conforme indicado nestas especificações.

Concreto danificado ou defeituoso e concreto que, devido às irregularidades de sua superfície, precisará ser reparado, removido ou reconstruído, deverá ser substituído por enchimento seco, concreto, argamassa com microssílica ou adesivo epóxico.

Em geral, tais materiais deverão ser empregados como a seguir especificado:

- enchimento seco - utilizado em reparos (vazios) que tenham, pelo menos, uma dimensão de superfície menor do que a profundidade, em locais que não sejam contíguos às armaduras;
- enchimento com concreto - utilizado em vazios que se estendam de um lado ao outro da seção de concreto, quando esta não for armada e apresentar área maior do que 1.000 cm² e profundidade superior a 10 cm. Deverá ser usado, também, em

vazios existentes em concreto armado, em que a profundidade se estenda além da armadura. Neste último caso, se a área for menor do que 500 cm², o vazio deverá ser alargado, para permitir o enchimento satisfatório;

- argamassa - utilizada em vazios muito largos, que seriam preenchidos com enchimento seco, ou muito rasos, para serem obturados com concreto;
- argamassa de cimento aditivada com sílica ativa ou de adesivo epóxico - utilizado sempre que forem necessários reparos de alta resistência, principalmente em superfícies para as quais estão especificados acabamentos do tipo U3 ou F3.

No caso de utilização de argamassa com sílica ativa, sem emprego de adesivo epóxico como ponte de aderência para reparos em acabamentos U3 e F3, esta deverá conter aditivos superplastificantes de modo que o fator água/cimento resulte inferior a 0,40. caso de superfície não hidráulica, a resistência mínima deverá ser de 40 MPa.

Todo o concreto danificado ou defeituoso deverá ser removido, cortando, pelo menos, 2 cm de concreto são, ao longo de todas as superfícies de contorno do reparo, em forma de cunha e com as bordas em ângulos agudos próximos a 90 graus. Em superfícies onde forem exigidos acabamentos do tipo U3 e F3, tais cortes deverão ser realizados com disco especiais de elevada dureza. Onde as irregularidades abruptas ou graduais excederem os limites especificados no presente item, as saliências deverão ser eliminadas por martelamento ou por desbaste. Nos reparos com concreto e argamassa, as superfícies internas da área a ser reparada deverão ser limpas e molhadas antes do lançamento do concreto ou da argamassa de enchimento.

O teor de sílica ativa nas argamassas será determinado em função da resistência à compressão necessária. A resistência mínima aos 28 dias da argamassa para reparos em superfícies sujeitas ao fluxo de água em velocidade deverá ser de 50 MPa.

A cura dos reparos deverá ser efetuada, conforme especificado no item 8.11.

8.16. FORMAS

8.16.1 Generalidades

A CONTRATADA será responsável pela fabricação, instalação, escoramento, desforma, retirada de escoramento e qualidade de todas as formas utilizadas na obra.

As formas deverão ser estanques, suficientemente resistentes e estar rigidamente fixadas na posição correta, para não perderem a nata ou argamassa, não se deformarem quando do lançamento e vibração do concreto e não desobedecerem às tolerâncias especificadas no item 8.14.

As faces das formas que ficarem em contato com o concreto deverão proporcionar às superfícies de concreto os acabamentos especificados no item 8.13.3. O revestimento das formas, quando estas forem reutilizadas, deverá ser mantido em condições aceitáveis.

As formas, para as superfícies que exigirem acabamentos dos tipos F2 e F3, deverão ser construídas de modo que produzam uma textura consistente à superfície do concreto. Essas formas deverão ser colocadas de tal modo que as linhas e as juntas horizontais sejam contínuas, em toda a superfície. Caso as formas sejam revestidas com madeira compensada ou com painéis de madeira comum, as linhas verticais deverão ser contínuas ao longo de toda a superfície. Deverão ser colocados sarrafos de 4 cm por 4 cm, nos cantos externos das formas, para produzirem chanfros nas superfícies de concreto permanentemente expostas. Os cantos internos das superfícies não necessitarão ser chanfrados, salvo se indicado nos desenhos de projeto.

As formas para superfícies curvas deverão ser construídas de modo a acompanhar, com precisão, as curvaturas indicadas nos desenhos de projeto. Onde necessário, as formas de madeira deverão ser construídas com revestimento flexível, garantindo a continuidade da curvatura exigida. As formas deverão ser construídas de maneira que quaisquer marcas de juntas ou uniões, na superfície do concreto, sigam, em geral, a linha de fluxo da água. As formas deverão ser projetadas de modo a permitir que o concreto seja lançado o mais próximo de sua posição final. Onde necessário, deverão ser previstas aberturas provisórias nas formas, para facilitar a inspeção, limpeza e adensamento do concreto. Após a montagem das formas, todas as imperfeições existentes em suas superfícies serão corrigidas, devendo ser batidos e embutidos todos os pregos e eliminadas quaisquer asperezas.

8.16.2 Fixação das Formas

Os tirantes (ancoragens), utilizados para a fixação das formas, deverão ser projetados e instalados de modo que, após a remoção das formas, permaneçam embutidos e nenhum deles fique posicionado a menos de 5 cm da face moldada do concreto. Os tirantes (ancoragens) deverão ser instalados de modo a permitir a remoção das formas, sem causar danos às superfícies de concreto. As reentrâncias ou vazios, resultantes da remoção das extremidades dos tirantes, deverão ser preenchidos, conforme prescrito no item 8.15.

Ancoragens embutidas, para sustentação das formas do lance subsequente, deverão ser colocadas, no mínimo, 10 cm abaixo da junta horizontal projetada, a fim de não causar interferência com as armaduras.

É vedado o uso de tirantes de arame embutidos, para a fixação de formas em paredes de concreto sujeitas à pressão de água.

8.16.3 Limpeza e Preparo das Formas

Por ocasião do lançamento do concreto, as superfícies das formas deverão estar isentas de incrustações de argamassa, nata de cimento ou outros materiais.

Antes do lançamento, as superfícies das formas deverão ser untadas com óleo mineral parafinado e incolor ou outro produto específico, apropriado, a fim de impedir a aderência do concreto às formas e não provocar manchas no concreto. Excessos de óleo também deverão ser removidos.

A CONTRATADA deverá tomar cuidado para que o referido óleo não contamine o concreto que será ligado com uma nova camada, bem como com as superfícies das armaduras, dos veda-juntas, dos embutidos ou com outras superfícies onde se deseja assegurar a aderência ao concreto. Caso ocorra tal contaminação, a CONTRATADA deverá providenciar a limpeza dessas superfícies.

8.16.4 Remoção das Formas e Descimbramento

As formas só poderão ser removidas após o concreto ter adquirido a resistência especificada ou indicada nos desenhos de projeto. De um modo geral, o tempo não será inferior a:

- colunas, muros e paredes .....2 dias;
- vigas e lajes .....7 dias;
- concreto massa.....1 dia;

As formas e os escoramentos deverão ser cuidadosamente removidos, a fim de evitar danos ao concreto.

A projetista deve ser consultada em casos especiais de retirada das formas.

8.17. CONCRETO PROJETADO

8.17.1 Generalidades

As áreas a serem efetivamente revestidas em concreto projetado, tais como: galerias de drenagem, taludes de escavação e outros locais, estão indicado nos Desenhos de Projeto.

Poderá ser adicionada fibra de aço em substituição à tela metálica, conforme indicado nos Desenhos de Projeto. A quantidade das fibras de aço será definida com base em ensaios de laboratório executados com materiais representativos daqueles utilizados na obra.

8.17.2 Materiais

O concreto será composto de cimento Portland comum, ou pozolânico, água e agregado miúdo, podendo ou não conter agregado graúdo. Deverá ser utilizado um aditivo acelerador de pega que atenda as normas ASTM C-494.

Todos os materiais, inclusive a água, deverão apresentar características, conforme estabelecido nestas Especificações.

O cimento, os agregados e os eventuais aditivos em pó, serão medidos em massa e deverão estar secos. A percentagem de água contida nos agregados deverá ser menor que 5% da massa do agregado seco.

8.17.3 Equipamento

O equipamento em princípio, será do tipo previsto para mistura seca, sendo a água injetada sob pressão no bico de projeção, juntando-se ao fluxo da mistura através de um tubo separado.

8.17.4 Mão-de-obra

O operador do equipamento de lançamento deverá ter experiência na aplicação de concreto projetado.

O operador deverá lançar o concreto a uma distância uniforme da parede estimada em aproximadamente 1,5 m. O bico deverá estar adequadamente posicionado, de maneira a garantir que o fluxo de material atinja a superfície em ângulo reto ou tão próximo deste quanto possível.

O concreto projetado será aceito desde que tenha a massa específica de 2,2 t/m³ e se apresente uniforme, com pequena reflexão e sem falhas de aderência perceptíveis entre as camadas.

8.17.5 Composição e Dosagem do Concreto

O fator água/cimento do concreto lançado deverá ser o mínimo para obter as resistências exigidas.

O aditivo acelerador de pega deverá ser um produto comercial produzido regularmente e aplicado de acordo com as instruções do fabricante, de modo que, com a sua mistura, o concreto apresente o início de pega em menos de 5 minutos e o final de pega em menos de 15 minutos.

O concreto projetado, a ser utilizado em diversos locais da obra, deverá apresentar agregado com dimensão máxima não superior a 9,5 mm.

As dosagens do concreto projetado deverão permitir a obtenção de resistências mínimas à compressão de 21 MPa aos 28 dias em corpos de prova cilíndricos, cujos valores serão verificados como indicado no item 8.17.6.

8.17.6 Ensaios para Controle de Qualidade

Os ensaios necessários para aprovação dos materiais e dosagens do concreto projetado, serão realizados pela CONTRATADA.

Antes da aplicação do concreto projetado a CONTRATADA deverá preparar amostras do concreto, na forma de painéis de ensaio, obtidas pela aplicação de concreto projetado sobre formas de madeira ou sobre uma superfície de rocha similar àquela a ser tratada.

A base de cada painel deverá ter, no mínimo, 1,0 m por 1,0 m e a espessura do concreto projetado não deverá ser menor do que 8 cm. Deverão ser executados três painéis para cada dosagem, sendo que um deles terá o concreto projetado para baixo sobre superfície horizontal, o outro, o concreto projetado sobre superfície inclinada ou vertical e o terceiro, projetado para cima sobre superfície horizontal.

Para executar o controle de qualidade de rotina, enquanto estiver sendo aplicado concreto projetado, a CONTRATADA deverá preparar um painel de ensaio de 30 cm por 30 cm de base e de 8 cm de espessura.

A resistência à compressão do concreto projetado será estabelecida, através de ensaios realizados com corpos de prova cilíndricos com 10 cm de diâmetro, retirados dos painéis.

Se os ensaios de resistência indicarem que o concreto projetado não atende às Especificações, a CONTRATADA deverá tomar as medidas corretivas.

8.17.7 Preparação das Superfícies

Antes do concreto projetado ser aplicado sobre qualquer superfície, incluindo as superfícies previamente tratadas com concreto projetado, a CONTRATADA deverá efetuar uma cuidadosa limpeza, removendo toda a sujeira, lama, entulho, óleo, graxa, partículas soltas e qualquer outro material deletério, ou mesmo, concreto projetado que tenha aderido à superfície por reflexão, quando aplicado em locais próximos. Esta limpeza incluirá o uso de jatos de ar e água ou jato de areia, se julgados necessários.

Imediatamente antes de aplicar concreto projetado nas superfícies indicadas nos Desenhos de Projeto, a CONTRATADA deverá remover toda a água excedente. Surgências de água e águas superficiais, existentes nas superfícies a serem tratadas, deverão ser controladas e drenadas, antes do lançamento do concreto projetado.

Nos locais onde tenha sido instalada tela metálica sobre a superfície da rocha, a CONTRATADA deverá remover todo material solto das superfícies da rocha, antes da aplicação do concreto projetado.

8.17.8 Lançamento e Cura

O concreto projetado, a céu aberto, somente poderá ser aplicado se as condições climáticas o permitirem, ou quando a CONTRATADA providenciar a proteção adequada da área a ser tratada.

A CONTRATADA deverá envidar todos os esforços para conseguir um mínimo de reflexão do concreto projetado. O material refletido deverá ser removido pela

CONTRATADA, antes do prosseguimento dos trabalhos em qualquer área adjacente, e não poderá ser reutilizado.

Cuidados especiais deverão ser tomados para que esse material não se acumule nas junções de paredes e pisos, tanto em trabalhos de superfície, como em obras subterrâneas.

As espessuras do concreto projetado deverão ser as indicadas nos Desenhos de Projeto. Desde que não ocorra descolamento do concreto, a espessura máxima permitida, para a aplicação de cada camada, será de aproximadamente 5 cm.

Nos lançamentos na vertical ou próximos da vertical, poderá ser necessário que as camadas de concreto projetado sejam aplicadas com menor espessura. Nesse caso, a aplicação deverá começar da parte mais baixa para a mais alta, e ser efetuada em faixas horizontais, até que toda a superfície seja coberta.

Quando o lançamento for próximo de estruturas existentes, a CONTRATADA deverá providenciar as proteções necessárias, a fim de evitar eventuais danos às mesmas.

Onde mostrado nos Desenhos de Projeto, a CONTRATADA deverá aplicar concreto projetado sobre tela metálica, instalada sobre superfícies de rocha. A camada de concreto, com uma espessura mínima de 2 cm, deverá cobrir toda a tela e os suportes metálicos. A camada final de concreto projetado deverá ser curada conforme indicado no item 8.11, por um período mínimo de 3 dias.

8.17.9 Reparos

Antes do lançamento de qualquer camada de concreto projetado, a camada precedente deverá ser examinada por percussão, para serem detectadas eventuais falhas de aderência.

A CONTRATADA deverá reparar os defeitos existentes nas superfícies com concreto projetado, tais como áreas soltas fissuradas em qualquer outra área com falhas ou vazios.

Os reparos serão executados mediante a remoção total da superfície defeituosa, seguida de nova preparação da superfície e novo lançamento do concreto projetado.

8.17.10 Furos de Alívio de Pressão

Onde mostrado nos Desenhos de Projeto, a CONTRATADA deverá executar, obedecendo às especificações constantes na Seção “Perfurações e Injeções”, furos de alívio de pressão com diâmetro e comprimento indicados, através do concreto projetado ou perfurados previamente à aplicação do concreto projetado e providos de tubos embutidos, com a extremidade protegida. Os furos através do concreto projetado deverão ser executados assim que ele tenha endurecido o suficiente para permitir tal operação.

8.17.11 Furos de Drenagem

Onde houver furos de drenagem na rocha, cuja superfície será tratada com concreto projetado, a CONTRATADA deverá tomar as providências necessárias, a fim de evitar que esses furos sejam obturados pelo concreto projetado. Nesse caso, a CONTRATADA deverá promover a sua recuperação.

8.18. CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Os materiais utilizados na fabricação dos elementos de concreto pré-moldado deverão atender os requisitos abaixo descritos e seguir as diretrizes dadas na NBR 9062 (Projeto e execução de estruturas pré-moldadas).

Os locais de aplicação de elementos pré-moldados de concreto armado ou protendido serão definidos nos Desenhos de Projeto, onde constarão, também, o formato, dimensões e classe do concreto desses elementos.

Os elementos de concreto pré-moldado deverão ser identificados e numerados, conforme a sua ordem de montagem.

No intuito de possibilitar a utilização mais rápida dos elementos de concreto pré-moldado, a CONTRATADA poderá adotar processos de cura térmica.

Os elementos de concreto pré-moldado não poderão apresentar defeitos de fabricação, tais como rachaduras, cantos quebrados, saliências, falhas de concretagem, acabamento imperfeito e desalinhamento. Em caso de dúvidas quanto à resistência dos elementos, deverão ser efetuadas provas de carga naqueles em que se julgar necessário.

Os elementos de concreto pré-moldado deverão ser executados sobre bases indeformáveis, em formas estanques e reforçadas.

A movimentação e o transporte dos elementos não deverão ser realizados até que o concreto neles aplicado tenha alcançado, pelo menos, 75% da resistência característica especificada, salvo indicação em contrário nos desenhos de projeto.

O içamento dos elementos de concreto pré-moldado deverá ser realizado nos pontos de apoio indicados nos Desenhos de Projeto e deve seguir as diretrizes presentes na NBR 9062.

O transporte dos elementos deverá ser efetuado em caminhões com suportes especiais para esta operação. Peças que apresentarem fissuras decorrentes do transporte ou do carregamento deverão ser submetidas à análise estrutural específica ou prova de carga.

O empilhamento dos elementos de concreto pré-moldado deverá ser feito mediante a utilização de madeira ou outro material resistente, que apresente formato adequado ao apoio e isolamento entre os elementos.

8.19. CONCRETO PROTENDIDO

8.19.1 Generalidades

Este item trata da execução de todos os serviços com concreto protendido, nos locais indicados nos Desenhos de Projeto.

Caso as vigas-munhão do vertedouro forem protendidas, as mesmas terão especificações técnicas próprias abrangendo com maiores detalhes e dados as características dos serviços de protensão.

A CONTRATADA fornecerá e instalará as bainhas, ancoragens, fios ou cabos de protensão e todos os demais acessórios, adquiridos de firma especializada no fornecimento de materiais e equipamentos de protensão.

A CONTRATADA será, também, responsável pela concretagem das peças e execução das correspondentes operações de protensão e de injeções especificadas no Projeto.

A empresa fornecedora dos materiais de protensão deverá manter na obra um supervisor qualificado, para acompanhamento e aprovação de todas as operações de protensão.

Os serviços da CONTRATADA deverão atender as exigências aplicáveis das normas brasileiras e dos regulamentos e normas internacionais, normalmente adotados neste tipo de serviço.

8.19.2 Instalação das Armaduras e Cuidados Antes da Concretagem

As tolerâncias na implantação dos elementos de protensão serão as estabelecidas nos Desenhos de Projeto.

Imediatamente antes da concretagem, as bainhas, bem como as junções entre bainhas e respiros e as junções entre bainhas e cones de ancoragem, serão examinadas para constatar indícios de dano nas mesmas, estanqueidade e detalhes de fixação.

Uma inspeção visual poderá ser realizada com o auxílio de ar comprimido, isento de água ou óleo. Toda bainha, deformada transversalmente ou perfurada, será substituída ou tornada estanque por meio de fita adesiva ou outro método aprovado.

As fixações e suportes das bainhas deverão ser dispostos dentro dos espaçamentos mínimos fixados pelo Projeto e pelas instruções do sistema de protensão utilizado, de maneira a impedir o deslocamento ou o dano localizado das bainhas, durante a concretagem.

8.19.3 Concretagem

Nos locais de grande concentração de bainhas ou de ancoragens, fretagens e armaduras frouxas, a CONTRATADA deverá utilizar um traço considerando a utilização de agregados de dimensão coerente com os espaçamentos e interstícios disponíveis.

Cuidado especial deverá ser tomado pela CONTRATADA, visando preencher os espaços atrás e em torno das ancoragens, a fim de evitar a presença de vazios.

A enfiação dos cabos nas bainhas somente será realizada após as concretagens. Segundo esta técnica, os cabos serão colocados através de um fio-guia ou outro processo, em toda a sua extensão.

8.19.4 Equipamento e Operações de Protensão

O equipamento de protensão deverá ser previamente testado pelo fornecedor do processo de protensão adotado e suas perdas por atrito deverão ser compatíveis com aquelas previstas no Projeto. Os manômetros deverão ser aferidos, antes do início das operações, e um manômetro de aferição será mantido como reserva no canteiro, à disposição das equipes de trabalho.

As extremidades dos cabos e as superfícies de apoio dos macacos deverão estar isentas de impurezas.

As operações de protensão obedecerão ao programa de protensão, e deverão ser conduzidas na obra por uma equipe familiarizada com os procedimentos e com o equipamento de protensão.

Para cada cabo, será preenchida uma tabela típica.

O alongamento real obtido não deverá apresentar uma variação superior a mais ou menos 5 %, com relação ao alongamento teórico calculado.

8.20. INJEÇÃO DOS CABOS DE PROTENSÃO

8.20.1 Generalidades

Este item trata das especificações para o preparo da calda de cimento, bem como dos requisitos relacionados com a execução de injeções para preenchimento das bainhas e armaduras de protensão de peças de concreto protendido.

As caldas e seus materiais componentes deverão atender a NBR 7681 e as normas complementares da ABNT para execução de injeções.

8.20.2 Calda de Cimento para Injeção

Os materiais, fator água/cimento, fluidez, vida útil, exsudação, expansão, resistência à compressão e inspeção deverão atender a NBR 7681 e as normas complementares da ABNT ou de outras entidades.

8.20.3 Condições Gerais para Execução de Injeções

A injeção deverá ser efetuada o mais rapidamente possível, após a protensão dos cabos. O método de injeção, escolhido pela CONTRATADA, deverá garantir que as bainhas sejam totalmente preenchidas com calda de cimento.

8.20.4 Estudos Prévios da Calda

As caldas deverão ter suas características ensaiadas em laboratório, a fim de comprovar se as condições exigíveis foram satisfeitas.

Os ensaios de laboratório deverão ser efetuados com o cimento e aditivos (se utilizados) de mesmo tipo e marca dos previstos para a utilização nas injeções.

A temperatura do cimento, por ocasião da fabricação da calda, deverá ser inferior a 40°C. Eventualmente poderá ser necessária a refrigeração da calda, a fim de atender os requisitos destas Especificações.

Deverá ser efetuado pela CONTRATADA, a partir dos resultados dos ensaios de laboratório, um relatório contendo, no mínimo, para cada calda estudada, as seguintes informações:

- obra;
- responsável pelos ensaios;
- data;
- traço em peso;
- tipo, marca e resultados dos ensaios de laboratório, para a seleção dos materiais (cimento, aditivo e água) que serão utilizados na execução de injeções;
- temperatura ambiente dos materiais e da calda, por ocasião de cada ensaio;
- tempo, velocidade e volume de mistura da calda;
- sequência e intervalo de tempo para a introdução dos materiais;
- resultados dos ensaios de índice de fluidez, vida útil, índice de exsudação e expansão (quando for utilizado aditivo expansor) e resistência à compressão, obtidos através dos métodos de ensaios citados.

8.20.5 Fabricação da Calda

a) Equipamentos Utilizados

O misturador deverá produzir uma calda de consistência homogênea e coloidal, dispersando e defloculando perfeitamente o cimento. O misturador deverá ser a hélice, a rolos ou a turbina, não sendo permitida a utilização de misturadores manuais.

O motor do misturador deverá ter potência de, aproximadamente, 1 HP por saco de cimento a ser misturado. A velocidade de rotação do misturador deverá ser superior a 1.000 rpm.

A calda, logo após a sua fabricação, deverá escoar para o recipiente de recepção e estocagem, passante numa peneira de 2,4 mm (ABNT), onde deverá permanecer continuamente em movimento, inclusive durante a operação de injeção. Recomenda-se que a velocidade de rotação do agitador desse recipiente esteja compreendida entre 60 rpm e 160 rpm. Em hipótese nenhuma poderá ser acrescentada água nesse recipiente para melhorar a fluidez da calda.

O recipiente deverá ter capacidade para armazenar um volume de calda tal que permita a injeção total do cabo, sem paradas e dentro da velocidade de injeção especificada abaixo.

A bomba de injeção deverá ser elétrica, do tipo pistão ou a parafuso, e não poderá injetar ar na calda; o uso de ar comprimido não será permitido. A bomba deverá ser capaz de exercer pressões de, pelo menos, 1,5 MPa e garantir que a pressão não ultrapasse a 2,0 MPa. Além disso, deverá ser munida de um dispositivo de regulagem de vazão, para controlar a velocidade de avanço da calda, e de um manômetro aferido a cada três meses, com precisão de 0,1 MPa. A velocidade de injeção do cabo deverá estar compreendida entre 6,0 e 12,0 metros por minuto.

O equipamento deverá permitir que as pressões altas sejam obtidas progressivamente e que a manutenção da pressão seja efetuada no fim da injeção.

As tubulações de injeção, mangueiras, válvulas e conexões não poderão permitir a entrada de óleo, ar, água ou quaisquer outras substâncias, durante a realização das injeções e deverão resistir às pressões acima estabelecidas.

A tubulação entre a bomba de injeção e o cabo a ser injetado deverá ser a mais curta possível.

b) Mistura da Calda

A quantidade de material utilizado na composição de cada mistura deverá ser compatível com o tipo de misturador, volume do reservatório e potência do motor.

A sequência, o intervalo de tempo para a introdução dos diversos componentes da calda e o tempo total requerido para a mistura deverão ser os mesmos estabelecidos nos ensaios prévios.

8.20.6 Execução de Injeções

a) Tubos para Injeção e Respiros

Os tubos para injeção e respiros deverão ser de plástico ou outro material flexível, com diâmetro interno mínimo de 12 mm e espessura da parede suficiente para resistir às pressões estabelecidas no Projeto.

Os respiros deverão ser instalados:

- em todos os pontos altos do traçado do cabo, desde que haja desnível superior a 30 cm, ou em locais onde possam ocorrer bolsas de ar;
- na extremidade mais alta do cabo;

- eventualmente em pontos intermediários, sempre que a distância entre respiros exceder a 30,0 m.
- Os tubos para injeção e respiros deverão ser identificados com os respectivos cabos.

b) Corte das Cordoalhas e Vedação das Ancoragens

Após a protensão, o aço externo remanescente deverá ser cortado por meio de um disco esmeril rotativo ou serra de aço manual, deixando excedente à ancoragem, o comprimento de aço indicado pelo sistema de protensão utilizado. O uso de maçarico para o corte é vedado.

Após o corte do aço de protensão, deverá ser efetuada a vedação de todas as aberturas das peças componentes da ancoragem, do seu contacto com a estrutura e com o aço de protensão, e nas extremidades de cordoalhas, de forma a evitar a ocorrência de vazamentos da calda durante a operação de injeção.

A vedação das ancoragens deverá ser efetuada com massa epóxica e com preenchimento do nicho com concreto ou argamassa, antes da operação de injeção. As vedações deverão atingir resistência suficiente para suportar as pressões resultantes da operação de injeção.

c) Lavagem dos Cabos e Eliminação da Água

Antes da realização da injeção os cabos deverão ser lavados por meio de circulação de água limpa, que deverá prosseguir até que a água arenada pelos respiros resulte perfeitamente limpa.

Após a lavagem, deverá ser verificada a estanqueidade do sistema, injetando água com pressão igual à pressão de trabalho prevista na injeção de calda, acrescida de 0,1 MPa, que deverá ser mantida constante, durante, pelo menos, dois minutos.

A água de lavagem dos cabos deverá ser expulsa por meio de injeção com ar comprimido, isento de partículas de óleo.

d) Operação de Injeção

A CONTRATADA deverá preparar um plano de execução de injeções, contendo informações utilizadas nas diversas operações sobre as equipes, equipamentos e materiais.

A CONTRATADA deverá dispor de água sob pressão e ar comprimido, durante todo o prazo previsto para a realização de injeções.

e) Injeção Propriamente Dita

A operação de injeção deverá ter início logo após a lavagem do cabo.

A injeção deverá ser contínua, regular, com pressão e com velocidade especificadas na Seção 5 “Perfurações e Injeções”. Durante a realização das injeções, deverão ser verificados, também, a evolução da pressão da bomba de injeção, que deverá aumentar progressivamente, e o volume de calda injetado.

A verificação das características da calda que flui dos respiros intermediários poderá ser efetuada visualmente, mas a verificação da calda que flui do último respiro do cabo deverá ser feita conforme especificado na NBR 7681. Logo após o fechamento de todos os respiros, a calda deverá ser mantida com a pressão de trabalho, acrescida de 0,1 MPa, durante, pelo menos, um minuto.

f) Procedimentos para Compensar a Exsudação da Calda

Qualquer procedimento utilizado para compensar a exsudação da calda deverá considerar o preenchimento total da bainha com calda.

Caso seja utilizada calda com aditivo expansor, o tempo decorrido entre a fabricação da calda e o fechamento dos respiros da bainha deverá ser tal que, pelo menos, 70% da expansão total livre da calda ocorra dentro da bainha, para compensar o efeito de sua exsudação. A expansão, assim obtida, deverá ser superior ao valor da exsudação.

A CONTRATADA deverá prever a expulsão da água de exsudação na extremidade da bainha, seja pelo processo de elevação lenta da pressão de injeção ou através de injeção complementar.

g) Registro de Dados

Para cada cabo ou família de cabos injetados simultaneamente, a CONTRATADA deverá efetuar os registros característicos durante o andamento dos serviços, preenchendo o boletim de injeção.

8.21. APARELHOS DE APOIO

Os aparelhos de apoio de elastômero fretado a base de policloropreno deverão se enquadrar totalmente dentro das condições exigíveis na norma NBR 9783 da ABNT - Aparelho de Apoio de Elastômero Fretado. O dimensionamento e verificações adicionais do aparelho de apoio podem seguir processos e critérios de normas internacionais reconhecidas, afim de garantir a segurança e bom funcionamento do mesmo.

Os dispositivos de fretagem dos aparelhos de apoio serão constituídos de chapas de aço, com espessura, tamanho e posições indicados nos Desenhos de Projeto.

Essas chapas de aço serão fabricadas por laminação a quente e deverão possuir propriedades mecânicas de acordo com as prescrições da NBR 9783.

O elastômero, a ser empregado na fabricação dos aparelhos de apoio, deverá apresentar em sua composição química uma percentagem mínima de policloropreno de 72%, em peso, e uma percentagem máxima de negro de fumo de 14%, em peso.

Esse elastômero deverá possuir características que atendam as prescrições da NBR 9783, destacando-se, pela importância, a dureza Shore e a resistência ao envelhecimento.

Poderão ser utilizados outros tipos de aparelhos de apoio, desde que tenham eficiência e desempenho comprovados.

9. ARMADURAS E MATERIAIS DE PROTENSÃO

Esta Seção abrange a execução de todos os serviços relacionados com armaduras, barras de ancoragem, tirantes e telas de aço soldadas, previstos nas estruturas da tomada de água, casa de força, vertedouro, muros e outros.

A CONTRATANTE irá fornecer as armaduras da obra (incluindo barras de ancoragem). As cordoalhas, materiais de protensão, tirantes e telas de aço serão de responsabilidade da CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá cortar, dobrar e colocar todas as armaduras que incluam barras ou telas soldadas, arames e acessórios, como mostrado nos Desenhos de Projeto.

9.1. AÇO PARA ARMADURAS E BARRAS DE ANCORAGEM

9.1.1 Generalidades

Salvo especificação em contrário, os aços para as armaduras e barras de ancoragem deverão ser de categoria CA 50 ou de categoria CA 25 e atender as especificações de normas aplicáveis da ABNT.

Nos Desenhos de Projeto, estão indicados a localização geral e os dobramentos típicos das barras consideradas no projeto das estruturas de concreto. Durante a execução da obra, serão fornecidos os Desenhos Executivos de armaduras, acompanhados das listas de ferros e esquemas de dobramento do aço, mostrando, em detalhe, como deverão ser preparadas e montadas as armaduras e as barras de ancoragem.

9.1.2 Fornecimento e Ensaios

A CONTRATANTE fornecerá no local da obra todo o aço para as armaduras e barras de ancoragem, conforme especificado.

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas antecipadamente à emissão da primeira ordem de compra.

Os lotes recebidos na obra deverão ser marcados com a identificação do nome da siderúrgica, categoria do aço e número do lote, de tal maneira que possam ser facilmente correlacionados com os correspondentes certificados de ensaios anexos a cada fornecimento.

Poderá ser necessária a realização de testes em determinadas partidas de aço, de acordo com os procedimentos estabelecidos pela ABNT.

Todas as armaduras e barras de ancoragem deverão estar isentas de ferrugem, óleo, graxa ou outras películas que possam reduzir sua aderência ao concreto.

9.1.3 Manuseio e Estocagem

O aço para as armaduras e barras de ancoragem deverá ser estocado afastado do solo, em grupos separados, de acordo com a categoria do aço, diâmetros e lotes de fornecimento, a fim de permitir rapidez no acesso e facilitar a inspecção, sempre que necessária.

A CONTRATADA será responsável pela descarga, estocagem e manuseio do material.

9.1.4 Preparo e Colocação da Armadura

a) Corte e Dobramento

A CONTRATADA deverá cortar e dobrar todo o aço, de acordo com o cronograma de construção, utilizando métodos e equipamentos conforme padrões aprovados.

Todos os cortes e dobramentos serão executados somente a frio, não se aceita o endireitamento de barras já dobradas ou o redobramento das mesmas, exceto quando expressamente permitido pela projetista.

As barras não deverão ser dobradas com auxílio de calor, nem após o seu embutimento no concreto, salvo se expressamente indicado no Projeto.

O aço cortado e dobrado deverá atender as indicações dos Desenhos Executivos e possuir etiqueta, à prova de água, que permita a sua identificação com a posição do Desenho Executivo a que se destina, sendo, então, convenientemente estocado em áreas demarcadas.

b) Montagem e Fixação

Todas as armaduras deverão ser mantidas em posição, mediante o emprego de suportes, espaçadores, tirantes de metal ou concreto.

Nas intersecções, as barras deverão ser firmemente atadas com arame próprio para esta finalidade. Os suportes deverão ter resistência e rigidez suficiente para manter a armadura em posição durante toda a operação de concretagem. Os suportes deverão ser tais que não prejudiquem a concretagem e não fiquem expostos ou contribuam, de alguma forma, para a deterioração do concreto.

Durante as concretagens, deverão ser tomados cuidados especiais para a remoção de concreto fresco aderido à armadura que ficará exposta, a fim de que o concreto não endureça sobre a armadura.

c) Espaçamento, Cobrimento e Emenda

Os espaçamentos das barras deverão obedecer ao indicado nos Desenhos de Projeto. As distâncias livres deverão atender o disposto no item 18.3.2.2 da NBR 6118.

O cobrimento das armaduras, ou seja, a distância livre entre a superfície do concreto e a face da armadura, deverá obedecer às dimensões indicadas nos Desenhos de Projeto, respeitando as tolerâncias de construção indicadas adiante.

As emendas das barras de aço para as armaduras poderão ser executadas por qualquer dos processos especificados no item 9.5 da NBR 6118. Nos Desenhos Executivos, as emendas das barras de aço serão indicados por transpasse ou, quando necessário, por solda ou luva.

O comprimento das emendas deverá ser, no mínimo, o indicado nos Desenhos Executivos. Estes serão elaborados considerando os planos de concretagem e posicionando as emendas segundo as juntas previstas nesses planos.

Os serviços de solda das barras deverão ser executados em instalações especiais, ao abrigo de intempéries, evitando-se um resfriamento brusco.

Deverão ser realizados ensaios prévios das soldas, executadas do mesmo modo e com o mesmo equipamento e pessoal empregados na obra, assim como ensaios posteriores para controle, de acordo com MB 857 (ABNT). As soldas deverão evidenciar eficiência total. O controle de qualidade das soldas será supervisionado através de ensaios de laboratório.

Caso haja interesse da CONTRATADA no reaproveitamento de barras curtas, a emenda por solda poderá ser adotada, desde que:

- atenda a estas Especificações e seja utilizada em locais aprovados;
- seja utilizada solda de topo por pressão, com duas emendas por barra;
- o comprimento mínimo do menor dos trechos seja igual a 3,0 m.

d) Tolerâncias de Construção

Os trabalhos de construção serão realizados cuidadosamente e com precisão, respeitando as posições, níveis e dimensões indicados no Projeto.

Para recobrimento da armadura é aceita tolerância de $\Delta c = 10$ mm.

9.2. MATERIAIS DE PROTENSÃO

9.2.1 Generalidades

O aço utilizado em estruturas de concreto protendido deverá atender as especificações da ABNT - NBR 7482 e NBR 7483, como mostrado nos Desenhos de Projeto.

As cordoalhas não poderão ter, em toda sua extensão, junções ou uniões, dobras, entalhes ou defeitos. Deverão ser entregues em rolos com, pelo menos, 1,5 m de diâmetro, devidamente protegidos contra abrasão e corrosão, de acordo com as recomendações do fabricante.

As ancoragens, cunhas, bainhas e acessórios deverão ser de materiais e tipos compatíveis com os sistemas patenteados de protensão.

9.2.2 Fornecimento e Ensaios

Caso necessário, para a confecção dos cabos de protensão das vigas-munhão dos vertedouros, serão utilizadas cordoalhas de aço CP 190 RB 12,7 mm, com as seguintes características mínimas por cordoalha:

- carga mínima para 1% de alongamento ..... 169 kN
- carga de ruptura mínima especificada ..... 187 kN

As cordoalhas deverão ser fornecidas em rolos sem núcleo ("coreless coil"), com diâmetro interno de 0,76 m ou 0,82 m ou em carretéis de madeira, suficientes para impedir que atinjam tensões superiores àquelas do limite de proporcionalidade do material, e não poderão apresentar defeitos. Os rolos deverão ser devidamente protegidos contra abrasão e corrosão, de acordo com as normas do fabricante.

As bainhas para os cabos serão metálicas, rígidas lisas ou semi-rígidas corrugadas. Deverão ser galvanizadas, se o projeto estrutural ou as condições da obra assim o exigirem.

As bainhas deverão possuir resistência mecânica compatível com o trabalho de montagem e construção civil, resistindo, inclusive, ao empuxo e pressão do concreto.

As bainhas deverão apresentar estanqueidade completa, que permita a circulação de água em seu interior, e serão isentas de defeitos ou irregularidades que venham a prejudicar o seu desempenho junto aos cabos de protensão.

As ancoragens deverão possuir dispositivo que permita a perfeita entrada (ou saída) da pasta de injeção dos cabos.

Todos os componentes de protensão deverão ser fornecidos pela CONTRATADA, segundo as especificações do fabricante, através de relatórios e certificados dos ensaios completos de tração, preparados de acordo com a ABNT.

Todas as amostras ensaiadas deverão ser representativas do material a ser fornecido. A formação de um cabo deverá ser feita com fios de uma mesma corrida. Uma amostra da cordoalha deverá ser retirada da extremidade de cada rolo e testada de acordo com a ABNT.

A CONTRATADA deverá apresentar uma curva certificada de calibração de cada dispositivo e efetuar as devidas verificações.

9.2.3 Manuseio, Estocagem e Proteção dos Materiais

A embalagem e a marcação dos materiais de protensão deverão obedecer às exigências da ABNT. Todos os elementos deverão ser adequadamente protegidos e

embalados na fábrica, para evitar danos e impedir que sujeira, água ou ferrugem alterem suas características originais.

Na armazenagem dos materiais de protensão, os cabos e as bainhas deverão ser protegidos contra as intempéries e mantidos sempre sobre apoios de madeira, afastados de, no mínimo, 30 cm do solo, de modo a proporcionar circulação de ar no seu contorno.

Não será permitida a realização de trabalhos de solda ou corte a maçarico nas proximidades dos cabos de protensão.

Para um período prolongado de armazenagem, os cabos de protensão deverão ser protegidos com banho em óleo do tipo solúvel ou similar. Por ocasião da injeção dos cabos, essa proteção deverá ser completamente removida, com auxílio de água ou detergente, que, comprovadamente, não provoque ou predisponha à corrosão os cabos ou as bainhas.

Os materiais de protensão deverão ser transportados para a área de moldagem ou locais de instalação e serão manuseados conforme as instruções e recomendações do fabricante.

A preparação dos cabos deverá se processar em local abrigado, fora do contacto com o solo. O corte dos aços deverá ser executado por meio de disco esmeril rotativo.

As cordoalhas não deverão, em hipótese alguma, ser arrastadas sobre o solo ou outro material abrasivo e nem poderão ser dobradas ou torcidas, durante ou após a fabricação dos cabos.

Se, após o armazenamento prolongado no canteiro de serviço ou por outra razão qualquer, existirem dúvidas quanto à qualidade, devido à corrosão ou manuseio inadequado, o aço de protensão deverá ser submetido a ensaios que assegurem a inalterabilidade de suas características mecânicas.

A CONTRATADA será responsável pela descarga, estocagem e manuseio do material.

9.2.4 Instalação dos Cabos, Controle de Protensão e Injeção das Bainhas

Observar o disposto nas especificações –referentes ao concreto protendido e à injeção dos cabos de protensão, destas Especificações.

9.3. BARRAS DE ANCORAGEM

9.3.1 Generalidades

As barras de ancoragem deverão atender as especificações da NBR 5629, como mostrado nos Desenhos de Projeto.

A colocação das barras deverá ser feita imediatamente após a conclusão da escavação da área, tomando-se cuidado com fogos próximos, durante a pega da argamassa de preenchimento, conforme a especificação de limpeza e escavação. Em geral, as barras de ancoragem terão diâmetro de 32 mm ou 25 mm, em aço CA 50, devendo atender as condições estabelecidas na especificação de aço para armaduras e barras de ancoragem, referentes às características, fornecimento, corte, dobramento e outras, quando aplicáveis.

9.3.2 Perfuração

A não ser onde especificamente definido em contrário, a perfuração deverá ser efetuada com equipamento rotopercussivo.

A profundidade, inclinação e localização dos furos serão as indicadas nos Desenhos de Projeto

Em geral, os furos deverão ter diâmetro equivalente a 2,0 vezes o diâmetro nominal da barra.

9.3.3 Preparação dos Furos

Os furos para as barras de ancoragem deverão ser lavados com água limpa, utilizando-se jatos alternados de água e ar, até remover todos os resíduos de perfuração. No caso em que as barras não devam ser imediatamente fixadas nas posições indicadas no Projeto, os furos deverão ser tamponados firmemente e, imediatamente antes da colocação, deverão ser novamente lavados e limpos.

9.3.4 Instalação das Barras de Ancoragem

Os furos deverão ser preenchidos com argamassa ou calda de cimento não retrátil, imediatamente antes da colocação da barra. Tanto a argamassa como a calda de cimento deverão ser previamente aprovadas com base nos resultados dos ensaios em laboratório.

A barra deverá, então, ser colocada no furo, procurando-se mantê-la axial à furação e movimentando-a, a fim de eliminar possíveis bolhas de ar do interior da argamassa.

O furo deverá, então, ser totalmente preenchido com a mesma argamassa ou calda.

Nos furos em que houver água vertendo, a colocação de argamassa será feita do fundo para a boca do furo, por meio de um tubo, a fim de evitar a diluição da argamassa.

Em casos de fluxos de água sob pressão, será necessário efetuar a drenagem, para reduzir ou eliminar a água vertente.

Poderão ser, também, utilizados aditivos aceleradores de pega que contenham hidróxidos alcalinos, amónia, carbonato de sódio, aluminato de sódio, silicatos, silicofluoretos e trietanolamina. Não será permitida a utilização de aditivos que contenham cloretos.

Quaisquer barras encontradas soltas, depois que a argamassa ou calda tenha se solidificado, deverão ser reinstaladas pela CONTRATADA, iniciando-se o processo pela retirada da barra, reperfuração e recolocação, de acordo com os procedimentos anteriormente descritos.

O preenchimento com argamassa ou calda e a fixação das barras deverão ser realizados com antecedência mínima de 3 dias do lançamento de qualquer concreto adjacente.

Serão realizados ensaios de "arrancamento" para verificação da qualidade e eficiência da aplicação das barras de ancoragens.

9.4. TIRANTES

Os tirantes deverão ser instalados conforme indicado nos Desenhos de Projeto

A preparação e a colocação dos tirantes, assim como os ensaios a que serão submetidos, deverão obedecer à norma NBR 5629 da ABNT.

A qualificação dos fabricantes será feita mediante ensaios de "arrancamento" em amostras de tirantes com ancoragem de resina e com ancoragem mecânica (coquilha).

Os ensaios serão executados pela CONTRATADA.

As hastes dos tirantes deverão ser de aço de alta resistência, com tensão de escoamento maior ou igual a 835 MPa, ou outro valor desde que aprovado o seu desempenho, fornecidas com diâmetros e comprimentos, conforme especificado nos Desenhos de Projeto. A rosca da extremidade da haste deverá ser usinada.

A capacidade dos tirantes será baseada na mínima resistência da parte menos resistente do conjunto.

Todas as recomendações do fabricante relativas às hastes dos tirantes, armazenamento, comprimento de ancoragem, diâmetro e limpeza dos furos, acessórios e outros materiais, bem como aos equipamentos para furação, montagem e protensão, deverão ser observados para garantir uma perfeita instalação dos tirantes.

Após a colocação e tensionamento dos tirantes, periodicamente e em locais determinados, os mesmos deverão ser controlados com torquímetro, a fim de verificar se a tensão no tirante sofreu um decréscimo significativo. Caso esses controles comprovem diminuição na tensão, a CONTRATADA deverá tomar as medidas correctivas, que poderão ser:

- refazer os tirantes;
- aumentar a tensão nos tirantes anteriormente colocados;
- diminuir o espaçamento entre os furos futuros;
- colocar tirantes adicionais, de maneira a reduzir o espaçamento entre tirantes já instalados.

Novos controles e medidas corretivas poderão ser requeridos durante o andamento dos serviços.

9.5. TIRANTES PASSANTES

Os tirantes passantes deverão ser instalados conforme indicado nos Desenhos de Projeto.

As hastes dos tirantes deverão ser de aço de alta resistência, com tensão de escoamento maior ou igual a 835 MPa, ou outro valor desde que aprovado o seu desempenho, diâmetro de 32 mm e comprimentos variáveis de 10,0 m a 12,0 m.

A CONTRATADA deverá submeter, previamente, os fabricantes dos tirantes à qualificação.

As roscas das extremidades das hastes deverão ser usinadas. Os acessórios deverão ser padronizados pelo fabricante dos tirantes.

Os furos deverão ser realizados com equipamento rotopercussivo, a não ser onde especificamente definido em contrário. Os furos deverão ser cuidadosamente lavados e limpos.

As placas deverão ser ajustadas, de maneira que o eixo do tirante fique o mais perpendicular possível ao plano da base das placas.

As roscas deverão estar isentas de ferrugem e de outros materiais indesejáveis. Antes da colocação, as roscas deverão ser untadas com lubrificantes à base de bissulfeto de molibdênio.

Após a montagem, será executado o aperto da porca com o torquímetro até que seja alcançada a tensão exigida. No decorrer da obra, periodicamente e em locais determinados, os tirantes deverão ser controlados com torquímetro, a fim de verificar se a tensão no tirante sofreu um decréscimo significativo. Caso ocorra redução de tensão

dos tirantes, a CONTRATADA deverá aplicar os mesmos procedimentos corretivos, indicados na especificação para os tirantes.

9.6. TELAS DE AÇO SOLDADAS

9.6.1 Generalidades

As telas de aço soldadas deverão ser instaladas conforme indicado nos Desenhos de Projeto. Usualmente, tais telas deverão ser aplicadas em tratamentos de taludes de escavação em rocha sã, alterada e saprólito.

Poderá ser necessária a aplicação da tela em locais onde forem constatados problemas de instabilidade, provocados por fogos de desmonte, que poderão comprometer a segurança dos trabalhos.

As telas de aço soldadas deverão atender a especificação da NBR 7481 e ser confeccionadas em aço de categoria CA 50 ou CA 60, conforme indicado nos Desenhos de Projeto.

9.6.2 Fornecimento e Ensaios

Os ensaios de recebimento e os critérios de aceitação ou rejeição serão aqueles estabelecidos na NBR 748l da ABNT.

9.6.3 Transporte, Manuseio e Estocagem

As telas de aço soldadas deverão resistir aos impactos provocados pelo transporte e manuseios normais. O número de quebras de juntas soldadas não deverá exceder a 1% do número total de juntas soldadas por painel.

No caso de rolos, esse número de quebras permissível não deverá exceder a 1% do número total de juntas soldadas em cada 15,0 m² de tela, desde que 50% ou mais do número máximo permitido de juntas soldadas quebradas não sejam localizadas em um único fio.

As telas deverão ser estocadas afastadas do solo e em grupos separados, a fim de permitir e facilitar a sua inspeção, quando necessária.

9.6.4 Colocação e Fixação

As telas de aço soldadas deverão ser colocadas nos locais indicados nos Desenhos de Projeto, devendo estar isentas de sujeira, ferrugem, óleo, graxa ou qualquer material que possa prejudicar a aderência.

Todas as telas deverão ser mantidas na posição definitiva, mediante o emprego de suportes, espaçadores de concreto, tirantes ou grampos metálicos.

9.6.5 Espaçamento, Cobrimento e Emenda

Os espaçamentos dos fios deverão obedecer ao indicado nos Desenhos de Projeto e atender a tolerância no espaçamento de 6 mm, desde que a seção total da armadura, por metro, seja mantida.

O cobrimento mínimo das telas deverá ser de 2 cm, com tolerância de 0,5 cm, quando utilizadas em tratamentos com concreto projetado. Caso sejam utilizadas em estruturas de concreto armado usuais, os cobrimentos mínimos serão aqueles indicados nas especificações de concreto armado.

As emendas serão feitas apenas por superposição das telas, com comprimentos de traspasse que atendam as recomendações apresentadas pelo CEB-FIP/Código Modelo para Estruturas de Concreto/1990.

Para as emendas das telas aplicadas nos tratamentos com concreto projetado, o traspasse mínimo deverá ser de 15 cm, ou como indicado nos Desenhos de Projeto.

9.6.6 Dimensões

As dimensões (largura e comprimento) e a malha das telas, fornecidas em rolos ou painéis, serão aquelas indicadas nos Desenhos de Projeto.

Serão utilizadas, de preferência, telas com largura normal de fabricação igual a 2,45 m e comprimentos usuais para painéis ou rolos, conforme item 4.2 da NBR 7841 da ABNT.

10. INSTALAÇÃO DE PARTES EMBUTIDAS

O trabalho abrangido por esta Seção consiste nos requisitos a serem obedecidos para o fornecimento de toda mão-de-obra, ferramentas, equipamentos, materiais e transporte necessários para a instalação de materiais e peças diversas: a serem embutidas, incluindo parafusos de ancoragem e chapas de solda, furação das partes embutidas dos equipamentos elétricos e mecânicos principais, parafusos de ancoragem para equipamentos elétricos e mecânicos auxiliares, partes metálicas diversas, suportes metálicos para montagem e fixação das tubulações, eletrodutos rígidos de aço galvanizado e fabricados em PEAD, parafusos de expansão, caixas de ligações elétricas e aterramento elétrico. Os Desenhos indicarão os locais e detalhes da instalação de todos os materiais e peças.

Os materiais e peças a serem instalados de um modo geral, de conformidade com esta Seção, ou serão embutidos no concreto de primeiro estágio, ou sua instalação será necessária simultaneamente com a execução das obras civis. Partes embutidas no concreto de segundo estágio e as instalações expostas deverão ser executadas pelo Montador Principal.

Além do fornecimento e aplicação dos diversos materiais de montagem, consideram-se incluídos andaimes, acessos, escadas, dispositivos de segurança, estopa, compostos de vedação, lubrificantes de rosca, tintas, tintas recuperadoras de galvanização, composto antiaderente, camadas elásticas, material para solda, tirantes, calços, suportes, tampões e prendedores para fixação dos materiais e peças durante a concretagem e materiais similares necessários para a instalação e proteção dos itens diversos.

10.1. QUALIDADE DE EXECUÇÃO

A qualidade de execução deverá estar em acordo com as normas brasileiras aplicáveis e os requisitos detalhados constantes destas Especificações e dos Desenhos. A instalação deverá ser executada por pessoal habilitado, treinado e especializado nos serviços a serem efetuados. Todos os serviços de instalação deverão ser executados de acordo com a boa prática de construção, empregando-se equipamentos, ferramentas e materiais adequados para os fins propostos.

10.2. SOLDAGEM ELÉTRICA

10.2.1 Processos e Qualificação de Soldagem

De uma forma geral, todos os processos de soldagem deverão ser preparados e qualificados com base nas normas aplicáveis do código ASME. Os soldadores e operadores de soldagem também deverão ser qualificados segundo os requisitos estabelecidos por intermédio dessas mesmas normas técnicas.

10.2.2 Preparação e Execução de Soldagens

As peças a serem soldadas deverão ser cortadas nas dimensões exatas. As bordas das peças deverão ser cortadas e usinadas de modo adequado ao tipo de soldagem exigido. As superfícies cortadas deverão evidenciar material perfeito, sem defeitos superficiais. As superfícies a serem soldadas deverão estar isentas de oxidação, graxa ou outra matéria estranha.

Todas as soldas deverão evidenciar boa fusão com o metal base, exercendo-se cuidado especial ao alinhamento e espaçamento das bordas de partes unidas por solda de topo, de modo a assegurar penetração total e boa fusão na raiz do cordão de solda. Toda porosidade, trincas e outros defeitos deverão ser reparados, desbastando-se até ser encontrado metal são, ressoldando em seguida a peça.

10.3. CHAPAS DE SOLDA, ANCORAGENS, ARMAÇÕES E PEÇAS METÁLICAS DIVERSAS

A CONTRATADA deverá instalar todas as peças fixas embutidas em primeiro estágio, tais como chapas de solda para fixação das guias das comportas, caminhos de rolamento de pórticos e pontes rolantes, bases de equipamentos, parafusos de ancoragem, cantoneiras, caixas e armações de aço embutidas, blindagem do pilar do tubo de sucção, olhais para fixação de tirantes, luvas para corrimãos e guarda-corpos, dutos de ventilação embutidos, testeiras para degraus e demais peças metálicas para fins específicos.

10.3.1 Instalação

Todas as peças metálicas deverão ser montadas cuidadosamente. As peças deverão ser criteriosamente numeradas e as partes componentes estar vinculadas entre si, por meio de solda, parafusos ou rebites. Todas as estruturas deverão ser providas de suportes apropriados para manter o alinhamento. Os componentes não deverão ser expostos a tensões excessivas durante o processo de montagem, não devendo ser utilizados equipamento ou ferramenta que venham a danificar ou deformar as peças.

Os parafusos de ancoragem, chapas de solda e luvas deverão ser cuidadosamente posicionados, para permitir uma fixação adequada das peças não embutidas. As partes embutidas deverão ser corretamente posicionadas e rigidamente fixadas durante a concretagem, para impedir que o impacto do concreto possa causar deformação ou deslocamento. A CONTRATADA deverá fornecer todos os eletrodos necessários para as soldas no campo e todas as ancoragens, andaimes e escadas, suportes provisórios, tirantes, calços, grampos, parafusos para montagem e outros materiais diversos, necessários para fixar as peças metálicas nas posições e mantê-las em adequado alinhamento durante a concretagem ou injeções de cimento.

10.3.2 Tolerâncias

As chapas de solda deverão ser suportadas nas formas, de maneira que fiquem rentes à superfície de concreto. Independente desta fixação deverão ainda ser fixadas no concreto anterior, por intermédio de gabaritos rígidos, ou meios similares, a fim de evitar

que sejam desalinhadas em função dos eventuais movimentos das formas. As placas deverão ser instaladas em conformidade com as tolerâncias de posição estabelecidas nos Desenhos de Construção.

10.3.3 Pintura

Imediatamente após a remoção das formas, todas as superfícies metálicas não-galvanizadas e permanentemente expostas deverão sofrer tratamento de superfície e proteção conforme requisitos da norma NBR 11389.

10.4. TUBULAÇÃO METÁLICA EMBUTIDA

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar toda a tubulação embutida no concreto de primeiro estágio para os sistemas de esgotamento, drenagem, água, esgoto e ventilação sanitária; para os medidores de nível d'água de montante e de jusante; luvas de passagem para tubulações; e outras tubulações diversas, como indicado nos Desenhos.

A qualidade de execução deverá adaptar-se às normas brasileiras aplicáveis e às exigências aqui especificadas. A tubulação deverá ser cortada corretamente no local, nas dimensões estabelecidas, montada e fixada de maneira rígida e sem tensões, para posterior concretagem sem deslocamentos ou rompimentos. No preparo dos tubos, deverão ser empregados métodos de otimização, a fim de minimizar as perdas por sobra de trechos inaproveitáveis.

Toda a tubulação embutida deverá ser instalada respeitando-se o alinhamento e declividade indicados nos Desenhos. As tubulações e conexões deverão ser mantidas a uma distância suficiente de outras peças embutidas e faces externas, para permitir uma cobertura de concreto não inferior a 50 mm. Medidas apropriadas, incluindo revestimento de tubulação, deverão ser adotadas nas juntas de contração do concreto, conforme mostrado nos Desenhos. Deverão ser observadas as especificações que prevêem junções entre tubulação embutida e exposta, conforme mostrado nos Desenhos.

Na medida em que forem sendo instaladas, as tubulações deverão ser submetidas a testes hidrostáticos e outros ensaios não destrutivos pertinentes, conforme requisitos estabelecidos nos Desenhos e nesta ET. Os testes hidrostáticos deverão ser efetuados antes de cada etapa de lançamento do concreto, subdividindo-se as linhas de tubulação na medida do necessário.

10.4.1 Materiais

As tubulações e acessórios para utilização nos diversos sistemas serão, em linhas gerais, os seguintes:

- tubulação de ferro fundido com flange ou ponta e bolsa, com conexões de ferro fundido;
- tubulação de aço inoxidável, com conexões soldadas ou por encaixe com interferência por cravamento;
- tubulação de aço preto, com conexões soldadas ou com flange;
- tubulação de aço galvanizado, com conexões rosqueadas de ferro maleável.

10.4.2 Tubulação de Ferro Fundido

As pontas da tubulação de ferro fundido, tipo ponta e bolsa ou tipo esgoto e de suas conexões, deverão ser concentricamente colocadas nas bolsas, garantindo total estanqueidade nas juntas. Em particular, deverão ser tomados cuidados especiais quanto ao preparo dos tubos e à montagem com os anéis de borracha das juntas

elásticas, a fim de evitar danos às mesmas, causados por rebarbas devidas ao corte do tubo.

Deve ser evitada a utilização de maçarico para o corte de peças em regiões próximas às juntas elásticas.

As uniões flangeadas das tubulações de ferro fundido deverão ser conectadas corretamente, com juntas apropriadas e os parafusos apertados adequadamente, conforme os materiais empregados e de maneira a garantir total vedação.

Serão instalados ralos e conexões para inspeção da tubulação, cujo acabamento será efetuado por ocasião da execução final dos pisos. Deverão ser montados em "block-outs" previstos no concreto primário, sobre luvas ou extremidades em bolsa apropriadas e envoltos pela argamassa do piso, de maneira que fiquem rentes à superfície acabada, ou em canaletas e que permitam total escoamento através da superfície acabada. As conexões para inspeções das tubulações deverão consistir de derivações das tubulações até um ponto acessível, como indicado nos Desenhos.

10.4.3 Tubulação de Aço

Fazem parte das instalações o corte, conexão, preparação das extremidades, solda de flanges à tubulação e soldagem da tubulação.

As uniões flangeadas deverão ser conectadas corretamente, com juntas apropriadas e os parafusos apertados adequadamente, conforme os materiais empregados e de maneira a garantir total vedação. As juntas soldadas deverão ser fabricadas de conformidade com as seções aplicáveis das normas ANSI. As interseções e mudanças de direção deverão ser feitas com o emprego de conexões soldadas, a menos que juntas em ângulo estejam especificamente indicadas nos Desenhos.

As uniões por encaixe com interferência por cravamento deverão ser efetuadas em conformidade com os requisitos estabelecidos pelas normas aplicáveis e correspondentes instruções do Fabricante.

Toda tubulação a ser rosqueada deverá ser cortada da maneira mais vantajosa e prática e instalada de acordo com a boa técnica usual para esse serviço. Depois de cortada e antes de serem executadas as roscas, toda a tubulação deverá ser escareada para remoção das rebarbas. Os fios de rosca deverão ser inteiramente cortados, não apresentando trincas de ruptura ou rebarbas. No máximo 3 filetes de rosca da tubulação deverão ficar expostos, após a instalação das conexões. As uniões rosqueadas serão feitas metal contra metal, com lubrificante de rosca, não devendo ser utilizado vedante para eliminar ou evitar vazamentos.

10.4.4 Luvas para Passagem de Tubulação através de Paredes, Pisos e Vigas

As luvas para passagem de tubulação, através de paredes, deverão ser colocadas rentes a ambos os lados da parede. As luvas através de pisos deverão ser colocadas de modo que sua parte inferior fique rente ao lado inferior do teto e deverão se projetar acima da superfície acabada do lado superior, como especificado nos Desenhos.

10.4.5 Declividade da Tubulação

Toda tubulação projetada em um plano horizontal, de ventilação de esgotos sanitários e de drenagem, deverá ser instalada com a declividade indicada nos Desenhos, porém, em nenhum caso, com menos de 10 mm/m.

10.4.6 Coordenação com outros Trabalhos

Todos os serviços de instalação de tubulação deverão ser coordenados com outros trabalhos, evitando-se a interferência entre as tubulações, dutos e equipamentos e adaptações estruturais ou arquitetônicas. Cortes ou aberturas nas partes construídas não previstas no projeto executivo só poderão ser feitos com anuência da Projetista e serão efetuados de maneira a não enfraquecer as partes estruturais da edificação.

10.4.7 Proteção da Tubulação

As peças metálicas, tubulações e conexões a serem embutidas no concreto deverão ser mantidas firmemente em suas posições e protegidas contra danos, principalmente enquanto o concreto estiver sendo lançado. Todas as tubulações e conexões devem estar limpas e assim mantidas durante o andamento da obra. Se alguma tubulação estiver parcial ou totalmente obstruída antes da conclusão da obra, esta deverá ser desobstruída ou substituída.

Para impedir a obstrução de drenos e tubulações embutidas, durante os trabalhos de construção, as extremidades abertas da tubulação deverão ser fechadas com tampões de ferro fundido ou similares.

No caso dos drenos, os tampões serão substituídos por ralos provisórios.

10.4.8 Testes de Tubulação e Reparos

Deverão ser realizados testes de pressão, para verificar a estanqueidade na tubulação, antes da concretagem. Estes ensaios deverão ser realizados com base nos requisitos aplicáveis das normas NBR 9650, para tubulação de ferro fundido e ANSI, para as demais tubulações, respectivamente, mediante consulta poderão ser aceitos valores de pressão de teste e respectivos tempos de permanência inferiores aos previstos na norma, porém nunca inferiores à pressão máxima de trabalho e a um tempo de permanência de uma hora. Caso os testes indiquem vazamentos ou qualquer defeito deverão ser efetuados os reparos necessários ou substituição. Todos os reparos nas tubulações defeituosas ou danificadas deverão ser feitos com material novo.

Após cada concretagem, deverão ser realizados testes para verificar a existência de eventuais obstruções, que, caso constatadas, deverão ser removidas.

10.4.9 Verificações das Tubulações

Ao final da obra ou durante a construção deverão ser testadas todas as tubulações embutidas, a fim de verificar o seu perfeito funcionamento. Qualquer obstrução detectada deverá ser eliminada.

10.5. ELETRODUTOS E CAIXAS EMBUTIDAS

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todos os eletrodutos, caixas e conexões embutidas, nos locais mostrados nos Desenhos.

Deverão ser executadas canaletas externas com tampas de concreto no pátio da subestação interligadas a casa de relés da subestação. Estas canaletas serão dotadas de suportes metálicos para cabos e derivações com eletrodutos para os diversos equipamentos instalados no pátio da subestação.

Deverão também ser executadas canaletas externas com tampas de concreto, linhas de eletrodutos com envoltório de concreto (bancos de dutos) e caixas de passagem de eletrodutos localizadas no pátio da casa de força, na barragem, na tomada d'água, na subestação e entre estas estruturas.

Todos os equipamentos e os materiais de consumo como lubrificante, estopa, tinta a base de zinco para retoque de galvanização, composto vedante a base de grafite e zinco e outros necessários para execução das instalações farão parte deste fornecimento.

10.5.1 Material

Serão empregados eletrodutos rígidos de aço galvanizado ou fabricados em PEAD, caixas metálicas e seus acessórios como mostrado nos Desenhos.

Os eletrodutos de aço galvanizados a quente serão rígidos, com costura removida, com diâmetros nominais 20 a 100 mm, classe pesada, fabricado conforme NBR-5598 (com rosca paralela BSP), com superfície interna lisa e ambas extremidades com rosca e com cantos internos chanfrados. Acessórios como: curvas, luvas, buchas, arruelas, bujões, tampões, caixas metálicas de passagem, cabo-guia, etiqueta de identificação estão todos incluídos no fornecimento.

10.5.2 Instalação

A instalação de todos os eletrodutos, caixas, conexões e acessórios deverá atender às exigências da ABNT, onde forem aplicáveis e, por extensão, outras normas específicas como ANSI, NEMA, NEC, DIN, ASTM e similares. Durante a instalação, deverão ser tomadas as devidas precauções para proteger os eletrodutos contra danos e suas extremidades deverão ser tamponadas com buchas plásticas. Depois de completada a instalação, onde necessário, os eletrodutos que terminarem por meio de luvas deverão ser tamponados em cada extremidade, com um bujão de aço galvanizado e os não terminados com luvas deverão ser tamponados com buchas plásticas. As tampas deverão ser mantidas, exceto durante a inspeção e teste, até que os condutores sejam instalados pelo Montador Principal.

Terminada a concretagem de um lance e depois de removidas as formas, todos os eletrodutos deverão, em toda a sua extensão, ser limpos com uso de ar comprimido isento de umidade e vapor de óleo e pela passagem de passador com diâmetro 6 mm menor que o diâmetro interno do eletroduto, secos, desobstruídos de detritos e imediatamente tamponados.

Cada trecho do eletroduto metálico, entre caixas ou equipamentos, deverá ter continuidade elétrica. As roscas deverão ser paralelas BSP e atender aos detalhes mostrados nos Desenhos. Os cortes dos eletrodutos deverão ser perpendiculares ao seu eixo, às extremidades escareadas para remover rebarbas e cantos-vivos e às roscas feitas com cossinetes adequados. Roscas com ajuste folgado não deverão ser usadas. Os eletrodutos deverão ser fixados nas caixas com uma contraporca em cada lado da parede da caixa e com uma bucha, com ou sem aterramento, na extremidade.

Nas emendas com luvas, os eletrodutos deverão ser rosqueados, de modo que suas extremidades se toquem no centro das luvas. A rosca deverá ser coberta com uma demão de tinta recuperadora de galvanização, para assegurar a estanqueidade da junta e a continuidade elétrica. O comprimento das roscas expostas, depois de o eletroduto ter sido completamente rosqueado dentro da luva ou conexão, não deverá exceder ao indicado nos Desenhos. O comprimento das roscas expostas deverá ser aproximadamente igual em cada lado da luva.

Os eletrodutos deverão ser rigidamente escorados e fixados, para evitar movimentação e para manter a posição exata durante a colocação do concreto, como indicado nos Desenhos. Se necessário, deverão ser instalados, para esse fim, suportes adequados. Caso não seja definido nos Desenhos, o recobrimento dos eletrodutos deverá ser, no mínimo, de 75 mm e a distância entre eletrodutos deverá ser, no mínimo, de 50 mm, exceto onde os mesmos entrarem nas caixas de passagem.

Onde os eletrodutos atravessarem as juntas de contração, os mesmos deverão ser instalados perpendicularmente ao plano da junta e com as conexões de expansão previstas, as quais permitam pequenos movimentos transversais e longitudinais.

Os eletrodutos que terminarem sob painéis e quadros de controle, ou em bases de equipamentos, deverão ser fixados por gabarito e terminar 50 mm acima da superfície de acabamento do concreto, ou como indicado nos Desenhos, com acoplamentos apropriados e tamponados, com esmero, como especificado anteriormente, para evitar danos às roscas.

É proibida a soldagem dos eletrodutos ou conexões, devendo ser usadas conexões rosqueadas apropriadas. Os eletrodutos não deverão ser soldados às armaduras de aço para concreto ou aos elementos estruturais.

Os eletrodutos deverão ser ligados à malha de aterramento como mostrado nos Desenhos.

Quando necessário, os eletrodutos deverão ser curvados na obra, em curvas longas. Todas as curvas feitas na obra deverão ser executadas com máquina de curvar, ou outro dispositivo apropriado, que não modifique a seção transversal do eletroduto, não reduza o seu diâmetro interno, ou danifique o revestimento protetor. A curva deverá estar isenta de pregas, saliências ou superfícies achatadas. Não deverá ser aplicado aquecimento para execução da curvatura. Tanto quanto praticável, o eletroduto será fornecido com curvas pré-moldadas.

Nos lances horizontais, os eletrodutos terão a declividade necessária, para evitar o acúmulo de água proveniente de condensação ou infiltração.

Conforme o caso, deverá ser instalado dentro do eletroduto, um guia em arame de aço galvanizado com bitola mínima de 12 BWG.

As caixas metálicas para instalações elétricas, arruelas, buchas, tampas e seus pertences, embutidas no concreto, parte integrante do fornecimento, deverão ser firmemente fixadas às formas, para que não se movimentem durante a concretagem. O método de fixação deverá ser tal que facilite a remoção das formas. Deverão estar firmemente chumbadas no concreto para que durante e após a remoção das formas estejam permanente e fortemente fixadas e completamente embutidas na posição. Deverão estar completas antes do início da concretagem, com todos os eletrodutos fixados e todas as ligações externas de terra necessárias devidamente ajustadas em suas posições. Todas as aberturas, através das quais possa vazar concreto, deverão ser calafetadas cuidadosamente. A própria caixa deverá ser convenientemente protegida contra seu possível enchimento com concreto. As caixas deverão ser instaladas de modo a estar no nível, no prumo e alinhadas, de maneira a apresentar um bom acabamento. As soldas, furos no aço, danos na galvanização do aço e aço não galvanizado, deverão ser limpos com escova de aço, ou de outro modo e retocados com tinta à base de zinco, aplicada de acordo com as instruções do Fabricante.

Todas as caixas deverão estar isentas de concreto, argamassa e outras matérias estranhas. As bordas frontais das caixas não deverão se projetar além da parede acabada, nem serem colocadas a mais do que 5 mm dentro da parede acabada, a menos que indicado de outro modo nos Desenhos. A localização das caixas de passagem deverá ser como mostrado nos Desenhos e não deverão se deslocar mais do que 10 mm do local indicado, em qualquer direção.

10.5.3 Inspeção e Testes

Deverão ser efetuados testes e inspeções, em todos os eletrodutos embutidos, para determinar se estão sendo adequadamente instalados. Para estes testes são

necessários além de mão-de-obra, equipamentos, ferramentas e as tubulações de ar comprimido.

Estas inspeções deverão verificar, no mínimo, a condição de desobstrução, limpeza, ausência de umidade interna nos eletrodutos e sua continuidade elétrica, entre caixas de passagens ou terminais.

Depois de constatada a boa condição dos eletrodutos instalados, deverá ser verificado o cabo-guia, a correta identificação do eletroduto e o correto tamponamento em ambas as extremidades, conforme o caso.

10.6. ATERRAMENTO

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar todas as partes do sistema de aterramento do empreendimento embutidas ou cobertas pelas estruturas de concreto ou terra indicado nos Desenhos. O fornecimento e instalação inclui toda mão-de-obra, equipamentos, todos os materiais como condutores de cobre nus e isolados, hastes de aterramento, conexões exotérmicas de terra, placas e conectores de aterramento, caixas de teste de terra, argamassa composta e todas as ferramentas, materiais e acessórios necessários para completar a instalação. A CONTRATADA fornecerá ainda todos os materiais necessários para a execução da soldagem exotérmica das conexões, inclusive as ferramentas, materiais de consumo, componentes da argamassa composta, materiais de limpeza dos moldes e cabos, luvas de adaptação ou proteção de hastes.

10.6.1 Materiais

O sistema de aterramento será construído com condutores de cobre nu têmpera meio dura, formado por fios sólidos nus dispostos helicoidalmente, conforme ABNT.

As hastes de aterramento serão de aço cobreado.

10.6.2 Instalação

O cabo de aterramento deverá estar isento de sujeira, graxa, umidade e oxidação, antes que sejam feitas as conexões. Não serão empregadas conexões soldadas com estanho ou com solda forte.

Cada cruzamento entre cabos de aterramento e dos cabos a placas de aterramento ou estruturas principais, deverá ser efetuada pelo método de soldagem exotérmica. As soldas exotérmicas deverão ser efetuadas por pessoal treinado e experimentado.

A CONTRATADA deverá fornecer e utilizar para a execução das soldas exotérmicas somente materiais, ferramentas, dispositivos e acessórios consumíveis padronizados, fabricados por empresas de reconhecida experiência no ramo. Incluem-se nestes, todos os materiais, dispositivos, materiais de limpeza, preparação e de consumo, necessários à boa qualidade de execução das soldas exotérmicas.

Deverá ser previsto sobrecomprimento nos cabos de no mínimo 1,5 m, para as subidas, ligações a todos os equipamentos permanentes e onde ocorrer uma interrupção na seqüência do trabalho, tal como entre a concretagem do primeiro e segundo estágios. Os sobrecomprimentos deverão ser enrolados e protegidos contra avarias e os avariados durante a construção, reparados, desbastando suficientemente o concreto para permitir a soldagem exotérmica de um novo sobrecomprimento e, então, proceder ao reparo do concreto.

O sobrecomprimento dos cabos que saem das estruturas, para conexões nas malhas de aterramento, deverá ser, no mínimo de 2 m e ser fixado em local visível, bem protegido e livre de entulhos.

As conexões da malha de aterramento às partes metálicas, aos trilhos do pórtico, pontes rolantes e vias de transferência de transformadores e outras partes metálicas principais, deverão ser feitas por solda exotérmica, exceto as ligações de equipamentos galvanizados, as quais deverão ser parafusadas, como indicado nos Desenhos.

As armaduras de aço do concreto armado deverão também fazer parte do sistema de aterramento e serão apresentados detalhes típicos destas instalações nos Desenhos. A malha de aterramento será conectada à armadura do concreto através de grampos “U”, em pontos adequados da malha, conforme definido nos desenhos.

Os cabos de aterramento embutidos no concreto deverão atravessar as juntas de contração e de construção, perpendicularmente às mesmas e ser instalados e protegidos por bolsões ou outros meios, de tal maneira que a movimentação não os danifique, além de estar de acordo com os detalhes mostrados nos Desenhos.

Os furos para hastes de aterramento, caso empregadas, deverão ser executados na rocha, como indicado nos Desenhos, com diâmetro de 100 mm. As hastes deverão ser cimentadas no lugar, na profundidade total dos furos, com uma argamassa composta, contendo negro de acetileno, para uma melhor condutividade. A argamassa composta deverá ser constituída, em peso, de 10 partes de cimento, 50 partes de areia e uma parte de negro de acetileno, com fator água/cimento igual a um. Antes da colocação da argamassa composta, a partir do fundo dos furos, estes deverão ser lavados até que a água se torne límpida e, então, esgotados. O número de furos e sua profundidade estarão sujeitos a alterações, como determinado pelos ensaios de resistência.

As placas de aterramento deverão ser fornecidas/instaladas rentes ao concreto acabado e mantendo perfeita ortogonalidade com os eixos de referência, conforme os Desenhos. Os furos das placas deverão ser cobertos com graxa de forma a impedir a aderência de concreto. Caso os condutores de aterramento bem como os materiais das malhas sejam instalados sobre a superfície de rocha deverão ser e cobertos com uma capa protetora de argamassa composta, como mostrado nos Desenhos.

Os cabos que irão compor a malha de aterramento da subestação deverão ser enterrados a aproximadamente 0,50 m de profundidade, conforme definido nos Desenhos.

11. ACABAMENTOS ARQUITETÔNICOS

11.1. OBJETO

Esta seção trata dos acabamentos gerais previstos na área da Barragem dos Imigrantes.

11.2. ALVENARIA

As alvenarias de tijolos deverão satisfazer as Normas e Especificações da ABNT e deverão ser executadas com tijolos cerâmicos ou blocos de concreto, de boa qualidade, com largura mínima de 10 cm, sendo expressamente proibido o uso de peças quebradas. Os tijolos cerâmicos deverão ser molhados antes de sua colocação. Os blocos de concreto devem estar secos para o assentamento e as duas primeiras fiadas devem ser assentadas com argamassa com impermeabilizante.

As alvenarias deverão ser rebocadas e pintadas na cor especificada.

As fiadas deverão ser perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. O posicionamento dos tijolos deverá ser cuidadoso, devendo apresentar aspecto uniforme na confecção das juntas.

As juntas deverão ter espessura de 12 mm, sendo tolerada a espessura máxima de 15 mm. As juntas deverão ser rebaixadas a ponta de colher, antes do endurecimento da argamassa de assentamento, para que o chapisco e o reboco tenham melhor aderência. As juntas verticais deverão ser bem aprumadas e desencontradas, a fim de se obter boa amarração.

Em todo o assentamento de alvenaria de tijolos deverá ser colocada primeiro a argamassa e sobre esta o tijolo sendo permitido o emprego simultâneo de tijolo e argamassa nas juntas verticais. Nestas, deverá ser colocada boa quantidade de argamassa, de modo que esta penetre parcialmente nos furos dos tijolos, quando for o caso, garantindo maior estabilidade às paredes.

A argamassa de assentamento deverá ser constituída de cimento, cal e areia, traço 1:2:8. O assentamento das três primeiras fiadas de tijolos de todas as paredes de alvenaria deverá ser executado com argamassa enriquecida com 2 kg de impermeabilizante Vedacit, para cada 50 kg de cimento, dissolvido na água de amassamento da argamassa.

Sobre as portas e janelas deverão ser executadas vergas de concreto, com largura igual a da parede e 15 cm de altura, com 2 ferros de 6,3 mm na face inferior. O comprimento destas vergas deverá ser igual ao vão da porta ou janela mais 25 cm de cada lado.

As alvenarias de tijolos levantadas junto a paramentos de concreto deverão ter suas amarrações aos ferros ali deixados durante a concretagem ou aos ferros chumbados àquela estrutura.

O enchimento entre as paredes de alvenaria de tijolos e vigas ou lajes superiores de concreto deverá ser executado somente depois de decorridos 8 dias da conclusão do pano de parede. Este enchimento deverá ser executado com tijolos maciços dispostos obliquamente, assentados com argamassa e fortemente encunhados.

11.3. IMPERMEABILIZAÇÃO

11.3.1 Lajes de Cobertura e Calhas

A impermeabilização de calhas das coberturas, lajes de cobertura, bacias de captação de óleo dos transformadores, entre outras áreas deverá ser executada com emulsão a base de elastômero sintético e betumes emulsionados, com reforço de véu de poliéster. Sobre esta impermeabilização deverá ser aplicada adequada proteção mecânica com camada de argamassa e concreto.

A impermeabilização deverá ser aplicada sobre superfície limpa, seca e com todos os trabalhos preparatórios já concluídos. Todas as superfícies a serem impermeabilizadas deverão ser lavadas com escova de aço e se necessário, apicoadas ou lixadas mecanicamente. Cuidados especiais deverão ser tomados junto aos ralos, juntas de dilatação, arremates de paredes, etc. As juntas de dilatação deverão ser retocadas quando irregulares e preenchidas com mastique elástico quando excederem 5 mm.

Sobre a área a ser impermeabilizada será executada uma camada de regularização com argamassa de cimento e areia (granulometria de 0 a 3 mm), traço 1:3, com espessura mínima de 2 cm. Esta camada servirá para dar os caimentos necessários para o escoamento das águas pluviais. Todos os cantos deverão ser arredondados com raio mínimo de 8 cm. O acabamento deverá ser feito com desempenadeira de madeira.

A aplicação da emulsão deverá ser feita após a homogeneização do produto em quatro demãos, cruzadas, com o produto de concentração normal, podendo ser aplicado com brocha, trincha ou vassourão de pelo. A primeira demão deverá estar seca ao toque para ser aplicada uma camada de véu de poliéster. A segunda demão da emulsão será aplicada sobre o véu de poliéster com sentido de aplicação cruzada em relação a primeira demão. Estando seca ao toque, a segunda camada de véu de poliéster deverá ser aplicada. A terceira demão será aplicada sobre a segunda camada de véu de poliéster com sentido de aplicação cruzada. A quarta demão será aplicada como arremate.

Sobre a camada de impermeabilização deverá ser executada a proteção mecânica, formada por uma camada de 2 cm de argamassa de cimento e areia e uma capa de concreto com 5 cm de espessura com tela metálica do tipo Telcon Q196 ou similar, malha de 10 x 10cm ∅ 5 mm.

A capa de concreto deverá ter juntas de controle de trincas a cada 1,5 m e deverá ser dosado com fck de 12,0 MPa aos 90 dias utilizando agregado máximo de 25 mm. A superfície do concreto deverá ser desempenada com desempenadeira de madeira.

Sobre a impermeabilização, onde haverá tráfego de veículos a capa de concreto deverá obedecer às cotas indicadas nos desenhos.

11.3.2 Caixas de Água, Tanque de Esgoto e Tanques de Coleta e Separador de Óleo

A impermeabilização das caixas de água será executada com revestimento impermeabilizante semiflexivel, tipo SIKA TOP 107. Para o tanque de esgoto, tanque de coleta e tanque separador de óleo recomenda-se o uso de SIKAFLOOR 2530W.

As superfícies, tanto das paredes como dos pisos deverão estar isentas de poeira, óleo, graxa, nata de cimento ou qualquer incrustação. Eventuais falhas nas superfícies de concreto a serem impermeabilizadas deverão ser corrigidas com argamassa de cimento e areia, traço 1:3.

Havendo necessidade de ser efetuada regularização dos pisos, isto deverá ser feito também com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, reguado e desempenado com desempenadeira de madeira.

Cantos vivos, junções de laje/parede, parede/parede, deverão ser arredondados em meia cana com argamassa de cimento e areia e raio mínimo de 8 cm.

O revestimento deverá ser aplicado como pintura com 3 demãos nas paredes e 4 demãos nos pisos, em demãos cruzadas.

Após a primeira demão, deverá ser aplicado véu de poliéster com 60 cm de largura, na junção das paredes com os pisos, ficando 30 cm nas paredes e 30 cm nos pisos. Deverá ser observado um intervalo de 3 horas entre demãos e os componentes do produto deverão ser misturados até que se obtenha uma aparência homogênea. Para a aplicação do produto deverão ser seguidas as especificações e recomendações do Fabricante.

11.4. PISOS

11.4.1 Cerâmicas

Os pisos dos sanitários, vestiários e copa, serão revestidos com cerâmica de primeira qualidade e com resistência mecânica adequada (abrasão e atrito úmido) PEI-5. Não serão aceitas peças que apresentarem defeitos.

A aplicação das cerâmicas deverá obedecer às dimensões e diretrizes mostradas nos desenhos. As cerâmicas serão assentadas com argamassa pré-misturada com juntas de 2 mm. As juntas deverão ficar perfeitamente alinhadas nos dois sentidos e o rejuntamento será com rejunte apropriado e na cor que se assemelhe a cor das cerâmicas.

A superfície final dos pisos deverá ser perfeitamente plana, sem ressaltos de uma placa em relação à outra.

11.4.2 Piso Elevado

O piso elevado a ser executado na Sala de Controle será constituído de placas metálicas de 62 x 62 cm, confeccionadas com chapas superiores nº 14 e requadro nervurado soldado a ponto com chapas nº 16, tratadas e pintadas com tinta antiferruginosa e acabadas com juntas de PVC.

A estrutura de sustentação das placas será com suportes telescópicos fabricados com chapa de aço galvanizado, pedestais com chapas de aço de 10 x 10 cm e tubos de 1" parede grossa para encaixe dos suportes, permitindo ajuste para nivelamento. O contraventamento será com tubos de 1" quadrados, fixos aos suportes telescópicos com porcas e arruelas galvanizadas. A estrutura de contraventamento será aplicada no sentido transversal e longitudinal de maneira que possibilite a remoção de uma ou mais placas sem afetar as demais.

Para aterramento, o piso elevado deverá ser conectado à malha densa, com cabos de cobre, a cada 5 m², conforme detalhes mostrados nos Desenhos.

O arremate dos pisos elevados, junto às paredes será com rodapés de madeira, fixados nas paredes, devidamente lixados e envernizados.

Os furos para passagem de cabos executados nas placas deverão ser vedados com adesivo condutivo "RTV Conductive Silicone Adhesive", após a instalação dos cabos. A aplicação do adesivo deverá seguir as instruções e recomendações do fabricante.

As cargas a serem suportadas são de 16,5KN/m² para carga distribuída e 5,5KN para carga concentrada.

Deverá ser fornecido um puxador de sucção para a remoção de placas.

11.4.3 Piso Vinílico Condutivo ou Dissipativo

O piso vinílico condutivo será o TRAFFIC ELS, cor CS 728 da Fademac, módulo 0,60 x 0,60 m.

A aplicação do piso vinílico condutivo sobre o piso elevado deverá ser com adesivo condutivo e executado com mão de obra especializada. Deverão ser observadas as especificações e recomendações do fabricante. Deverão também ser observadas todas as características do piso indicadas nos desenhos.

11.4.4 Contrapiso

As lajes onde serão executados os contrapisos deverão estar ásperas e livres de impregnações, tais como óleos, graxas, grânulos, etc. As lajes que se apresentarem lisas deverão ser apicoadas.

Antes do lançamento da argamassa de contrapiso, as lajes deverão ser abundantemente molhadas e chapiscadas com argamassa de cimento e areia, traço 1:2, com fator água/cimento alto. A espessura do chapisco não deverá ser superior a 2 mm.

A argamassa de contrapiso deverá ser lançada logo após a aplicação do chapisco. Caso a espessura do contrapiso resulte superior a 3 cm, poderá ser incorporado pedrisco (areia artificial com diâmetro menor que 0,5 polegadas) à argamassa adotando-se traço 1:1,5:1,5 (cimento, areia grossa, pedrisco).

A argamassa de contrapiso deverá ser bem compactada e desempenada, devendo sua cota final ser tal que o piso acabado, a ser sobreposto, alcance as cotas e declividades indicadas nos desenhos.

Os contrapisos deverão ser cuidadosamente curados, sob permanente umidade, por um período nunca inferior a 7 dias.

Onde houver malha densa, os serviços preparatórios deverão ser executados antes da aplicação das telas metálicas. O contrapiso deverá ter juntas de controle de trincas a cada 1,20 m e deverá ficar perfeitamente reguado, nivelado e desempenado com desempenadeira de madeira.

11.4.5 Malha Densa

A malha densa será executada com telas metálicas soldadas, com espaçamento entre os fios de 5 cm x 5 cm com diâmetro dos fios de 3 mm. Estas telas deverão ser adquiridas sob encomenda por não constarem das tabelas de telas padrão.

Nas emendas das telas o traspasse deverá ser no mínimo de duas malhas e ponteadas com solda. Nas juntas de contração, para continuidade da malha, haverá uma chapa galvanizada, conforme detalhe nos desenhos. As telas deverão estar isentas de sujeiras, ferrugem, óleo, graxa ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência.

As telas metálicas serão aplicadas sob o contrapiso da Sala de Controle e deverão ser fixadas nas lajes de concreto e conectadas à malha de aterramento.

Todos os materiais para aterramento, como cabos, cordoalhas, conectores, etc., deverão obedecer aos detalhes dos desenhos.

11.5. PISO DE ARGAMASSA DE ALTA RESISTÊNCIA

Os pisos de argamassa de alta resistência poderão ser aplicados na casa de força (pisos da turbina e geradores), área de serviço e bloco lateral esquerdo, galerias elétricas, galeria mecânica, ou conforme indicado nos Desenhos de Projeto.

A argamassa de piso de alta resistência deverá apresentar a seguinte composição:

- 554 kgf de cimento pozolânico;
- 554 kgf de areia natural;
- 1 108 kgf de areia artificial;
- 216 litros de água; e
- 144 mm de abatimento (flow table).

O transporte da argamassa desde a central de concreto até os locais de aplicação deverá ser feito por meios apropriados e tão rapidamente quanto possível.

A resistência da argamassa não deverá ser inferior a 30 MPa (28 dias) e sua espessura não poderá ser inferior a 15 mm.

Os agregados, cimento e água deverão atender aos requisitos dispostos na Seção “Concreto Convencional”.

As superfícies de concreto que receberão o piso de alta resistência poderão ser preparadas com martelos pneumáticos adaptados a "rock-bits", equipamento para corte de concreto com água a alta pressão (water blaster) ou qualquer outro tipo de equipamento que permita a escarificação ou apicoamento do concreto.

Após terminado o processo de escarificação e total limpeza, por lavagem, do concreto,deverão ser assentadas juntas plásticas de dilatação, dispostas de tal modo que formem placas de 2,0 x 2,0 m. Estas juntas deverão ter 27 mm de altura e 3 mm de espessura. É recomendável que as juntas sejam dispostas em uma direção com o total comprimento de fabricação (sem emendas), enquanto que na outra direção se apresentem com o comprimento igual ao da dimensão da placa.

As juntas plásticas deverão ser fixadas com a aplicação de argamassa de cimento e areia, traço 1:2. A argamassa de fixação deverá ser aplicada em toda extensão da junta. Coloca-se primeiro a argamassa de fixação para posterior imersão da junta plástica. Após a cura, a argamassa de fixação deverá, também, ser escarificada.

A aplicação da argamassa de piso de alta resistência deverá ser feita sobre a superfície de concreto escarificada e saturada de água sem excesso superficial (estado de superfície saturada seca). O adensamento da argamassa deverá ser feito com soquete metálico de espessura mínima 25 mm.

O acabamento final deverá ser feito com sarrafo de alumínio e desempenadeira de madeira.

A cura deverá ser cuidadosamente conduzida até o quarto dia, quando deverá começar o processo de polimento.

11.6. REVESTIMENTOS

11.6.1 Reboco

Todas as superfícies das paredes de alvenaria deverão ser rebocadas. As superfícies deverão estar limpas e abundantemente molhadas para serem inicialmente chapiscadas com argamassa de cimento e areia grossa, traço 1:3.

Após a completa pega do chapisco e depois de embutidas todas as tubulações previstas deverá ser executado o reboco com argamassa de cimento, cal e areia fina traço 1:2:7 ou outro traço aprovado. As superfícies deverão estar limpas e suficientemente molhadas para a aplicação do reboco que deverá ser aplainado e desempenado, devendo apresentar aspecto uniforme e com paramentos perfeitamente planos. Não será tolerada qualquer ondulação ou desigualdade de alinhamento da superfície rebocada.

11.6.2 Azulejos

Os azulejos serão brancos com 15 x 15 cm, de primeira qualidade e deverão ser bem cozidos, duros, maciços, resistentes e impermeáveis com espessura e cor uniformes. As faces visíveis devem ser perfeitamente planas com arestas vivas, sem fendas, manchas ou falhas. Não serão aceitas peças que apresentarem defeitos.

Os azulejos que necessitarem de cortes para passagem de tubulações, torneiras ou outros elementos não deverão apresentar rachaduras nem emendas. As bordas dos cortes deverão ser esmerilhadas e lixadas de forma a se apresentarem lisas e sem irregularidades.

Os azulejos deverão ser assentados com argamassa de assentamento e as juntas, tanto verticais como horizontais, deverão ser perfeitamente aprumadas e alinhadas. As juntas

terão 1 mm de espessura e o rejuntamento será feito com rejunte pré-misturado na cor branca.

11.7. PINTURA

As superfícies a serem pintadas deverão estar secas, sem manchas de umidade, limpas e retocadas. Manchas de óleo ou graxa deverão ser removidas com detergente apropriado.

Deverão ser aplicadas tintas já preparadas em fábrica e entregues na obra em embalagem original. Deverão ser evitados escorrimentos ou salpicos de tinta em superfícies de vidros, painéis elétricos, interruptores, dobradiças, pisos, portas, janelas, aparelhos sanitários, etc. Os salpicos que não puderem ser evitados deverão ser imediatamente removidos com emprego de removedor adequado.

As superfícies pintadas deverão apresentar depois de prontas, textura, tonalidade e brilho uniformes.

11.7.1 Massa Corrida

As superfícies das paredes de alvenaria que serão pintadas deverão receber tratamento com massa corrida. A aplicação da massa corrida deverá ser feita com espátula ou desempenadeira de aço em camadas finas e em número suficiente para se obter um perfeito nivelamento. Deverá ser feito lixamento entre a aplicação de duas camadas consecutivas. O intervalo de aplicação entre duas camadas não deverá ser inferior a 2 horas.

Vinte e quatro horas após a aplicação da última camada de massa corrida deverá ser feito o lixamento final com lixa fina. A superfície deverá ser limpa, removendo-se totalmente os materiais pulverulentos, antes da aplicação de tinta.

11.7.2 Látex Acrílico

Onde indicado nos Desenhos, as paredes ou tetos deverão ser pintados com látex acrílico e com propriedades antimofo. Deverão ser aplicadas pelo menos 3 demãos. Cada demão só poderá ser aplicada após a precedente estar perfeitamente seca. Um intervalo mínimo de 3 horas entre duas demãos sucessivas deverá ser observado. Deverão ser aplicadas tantas demãos quantas forem necessárias.

11.7.3 Epóxi

Nas Salas de Baterias, os pisos e paredes serão pintados com tinta a base de epóxi das Tintas Sumaré ou similar.

No piso aplicar uma demão de “Sumadur Sher-Tile Clear BR” como primer e duas demãos de “Sumadur Phenicon Acabamento BR Cinza” como acabamento.

Nas paredes e tetos serão aplicados uma demão de “Sumadur Sher-Tile Clear BR” como primer e duas demãos de “Sumadur Sher-Tle HS Acabamento BR Branco” como acabamento.

11.7.4 Verniz Acrílico Incolor

Onde indicado no desenho, as paredes ou tetos deverão ser pintados com verniz acrílico incolor tipo Metalatex Eco Resina Impermeabilizante da Sherwin Williams ou Sumacril Impermeabilizante da Sumaré ou equivalente atendendo as recomendações do fabricante.

Deverá ser aplicada: 1ª demão diluída com 50% de água limpa, 2ª e 3ª demãos diluídas de 15% de água limpa.

11.7.5 Superfície de Madeira

Quando indicado nos desenhos a superfície da madeira deverá estar seca, emassada, lixada e limpa.

Para fundo deverá ser aplicado Fundo Nova Cor Fosco para madeira da Sherwin Williams ou equivalente atendendo as recomendações do fabricante.

Para acabamento deverá ser aplicada duas demãos de tinta tipo Metalatex Esmalte Sintético ou equivalente atendendo às recomendações do fabricante.

11.7.6 Superfície Metálica de Aço

As superfícies metálicas terão tratamento de superfícies seguindo as recomendações das normas aplicáveis da ABNT ou SIS e genericamente todas as peças antes de receberem o tratamento passarão por rigorosa inspeção visual, controlando-se acabamento de solda e lixamento, rebarbas de recorte, e as áreas afetadas por graxas, óleos e outras substâncias gordurosas serão removidos por lavagem apropriada.

As superfícies, antes de receberem quaisquer das proteções especificadas receberão limpeza por decapagem química ou por jateamento abrasivo ao metal branco Grau Sa 3, conforme especificado na norma NBR-7348 da ABNT.

Dependendo da geometria das peças a serem zincadas por imersão a quente, receberão furações ou outros procedimentos, desde que não prejudiquem as propriedades de resistência mecânica das mesmas, permitindo assim, adequado escoamento do zinco nas superfícies.

Nas partes roscadas será na usinagem, uma compensação do diâmetro da rosca, para a camada de zinco a ser depositada.

11.7.7 Superfícies metálicas de equipamentos e estruturas em ambiente normal (externa ou interna):

As superfícies das peças metálicas deverão ser jateadas ao metal branco, padrão Sa3, conforme ABNT NBR-7348;

Deverá ser aplicada uma demão de tinta de fundo, a base de zinco etil silicato, bicomponente, para aplicação com espessura mínima do filme seco de 65 micrômetros. Sólidos por volume na faixa de 62%; produto Zinclad II BR da Sumaré ou equivalente aplicado atendendo as recomendações do fabricante;

Deverá ser aplicada uma demão de tinta de acabamento, a base de resina poliuretano/alifático, bi componente, para aplicação com espessura mínima de filme seco de 50 micrômetros. Sólido por volume na faixa de 55%; produto Sumathane 355 semi-brilhante da Sumaré ou equivalente, cor definida no projeto, aplicado atendendo às recomendações do fabricante.

11.8. POLIMENTO E PINTURA DE PISOS

O polimento de pisos deverá ser aplicado sobre substratos de argamassa de alta resistência ou sobre o concreto de primeiro estágio.

As superfícies de concreto que deverão receber o polimento deverão estar limpas e livres de impregnações tais como óleos, graxas, grânulos, restos de concretos e outras contaminações.

Os locais com irregularidades abruptas ou buracos deverão ser desbastados ou reparados com argamassa de cimento, areia natural e artificial, traço 1:1:2, aplicada sobre superfície limpa, tratada e com os contornos definidos, obtidos através de corte no formato de "rabo de andorinha".

Após a execução dos reparos e total limpeza da superfície, o processo de polimento deverá ser iniciado com a utilização de pedra abrasiva grana 36 e, repetido o procedimento com pedra abrasiva grana 60, removendo as irregularidades superficiais.

Terminado o polimento com a pedra grana 60, deverá ser aplicada uma calda de cimento com fator A/C = 0,30. Dois dias após a aplicação da calda deverá ser feito o polimento com pedra grana 120. O polimento deverá ser prolongado até que toda a calda tenha sido removida e a superfície esteja bem polida.

Os pisos de argamassa de alta resistência que receberão polimento deverão ter esta operação iniciada no quarto dia de cura com a utilização de pedra grana 60 desenvolvendo-se, a partir desta fase, as mesmas atividades como descrito para os pisos de concreto.

O número de máquinas politrizes deverá ser tal que propicie um polimento rápido já que este serviço é de difícil realização em piso envelhecido.

Terminado o processo de polimento o piso deverá ser imediatamente lavado com solução de água limpa e ácido muriático a 10% e, em seguida, somente com água limpa em abundância.

Estando o piso totalmente seco e limpo, aplicam-se duas demãos de verniz a base de resina epóxi, poliamida, bicomponente, incolor, com sólidos por volume na faixa de 28%, para aplicação com espessura final de 100 micrometros.

Para diluição do verniz poderá ser utilizado diluente a base de aromáticos e glicóis de acordo com as recomendações do fabricante.

Os respingos de nata de cimento, provenientes do polimento, em equipamentos eletromecânicos e nas paredes, deverão ser removidos após o término do serviço de polimento. Os equipamentos deverão ser protegidos contra os respingos antes do início desse serviço.

Para o piso e paredes da sala de baterias, além das duas demãos de verniz a base de epóxi, deverão ser aplicadas duas demãos de revestimento epóxi-amina, bicomponente, semifosco, na cor indicada, com sólidos por volume na faixa de 66% e a espessura seca final de 150 micrometros.

Para sua diluição poderão ser utilizados diluentes do tipo genérico aromático-glicol ou aromático-cetona de acordo com as recomendações do fabricante.

Em qualquer caso o verniz, o revestimento e o diluente deverão ser de um mesmo fabricante e aplicados de acordo com sua recomendação.

11.9. ESQUADRIAS

11.9.1 Geral

Todas as esquadrias deverão ser fabricadas com as dimensões indicadas nos Desenhos. Todos os perfis, tanto de alumínio como de aço deverão ter adequada resistência mecânica.

As esquadrias quando externas, deverão proporcionar total vedação à entrada de água. Nos encontros entre quadros ou marcos com concreto, as juntas deverão ser

preenchidas com massa de calafetagem, com composição tal que lhe assegure plasticidade permanente.

Os panos de venezianas deverão receber tela anti-insetos pelo lado interno.

Todos os trabalhos de serralheria deverão ser realizados com esmero e qualidade, mediante emprego de mão-de-obra especializada. Deverá ser empregado material novo, limpo, perfeitamente desempenado e sem defeitos de fabricação. As condições e dimensões das aberturas que receberão as esquadrias deverão ser levantadas antes da fabricação das mesmas. Deverão ser tomados todos os cuidados para garantir o prumo e nível das esquadrias e seu perfeito funcionamento. Os chumbadores deverão ser solidamente fixados no concreto.

Os quadros deverão ser perfeitamente esquadriados com os ângulos ou linhas de emendas bem aparelhados, de modo a desaparecer saliências ou rebarbas.

11.9.2 Esquadrias de madeira

A madeira empregada deverá ser de lei (cedro, imbuia, peroba e etc.) seca, sem rachadura, aparelhada. A execução da fabricação deverá ser feita por mão de obra especializada com utilização de ferramental adequado obedecendo ao projeto executivo. O acabamento deverá ser esmerado com lixamento, emassamento envernizamento e pintura conforme o projeto executivo.

Os marcos, quando possíveis de aplicação, deverão ser de madeira de lei, itaúba ou imbuia em blocos de ~5 x 10 x 12 cm bem secas, aparelhadas com proteção a umidade e cupim para serem locadas conforme projeto, embutidos na alvenaria com argamassa de cimento e areia. Quando o batente estiver encostado com face de concreto, pilar/parede, será utilizado fixação com parafuso de aço com bucha plástica ou equivalente.

Os batentes de madeira deverão ser de madeira de lei, marfim, itaúba ou equivalente, secas em estufas, tratadas contra cupim, aparelhadas com recortes para embutimento da porta. Os batentes e o montante deverão ter os esquadros aparelhados e parafusados com os cantos retos. Deverão estar adequadamente contraventados e protegidos para transporte e colocação na obra. Os batentes deverão estar com acabamento de fábrica para receberem a portas correspondentes com todos os encaixes e as ferragens.

Referente à guarnição, no lado de abertura da porta deverá ser prevista uma guarnição arrematando a junta alvenaria-batente, de ~1 x 6 cm com perfil e fixação definido no projeto executivo. As faces externas deverão estar em condições que permita o acabamento final.

As portas de madeira deverão ser em folha de compensado de cedro encabeçado com madeira maciça, revestida em todas as faces com laminado melamínico texturizado de marca Fórmica ou equivalente em cor a ser definido no projeto executivo. Todas as ferragens previstas deverão ser montadas como operação de fábrica.

11.9.3 Esquadria de alumínio

As esquadrias de alumínio deverão ser de perfil de alumínio extrudado com garantia de usinagem perfeita, acabamento impecável e excelente comportamento estrutural. Conexões em 90º, proporcionando encaixes perfeitos entre os elementos verticais e horizontais, com acabamento por anodização na cor natural (11 a 15 microns), conforme as normas NBR-10821-1:2011, NBR-10821-2, NBR-10821-3 e projeto executivo. Os componentes para conexões deverão ser de alumínio, latão e parafusos de aço

inoxidável. As esquadrias de alumínio deverão ser fabricadas por mão de obra especializada e com ferramental apropriado.

11.9.4 Esquadrias de aço

As esquadrias de aço deverão ser de aço estrutural ASTM-A36 ou aço inoxidável conforme projeto executivo. As esquadrias de aço deverão ser executadas por mão de obra qualificada e com ferramental apropriado. As especificações de acabamentos serão mostradas no projeto executivo e deverão assegurar tratamento das superfícies faces de corte, esmerilhadas, soldadas adequadas. Os itens metálicos (aço) deverão ter tratamento por jateamento ao metal branco, tratamento superficial por meio de galvanização a fogo após montagem dos quadros e acabado com pintura de tinta de poliuretano para áreas externas e epóxi para as áreas internas, na cor definida no projeto executivo.

11.9.5 Porta Corta-Fogo

As portas corta-fogo deverão estar conforme as normas de segurança e contra incêndio quanto a especificações de materiais, acabamentos, componentes, e funcionamento de dobradiças, fechaduras e travas anti-pânico. As portas corta-fogo deverão ser fabricadas conforme especificações da norma NBR-11742:2003 para resistir a 60 minutos de fogo. As portas deverão ser de uma folha, confeccionadas em chapa de aço galvanizada dupla, núcleo em manta refratária, com batente/marco/caixilho/molas reguláveis, fechaduras ou barras anti-pânico para uma folha, conforme fabricação da Dormetal, P90, ou equivalente. As barras anti-pânico deverão estar conforme a NBR 11.785, para folha simples confeccionada de metal reforçado, com maçaneta sem chaves do lado oposto, acabamento em pintura eletrostática na cor a ser definida no projeto executivo, do tipo Dormetal-DS01 ou equivalente.

11.9.6 Portão Principal

O portão principal deverá ser do tipo de correr externamente sobre trilhos de 4,00 x 6,00m. A estrutura do portão deverá ser de aço ASTM-A36 com conexões soldadas/parafusadas conforme projeto executivo. O fechamento do portão assim como os dos painéis removíveis deverão seguir o mesmo padrão e especificação das telhas utilizadas no fechamento da Cobertura Metálica.

O portão deverá ter uma porta piloto de 1,00 x 2,00m com fechadura e chave abrindo para lado externo da Área de Montagem.

As estruturas, fixações, elementos de suspensão, acionamentos, detalhes diversos e pinturas deverão ser como indicados no projeto executivo.

11.10. FORROS

11.10.1 Forro de Fibra Mineral

O forro dos ambientes do Edifício de Controle, Edificações e Administração da Portaria e demais salas definidas nos desenhos será de fibra mineral (625 x 1250 mm) tipo FINE FISSURED RH90, da ARMSTRONG ou STAR, ou equivalente. A fixação do forro ao teto será com tirantes e reguladores de nível que serão fixos ao perfil principal por meio de grampos não visíveis.

Onde indicado no projeto, deverá ser instalada manta de lã de vidro, envolta em poliestireno, como forma de tratamento termo-acústico.

Para áreas úmidas poderá ser utilizado forros modular em PVC, laváveis e facilmente removíveis.

Todos os componentes referentes à iluminação, iluminação de emergência, ar condicionado, proteção contra incêndio, divisórias leves, etc., deverão respeitar uma coordenação modular e serão harmonizados entre si, conforme orientação do projeto.

Os perfis dos painéis deverão ficar perfeitamente nivelados. Este conjunto de sustentação deverá ser suficientemente rígido, para fixar os painéis, luminárias e outras peças, de tal modo que resistam as vibrações sem deslocamento dos painéis. Não será permitido que dutos, eletrodutos, etc., se apoiem nos painéis do forro.

11.11. DIVISÓRIAS

As paredes divisórias de salas onde indicadas nos desenhos serão do sistema de "DIVISÓRIAS DIVILUX 35 DA EUCATEX", com painéis e portas de miolo tipo fibraroc com vermiculita expandida e fibra de madeira, com acabamento em FORMIDUR BP PLUS na cor areia, ou produtos similares. O sistema de perfis será em aço galvanizado na cor preta. Os painéis e perfis deverão acompanhar a modulação da esquadria e do forro de 1,25 m.

11.12. VIDROS

Os vidros a serem empregados deverão ser planos, sem bolhas, lentes, ondulações, rachaduras ou outro tipo de defeito. As chapas de vidro não poderão apresentar defeitos de corte, beiradas lascadas, pontas salientes ou cantos quebrados. Os serviços de envidraçamento deverão ser executados rigorosamente de acordo com os Desenhos.

Os vidros laminados serão compostos por 2 lâminas de vidro incolor com 3 mm de espessura intercalados com uma película de polivinil butiral neutro.

Todas as bordas dos vidros laminados deverão ser lapidadas.

11.13. DIVISÓRIAS PARA SANITÁRIOS

As divisórias dos sanitários serão com painéis e portas em laminado estrutural, com montantes em alumínio anodizado natural ou pintura eletrostática, com todos os componentes à prova d´água, nas dimensões e cores indicadas nos desenhos. Dobradiças e fecho tipo sarjeta (livre/ocupado) e parafusos especiais em aço inoxidável com acabamento em cromo natural ou pintura eletrostática. Os acessórios de fixação em latão cromado ou pintura preta eletrostática.

As placas de granilite deverão ficar perfeitamente alinhadas e aprumadas e não poderão apresentar qualquer defeito, como cantos quebrados, trincas, fissuras, etc. As placas deverão ser polidas e pintadas com verniz incolor.

11.14. APARELHOS E ACESSÓRIOS SANITÁRIOS

11.14.1 Louça Sanitária

A louça sanitária utilizada na confecção de vasos sanitários, lavatórios e outros aparelhos e acessórios deverá ser de grês branco (grês porcelânico), salvo quando expressamente especificado em contrário nos Desenhos de Projeto.

O material cerâmico ou louça deverá satisfazer rigorosamente a NBR 15097-1 E 15097-2 da ABNT.

As peças deverão ser bem cozidas, desempenadas, sem deformações e fendas, duras, sonoras, resistentes e impermeáveis.

O esmalte deverá ser homogêneo, sem manchas, depressões, granulações ou fendilhamento.

Os aparelhos deverão funcionar satisfatoriamente após a instalação, que deverá ser executada de acordo com as exigências regulamentares.

Os aparelhos deverão ser revestidos com vidrado impermeável, contínuo e uniforme, recobrindo as superfícies externas. Fazem exceção as superfícies necessárias ao apoio das peças durante a cozedura, bem como as partes invisíveis, que no uso do aparelho não entrem em contato com a água.

Os aparelhos terão forma e dimensões indicadas nos Desenhos de Projeto, conforme as normas da ABNT, com tolerância de 5%, salvo casos expressamente indicados. A espessura média das paredes não deverá ser inferior a 9 mm, não se tolerando, em ponto algum da peça, espessura inferior a 6 mm.

Em conformidade com os Desenhos de Projeto, deverão ser fornecidos e instalados os seguintes aparelhos e acessórios: vaso sanitário convencional, assento, lavatório sem coluna, saboneteira sem alça, papeleira com rolete plástico, porta-toalha, cabide e mictórios.

A marca e a linha das louças sanitárias, assim como o detalhamento de todos os acessórios serão corretamente definidos, nos Desenhos de Projeto.

11.14.2 Metais Sanitários

Os metais sanitários deverão ser de perfeita fabricação e cuidadoso acabamento. As peças não poderão apresentar defeitos de fundição ou usinagem.

As peças móveis deverão ser perfeitamente adaptáveis às suas sedes, não sendo tolerados empenos, vazamentos e defeitos de polimento ou de acabamento.

A cromagem dos metais deverá ser perfeita, não sendo tolerado qualquer defeito na película do revestimento, especialmente falta de aderência com a superfície de base.

Todas as peças deverão estar de acordo com as normas técnicas, específicas para cada caso, e serão fornecidas com a marca e linhas especificadas nos Desenhos de Projeto. Fazem parte destas Especificações: registro de gaveta, registro de pressão, torneira de lavatório, torneira de pia, chuveiro, válvula de descarga, sifões, válvula dos aparelhos sanitários, tubos de ligação de água e, ainda parafusos, porcas, arruelas, acabamentos, etc.

11.14.3 Espelhos

Os sanitários deverão possuir espelhos nos locais com as dimensões e acabamentos indicados nos Desenhos de Projeto.

Os espelhos serão executados a partir de uma placa de vidro com espessura de 3 mm e deverão se apresentar perfeitamente planos, sem arranhões, bolhas de ar, ondulações ou qualquer outro defeito.

As molduras dos espelhos deverão ser de latão cromado ou aço inoxidável polido, com vedação na parte posterior, sendo fixadas com chumbadores não visíveis.

As molduras deverão ser projetadas de tal maneira que os espelhos possam ser substituídos sem que elas sejam retiradas da parede.

11.15. INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS - ÁGUA

O sistema de água tratada fria será abastecido por reservatório de água potável que abastecerá os sanitários, as copas e afins por gravidade, por meio de coluna de abastecimento instalada em abertura própria nas lajes.

As instalações do sistema deverão ser executadas conforme estabelecido na norma NBR-5626 - “Instalações Prediais de Água Fria” da ABNT.

As tubulações e conexões da coluna de abastecimento do reservatório até os ramais de distribuição nos pisos serão de ferro fundido maleável, classe 10, com dimensões de acordo com a norma ABNT 6943:2000 e rosca de acordo com a norma ABNT NBR NM ISO 7-1:2000.

As tubulações e conexões dos ramais de distribuição nos pisos serão de PVC rígido, junta soldada conforme ABNT 5648 e quando necessário com bucha metálica roscada, conforme ABNT NBR NM ISO 7-1:2000.

11.16. INSTALAÇÕES HIDRÁULICO-SANITÁRIAS - ESGOTO

O sistema de esgoto sanitário será composto de ramais de tubulações e conexões que coletará todo o efluente sanitário e o conduzirá, por meio de coletor instalado em abertura própria, por gravidade até um tanque de coleta. O projeto e as instalações terão como parâmetro a norma ABNT NBR 8160:1999.

As tubulações e conexões dos ramais de coleta serão de PVC rígido conforme norma ABNT NBR 5688:2010 e o coletor principal será de ferro fundido dúctil, com ponta e bolsa elástica, classe K9, conforme norma ABNT NBR 7675:2005.

A CONTRATADA deverá prever o fornecimento de uma ETE.

11.17. SUPERFÍCIES DE CONCRETO (PAREDES)

Todas as irregularidades, saliências, etc., das superfícies deverão ser removidas, exceto as do plenum de ventilação.

As paredes deverão também estar isentas de graxas, grafismos, aguada de cimento, oxidações e todos os vestígios perceptíveis do produto pigmentado utilizado para a cura química.

As paredes externas de concreto serão tratadas com um hidrofugante como acabamento.

11.18. Pisos de Concreto

Piso com acabamento tipo nível zero, polido ou áspero conforme indicação do projeto, com concreto classe "F" nos 5 centímetros finais, aplicando endurecedor químico de superfície.

11.19. URBANIZAÇÃO

A CONTRATADA será responsável por realizar os serviços relacionados com a urbanização da área interna do empreendimento, em especial nas imediações da casa de comando.

11.19.1 Pavimentação

A pavimentação dos arruamentos internos ao empreendimento e pátios será constituída de base suporte para tráfego de veículo tipo TR45, acabada no greide de projeto com meios fios e drenagem de águas pluviais.

Os arruamentos deverão receber aplicação de revestimento primário, TSS (Tratamento superficial simples) ou lajota de concreto intertravada.

A CONTRATADA deverá executar pavimento em piso de bloco intertravado nas áreas de urbanização indicadas no projeto executivo, bem como guia (meio-fio) e sarjeta de concreto. Os serviços deverão ser executados de acordo com as Especificações Técnicas de Serviços do DNIT.

11.19.2 Grama

A CONTRATADA deverá executar o plantio de grama em placas nas áreas indicadas no projeto executivo. O plantio de grama com hidrossemeadura poderá ser utilizado para recomposição de áreas de empréstimo, bota-fora e outras obras acessórias.

11.19.3 Drenagem

As áreas urbanizadas deverão ser objeto de drenagem superficial, seguindo as diretrizes do item 13.2, serviço que caberá à CONTRATADA.

11.19.4 Cercamento

A CONTRATADA será responsável por executar o cercamento da área do empreendimento com mourões de concreto e alambrado metálico com altura mínima de 1,90m sobre o terreno natural.

11.20. PARTES METÁLICAS DIVERSAS

Geral

As peças que compõem os itens metálicos deverão ser projetados, fabricados, inspecionados, montados e entregues dentro das normas estruturais e de segurança. Os elementos estruturais deverão ser de aço tipo ASTM A-36 (chapas, perfis e barras chatas), DIN2440 (tubos) e as soldas conforme AWS eletrodos E70XX. As fixações deverão estar detalhadas no projeto executivo de cada item.

Coberturas metálicas

As estruturas da cobertura da Casa de Força deverão ser de aço estrutural ASTM A-36, conforme projeto executivo. A estrutura suporte da cobertura deverá ser tratada com jateamento ao metal quase branco e pintada com primer e acabada com pintura de tinta epóxi conforme item 11.7.

As telhas da Casa de Força deverão ser do tipo termo-acústico composto de telha superior Trapezoidal LR40 mm (0,80 mm de espessura pré-pintada), com miolo de poliuretano de 50 mm, e telha inferior tipo trapezoidal LR40 mm. (0,65 mm de espessura pré-pintada) da PERFILOR ou equivalente. As cores das telhas serão as indicadas no projeto executivo.

As telhas das Edificações da Portaria e Casa de Relés deverão ser do tipo trapezoidal LR33 mm da (0,65mm / pré-pintada) da PERFILOR.

Itens diversos

Escadas, Plataformas, Corrimãos e Guarda-corpos, Portões, Alambrados, cercas, Tampas e Quadros Suportes.

Os elementos que compõem estes itens diversos deverão ser de aço estrutural ASTM A36 para perfis e chapas e ASTM A120 para tubos.

As chapas quando empregadas para piso deverão ser do tipo antiderrapante.

Os itens metálicos deverão ter acabamento conforme item 11.7.

Ferragens

As ferragens como dobradiças, fechaduras, maçanetas, espelhos, fechos, trincos, molas de fechamento hidráulico, etc., deverão ser de boa procedência marcas La Fonte, Brasil, Papaiz ou equivalente conforme indicado no projeto executivo. As fechaduras e dobradiças deverão estar fabricadas conforme norma NBR-13768 da ABNT.

12. ELEMENTOS DE SUPORTE PARA ESCAVAÇÕES EM SOLOS E ROCHAS

12.1. ANCORAGENS PASSIVAS

12.1.1 Condições Gerais

As barras de ancoragem passivas utilizadas como suporte para escavações a céu aberto em rocha deverão atender as especificações indicadas nos Documentos de Projeto. Em função de sua vida útil podem ser classificadas em ancoragens provisórias ou permanentes.

A instalação das barras deverá ser feita preferencialmente logo após a conclusão da escavação da área, tomando-se cuidado com detonações próximas, durante o processo de “pega” da argamassa de preenchimento. Em geral, as barras de ancoragem são de aço corrugado do tipo CA-50 e terão diâmetro de 32 mm ou 25 mm, devendo atender às condições referentes às características, fornecimento, corte, dobramento e outras, quando aplicáveis. São previstas ancoragens fixadas no maciço através de caldas de cimento ou resinas.

É facultada à CONTRATADA a utilização de um ou outro sistema de fixação, desde que de acordo com as especificidades de cada caso. Deverão ser executados ensaios de arrancamento nas ancoragens passivas, segundo critérios definidos nos Documentos de Projeto.

12.1.2 Carga de Trabalho

A carga de trabalho das ancoragens passivas será determinada nos Documentos de Projeto, de acordo com procedimentos consagrados.

A área da seção transversal utilizada na definição da carga de trabalho deve ser reduzida em 20% caso sejam realizadas roscas na barra, para utilização de placas de ancoragem.

12.1.3 Caldas de Cimento

As caldas de cimento utilizadas para a fixação das ancoragens devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- f_{ck} maior ou igual a 25 MPa aos 28 dias;

- fluidez medida no cone de Marsh menor que 18 s; e,
- exudação inferior a 2%, após 3 horas da mistura.

O fator água/cimento deve ser igual ou inferior a 0,5, em peso. O cimento utilizado deve ter teor de cloro máximo de 0,1% e teor de sulfeto máximo de 0,2%.

A água utilizada na confecção da calda deve ser limpa e isenta de impurezas.

12.1.4 Perfuração

A não ser onde especificamente definido em contrário, a perfuração deverá ser efetuada com equipamento rotopercussivo. A localização, profundidade e inclinação dos furos serão indicadas nos Documentos de Projeto.

Os diâmetros dos furos devem ser definidos em função do diâmetro da barra. No caso da utilização de calda de cimento, o diâmetro do furo deve permitir um recobrimento anelar mínimo de 25 mm para as ancoragens.

12.1.5 Preparação dos Furos

Os furos para as ancoragens deverão ser lavados com água limpa, utilizando-se jatos alternados de água e ar, até remover todos os resíduos de perfuração. No caso em que as barras não devam ser imediatamente fixadas nas posições indicadas nos Documentos de Projeto, os furos deverão ser tamponados firmemente e, imediatamente antes da instalação, deverão ser novamente lavados e limpos. Caso se verifique algum prejuízo de aderência na superfície do furo, estes devem ser lavados com uso de saponáceo tipo Solupan ou similar.

12.1.6 Instalação das Barras

Caso se utilize calda de cimento em ancoragens executadas em escavações a céu aberto em furos descendentes, estes deverão ser preenchidos com a calda de cimento imediatamente antes da colocação da barra. A calda utilizada deverá ser previamente aprovada com base nos resultados dos ensaios em laboratório. A barra deverá, então, ser colocada no furo, procurando-se mantê-la centralizada no furo por meio de espaçadores devidamente testados antes da colocação da barra e movimentando-a, a fim de eliminar possíveis bolhas de ar do interior da calda. O furo deverá, então, ser totalmente preenchido com a mesma calda.

Nos furos em que houver água vertendo, a colocação de argamassa será feita do fundo para a boca do furo, por meio de um tubo, a fim de evitar a diluição da argamassa. Em casos de fluxos de água sob pressão, será necessário efetuar a drenagem ou injeção, para reduzir ou eliminar a água vertente.

Poderão ser também utilizados aditivos aceleradores de “pega” que contenham hidróxidos alcalinos, amônia, carbonato de sódio, aluminato de sódio, silicatos, silicofluoretos e trietanolamina. Não será permitida a utilização de aditivos que contenham cloretos.

Quaisquer barras encontradas soltas ou com carga inferior à carga de trabalho especificada, depois que a argamassa tenha endurecido, deverão ser reinstaladas pela CONTRATADA, com a instalação de nova ancoragem ao lado daquela que estiver solta.

12.1.7 Proteção das barras

As ancoragens definitivas devem ser protegidas para evitar perda da capacidade de carga por corrosão devido à água subterrânea corrosiva. Esta proteção consistirá na aplicação de uma pintura epóxi na barra.

Em ancoragens definitivas instaladas em taludes, a cabeça exposta deve ser coberta com uma camada de concreto lançado para evitar a corrosão do aço.

12.1.8 Desempenho das Ancoragens

Para verificar o desempenho das ancoragens deverão ser realizados ensaios de tração, conforme recomendação nos Documentos de Projeto ou da norma NBR-5629 “Execução de Tirantes Ancorados no Terreno”.

12.2. TIRANTES (ANCORAGENS ATIVAS)

12.2.1 Condições Gerais

Os tirantes eventualmente utilizados na obra poderão ser compostos por barras de aço comum de armadura (CA-50), aço de alta resistência ou por cordoalhas de aço, fornecidos com diâmetros e comprimentos conforme especificados nos Documentos de Projeto. No caso de barras de aço CA-50 a rosca da extremidade da barra deverá ser usinada.

Os tirantes deverão ser instalados conforme indicado nos Documentos de Projeto e poderão ser classificados como permanentes ou provisórios, conforme sua vida útil.

Quando os tirantes forem considerados no projeto como elementos definitivos de suporte da escavação, estes deverão ser instalados e ensaiados segundo as prescrições da norma ABNT NBR-5629.

Todas as recomendações do fabricante, relativas às hastes dos tirantes, armazenamento, comprimento de ancoragem, diâmetro e limpeza dos furos, acessórios e outros materiais, bem como aos equipamentos para furação, montagem e protensão, deverão ser observadas para garantir uma perfeita instalação dos tirantes.

A fixação das barras de ancoragem ao maciço poderá ser efetuada com calda de cimento ou com resina, à escolha da CONTRATADA, desde que sejam atendidos os requisitos estabelecidos em Norma e nos Documentos de Projeto.

12.2.2 Carga de Trabalho

A carga de trabalho dos tirantes será indicada nos Documentos de Projeto e será determinada segundo procedimentos de cálculo consagrados definidos nos Critérios de Projeto. A capacidade dos tirantes será baseada na mínima resistência da parte menos resistente do conjunto.

12.2.3 Calda de Cimento

As caldas de cimento utilizadas para a fixação das ancoragens devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- f_{ck} maior ou igual a 25 MPa aos 28 dias;
- fluidez medida no cone de Marsh menor que 18 s; e,
- exudação inferior a 2%, após 3 horas da mistura.

O fator água/cimento deve ser entre 0,5 e 0,7 em peso. O cimento utilizado deve ter teor de cloro máximo de 0,1% e teor de sulfeto máximo de 0,2%.

A água utilizada na confecção da calda deve ser limpa e isenta de impurezas.

12.2.4 Resinas

É possível a utilização de resinas epóxi ou poliéster para a fixação do trecho ancorado dos tirantes. A resina utilizada deve possuir resistência à compressão não confinada superior a 30 MPa. O tempo de pega da resina deve ser adequado à metodologia utilizada para a instalação. Cuidados devem ser tomados com relação à temperatura e umidade no momento da aplicação, assim como o prazo de validade do material, de acordo com as recomendações fornecidas pelo Fabricante do produto.

12.2.5 Perfuração

A não ser onde especificamente definido em contrário, a perfuração deverá ser efetuada com equipamento rotopercussivo. A localização, profundidade, diâmetro e inclinação dos furos serão indicadas nos Documentos de Projeto.

Os diâmetros dos furos devem ser definidos em função do diâmetro das barras ou das cordoalhas e do tipo de material utilizado para a fixação da ancoragem (calda de cimento ou resina). No caso da utilização de calda de cimento, o diâmetro do furo deve permitir um recobrimento anelar mínimo, de acordo com as definições apresentadas nos Documentos de Projeto. No caso da utilização de resinas em cartuchos, deve-se seguir a relação entre diâmetro da barra, diâmetro do furo e diâmetro do cartucho indicado pelo Fabricante do produto. Como regra geral, o diâmetro do furo deve ser entre 9,5 e 13 mm superior ao diâmetro da barra. Diâmetros de perfuração que excedam esta recomendação não poderão ser adotados, caso contrário a resina poderá sofrer fluência sob ação dos carregamentos impostos pelo maciço ou pela estrutura. Para garantir que a barra resulte totalmente envolvida pela resina após a instalação o volume de resina a ser utilizado deverá ser igual a 1,1 vezes o volume do furo descontando deste o volume da haste.

12.2.6 Preparação dos Furos

Os furos para as ancoragens ativas deverão ser lavados com água limpa, utilizando-se jatos alternados de água e ar, até remover todos os resíduos de perfuração. No caso em que as barras não devam ser imediatamente fixadas nas posições indicadas nos Documentos de Projeto, os furos deverão ser tamponados firmemente e, imediatamente antes da instalação, deverão ser novamente lavados e limpos. Caso se verifique algum prejuízo de aderência na superfície do furo, estes devem ser lavados com uso de saponáceo tipo Solupan ou similar.

12.2.7 Instalação das Barras

Caso se utilize calda de cimento, em ancoragens executadas em escavações a céu aberto em furos descendentes, estes deverão ser preenchidos com a calda de cimento imediatamente antes da colocação da barra. A calda utilizada deverá ser previamente aprovada com base nos resultados dos ensaios em laboratório. A barra deverá, então, ser colocada no furo, procurando-se mantê-la centralizada no furo por meio de espaçadores devidamente testados antes da colocação da barra e movimentando-a, a fim de eliminar possíveis bolhas de ar do interior da calda. O furo deverá, então, ser totalmente preenchido com a mesma calda.

Nos furos em que houver água vertendo, a colocação de argamassa será feita do fundo para a boca do furo, por meio de um tubo, a fim de evitar a diluição da argamassa. Em casos de fluxos de água sob pressão, será necessário efetuar a drenagem ou injeção, para reduzir ou eliminar a água vertente.

Poderão ser também, utilizados aditivos aceleradores de “pega” que contenham hidróxidos alcalinos, amônia, carbonato de sódio, aluminato de sódio, silicatos,

silicofluoretos e trietanolamina. Não será permitida a utilização de aditivos que contenham cloretos.

A instalação das barras em que se utilize resina deve seguir os procedimentos indicados pelo Fabricante da resina.

Qualquer tirante encontrado solto, depois que a argamassa ou resina tenha endurecido deverá ser reinstalado, pela CONTRATADA, adjacente daquele que estiver solto.

12.2.8 Protensão

A protensão das barras deverá ser realizada por meio de macacos hidráulicos no caso de tirantes definitivos, seguindo os procedimentos indicados na norma NBR-5629. A carga de protensão será definida nos Documentos de Projeto.

No caso de tirantes provisórios, tais como os utilizados em tratamentos de suporte correntes das escavações a protensão poderá ser realizada através de torquímetro. É necessário nestes casos realizar previamente, juntamente com os ensaios de arranchamento, ensaios para determinação da curva torque x força de protensão conforme especificado em ULUSAY, R. and HUDSON, J.A. (Editors). The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring:1974-2006. Compilation arranged by ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey, 2007. Part 3.5 "**Suggested Method for Rock Anchorage Testing**". Páginas 539-553.

Os detalhes de instalação dos tirantes serão indicados nos Documentos de Projeto. Como regra geral, o trecho ancorado dos tirantes será sempre executado com calda de cimento.

12.2.9 Registro

No caso de tirantes definitivos a CONTRATADA deverá efetuar um registro corrente dos dados de instalação de cada ancoragem contendo, pelo menos, a denominação do tirante, comprimento, inclinação, diâmetro de perfuração, consumo de calda ou resina e os resultados do ensaio de recebimento ou qualificação conforme exigência da Norma NBR-5629.

12.2.10 Proteção

Normalmente os envoltórios de calda de cimento ou resina são suficientes para garantir uma adequada conservação da qualidade do tirante. Porém caso houver necessidade de uma maior segurança, deverá colocar-se uma segunda barreira contra corrosão.

No caso de tirantes definitivos esta proteção consistira na aplicação de uma pintura epóxi na barra ou nas cordoalhas.

Em tirantes definitivos colocados em taludes, a cabeça exposta deverá ser protegida com concreto para evitar a corrosão do aço.

12.2.11 Desempenho das Ancoragens

Para verificar o desempenho dos tirantes, deve ser realizado o ensaio de tração, conforme recomendação do projeto ou da norma NBR-5629.

12.3. CONCRETO PROJETADO

O tratamento de superfícies de escavação, tanto a céu aberto como subterrâneas, provisórias ou definitivas, poderá requerer o emprego de concreto projetado associado ou não ao emprego de barras de ancoragem ou tirantes. O emprego de concreto projetado será feito conforme descrito na Seção ET-7.20 “Concreto Projetado”.

Prevê-se que as espessuras poderão variar entre 5 e 10 cm, e o concreto projetado será do tipo com fibras de aço ou de polipropileno conforme a aplicação, exceto onde as condições geológicas exigirem aplicação de telas metálicas.

O concreto projetado deverá ser aplicado em camadas com espessura de no máximo 5 cm. Em locais em que sejam especificadas espessuras maiores, o concreto projetado deverá ser aplicado em mais de uma camada.

12.4. TELAS DE AÇO

Para as especificações de telas de aço consultar a *ET-9.6 – Telas de Aço Soldadas*.

13. DRENAGEM, PROTEÇÃO SUPERFICIAL E PAVIMENTAÇÃO

13.1. OBJETO

Esta Seção abrange a execução de todos os trabalhos relacionados com a drenagem e proteção superficial complementar de cortes e aterros e de áreas cuja recomposição seja julgada necessária. Estão, também, incluídos nesta Seção os serviços de pavimentação e as obras complementares relativas aos acessos definitivos.

13.2. DRENAGEM

13.2.1 Generalidades

Em linhas gerais, a drenagem poderá ser efetuada através da escavação de valas, construção de canais, utilização de peças pré-moldadas de concreto como tubos, utilização de peças de concreto moldado “in loco” como canaletas e/ou outros materiais fabricados, como mantas filtrantes e gabiões.

O fornecimento de materiais e a execução dos serviços em questão serão de responsabilidade da CONTRATADA, que deverá realizar essas atividades de acordo com os Documentos de Projeto e com os procedimentos e especificações indicados a seguir:

- escavação de valas;
- fornecimento e assentamento de tubos pré-moldados de concreto;
- execução de peças de concreto moldado "in loco", tais como caixas de passagem, escada hidráulica, canaletas e sarjetas;
- drenagem profunda através de diferentes processos;
- lançamento de filtros de areia;
- fornecimento e aplicação de manta filtrante de geotêxtil;
- plantio de grama; e,
- fornecimento de materiais e execução de obras de proteção através de gabiões.

13.2.2 Peças Pré-Moldadas em Concreto - Tubos

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar tubos de concreto, simples ou armado, para realizar a drenagem superficial.

Os tubos serão utilizados na drenagem de plataformas, banquetas de taludes, passagem de aterros sobre grotas e sob greides.

Os fundos das cavas para assentamento de tubos deverão garantir as declividades indicadas nos Documentos de Projeto.

a) Materiais

Os tubos de concreto armado e as meias-canas de concreto simples deverão ser dos tipos e dimensões indicados nos Documentos de Projeto; serão de encaixe tipo ponta e bolsa e obedecerão às especificações e norma da ABNT NBR-8890.

A classe dos tubos será determinada para cada local em função das solicitações atuantes.

b) Instalação

Tubos

As dimensões das cavas para assentamento dos tubos estarão indicadas nos Documentos de Projeto. O fundo das cavas será compactado para servir de apoio dos tubos.

Quando não estiver prevista a execução de berços de concreto, os tubos serão assentados sobre material granular (areia ou brita) compactado, com espessura mínima de 10 cm sob a geratriz inferior dos tubos ou abrangendo pelo menos 25% do diâmetro externo dos tubos, na sua parte inferior.

O restante da cava será preenchido com solo compactado a um grau de compactação mínimo de 95% do Ensaio Proctor Normal. Serão utilizados compactadores manuais até o reaterro ultrapassar em 1,0 m a geratriz superior do tubo. Esses trabalhos serão executados conforme as disposições pertinentes na ET.4 “Escavações e Tratamentos das Superfícies Escavadas”.

As juntas serão preenchidas com argamassa de cimento e areia, no traço de 1:4. Os tubos serão assentados de modo que a bolsa de cada unidade esteja sempre voltada para montante, com relação ao sentido do escoamento das águas.

13.2.3 Elementos de Concreto Moldado In Loco

A CONTRATADA deverá efetuar, quando necessário, elementos de concreto moldado in loco tais como sarjetas, canaletas, bueiros, caixas coletoras e dissipadores quando a solução de peças pré-moldadas não for a definida em projeto, conforme indicado nos Documentos de Projeto.

Todos os elementos de concreto moldado “in loco” necessários para a execução das obras de arte correntes deverão obedecer às Normas do DNIT.

Os materiais a serem usados para a construção desses elementos resumem-se nos seguintes tipos: concreto simples, alvenaria, blocos de cimento e areia e de concreto.

a) Sarjetas

As sarjetas serão construídas para captação das águas sobre plataformas, crista de aterros e taludes de corte e terão seção do tipo triangular. As dimensões, os detalhes construtivos e as declividades serão indicadas nos Documentos de Projeto. As sarjetas terão revestimento de concreto (moldado “*in loco*”), assentadas sob superfície nivelada e compactada.

b) Canaletas

As canaletas serão construídas para captação das águas em topos de talude, bermas, cristas e pés de aterro e terão seção do tipo trapezoidal ou retangular. As dimensões, os detalhes construtivos e as declividades serão indicadas nos

Documentos de Projeto. As canaletas terão revestimento de concreto (moldado "*in loco*"), assentadas sob superfície nivelada e compactada.

c) Bueiros

Caso haja necessidade, serão construídos bueiros de concreto tubulares ou celulares em terreno natural ou em valas assentados sobre berço de brita ou de concreto magro. O recobrimento dos tubos deve atender as resistências especificadas pela ABNT. Os tubos de concreto deverão ser do tipo e dimensões indicadas no projeto, de junta tipo macho e fêmea. A largura do berço onde serão assentados os bueiros deverá ser, no mínimo, igual ao diâmetro externo do tubo mais 20 cm. Os detalhes de projeto serão indicados nos Documentos de Projeto.

d) Caixas coletoras

Quando necessários, serão construídas para coletar as águas provenientes das sarjetas, canaletas, áreas situadas a montante de bueiros de transposição de talvegues e de descidas d'água de cortes, obedecendo as indicações dos Documentos de Projeto. A escavação do poço destinado à instalação da caixa coletora deverá garantir espaços laterais suficientes aos trabalhos de colocação e retirada de formas, onde posteriormente é feita a regularização e compactação do fundo da vala, instalação das formas e lançamento do concreto.

e) Dissipadores

Dissipadores contínuos (tipo escada) poderão ser necessários ao longo dos aterros e em regiões de cortes, segundo as especificações indicadas nos Documentos de Projeto. Inicialmente a escavação do terreno é realizada de forma a propiciar a conformação prevista no projeto, tendo como fase posterior à compactação da superfície, instalação de formas necessárias à moldagem da base e por fim o lançamento do concreto.

f) Bocas de lobo

As bocas de lobo do tipo simples poderão ser utilizadas para captar as águas das sarjetas, conforme indicações nos Documentos de Projeto. Tais elementos deverão estar localizados nos pontos baixos do perfil e em pontos intermediários segundo as necessidades de captação de águas. A sua locação, quando necessário, estarão indicados nos Documentos de Projeto.

g) Poços de visita

Estes elementos poderão ser utilizados tendo como finalidade permitir inspeção, mudanças das dimensões das galerias ou de sua declividade e direção. As suas locações, quando necessárias, serão indicadas nos Documentos de Projeto.

13.2.4 Manta Filtrante de Geotêxtil

Serão utilizadas mantas filtrantes de geotêxtil para envolvimento de drenos de brita e como transições, conforme detalhes definidos nos Documentos de Projeto.

Deverão ser empregadas mantas de geotêxtil não tecido conforme o tipo indicado nos Documentos de Projeto.

As emendas serão efetuadas por justaposição mínima de 20 cm, dispondo-se as mantas de modo a evitar a infiltração de partículas finas através do contato.

Cuidados especiais deverão ser tomados pela CONTRATADA, a fim de evitar rupturas provocadas por pedras, tráfego de equipamentos, etc. As mantas não deverão ser expostas ao sol por período prolongado.

13.2.5 Drenos Horizontais Profundos

Poderá ser necessária a instalação de drenos horizontais profundos (DHPs), para a estabilização provisória ou permanente de taludes escavados em solo.

Os DHP's serão constituídos por tubos de PVC perfurados envoltos por tela plástica. Serão instalados sub-horizontalmente no talude, com perfuração prévia por meio de sonda rotativa ou equipamento rotopercussivo.

A locação e detalhes dos DHPs serão indicados nos Documentos de Projeto.

13.2.6 Gabiões

a) Materiais

A CONTRATADA deverá fornecer gabiões do tipo caixa ou colchão, constituídos respectivamente com malha de 8 cm x 10 cm e de 6 cm x 8 cm, obedecendo às dimensões indicadas nos Documentos de Projeto. Em ambos os casos, os gabiões serão subdivididos em células por diafragmas dispostos transversalmente à sua maior dimensão a cada metro linear.

Os gabiões serão confeccionados utilizando-se arame galvanizado com as características especificadas na NBR-8964 da ABNT. A rede será de malha hexagonal de dupla torção, obtida entrelaçando os fios por três vezes e meia volta. Os fios terão diâmetro de 2,7 mm para o tipo caixa e 2,2 mm para o tipo colchão. Todas as bordas livres do gabião serão enroladas mecanicamente, a fim de que as malhas não se desfaçam e adquiram maior resistência. O fio utilizado nas bordas terá diâmetro maior que o fio utilizado na fabricação da malha.

Os gabiões serão preenchidos por fragmentos de rocha sã, com diâmetro ligeiramente superior à abertura da malha.

b) Execução

Os gabiões serão despachados da fábrica dobrados e reunidos em pacotes.

Os gabiões serão abertos e armados, na obra, costurando-os entre si pelas arestas e fixando-se os diafragmas às paredes laterais.

Os gabiões vazios serão sucessivamente colocados e amarrados aos vizinhos pelas arestas nas direções vertical e horizontal, antes do enchimento. A depender da sua posição – especialmente no caso de colchões revestindo taludes – será determinada a fixação dos gabiões através de ancoragens passivas, conforme especificado na ET 12 - Elementos de Suporte para Escavações em Solos e Rochas.

O enchimento dos gabiões será manual ou mecânico, procurando-se obter a mínima percentagem de vazios. Durante o enchimento serão inseridos tirantes no interior dos gabiões, para solidarizar as paredes opostas.

13.3. PROTEÇÃO SUPERFICIAL

13.3.1 Generalidades

Em linhas gerais, a proteção superficial dos taludes, bermas e outras áreas poderá ser efetuada através do plantio de espécies vegetais, preferencialmente rasteiras, tais como grama ou similares, conforme norma DNIT 102/2009 - ES. Alternativamente, quando indicado nos Documentos de Projeto, poderá ser utilizada proteção superficial com material rochoso.

13.3.2 Plantio de Grama

Está previsto o plantio de grama em leivas nos taludes das escavações e dos aterros em solo das obras e dos acessos principais (definitivos), precedido pelo lançamento de uma camada de terra vegetal. Em locais indicados nos Documentos de Projeto serão plantadas gramas em placas.

O plantio de grama com hidrossemeadura poderá ser utilizado para recomposição de áreas de empréstimo, bota-fora e outras obras acessórias.

Qualquer que seja o processo utilizado, dentre os aqui enumerados para controle de erosão, será indispensável que a área esteja drenada, de modo que as águas pluviais sejam impedidas de escoar, com maior volume, sobre a superfície tratada.

a) Materiais

- Terra vegetal

  A terra vegetal será constituída por solo superficial orgânico (horizonte pedológico A), homogêneo, desprovido de torrões de argila, arbustos, raízes, ervas daninhas ou outras vegetações indesejáveis.

  A terra vegetal será obtida a partir de escavações obrigatórias e mantida separadamente em depósito, para futura utilização.

  As áreas indicadas para reposição da capa vegetal deverão ser preparadas de modo a evitar irregularidades abruptas, eliminando-se as pedras e os materiais estranhos com dimensões superiores a 25 cm.

  Sobre essas áreas será espalhada terra vegetal, de modo a se obter uma espessura mínima de 15 cm. A terra vegetal deverá ser limpa de todo material impróprio ou prejudicial ao crescimento da grama. A seguir, a camada de terra vegetal será convenientemente compactada e regularizada.

- Adubos e corretivos

  Serão utilizados os fertilizantes e corretivos comerciais, mediante as fórmulas estabelecidas nos Documentos de Projeto, dos quais constará a indicação da composição química de cada produto. Caso se utilize o estrume animal, este deverá ser integral e não poderá conter sementes de ervas, palhas, pedras ou outros materiais estranhos.

- Preventivos químicos e herbicidas

  Contra pragas e doenças em regiões suscetíveis ao ataque, serão utilizados, como prevenção, produtos químicos específicos. Os herbicidas serão usados especialmente para destruir a vegetação inconveniente ou daninha durante o preparo do terreno para o plantio e devem atender aos controles ambientais correspondentes.

- Sementes e leivas

  As sementes empregadas no controle de erosão serão de gramíneas de porte baixo, de sistema radicular profundo e abundante, de preferência nativas da região. O emprego das leivas será controlado com base na verificação das condições de sanidade e desenvolvimento das mesmas, no local de extração.

  As leivas deverão ter dimensões uniformes, sejam elas extraídas por processo manual ou mecânico.

b) Equipamento

Além dos utensílios comumente utilizados em horticultura, a CONTRATADA deverá dispor dos seguintes equipamentos:

- trator de esteira ou de pneu, com plaina;
- carregadeira;
- caminhão basculante;
- caminhão de carroceria fixa;
- carro-pipa com dispositivo para rega;
- hidrossemeadeira para plantio com sementes;
- máquina para escarificação de áreas inclinadas;
- máquina para extração de leivas;
- equipamento para tratamento de pragas e doenças; e,
- secadeira mecânica.

c) Plantio

c.1) Leivas (Enleivamento)

A execução dos serviços de enleivamento deverá obedecer às seguintes etapas:

- 1ª etapa – correspondente ao preparo do solo, será constituída pelas seguintes atividades:
  - revolvimento e/ou escarificação do solo;
  - nivelamento do terreno no greide ou na seção transversal;
  - drenagem da área;
  - camada de terra vegetal;
  - tratamento do solo contra pragas e doenças;
  - incorporação de adubação química e orgânica; e,
  - adição de calcário (de preferência dolomítico).
- 2ª etapa – poda, arrancamento, carga, transporte e descarga de leivas;
- 3ª etapa – plantio de grama, sendo que, nas áreas inclinadas, as leivas serão sustentadas por estacas de madeira, após a cobertura com uma camada de terra devidamente compactada com soquetes de madeira ou de ferro para preenchimento dos vazios; e,
- 4ª etapa – irrigação, que será efetuada por aspersão, com equipamento apropriado para alcançar grandes alturas, não sendo permitida a adoção de métodos impróprios que possam comprometer a estabilidade dos maciços à medida que as leivas forem plantadas.

c.2) Hidrossemeadura

Na aplicação deste processo deverão ser utilizadas sementes de gramíneas com as características descritas anteriormente.

A preparação prévia do terreno será efetuada a partir da execução das seguintes operações:

- revolvimento e/ou escarificação do solo;
- nivelamento do terreno no greide ou na seção transversal; e,
- drenagem da área.

O equipamento a ser utilizado será a hidrossemeadeira, que realizará adicionalmente a mistura prévia de terra vegetal com produtos contra pragas e doenças do solo, bem como a incorporação de adubação química e orgânica e a adição de calcário (de preferência dolomítico).

A irrigação será feita por aspersão, com equipamento apropriado para alcançar grandes alturas, não sendo admitida a adoção de métodos impróprios que possam comprometer a estabilidade dos maciços a medida que a semeadura for realizada.

13.3.3 Proteção com Material Rochoso

A proteção com material rochoso, onde indicado nos Documentos de Projeto, deverá ser executada com blocos de rochas sãs provenientes das escavações obrigatórias ou exploração de pedreiras. Deverão ser utilizados blocos com diâmetro D_{50} entre 5 cm e 20 cm, salvo em casos especiais, explicitados nos Documentos de Projeto.

A espessura da proteção deverá ser de no mínimo 20 cm lançada em camada segregada.

13.3.4 Geomembranas

Algumas superfícies escavadas poderão ser protegidas com geomembranas e/ou geocélulas como materiais de transição ou de proteção final. São produtos à base de PEAD, associados ou não a geotêxtis.

Sua aplicação será apresentada nos Documentos de Projeto.

13.4. PAVIMENTAÇÃO

13.4.1 Generalidades

Os serviços, objeto deste item, referem-se à pavimentação e obras complementares para os acessos definitivos e na área das estruturas do Aproveitamento.

Os serviços deverão ser executados de acordo com as Especificações Técnicas de Serviços do DNIT.

O fornecimento dos materiais e a execução dos serviços de pavimentação serão de responsabilidade da CONTRATADA, a qual deverá obedecer aos procedimentos e especificações a seguir.

13.4.2 Escopo dos Serviços

A CONTRATADA deverá implantar os acessos definitivos executando a terraplenagem e regularização do greide com largura de revestimento primário em torno de 10,0 m.

As obras de arte correntes, bem como as canaletas e valetas para drenagem superficial, serão também implantadas, podendo, no entanto, haver necessidade de serem executadas eventuais complementações e adequações a fim de facilitar a execução dos serviços.

A seção transversal dos acessos definitivos, conforme indicado nos Documentos de Projeto, será constituída por duas faixas de tráfego de 3,5 m e acostamentos com largura de 1,0 m de cada lado.

Basicamente, para a realização dos serviços de pavimentação deverão ser desenvolvidas as seguintes atividades:

- escavação, carga e transporte de solo para a execução da caixa de pavimento;
- regularização e compactação do subleito;
- execução dos aterros;
- execução da sub-base e base estabilizadas granulometricamente;
- execução da pintura de ligação e imprimação;
- execução do revestimento asfáltico em tratamento superficial duplo (TSD) na faixa de rodagem;
- execução do revestimento asfáltico em tratamento superficial simples (TSS) nos acostamentos;
- fornecimento e execução das cercas de proteção; e,
- fornecimento de todo o material e implantação das sinalizações horizontal e vertical.

13.4.3 Escavação, Carga e Transporte de Solo para Execução da Caixa do Pavimento

A CONTRATADA deverá executar a escavação, carga e transporte do volume de solo necessário para efetuar o ajuste do greide vertical e a abertura da caixa do pavimento, quando o greide final for coincidente com o greide já implantado.

13.4.4 Regularização e Compactação do Subleito

A CONTRATADA deverá executar, mediante o emprego de equipamentos adequados, a regularização e compactação do subleito dos acessos definitivos, obedecendo às normas rodoviárias.

13.4.5 Execução das Camadas Estruturais do Pavimento

A CONTRATADA, seguindo os critérios das normas rodoviárias, deverá executar as camadas estruturais do pavimento como estabelecido nos Documentos de Projeto. Essas camadas e serviços correlatos serão constituídos de sub-base e base granulares, imprimação, pintura de ligação, tratamento superficial duplo e simples.

13.4.6 Cercas de Proteção

A CONTRATADA deverá implantar as cercas de proteção da faixa de domínio dos acessos definitivos, obedecendo aos critérios e recomendações do Departamento Estadual de Estradas de Rodagem, ou na falta destes, as recomendações do DNIT.

13.4.7 Sinalização

A CONTRATADA deverá fornecer todo o material e executar todos os serviços referentes à implantação das sinalizações horizontal e vertical, obedecendo aos critérios e recomendações do Departamento Estadual de Estradas de Rodagem, resguardando-se, no entanto, sua aplicabilidade às condições das instalações industriais do Empreendimento.

14. INSTRUMENTAÇÃO DAS OBRAS CIVIS

14.1. OBJETO

A CONTRATADA será responsável pela aquisição, condições de entrega, instalação e operação da instrumentação em compatibilidade com o cronograma de execução. A CONTRATADA deverá proteger todos os instrumentos, tubulações e cabines de leitura, sendo responsável pelo reparo ou substituição, quando requerido, da instrumentação avariada.

As seções instrumentadas, tipos de instrumentos, principais detalhes de instalação e quantidades estão apresentados nos Documentos de Projeto devendo atender aos seguintes objetivos:

- possibilitar a confirmação da adequação dos métodos de dimensionamento e verificação adotados no desenvolvimento dos Documentos de Projeto, para as condições de carregamentos relacionados às fases de construção e operação do Empreendimento;
- monitorar o desempenho das estruturas instrumentadas, visando verificar as condições de segurança das obras do Empreendimento durante o período construtivo e operacional;
- possibilitar a verificação da adequação de métodos construtivos novos ou alternativos, propostos pela CONTRATADA; e,
- pesquisar mecanismos pouco conhecidos de comportamento de materiais e/ou de métodos de projeto, obtendo maior experiência e maior economia futura.

14.2. INSTRUMENTOS TÍPICOS A INSTALAR

Os tipos de instrumentos convencionais a serem instalados em obras civis correntes serão indicados nos Documentos de Projeto.

Para possibilitar a realização das leituras de instrumentos do tipo marcos topográficos de superfície ou similares, deverão ser instalados marcos de referência, fixos assentes em rocha (tipo Bench Mark) ou em pontos não deslocáveis e em posições que permitam a triangulação das leituras.

14.3. IDENTIFICAÇÃO, IMPLANTAÇÃO E INSTALAÇÃO

Cada instrumento especificado nos Documentos de Projeto deverá ser identificado através de sigla alfanumérica e ter sua posição indicada através de referências a eixos de implantação, cotas e outras, relacionando os Documentos de Projeto que apresentam sua locação, bem como de cabos, extensões e das centrais ou painéis de leituras.

As especificações dos equipamentos deverão indicar toda a sequência de montagem, instalação dos instrumentos, calibragem, painéis de leituras e ensaios no início das leituras, assim como os procedimentos a serem obedecidos para proteção dos instrumentos.

14.4. MEDIÇÕES, FREQUÊNCIA, NÍVEIS DE ALERTA E PROVIDÊNCIAS

A CONTRATADA será responsável pela operação dos instrumentos durante a fase de Construção. A CONTRATADA fornecerá relatórios mensais de operação dos instrumentos, onde constará a época de início das leituras, sua frequência, níveis de

alerta para as medidas durante o período construtivo e de enchimento do reservatório e as providências alternativas a serem tomadas nestes casos.

Durante o período construtivo os registros de leitura deverão ter frequência semanal. Em casos especiais, quando forem observados comportamentos anómalos ou imprevistos, a frequência de leitura poderá ser reprogramada.

A CONTRATADA elaborará o Plano de Monitorização das barragens que torne possível controlar, ao longo do tempo, as condições que comprometam a funcionalidade, bem como permitir a detecção de qualquer anomalia em tempo hábil para a implantação de medidas corretivas. Esse plano deverá:

- estabelecer os procedimentos referentes à implantação e operacionalização do Sistema de Observação, incluindo a inspeção visual, instalação da instrumentação de auscultação, coleta e tratamento dos dados, interpretação dos resultados, análise do comportamento da barragem e dos níveis de alerta;
- especificar as grandezas que devem ser observadas no que diz respeito às ações, propriedades dos materiais e respostas que possibilitem conhecer as condições de funcionalidade, permitindo a devida avaliação da conformidade do comportamento observado com as previsões dos modelos de cálculo adotados nos dimensionamentos;
- estabelecer também os procedimentos para a realização de inspeções visuais, objetivando a detecção de sinais e evidências de deteriorações bem como anomalias na instrumentação de auscultação; e,
- especificar, em função da fase da vida útil das barragens, as frequências dos diversos tipos de inspeção a serem efetuadas, bem como discriminar as grandezas, tipos de instrumentos e frequências utilizadas na monitorização destas grandezas.

14.5. PEÇAS SOBRESSALENTES.

A CONTRATADA deverá fornecer as seguintes peças sobressalentes para a instrumentação relacionada à mecânica do solo e da rocha:

- Dispositivos de leitura de nível de água para piezômetro tipo tubo aberto;
- Dispositivos de leitura para cada tipo de piezômetro, hidráulicos, pneumáticos e elétricos; e,
- Dispositivos de leitura para cada tipo de extensômetro, simples e de múltiplos pontos.

14.6. MEDIÇÃO DO FLUXO DE ÁGUA

As réguas limnimétricas a serem instaladas nas cercanias da obra, a montante e a jusante do eixo da barragem, serão equipadas com medidores automáticos de nível de água para determinar a correspondente vazão afluente e confirmar que a mesma está dentro das vazões de Projeto previstas para as fases do desvio. A estação de medidores automáticos de nível de água deverá consistir de um dispositivo de registo do tipo contínuo, digital. É responsabilidade da CONTRATADA operar e manter a instalação e coletar periodicamente os dados. Os dados assim coletados serão incluídos no relatório de progresso mensal.

14.7. OBSERVAÇÕES FINAIS

A CONTRATADA fornecerá, instalará e procederá às leituras e realizará uma pré-análise dos resultados da instrumentação. Estes procedimentos serão efetuados até a entrega final da obra e englobarão todos os instrumentos indicados nos Documentos de Projeto ou em instruções específicas.

As escavações e/ou perfurações, quando necessárias à instalação dos instrumentos, serão executadas pela CONTRATADA.

A CONTRATADA executará a instalação dos instrumentos e conduzirá seus trabalhos de modo a não causar danos aos mesmos, durante a execução dos aterros. Deverá, ainda, fornecer e instalar grades de proteção dos instrumentos. Qualquer ocorrência no período construtivo que possa ter danificado algum instrumento deverá ser relatada ao Projetista das Obras Civis para avaliação e verificação da necessidade de reparos ou substituição.

Nunca deverá haver passagem de qualquer equipamento sobre tubulações ou instrumentos embutidos, a menos que sobre eles haja uma camada de aterro compactado de espessura adequada.

A CONTRATADA deverá coordenar o seu trabalho procurando minimizar as interferências com a construção e evitar possíveis atrasos causados pela colocação dos instrumentos.

15. DISPOSIÇÕES AMBIENTAIS

15.1. OBJETO

Esta Seção trata dos serviços e cuidados que caberão à CONTRATADA, no sentido de conciliar as atividades relativas à execução das obras com as necessidades de conservação ambiental, visando provocar o mínimo possível de alterações no meio natural e facilitar os trabalhos de recomposição ambiental dos locais afetados.

15.2. CONDIÇÕES GERAIS

A CONTRATADA deverá desenvolver suas atividades de forma ordenada e simultânea com ações preventivas e corretivas, procurando programá-las com vistas a minimizar os processos de degradação ambiental:

- ações preventivas serão desencadeadas desde o início da obra e mantidas ao longo de todo o período de duração da mesma, visando contribuir para a manutenção de um nível aceitável de qualidade ambiental e minimizar as ações posteriores para a recomposição das áreas afetadas;
- ações corretivas ou de recomposição ambiental serão realizadas imediatamente após o término dos serviços de cada frente de trabalho, com vistas à recuperação física e biótica das áreas e posterior reintegração à paisagem local, deixando-as em condições, para um novo uso. Com isso, pretende-se evitar o desenvolvimento de processos de degradação (erosão, poluição do solo, etc), de assoreamento e de contaminação de cursos de água, bem como a presença de outras formas de poluição, contribuindo, consequentemente, para reduzir a extensão das obras reparadoras que se fizerem necessárias.

Nesse contexto, a CONTRATADA deverá elaborar um plano de ações, relacionando os cuidados a serem tomados, proteção ambiental durante o andamento dos trabalhos,

assim como as atividades a serem desenvolvidas para a recuperação das áreas afetadas.

15.3. DIRETRIZES PARA CONTROLE DE DEGRADAÇÃO DAS ÁREAS AFETADAS PELA OBRA

15.3.1 Implantação do Canteiro de Obras

Paralelamente às prescrições constantes das Especificações Técnicas, deverá ser considerado o maior aproveitamento dos desníveis topográficos, desfrutando das qualidades visuais da área e facilitando os serviços necessários à sua recomposição e adaptação ao novo uso.

Deverá ser adotada, para os taludes que irão compor a fisionomia final da área da obra, sempre que possível, uma inclinação máxima de 1:2 (V:H), mantendo-se a altura máxima dos taludes de 10,0 m, podendo chegar a 15,0 m excepcionalmente, separados por bermas de 4,0 m.

15.3.2 Implantação das Áreas de Empréstimo e de Bota-Fora

Seleção das Áreas

A seleção das áreas de empréstimo e de bota-fora deverá contemplar, ao mesmo tempo, as exigências da obra e as necessidades de conservação ambiental.

Sendo assim, a partir de um determinado volume de material a ser explorado ou descartado, é necessário que a área a ser trabalhada seja claramente delimitada, para que a execução de cortes e aterros seja convenientemente planejada, a fim de não deformar a paisagem, não provocar problemas de drenagem nas áreas próximas, não causar assoreamento e poluição e nem realizar desmatamentos desnecessários.

Planejamento de Cortes e Exploração das Áreas de Empréstimo

A execução de cortes em vertentes, e em áreas de empréstimo, deverá compatibilizar a extração do volume de material necessário com a manutenção da fisionomia do relevo da área. Em vista disso, os cortes deverão ser efetuados de modo que a declividade e a extensão dos taludes resultantes não atendam, apenas, os requisitos de estabilidade, mas, também, facilitem os serviços de reafeiçoamento posterior, visando sua reintegração à paisagem e a viabilização de uma futura utilização da área.

Nesse sentido, deverá ser, também, realizada a exploração de materiais, de modo a evitar a formação de "crateras", pois estas poderão criar dificuldades para a recomposição da área, ao final dos serviços. Nesse caso, será necessário ampliar a área a ser explorada, de modo que a profundidade da escavação seja reduzida e a declividade dos cortes, atenuada.

Planejamento de Aterros de Bota-Fora

Os aterros de bota-fora deverão ser executados em conformidade com a topografia original da área circundante, e de forma a preservar e não interromper a continuidade da paisagem.

A declividade e extensão dos taludes e a largura das bermas, além de atenderem a perfeita estabilidade e sustentação dos materiais depositados, deverão se aproximar, sempre que possível, da configuração geral do relevo. Em momento algum, poderá ser esquecido que, ao final dos serviços de deposição, o aterro de bota-fora deverá ser revegetado e incorporado ao relevo adjacente.

Outro cuidado que precisará ser tomado pela CONTRATADA diz respeito a evitar a obstrução de nascentes ou surgências de água e o entulhamento de pequenas drenagens, que poderão causar problemas de estabilização nos aterros e de drenagem nas áreas vizinhas.

15.3.3 Preparo dos Locais para as Obras

Antes de serem iniciados os serviços de escavações, terraplenagem e deposição de material não aproveitável na obra, em todos os locais e áreas por eles afetados, a CONTRATADA deverá tomar as seguintes providências:

- retirada da vegetação existente (árvores, arbustos e galhos) dentro dos limites da área estipulada em Projeto, restringindo-se ao espaço efetivamente necessário e evitando-se a realização dos desmatamentos supérfluos, fora dos limites estabelecidos;
- remoção do solo orgânico (camada superficial do solo onde se concentram teores de matéria orgânica, nutrientes e microorganismos) e estocagem do mesmo em locais devidamente sinalizados e protegidos contra erosão e fatores poluentes. Os estoques de solo orgânico deverão ser constituídos sempre próximos da área afetada, a fim de facilitar os serviços previstos para a recomposição da área e da vegetação;
- execução de escavações com técnicas apropriadas, evitando-se o espalhamento e o deslizamento de materiais para fora dos locais de trabalho;
- conservação da vegetação remanescente nas áreas vizinhas ao canteiro de obras, evitando-se o uso de árvores como "ponto de apoio" ou para ancoragem de serviço e de esforços requeridos na obra. Caso seja indispensável a utilização das áreas vizinhas, os troncos deverão ser devidamente protegidos (estacas ao redor, tábuas de suporte, sacos de estopa etc). Se for necessário, a CONTRATADA deverá efetuar a remoção de galhos, sempre com serras ou lâminas de poda e nunca com machados;
- preservação de matacões e afloramentos rochosos, evitando pinturas ou pichações, responsáveis pela poluição visual das áreas da obra e descaracterização da paisagem;

- registro e salvamento de objetos arqueológicos ou que apresentem interesse histórico, encontrados durante a execução do serviço de escavação e de exploração das áreas de empréstimo de solo. Diante dessas ocorrências, os objetos não poderão ser removidos pela CONTRATADA, que deverá fazer a notificação do fato, o mais rápido possível, para que os responsáveis pelo "Patrimônio Arqueológico" possam orientar a recuperação das informações e salvamento os objetos de interesse.

15.3.4 Controle de Erosão e de Degradação do Solo

Movimentação de Veículos

Durante todo o período de execução das obras, a movimentação de veículos, nas diversas frentes de trabalho, deverá ser disciplinada e restrita às pessoas envolvidas com os serviços.

Os arredores deverão ser protegidos contra a compactação do solo provocada pela movimentação desnecessária de veículos e equipamentos pesados.

Controle de Erosão

Desde o início das atividades deverão ser adotadas medidas de controle de erosão, em todos os sectores da obra (vilas, canteiros, acessos, áreas de empréstimo e de bota-fora).

Tanto as superfícies dos canteiros, quanto os taludes de bota-fora, aterros e cortes de vertentes, deverão ser protegidos por um sistema de drenagem superficial. Com esse objetivo, poderão ser utilizados drenos, valetas, meias-canas, diques e bermas para a coleta e escoamento adequado das águas superficiais, qualquer que seja a sua origem, evitando o desenvolvimento de processos erosivos (sulcos, ravinas, voçorocas e escorregamentos) e garantindo a estabilidade dos terrenos.

Esse sistema de drenagem provisório deverá ser mantido durante todo o período de construção das obras, até que sejam implantados os sistemas definitivos de drenagem e de controle de erosão.

Com relação às estradas e acessos de serviço, deverá ser previsto um sistema eficiente de drenagem superficial, incluindo dispositivos de afastamento das águas e de dissipação de energia, para que o pavimento e as faixas laterais das estradas resultem adequadamente protegidos. Essa recomendação deverá ser reforçada nos casos de aterros, desníveis topográficos e cabeceiras de drenagem.

Caso venha a ser utilizada emulsão asfáltica ou de cimento e mistura de emulsão asfáltica, para revestimento de taludes, cumpre lembrar que se trata de uma solução temporária e, portanto, deverá ser complementada com outras formas de proteção.

Controle de Sedimentação

Associadas aos procedimentos de controle de erosão deverão ser implementadas medidas de contenção do aporte de sedimentos em áreas mais baixas e nos cursos de água.

Nas áreas onde a produção de sedimentos for muito elevada (escavações obrigatórias, áreas de empréstimo, bota-foras e praças de terraplenagem) será necessária a construção de bacias de sedimentação para decantação do material sólido transportado pelo escoamento superficial. Essas bacias deverão ser mantidas pela CONTRATADA, durante todo o período de implantação do Aproveitamento.

Complementarmente, nos locais onde a exploração e/ou a deposição de sedimentos estiverem concluídas, será recomendado efetuar o plantio de "faxinas" ou de vegetação herbácea arbústica, que ajudarão a diminuir e barrar a velocidade do escoamento superficial, retendo o carreamento de sedimentos, mesmo que os serviços ainda estejam sendo desenvolvidos em áreas vizinhas.

15.3.5 Limpeza das Áreas de Trabalho

Antes de iniciar os serviços de recuperação das áreas afetadas, será necessário que a CONTRATADA execute uma eficiente limpeza, removendo todos os vestígios de construção ou de exploração das mesmas.

Deverão ser removidos todos os resíduos e entulhos da obra (concreto, ferragens, madeiras, sacos e embalagens, etc) bem como restos de estruturas e de instalações temporárias, estoques de material excedente ou inútil, etc.

Incluem-se, nessa operação, todas as áreas do canteiro de serviço compreendidas no perímetro das obras e, de modo especial, as áreas trabalhadas anteriormente à mobilização da CONTRATADA.

No tocante à desmobilização do canteiro de serviço, acampamentos e equipamentos comunitários, a CONTRATADA deverá considerar os serviços correspondentes à remoção do revestimento dos acessos de serviço desativados, de modo a possibilitar a necessária recomposição do solo e respectiva cobertura vegetal. Consideração análoga deverá ser adotada para a remoção das bases e fundações de alojamentos, escritórios, equipamentos e demais instalações que serão desativadas e removidas após o término das obras.

15.3.6 Reafeiçoamento do Terreno

O reafeiçoamento do terreno terá como objetivo a recomposição final do relevo, mediante o redimensionamento dos taludes de corte e aterro e a reordenação de linhas de drenagem, procurando harmonizar a morfologia do conjunto das áreas afetadas com a paisagem circundante.

Esse trabalho será desenvolvido pela CONTRATADA em duas etapas sequenciais: a de sistematização do terreno e a de preparo do solo, fundamentais para a revegetação da área e recomposição do meio biótico.

Sistematização do Terreno

Engloba um conjunto de serviços que propiciarão uma configuração final ao terreno do local "em tratamento", integrando-o à topografia da área adjacente. Sem a sistematização do terreno, a introdução da cobertura vegetal será dificultada e poderá comprometer os objetivos da recomposição paisagística.

Esta etapa engloba as seguintes operações:

- retaludamento - consiste na atividade de remodelação dos taludes de corte e aterro, mediante a redução de sua extensão e declividade, e a suavização dos contornos e contactos com as demais linhas do relevo da área.
- Quando ocorrerem situações em que a topografia resultante no canteiro de obras apresentar superfícies inclinadas muito extensas e com declividades muito acentuadas, será recomendável o desdobramento dos taludes, criando patamares (ou terraços) escalonados.
- Nos locais onde a exploração de materiais para a obra provocar a formação de "crateras", devido a escavações profundas (a despeito das recomendações

preventivas) será necessário reafeiçoar o seu interior, através da ação combinada de preenchimento da cratera com rejeitos de outras áreas ou provenientes da "operação limpeza" das áreas de trabalho, e de redução da declividade dos taludes de cortes.

- Nos casos em que as escavações forem superficiais, os cortes de vertentes deverão ser atenuados e as superfícies aplainadas e reconstruídas.
- Nas áreas onde eventualmente restarem matacões, sobras ou entulhos de obras civis, estes deverão ser removidos ou, na impossibilidade, reagrupados junto às paredes dos taludes com declividades mais acentuadas, para serem, posteriormente, recobertos com terra, de modo a se articularem e se integrarem à topografia adjacente.
- reordenamento das linhas de drenagem - à medida em que a sistematização do terreno for progredindo, novas linhas de escoamento superficial (sistema definitivo de drenagem) deverão ser implantadas, a fim de proporcionar uma maior integração com o sistema de drenagem natural existente e garantir uma homogeneidade entre as vertentes e os "novos vales".
- Com relação aos taludes e patamares (terraços) de áreas de empréstimo e de bota-fora, a implantação do sistema de drenagem definitivo é de fundamental importância para a manutenção da estabilidade dos mesmos e para a recomposição da vegetação.
- Dependendo das características do solo e da declividade, o terraceamento irá exigir soluções diferenciadas para a execução da drenagem superficial e manutenção da estabilidade do terreno.
- Quando a declividade não for acentuada poderão ser implantados canais de drenagem diretamente no terreno, para conduzirem o excesso de águas pluviais até as estruturas de drenagem, construídas nas extremidades do terraço. Essa solução ajudará o desenvolvimento da cobertura vegetal que for implantada, já que facilitará a infiltração da água. Com o tempo, esses dispositivos acabarão se integrando à paisagem.
- No caso de declividades mais acentuadas, as soluções requeridas para a drenagem da área poderão necessitar de um tratamento mais elaborado, prevendo, por exemplo, a utilização de canaletas de concreto, caixas coletoras para dissipação de energia, canal coletor de sedimentos, controle do grau de inclinação dos canais e valetas.

Preparo do Solo

O preparo do solo somente poderá ser realizado após a conclusão das atividades relacionadas anteriormente.

Nos serviços de preparo e recuperação do solo, deverá ser utilizado solo orgânico, de acordo com os seguintes procedimentos:

- lançamento de solo orgânico - consiste no lançamento de porções de solo orgânico sobre os terrenos e superfícies reafeiçoadas em camadas uniformes e contínuas. A espessura dessas camadas dependerá do volume disponível de solo orgânico estocado disponível e do tipo de recobrimento vegetal a ser adotado;
- escarificação do solo - deverá ser efetuada após o lançamento do solo orgânico e terá por finalidade, revolver a superfície do terreno, para romper a camada compactada e impermeável resultante da movimentação de equipamentos utilizados nos serviços de implantação das vilas e canteiros. Essa operação,

entretanto, não poderá ser realizada em taludes com declividades elevadas, tanto devido às limitações à mecanização quanto à acentuada suscetibilidade à erosão;

- correção dos solos - trata-se de uma operação cuja finalidade é propiciar as condições favoráveis para a germinação das sementes e o desenvolvimento das mudas. Nesse contexto, deverá ser realizada uma análise química do solo, a fim de identificar o tipo e a quantidade de insumo necessário para a correção do Ph e adubação do solo. Após o espalhamento dos insumos, deverá ser feita uma gradagem cuidadosa, para facilitar a sua incorporação ao solo "em tratamento".

15.3.7 Recomposição Vegetal

A revegetação dos terrenos reafeiçoados e das áreas afetadas pelas obras terá como objetivos básicos: a proteção do solo contra o desenvolvimento de processos erosivos, o estabelecimento de um novo equilíbrio biótico e a recomposição paisagística.

Para atingir tais objetivos, tornar-se-á necessário desenvolver as seguintes atividades:

Projeto Paisagístico

No Projeto Paisagístico, serão considerados os diferentes graus de proteção que cada local irá requerer; o potencial cênico a ser valorizado; as características naturais a serem recuperadas, conservadas ou ressaltadas; e a articulação das áreas em foco com o entorno.

Escolha das Espécies

A implantação da cobertura vegetal deverá ser planejada no sentido de:

- combinar o tipo de cobertura vegetal (herbácea arbustiva ou arbórea) com os propósitos do plano de recomposição paisagístico (conservacionista ou de integração), procurando selecionar as espécies para o atendimento dos propósitos de curto prazo (controle de erosão e assoreamento, por exemplo) e de médio e longo prazo (restabelecimento da flora e fauna, auto-sustentação do novo ecossistema, valorização cênica, etc);
- observar os princípios de sucessão vegetal, para orientar a escolha dos componentes vegetais;
- buscar uma diversidade no componente vegetal (principalmente arbóreo) para fomentar a manutenção do equilíbrio dinâmico do novo ecossistema e garantir a interrelação das populações zoóticas que, por sua vez, serão responsáveis pela variedade genética;
- adotar, na escolha das espécies vegetais a serem utilizadas, uma combinação de espécies que se equilibrem e se complementem, garantindo um recobrimento com prazo menor e uma redução nos custos de manejo;
- dar preferência à utilização de espécies nativas, obtidas a partir de manchas remanescentes da cobertura original, por serem mais resistentes a doenças e mais facilmente adaptáveis às características climáticas e edáficas locais.

Produção de Mudas

Uma vez definidas as espécies a serem utilizadas, deverá ser procedida a produção das mudas e a coleta das sementes. Essa atividade deverá ser desenvolvida pela CONTRATADA em função da composição florística e da dimensão da área, obedecendo a um programa de produção que garanta a qualidade e a quantidade das mudas necessárias.

A CONTRATADA ficará encarregado da seleção das espécies matrizes, coleta de sementes e produção de mudas.

Reflorestamento e/ou Revegetação

Essa etapa englobará um conjunto de operações técnicas seqüenciais, a cargo da CONTRATADA, e necessárias à implantação e à consolidação do projeto, tais como:

- demarcação das covas, cujo espaçamento será função das espécies selecionadas;
- preparo da superfície do terreno (abertura de covas ou construção de micropatamares), para criação dos meios favoráveis à germinação de sementes e desenvolvimento de mudas;
- construção de aceiros e caminhos para manejo e inspeção da área plantada, proteção contra o fogo e contra a disseminação de doenças, procurando utilizar os acessos de serviço desativados;
- adubação do solo e das covas e plantio de mudas e sementes.

Manejo da Área Plantada

Um dos aspectos fundamentais para a consolidação do projeto de revegetação e reflorestamento das áreas afetadas será o manejo das mesmas. Como providência inicial, será programada uma inspeção em toda a área trabalhada, após 30 ou 40 dias, para verificar o estado das mudas e a ocorrência de possíveis problemas decorrentes do próprio plantio ou do ataque de insetos e doenças, procedendo a substituição das espécies mais fracas ou mortas.

Além do replantio, o manejo da área em recomposição compreenderá as seguintes atividades a cargo da CONTRATADA:

- combate a ervas daninhas, formigas e outros insetos predadores;
- adubação complementar;
- controle de erosão, caso os dispositivos de drenagem superficial mostrem-se inadequados ou ineficientes. Nesse caso, deverá ser restabelecido o sistema de drenagem, sendo os sulcos e ravinas preenchidos com solo e a superfície replantada;
- enriquecimento da diversidade das espécies nas áreas onde as etapas sucessivas de plantio tenham sido planejadas, em função dos propósitos de curto, médio e longo prazo.

15.4. CONTROLE DA POLUIÇÃO E DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS NA OBRA

15.4.1 Controle da Poluição e Proteção dos Recursos Hídricos

Durante a implantação do Aproveitamento, diversas atividades poderão provocar alterações nos cursos de água, existentes na área e no sistema a jusante.

As escavações de solo e rocha, por exemplo, poderão propiciar o carreamento do material sólido para os córregos e lageados, intensificando o assoreamento desses cursos de água, caso não tenham sido adotadas as medidas de controle usualmente recomendadas.

As atividades de lavagem de brita e cura do concreto poderão gerar um grande volume de efluentes, com alto teor de sólidos em suspensão, comprometendo a qualidade da água dos rios e interferindo nas espécies bióticas aquáticas.

Os acampamentos e alojamentos, por sua vez, representarão uma fonte potencial de poluição dos recursos hídricos, em função da geração do lixo e do escoamento dos esgotos sanitários.

Desse modo, deverão ser implementadas pela CONTRATADA medidas de controle e tratamento de resíduos, procurando minimizar esses impactos.

A CONTRATADA não poderá poluir os rios e as águas subterrâneas mas deverá monitorar e alertar os usuários, que desenvolvem atividades a jusante, sobre o provável aumento da turbidez e a ocorrência de alterações na qualidade da água, durante a construção das obras de implantação do Aproveitamento.

Controle do Escoamento Superficial

Simultaneamente com as diretrizes de controle de erosão e de assoreamento mencionadas anteriormente, a CONTRATADA deverá desenvolver outras atividades de controle e monitoramento, de acordo com o projeto de controle da disposição de resíduos, em toda a área das obras.

Com esse objetivo, a CONTRATADA deverá proteger as áreas de estocagem de material e evitar o aumento de turbidez, mediante a construção de diques e implantação de canal ou tubulação até uma bacia de sedimentação. Assim procedendo, será possível desviar as águas de drenagem superficial, provenientes das áreas de empréstimo, bota-fora e demais locais onde estiverem sendo realizados os serviços de terraplenagem, até as bacias de sedimentação.

No que se refere à travessia de córregos ou à transposição direta de máquinas e equipamentos de construção, caberá a CONTRATADA providenciar a construção de galerias ou pontes temporárias, a fim de evitar os problemas de assoreamento e aumento da turbidez. Tais estruturas deverão ser imediatamente removidas, após a conclusão da obra.

Controle de Áreas de Estocagem de Combustíveis e Óleos Lubrificantes

Além da obediência às normas legais de segurança contra incêndio e explosões, a CONTRATADA deverá isolar as áreas de estocagem, através a construção de diques, de modo a evitar a contaminação dos cursos de água, em caso de vazamento ou acidentes.

As áreas de estocagem serão conectadas através de canaletas ou tubulações, a um tanque separador de água e óleo, do tipo API, CPI, IPI ou similar, que receberá, também, a água da chuva, contaminada pelos óleos e combustíveis, para, em seguida, proceder à necessária separação.

Manejo de Efluentes Industriais

- Áreas de manuseio de óleos e graxas e de lavagem de máquinas e veículos - a CONTRATADA deverá construir sistemas de coleta de águas residuais, composto de canaletas e/ou tubulações, e tanques separadores de água e óleo, do mesmo tipo que o referido anteriormente.
- O tanque deverá ser dimensionado de forma a manter uma velocidade de escoamento baixa, propiciando a formação de um filme de óleo na superfície e a precipitação de partículas sólidas sedimentáveis.
- O óleo recolhido poderá ser reutilizado, os resíduos sedimentados deverão ser dispostos, adequadamente, em aterro sanitário, e a água de efluentes industriais será lançada no curso de água mais próximo.

- Águas de processamento de materiais de aterro e de lavagem de agregados - em função das grandes quantidades de sólidos em suspensão. Essas águas não poderão ser lançadas diretamente no rio, mas deverão ser coletadas através de canaletas ou tubulações, dimensionadas para uma velocidade mínima de 0,8 m/s, e encaminhadas à bacia de sedimentação, dimensionada para um tempo de retenção mínimo de quatro horas.
- Os sólidos decantados serão, então, dispostos em aterro industrial e as águas tratadas poderão ser lançadas no curso de água mais próximo.
- Águas de resfriamento de equipamentos - em nenhuma hipótese, as águas, com temperatura superior a 40ºC, poderão ser lançadas diretamente nos cursos de água, mas, antes, serão encaminhadas a uma bacia de equalização, dimensionada para um tempo de retenção que permita sua adequação ao padrão desejado.

Manejo dos Esgotos Domésticos

As águas servidas e os esgotos gerados nos acampamentos e alojamentos deverão ter um tratamento adequado, antes de serem lançados no rio.

15.4.2 Controle da Poluição Atmosférica

Entre as atividades desenvolvidas para a implantação da obra, algumas poderão gerar poluição atmosférica, principalmente em razão da emissão de poeira proveniente de escavações, bota-foras, britagem e construções diversas, bem como pela emissão de fumaça e substâncias tóxicas, resultantes da queima de material e operação de equipamentos.

Nesse sentido, a CONTRATADA deverá implementar algumas medidas obedecendo às diretrizes para controle da poluição, relacionadas a seguir:

Queima de Materiais

A queima eventual de materiais provenientes da obra, poderá ser realizada pela CONTRATADA, observando-se as normas locais referentes ao controle da poluição do ar, desde que a demanda seja previamente apresentada para a CESAN e aprovada pelo órgão ambiental licenciador.

É PROIBIDA a queima do material vegetacional a ser suprimido para a execução da obra e enchimento do reservatório.

A queima eventual de materiais provenientes da obra não deve interferir com a população do entorno, nem provocar alteração drástica de seu ambiente, ou causar riscos de incêndios.

Tais operações deverão respeitar uma distância mínima de 30,0 m, de qualquer construção em madeira ou outro material inflamável, sendo que eventuais prejuízos causados à vida humana ou à propriedade privada, resultantes de acidentes durante as queimadas, será de responsabilidade da CONTRATADA.

Toda a queima deverá ser completa de forma que só restem cinzas. Os resíduos carbonizados serão dispostos adequadamente na área de aterro de lixo industrial.

Controle de Poeira

Durante a construção das obras várias atividades, tais como os movimentos de solo, britagem de rocha e tráfego de veículos, poderão gerar poeira. Níveis elevados de poeira, em suspensão no ar, constituirão num sério risco nas áreas de trânsito intenso,

e poderão prejudicar a saúde da população residente dentro e fora dos limites do canteiro de obras.

Assim, a CONTRATADA deverá controlar a suspensão de poeira no ar, através de métodos de estabilização temporária, tais como rega, tratamento químico, betuminoso leve ou outros similares.

No caso de ser utilizado o processo de rega, este deverá ser repetido em intervalos adequados de tempo, de modo a manter todas as áreas adequadamente úmidas.

15.4.3 Controle e Manejo de Resíduos Sólidos

Durante a construção das obras, uma grande quantidade de resíduos sólidos será gerada, ressaltando-se o lixo produzido nos acampamentos e o entulho, descarte e refugo resultantes das diversas frentes e etapas de trabalho.

Lixo Industrial e Doméstico

A CONTRATADA deverá promover a coleta seletiva de lixo e encaminhar para reaproveitamento os materiais recicláveis.

Todo o lixo de rápido deterioramento e/ou que provoque mau cheiro e acúmulo de moscas, principalmente o lixo de refeitórios, deverá ser coletado diariamente.

O lixo decorrente de limpeza, embalagens e outros, poderão ser recolhidos em intervalos maiores, porém, nunca excedendo três dias.

Todo o lixo não reciclável deverá ser depositado em aterros sanitários que serão executados pela CONTRATADA, na forma estabelecida pelo órgão competente. O lixo reciclável deverá ser guardado, por períodos que não excedam a 30 dias, em locais apropriados.

Resíduo Hospitalar

O resíduo sólido de origem hospitalar deverá ser coletado diariamente e incinerado, devendo a CONTRATADA obedecer às exigências da legislação local.

15.5. ACOMPANHAMENTO E CONTROLE

15.5.1 Esclarecimentos e Conscientização do Pessoal Envolvido com a Obra

O grau de conscientização do pessoal envolvido com a obra, no que se refere aos cuidados a serem tomados com o meio ambiente, será fundamental para o sucesso do programa de controle ambiental.

Assim, a CONTRATADA deverá implementar um programa de esclarecimentos e conscientização do pessoal envolvido, a ser elaborado por uma comissão interna de meio ambiente.

Esse programa, além das medidas mencionadas nos capítulos anteriores e nas Condições Especiais, deverá esclarecer todos os cuidados e procedimentos que deverão ser tomados, diariamente, durante a execução dos diferentes serviços e nas diversas etapas da obra, a fim de evitar:

- desmatamentos desnecessários;
- quebra de galhos e troncos;
- pintura em árvores, matacões ou cortes de estradas que poluam visualmente a paisagem;

- disposição de rejeitos da obra (ferragens, pedaços de madeira, sacos de papel, etc) em locais inadequados;
- queima de resíduos, sem os devidos esquemas de segurança.

Além desses cuidados preventivos, será sempre conveniente esclarecer o pessoal envolvido sobre a necessidade de serem adotadas medidas de recomposição, imediatamente após a conclusão dos serviços (cortes, aterros, terraplenagem, etc), pois quanto mais tarde elas forem realizadas, maiores serão os custos envolvidos e mais difícil será atingir os objetivos.

15.5.2 Monitoramento

A implantação das ações e intervenções para o controle da degradação e da recuperação ambiental dependerão não só da sua definição precisa, mas também do cuidado na sua execução e manutenção até que a área ou o local "em tratamento" atinja um nível razoável de estabilidade.

Para tanto, será necessário que a CONTRATADA programe o acompanhamento (monitoramento) e supervisão do desenvolvimento das ações de controle e recuperação recomendadas, respeitando um cronograma preestabelecido, para que possam ser identificados os eventuais problemas e/ou feita a adequação das medidas propostas.

15.6. VIGILÂNCIA SANITÁRIA

A CONTRATADA deverá manter e operar um posto de vigilância sanitária para realizar o controle de doenças endêmicas e transmissíveis.

Para tanto, será submetida a exames toda a população vinculada à obra, em especial a população originária de regiões que registrem doenças endêmicas.

A CONTRATADA informará as autoridades sanitárias todas as ocorrências de doenças endêmicas.

Anexo

Listas de Normas Técnicas Utilizadas para Controle de Qualidade

NBR's

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**ISO/TR 10013**	Diretrizes para a documentação de Sistema de Gestão da Qualidade	2002	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR 10219**	Águas minerais e de mesa - Determinação da matéria orgânica em meio ácido	1988	Concreto	-
ABNT	**NBR 10341**	Agregado graúdo para concreto - Determinação do módulo de deformação estático e do diagrama tensão-deformação em rocha matriz - Método de ensaio	2006	Concreto	-
ABNT	**NBR 10342**	Concreto - Perda de abatimento	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 10664**	Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico	1989	Concreto	-
ABNT	**NBR 10786**	Concreto endurecido - Determinação do coeficiente de permeabilidade à água	1989	Concreto	-
ABNT	**NBR 10838**	Solo - Determinação da massa específica aparente de amostras indeformadas, com emprego da balança hidrostática	1988	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 10908**	Aditivos para argamassa e concreto - Ensaios de caracterização	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 11578**	Cimento Portland composto	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 11579**	Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 micrômetros (número 200)	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 11582**	Cimento Portland - Determinação da expansibilidade de Le Chatelier	1991	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 11588**	Vidraria volumétrica de laboratório - Métodos de aferição da capacidade e de utilização	1989	Concreto / Geotecnia	-
ABNT	**NBR 11768**	Aditivos para concreto de cimento Portland	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 11919**	Verificação de emendas metálicas de barras de concreto armado	1978	Concreto	-
ABNT	**NBR 12004**	Solo - Determinação do índice de vazios máximo de solos não coesivos	1990	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 12007**	Solo - Ensaio de adensamento unidimensional	1990	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 12023**	Solo-Cimento - Ensaio de Compactação	1992	Geotecnia	
ABNT	**NBR 12024**	Solo-Cimento - Moldagem e cura de Corpos de Prova Cilíndricos	1992	Geotecnia	
ABNT	**NBR 12025**	Solo-Cimento - Ensaio de Compressão simples de Corpos de Prova Cilíndricos	1990	Geotecnia	
ABNT	**NBR 12051**	Solo - Determinação do índice de vazios mínimos de solos não-coesivos	1991	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 12102**	Solo - Controle de compactação pelo método de Hilf	1991	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 12118**	Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 12142**	Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 12653**	Materiais pozolânicos	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 12654**	Controle tecnológico de materiais componentes do concreto	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 12655**	Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento	2006	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 12696**	Agregados - Verificação do comportamento mediante ciclagem artificial água-estufa	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 12697**	Agregados - Avaliação do comportamento mediante a ciclagem acelerada com etilenoglicol	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 12815**	Concreto endurecido - Determinação do coeficiente de dilatação térmica linear	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 12817**	Concreto endurecido - Determinação do calor específico	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 12818**	Concreto - Determinação da difusividade térmica	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 12820**	Concreto endurecido - Determinação da condutividade térmica	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 12821**	Preparação de concreto em laboratório - Procedimento	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 12826**	Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação do índice de finura por meio de peneirador aerodinâmico	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 13028**	Mineração - Elaboração e Apresentação de Projeto de Barragens para Disposição de Rejeitos, Contenção de Sedimentos e Reservação de água	2006	Mineração	Para elaboração do PRAD
ABNT	**NBR 13029**	Mineração - Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha	2006	Mineração	Para elaboração do PRAD
ABNT	**NBR 13030**	Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração	1999	Mineração	Para elaboração do PRAD
ABNT	**NBR 13044**	Concreto projetado - Reconstituição da mistura recém-projetada	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 13069**	Concreto projetado - Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega	1994	Concreto	-
ABNT	**NBR 13070**	Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetados	1994	Concreto	-
ABNT	**NBR 13292**	Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante	1995	Geotecnia	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 13317**	Concreto projetado - Determinação do índice de reflexão por medição direta	1995	Concreto	-
ABNT	**NBR 13354**	Concreto projetado - Determinação do índice de reflexão em placas	1995	Concreto	-
ABNT	**NBR 13597**	Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR 13602**	Solo - Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio sedimentométrico comparativo - Ensaio de dispersão SCS	1996	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 13797**	Agua - Determinação de cloretos - Métodos titulométricos do nitrato mercúrico e do nitrato de prata	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR 13956**	Sílica ativa para uso em cimento Portland, concreto, argamassa e pasta de cimento Portland - Especificação	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR 13956**	Sílica ativa para uso em cimento Portland, concreto, argamassa e pasta de cimento Portland - Especificação	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR 13957**	Sílica ativa para uso em cimento Portland, concreto, argamassa e pasta de cimento Portland - Métodos de ensaio	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR 14026**	Concreto projetado - Especificação	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR 14278**	Concreto projetado - Determinação da consistência através da agulha de Proctor	1999	Concreto	-
ABNT	**NBR 14279**	Concreto projetado - Aplicação por via seca - Procedimento	1999	Concreto	-
ABNT	**NBR 14545**	Solo - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável	2000	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 14931**	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR 14931**	Execução de estruturas de concreto - Procedimento	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR 15146**	Controle tecnológico de concreto - Qualificação de pessoal - Requisitos	2004	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 15146**	Controle tecnológico de concreto - Qualificação de pessoal - Requisitos	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR 15270-1**	Componentes cerâmicos - Parte 1 - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos	2005	-	Não tem no Gedweb
ABNT	**NBR 15270-2**	Componentes cerâmicos - Parte 2 - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Métodos de ensaio	2005	-	Não tem no Gedweb
ABNT	**NBR 15270-3**	Componentes cerâmicos - Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos	2005	-	Não tem no Gedweb
ABNT	**NBR 15530**	Fibras de aço para concreto - Especificação	2007	Concreto	-
ABNT	**NBR 15558**	Concreto - Determinação da exsudação	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-1**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-1**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-2**	Agregados - Reatividade álcali-agregado Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-2**	Agregados - Reatividade álcali-agregado Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-3**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-3**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-4**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	2008	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 15577-4**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Determinação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-5**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-5**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-6**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15577-6**	Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-1**	Concreto Auto-Adensável - Parte 1 - Classificação, Controle e Aceitação no Estado Fresco	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-1**	Concreto Auto-Adensável - Parte 1 - Classificação, Controle e Aceitação no Estado Fresco	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-2**	Concreto Auto-Adensável - Parte 2 - Determinação do Espalhamento e do Tempo de Escoamento - Método do Cone de Abrams	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-2**	Concreto Auto-Adensável - Parte 2 - Determinação do Espalhamento e do Tempo de Escoamento - Método do Cone de Abrams	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-3**	Concreto Auto-Adensável - Parte 3 - Determinação da Habilidade Passante - Método do Anel J	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-3**	Concreto Auto-Adensável - Parte 3 - Determinação da Habilidade Passante - Método do Anel J	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-4**	Concreto Auto-Adensável - Parte 4 - Determinação da Habilidade Passante - Método da Caixa L	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-4**	Concreto Auto-Adensável - Parte 4 - Determinação da Habilidade Passante - Método da Caixa L	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-5**	Concreto Auto-Adensável - Parte 5 - Determinação da Viscosidade - Método do Funil V	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-5**	Concreto Auto-Adensável - Parte 5 - Determinação da Viscosidade - Método do Funil V	2010	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 15823-6**	Concreto Auto-Adensável - Parte 6 - Determinação da Resistência à Segregação - Método da Coluna de Segregação	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15823-6**	Concreto Auto-Adensável - Parte 6 - Determinação da Resistência à Segregação - Método da Coluna de Segregação	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 15845**	Rochas para revestimento - Métodos de Ensaio	2010	-	Esta norma substitui a norma NBR 1276/97
ABNT	**NBR 15894-1**	Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 1: Requisitos	2010	Concreto	
ABNT	**NBR 15894-2**	Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 2: Determinação do Índice de desempenho com cimento aos sete dias	2010	Concreto	
ABNT	**NBR 15894-3**	Metacaulim para uso com cimento Portland em concreto, argamassa e pasta - Parte 3: Determinação da finura por meio da peneira 45µm	2010	Concreto	
ABNT	**NBR 15900-1**	Água de Amassamento e Cura - Parte 1 - Requisitos	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-10**	Parte 10 - Análise Química - Determinação de nitrato solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-11**	Parte 11 - Análise Química - Determinação de açúcar solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-2**	Parte 2 - Coleta de amostras para ensaio	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-3**	Parte 3 - Avaliação Preliminar	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-4**	Parte 4 - Análise Química - Determinação de zinco solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-5**	Parte 5 - Análise Química - Determinação de chumbo solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-6**	Parte 6 - Análise Química - Determinação de cloreto solúvel em água	2009	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 15900-7**	Parte 7 - Análise Química - Determinação de sulfato solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-8**	Parte 8 - Análise Química - Determinação de fosfato solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 15900-9**	Parte 9 - Análise Química - Determinação de álcalis solúvel em água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 5732**	Cimento Portland comum	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 5733**	Cimento Portland de alta resistência inicial	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 5735**	Cimento Portland de alto-forno	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 5736**	Cimento Portland pozolânico	1991	Concreto	-
ABNT	**NBR 5738**	Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 5739**	Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos	2007	Concreto	-
ABNT	**NBR 5741**	Extração e preparação de amostras de cimentos	1993	Concreto	-
ABNT	**NBR 5751**	Materiais pozolânicos - Determinação de atividade pozolânica - Indice de atividade pozolânica com cal	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 5752**	Materiais pozolânicos - Determinação de atividade pozolânica com cimento Portland - Indice de atividade pozolânica com cimento	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 5754**	Cimento Portland - Determinação de teor de escória granulada de alto-forno por microscopia	1992	Concreto	-
ABNT	**NBR 5762**	Determinação da alcalinidade em água - Método por titulação direta	1977	Concreto	-
ABNT	**NBR 6118**	Projeto de estruturas de concreto - Procedimento	2014	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 6123**	Forças devidas ao vento em edificações	2013	Ações	Versão corrigida
ABNT	**NBR 6153**	Produto metálico - Ensaio de dobramento semi-guiado	1988	Concreto	-
ABNT	**NBR 6349**	Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão - Ensaio de tração	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 6457**	Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização	1986	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 6458**	Grãos de pedregulho retidos na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água	1984	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 6459**	Solo - Determinação do limite de liquidez	1984	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 6502**	Rochas e solos	1995	Concreto	-
ABNT	**NBR 6508**	Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica	1984	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 6674**	Materiais metálicos - Calibração de instrumentos de medição de força utilizados na calibração de máquinas de ensaios uniaxiais	1999	Equipamentos	Não tem no Gedweb
ABNT	**NBR 6953**	Lastro-padrão - Determinação da resistência à compressão axial	1989	Concreto	-
ABNT	**NBR 7180**	Solo - Determinação do limite de plasticidade	1984	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 7181**	Solo - Análise granulométrica	1984	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 7182**	Solo - Ensaio de compactação	1986	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 7185**	Solo - Determinação da massa específica aparente, "in situ", com emprego do frasco de areia	1986	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 7211**	Agregado para concreto - Especificação	2009	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 7212**	Execução de concreto dosado em central	1984	Concreto	-
ABNT	**NBR 7215**	Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR 7218**	Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 7221**	Agregados - Ensaio de qualidade de agregado miúdo	1987	Concreto	-
ABNT	**NBR 7222**	Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos	2010	Concreto	-
ABNT	**NBR 7389**	Agregados - Análise petrográfica de agregado para concreto Parte 1: Agregado miúdo	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 7480**	Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação (VÁLIDA A PARTIR DE 03.03.2008)	2007	Concreto	-
ABNT	**NBR 7482**	Fios de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 7483**	Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido - Especificação	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 7680**	Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto	2007	Concreto	-
ABNT	**NBR 7681**	Calda de cimento para injeção	1983	Concreto	-
ABNT	**NBR 7682**	Calda de cimento para injeção - Determinação do índice de fluidez	1983	Concreto	-
ABNT	**NBR 7683**	Calda de cimento para injeção - Determinação dos índices de exsudação e expansão	1983	Concreto	-
ABNT	**NBR 7684**	Calda de cimento para injeção - Determinação da resistência à compressão	1983	Concreto	-
ABNT	**NBR 7685**	Calda de cimento para injeção - Determinação da vida útil	1983	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 7809**	Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio	2006	Concreto	-
ABNT	**NBR 8039**	Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa	1983	-	Não tem no Gedweb
ABNT	**NBR 8800**	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios	2008	Metálica	-
ABNT	**NBR 8522**	Concreto - Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão	2017	Concreto	-
ABNT	**NBR 8548**	Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda - Determinação da resistência à tração	1984	Concreto	-
ABNT	**NBR 9062**	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado	2017	Concreto	-
ABNT	**NBR 9202**	Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da finura por meio da peneira 0,044 mm (número 325)	1985	Concreto	-
ABNT	**NBR 9251**	Agua - Determinação do pH - Método eletrométrico	1986	Concreto	-
ABNT	**NBR 9479**	Argamassa e concreto - Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova	2006	Concreto	-
ABNT	**NBR 9778**	Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, indice de vazios e massa específica	2009	Concreto	Versão corrigida
ABNT	**NBR 9813**	Solo - Determinação da massa específica aparente "In Situ", com emprego de cilindro de cravação	1987	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 9833**	Concreto fresco - Determinação da massa específica e do teor de ar pelo método gravimétrico	2008	Concreto	-
ABNT	**NBR 9895**	Solo - Indice de suporte califórnia	1987	Geotecnia	-
ABNT	**NBR 9917**	Agregados para concreto - Determinação de sais, cloretos e sulfatos solúveis	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR 9936**	Agregados - Determinação do teor de partículas leves	2013	Concreto	Não tem no Gedweb

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR 9939**	Agregados - Determinação do teor de umidade total, por secagem, em agregado graúdo	2011	Concreto	-
ABNT	**NBR ISO 10012**	Sistemas de gestão de medição - Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição	2004	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 19011**	Diretrizes para auditorias de Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental	2002	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 6892**	Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente	2002	Concreto	-
ABNT	**NBR ISO 9000**	Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário	2005	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 9001**	Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos	2008	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 9004**	Sistemas de gestão da qualidade - Diretrizes para melhorias de desempenho	2010	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO/IEC 17025**	Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração	2005	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR NM 102**	Concreto - Determinação da exsudação	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 11-2**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxidos principais por complexometria Parte 2: Método ABNT	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 12**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 13**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etileno glicol	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 137**	Argamassa e concreto - Água para amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento Portland	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 14**	Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio	2004	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR NM 15**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 16**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 17**	Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 18**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 19**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 20**	Cimento Portland e suas matérias-primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 22**	cimento Portland com adições de materiais pozolânicos - Análise química - Método de arbitragem	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 23**	Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 24**	Materiais pozolânicos - Determinação do teor de umidade	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 248**	Agregados - Determinação da composição granulométrica	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 26**	Agregados - Amostragem	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 27**	Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 30**	Agregado miúdo - Determinação da absorção de água	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 31**	Agregados - Determinação do teor de partículas leves	1994	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 33**	Concreto - Amostragem de concreto fresco	1998	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR NM 36**	Concreto fresco - Separação de agregados grandes por peneiramento	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 43**	Cimento portland - Determinação da pasta de consistência normal	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 45**	Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios	2006	Concreto	Substitui NBR 7251
ABNT	**NBR NM 46**	Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometro, por lavagem	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 47**	Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico	2002	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 49**	Agregado fino - Determinação de impurezas orgânicas	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 51**	Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles"	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 52**	Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 53**	Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 56**	Concreto fresco - Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar, pelo método gravimétrico	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 6**	Perfil extrudado à base de elastômeros para juntas de estruturas de concreto - Determinação de características físicas, extração acelerada e efeito de álcalis	2000	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 65**	Cimento portland - Determinação do tempo de pega	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 67**	Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 69**	Concreto - Extração, preparação e ensaio de testemunhos de estruturas de concreto	1996	Concreto	-

ENTIDADE EMITENTE	CÓDIGO DA NORMA	TÍTULO	REVISÃO APLICÁVEL (ANO)	ÁREA APLICÁVEL	OBSERVAÇÕES
ABNT	**NBR NM 7**	Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estruturas de concreto - Especificação	2000	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 76**	Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine)	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 77**	Concreto - Preparação das bases dos corpos-de-prova e testemunhos cilíndricos para ensaios de compressão	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 9**	Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM-ISO 3310-1**	Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico	2010	Equipamentos	-
ABNT	**NBR NM-ISO 7500-1**	Materiais metálicos - Calibração de máquinas de ensaio estático uniaxial - Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão - Calibração do sistema de medição da força	2004	Concreto	-
ASTM	**ASTM C 114**	Standard test for chemical analysis of hydraulic cement		Concreto	-
ASTM	**ASTM C 123**	Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate	2004	Concreto	-
ASTM	**ASTM C 1240**	Standard Specification for Sílica Fume used in cementitions Mixtures	2005	Concreto	-
ASTM	**ASTM C 311**	Standard test methods for Sampling and Testing fly ash or natural Pozzolans for use in Portland-cement concret	2004	Concreto	-
ASTM	**ASTM C 403**	Standard test method for time of setting of concrete mixtures by penetration Resistence	1999	Concreto	-
ASTM	**ASTM C88**	Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate	2005	Concreto	-

NBR NM

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**NBR NM 6**	Perfil extrudado à base de elastômeros para juntas de estruturas de concreto - Determinação de características físicas, extração acelerada e efeito de álcalis	2000	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 7**	Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estruturas de concreto - Especificação	2000	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 9**	Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 13**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de óxido de cálcio livre pelo etileno glicol	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 14**	Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 15**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 16**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 17**	Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para a determinação de óxido de sódio e óxido de potássio por fotometria de chama	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 18**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo	2004	Concreto	-

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**NBR NM 19**	Cimento Portland - Análise química - Determinação de enxofre na forma de sulfeto	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 20**	Cimento Portland e suas matérias-primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 22**	cimento Portland com adições de materiais pozolânicos - Análise química - Método de arbitragem	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 23**	Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 24**	Materiais pozolânicos - Determinação do teor de umidade	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 26**	Agregados - Amostragem	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 27**	Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 30**	Agregado miúdo - Determinação da absorção de água	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 31**	Agregados - Determinação do teor de partículas leves	1994	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 33**	Concreto - Amostragem de concreto fresco	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 36**	Concreto fresco - Separação de agregados grandes por peneiramento	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 43**	Cimento portland - Determinação da pasta de consistência normal	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 45**	Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios	2006	Concreto	-
ABNT	**NB RNM 46**	Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometro, por lavagem	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 47**	Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico	2002	Concreto	-

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**NBR NM 49**	Agregado fino - Determinação de impurezas orgânicas	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 51**	Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Angeles"	2001	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 52**	Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 53**	Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água	2009	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 56**	Concreto fresco - Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar, pelo método gravimétrico	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 65**	Cimento portland - Determinação do tempo de pega	2003	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 67**	Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 69**	Concreto - Extração, preparação e ensaio de testemunhos de estruturas de concreto	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 76**	Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine)	1998	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 77**	Concreto - Preparação das bases dos corpos-de-prova e testemunhos cilíndricos para ensaios de compressão	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 102**	Concreto - Determinação da exsudação	1996	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 137**	Argamassa e concreto - Água para amassamento e cura de argamassa e concreto de cimento Portland	1997	Concreto	-
ABNT	**NBR NM 248**	Agregados - Determinação da composição granulométrica	2003	Concreto	-

NBR ISO

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**NBR ISO 6892**	Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente	2002	Concreto	-
ABNT	**NBR ISO 9000**	Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário	2005	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 9001**	Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos	2008	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 9004**	Sistemas de gestão da qualidade - Diretrizes para melhorias de desempenho	2010	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR NM-ISO 3310-1**	Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico	2010	Equipamentos	-
ABNT	**NBR NM-ISO 7500-1**	Materiais metálicos - Calibração de máquinas de ensaio estático uniaxial - Parte 1: Máquinas de ensaio de tração/compressão - Calibração do sistema de medição da força	2004	Concreto	-
ABNT	**NBR ISO 10012**	Sistemas de gestão de medição - Requisitos para os processos de medição e equipamento de medição	2004	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**ISO/TR 10013**	Diretrizes para a documentação de Sistema de Gestão da Qualidade	2002	Gestão da Qualidade	-

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**NBR ISO/IEC 17025**	Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração	2005	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**NBR ISO 19011**	Diretrizes para auditorias de Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental	2002	Gestão da Qualidade	-
ABNT	**ASTM C88**	Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate	2005	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 114**	Standard test for chemical analysis of hydraulic cement		Concreto	-
ABNT	**ASTM C 123**	Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate	2004	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 311**	Standard test methods for Sampling and Testing fly ash or natural Pozzolans for use in Portland-cement concret	2004	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 403**	Standard test method for time of setting of concrete mixtures by penetration Resistence	1999	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 1240**	Standard Specification for Sílica Fume used in cementitions Mixtures	2005	Concreto	-

ASTM

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ABNT	**ASTM C88**	Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate	2005	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 114**	Standard test for chemical analysis of hydraulic cement		Concreto	-
ABNT	**ASTM C 123**	Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate	2004	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 311**	Standard test methods for Sampling and Testing fly ash or natural Pozzolans for use in Portland-cement concret	2004	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 403**	Standard test method for time of setting of concrete mixtures by penetration Resistence	1999	Concreto	-
ABNT	**ASTM C 1240**	Standard Specification for Sílica Fume used in cementitions Mixtures	2005	Concreto	-

Designation: C 123 – 04 American Association State

Standard Test Method for

Lightweight Particles in Aggregate1

ACI

NORMAS DO SISTEMA GEDWeb					
ENTIDADE EMITENTE	**CÓDIGO DA NORMA**	**TÍTULO**	**REVISÃO APLICÁVEL (ANO)**	**ÁREA APLICÁVEL**	**OBSERVAÇÕES**
ACI	**ACI 214-02**	Evaluation of Strength Test Results of Concrete	2002	Concreto	-
ACI	**ACI 318-19**	Building Code Requirements for Structural Concrete	2019	Concreto	Sistema internacional de unidades
IBAMA	**-**	Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração – Técnicas de Revegetação (D. D. Williams, A. Bugin, J. L. B. C. Reis)	2008	Mineração	Para elaboração do PRAD