



Projetos Básicos Emergenciais de Estabilização da Curva da Miséria – Juiz de Fora, MG

Especificação Técnica

GPHI-PJ194-ET-415-03-001-R0

Setembro. 2026

Projetos Básicos Emergenciais de
Estabilização da Curva da Miséria
Juiz de Fora, MG

GPHI-PJ194-ET-415-03-001-R0



ÍNDICE

RESUMO	1
1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVO	2
3 LOCALIZAÇÃO DA CURVA DA MISÉRIA	2
4 GENERALIDADES.....	4
4.1 Documentos de Referência.....	4
4.2 Normas Técnicas Aplicáveis	4
5 ETAPAS CONSTRUTIVAS	7
6 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS.....	7
6.1 Mobilização/Desmobilização de Pessoal e Equipamentos.....	7
6.2 Serviços Topográficos.....	7
6.3 Canteiro de Obras.....	8
6.4 Implantação e Manutenção dos Caminhos de Serviço	9
6.5 Supressão Vegetal e Limpeza.....	9
6.6 Sondagens.....	10
6.7 Ensaios.....	11
6.7.1 Procedimento para coleta de amostras	11
6.7.2 Ensaios de caracterização	13
6.7.3 Ensaios de cisalhamento direto.....	14
6.7.4 Ensaios de compressão triaxial.....	15
6.8 Escavações em Geral	16
6.8.1 Classificação dos Materiais Escavados.....	17
6.8.2 Execução de Bota-Fora.....	17
6.8.3 Aterro/Reaterro Compactado	18
6.9 Concreto	18
6.9.1 Cimento	18
6.9.2 Temperatura do Cimento	19
6.9.3 Aditivos	19
6.9.4 Água	19
6.9.5 Agregados	20
6.9.6 Dosagem do Concreto	21
6.9.7 Características	21
6.9.8 Classe do Concreto.....	21
6.9.9 Formas	22

6.9.10	Limpeza e Preparo.....	22
6.9.11	Juntas de Dilatação e Contração.....	22
6.9.12	Lançamento do Concreto.....	23
6.9.13	Adensamento do Concreto.....	23
6.9.14	Cura e Proteção.....	24
6.9.15	Desforma no Concreto.....	25
6.9.16	Reparos no Concreto.....	25
6.10	Armadura.....	26
6.10.1	Aço para Armaduras.....	26
6.10.2	Colocação das Armaduras.....	26
6.11	Chumbadores (Grampos).....	28
6.11.1	Perfuração.....	28
6.11.2	Instalação e Injeção.....	28
6.11.3	Reinjeção.....	28
6.12	Drenos Subhorizontais Profundos (DHPs).....	29
6.13	Dispositivos de drenagem.....	30
6.14	Proteção superficial.....	31
6.14.1	Plantio de Vegetação.....	31
6.14.2	Definições.....	32
6.14.3	Materiais e Equipamentos.....	32
6.14.4	Método Executivo.....	32
7	PROJETO EXECUTIVO.....	33
8	LIMPEZA GERAL DA OBRA.....	35
9	RECEBIMENTO DA OBRA.....	35

RESUMO

Este documento estabelece as especificações técnicas dos serviços a serem realizados na obra de contenção da Curva da Miséria, localizada na Avenida Olavo Bilac, Bairro Cerâmica, em Juiz de Fora/MG.

O documento apresenta requisitos para a execução da contenção, estabelecendo critérios de investigação geotécnica, métodos executivos, materiais, controle de qualidade, drenagem, concreto, segurança e proteção ambiental. Devendo seguir os desenhos de projeto, esta especificação e as normas técnicas aplicáveis, sendo necessária a aprovação da contratante para alterações ou situações não previstas.

Rio de Janeiro, 28 de Setembro de 2026



Anna Laura L. S. Nunes
PhD Engenharia Civil e Minas
CREA 198510211



Marcelo Gomes Rios Filho
M.Sc. Engenharia Geotécnica
CREA 2007136558

1 INTRODUÇÃO

Este documento estabelece as especificações técnicas dos serviços a serem realizados na obra de contenção da Curva da Miséria.

As diretrizes constantes nesta especificação, nos desenhos de projeto e normas técnicas deverão ser obedecidas. Quaisquer modificações e ajustes que se mostrarem necessários, em qualquer tempo, nos procedimentos aqui estabelecidos e/ou nos desenhos de projeto, deverão ser comunicados à CONTRATANTE para serem submetidos à aprovação.

2 OBJETIVO

A presente especificação técnica objetiva conceituar, definir e especificar os procedimentos a serem cumpridos durante a execução do projeto de contenção da Curva da Miséria.

Os serviços deverão ser executados de acordo com os desenhos técnicos de projeto, normas técnicas, bem como as indicações presentes nesta especificação.

A observância rigorosa dos procedimentos e dos desenhos definidos nesta especificação será de responsabilidade da CONTRATADA. Esta, por sua vez, consultará a equipe técnica da CONTRATANTE sempre que, durante a execução, ocorrer situações não previstas no projeto ou de entendimento duvidoso nesta especificação

3 LOCALIZAÇÃO DA CURVA DA MISÉRIA

A encosta da Curva da Miséria se localiza na Avenida Olavo Bilac no Bairro Cerâmica, Município de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, distante 266 Km pela Rodovia BR-040 da Capital Belo horizonte. As Figuras 1 e 2 mostram a área em imagens de satélite.



Figura 1. Imagem de satélite da Curva da Miséria no Bairro Cerâmica em Juiz de Fora (Google Earth).



Figura 2. Detalhe da imagem de satélite da Curva da Miséria no Bairro Cerâmica em Juiz de Fora (Google Earth).

4 GENERALIDADES

4.1 Documentos de Referência

GPHI-PJ194-MC-415-03-001 - Memória de Cálculo;
GPHI-PJ194-DE-415-03-001- Localização – Planta;
GPHI-PJ194-DE-415-03-002- Seções transversais 1 a 4;
GPHI-PJ194-DE-415-03-003- Seções transversais 5 a 7;
GPHI-PJ194-DE-415-03-004- Detalhes;
GPHI-PJ194-DE-415-03-005- Escada Hidráulica e Canaletas – Forma e Armadura;
GPHI-PJ194-DE-415-03-006- Caixa de Passagem 01 – Forma e Armadura;
GPHI-PJ194-DE-415-03-007- Caixa de Passagem 02 – Forma e Armadura;
GPHI-PJ194-DE-415-03-008- Caixa de Passagem 03 e 04 – Forma e Armadura;

4.2 Normas Técnicas Aplicáveis

Os requisitos presentes nas normas técnicas especializadas das agências reguladoras relacionadas abaixo deverão ser obedecidos onde e quando forem aplicáveis, desde que não estejam conflitantes com a presente especificação:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- AWWA - American Water Works Association;
- ASTM - American Society for Testing and Materials;
- AWS - American Welding Society;
- DIN - Deutsche Industrien Normen;
- ISO - International Organization for Standardization;
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Ademais, deverão ser obedecidas as versões atualizadas das normas técnicas especializadas vigentes.

As principais normas relativas ao presente projeto são descritas abaixo:

- ABNT NBR 13133:2025 Execução de levantamento topográfico - Procedimento;

- ABNT NBR 12655:2022 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento;
- ABNT NBR 15900:2009 Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos;
- ABNT NBR 16697:2018 Cimento Portland – Requisitos;
- ABNT NBR 5738:2015 Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova;
- ABNT NBR 5739:2018 Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ABNT NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 7481:2022 Tela de aço soldada nervurada para armadura de concreto – Requisitos;
- ABNT NBR 8548:1984 Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda – Determinação da resistência à tração – Método de ensaio;
- ABNT NBR 9833:2008 Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico;
- ABNT NBR 12317:1992 Verificação de desempenho de aditivos para concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 11768:2019 Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos;
- ABNT NBR 7215:2025 Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos – Método de ensaio;
- ABNT NBR 7221:2012 Agregado – Índice de desempenho de agregado miúdo contendo impurezas orgânicas – Método de ensaio;
- ABNT NBR 7809:2019 Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio;
- ABNT NBR 7211:2022 Agregados para concreto – Requisitos;
- ABNT NBR 11560:1990 Água destinada ao amassamento do concreto de estruturas classe I – Qualidade e controle;

- ABNT NBR 16889:2020 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- DNIT 103/2009 - ES: Proteção do corpo estradal – Estruturas de arrimo com gabião – Especificação de serviço;
- ABNT NBR 8964:2013 Arames de aço de baixo teor de carbono, revestidos, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção;
- ABNT NBR 10514:1988 Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões – Especificação;
- DNIT 071/2006 - ES: Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas consideradas planas ou de pouca declividade por vegetação herbácea – Especificação de serviço.
- ABNT NBR 7181:2016 Solo – Análise granulométrica.
- ABNT NBR 6484 “Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio” (SPT- Standard Penetration Test);
- ABNT NBR 6502:1995 Solos e Rochas – Terminologia;
- ABNT NBR 2395:1997 Peneira de ensaio e ensaio de peneiramento – Vocabulário.
- ABNT NBR 3310-1:2010 Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação. Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico.
- ABNT NBR 6457:2016 Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.
- ABNT NBR 6458:2016 Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água.
- Granulometria por sedimentação (ABNT NBR 7181:1998);
- ABNT NBR 6459:1994 Solos – Determinação do limite de liquidez;
- ABNT NBR 7180:1998 Solos – Determinação do limite de Plasticidade;
- ASTM D3080 Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions
- ASTM D4767 Standard Test Method for Consolidated Undrained Triaxial Compression Test for Cohesive Soils

5 ETAPAS CONSTRUTIVAS

A execução do projeto de contenção da Curva da Miséria consistirá, de forma resumida, nas seguintes etapas:

- Serviços preliminares (levantamento topográfico, instalação de canteiro de obras);
- Limpeza da área (supressão vegetal, destocamento);
- Execução de solo grampeado;
- Execução de estrutura em concreto (dispositivos de drenagem).

6 DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

6.1 Mobilização/Desmobilização de Pessoal e Equipamentos

Os serviços correspondem às seguintes atividades:

- Mobilização: seleção de pessoal, recrutamento, exames médicos admissionais, treinamento, transporte ao local das obras, alojamento; transporte de veículos e equipamentos; instalação e montagem de equipamentos; atuação em órgãos públicos para obtenção de licenças legais;
- Desmobilização: dispensa e acerto de pessoal com todos os encargos incidentes, exames médicos demissionais, transporte do pessoal; desmontagem, retirada e transporte de todos os equipamentos, canteiros, materiais e instalações de propriedade da contratada ou de terceiros; demolições, remoção de entulhos e depósitos; limpeza geral das áreas de obras e de canteiros; atendimento aos itens contratuais e entrega completa da documentação que comprove a desmobilização de pessoal e equipamentos;
- Todas as demais atividades necessárias para a perfeita execução dos serviços e aquelas definidas contratualmente, nas especificações de serviço e nas requisições técnicas.

6.2 Serviços Topográficos

Os serviços topográficos deverão atender à NBR 13133:2025.

Deverá ser prevista a utilização de equipamentos topográficos adequados à locação e apoio à obra.

Estes equipamentos serão utilizados para dar apoio aos serviços de demarcação, escavações, aterros, locação das estruturas, vias de acesso e demais serviços.

Deverão ser verificadas todas as elevações do projeto, comparando-se com as medidas do terreno.

Os equipamentos deverão estar disponíveis, calibrados e aferidos e em perfeito estado de funcionamento, de modo a permitir atender prontamente a qualquer solicitação.

Os serviços topográficos deverão ser executados em perfeita observância às indicações dos desenhos de projeto e desta especificação, utilizando-se aparelhos de comprovada exatidão e profissionais devidamente habilitados.

Não será permitida a locação das obras sem o auxílio de aparelhos adequados.

Deverão ser indicados os pontos de amarração e referências de nível (RNs), a fim de possibilitar a locação da obra.

Previamente ao início das obras, poderá ser instalado sistema de marcos topográficos de concreto amarrados ao sistema de coordenadas constante do projeto. Estes marcos serão distribuídos de forma a permitir a locação das estruturas previstas.

As estacas de marcação dos “*off-sets*” deverão ser locadas por nivelamento geométrico.

Os “*off-sets*” serão marcados a partir das coordenadas dos pontos notáveis para a terraplanagem, aterros, drenagem, etc., fornecidas no projeto e materializados por meio de piquetes e testemunhos, com indicação do número da estaca correspondente à estaca dos eixos.

6.3 Canteiro de Obras

Deverão ser indicadas as áreas de implantação das obras, as jazidas, as áreas de “bota-fora” e canteiro necessários para a execução do projeto.

Deverão ser fornecidos todos os equipamentos, materiais, mão de obra, transporte e tudo o mais que for necessário à execução, conclusão e manutenção das obras, sejam elas definitivas ou temporárias.

Deverão ser tomadas todas as medidas para evitar a contaminação das águas dos rios, lagos, linha de água e redes de drenagem por produtos poluentes, tais como águas residuais, cimento, gorduras, óleos ou outros derivados do petróleo, substâncias radioativas, etc.

As quantidades indicadas na lista de materiais e serviços são as que se estimam necessárias à execução das obras em licitação e não deverão ser interpretadas como as efetivas e exatas.

As águas servidas e o lixo, tanto orgânico como não orgânico ou químico, deverão ter tratamento adequado obedecendo às legislações ambientais vigentes.

Na mobilização, instalações do canteiro, operação dos equipamentos e na desmobilização, deverão ser tomadas todas as precauções, com o objetivo de minimizar os riscos que possam afetar o meio ambiente, tais como: derramamento de óleo, lubrificantes, combustíveis, etc.

Todos os requisitos de SMS deverão ser atendidos.

6.4 Implantação e Manutenção dos Caminhos de Serviço

Os caminhos de serviço serão implantados com a geometria (raios, rampas, largura, etc.) compatível com os equipamentos e o planejamento da construção.

As atividades de desmatamento, escavação, transporte e aterro compactado necessário para a implantação dos caminhos deverão ser executados, onde aplicáveis. Os leitos dos caminhos deverão ter revestimento primário, devendo ser implantado sistema de drenagem superficial a fim de evitar erosões decorrentes das aberturas dos caminhos e contenções para a estabilização dos taludes de encosta ao longo dos acessos. Deverá ser implantada sinalização viária para o controle e segurança das vias, durante os trabalhos de execução da obra.

6.5 Supressão Vegetal e Limpeza

Neste item estão incluídos os serviços de:

- DESTOCAMENTO: compreende a operação de corte e remoção de vegetação, tocos de árvores e raízes, e inclusive os serviços eventuais de desmate;
- LIMPEZA: compreende a operação de remoção da camada de solo orgânico, na profundidade não inferior a 0,20 m, de forma que a superfície resultante se apresente completamente livre de qualquer detrito.

Os serviços de supressão vegetal (destocamento) e de limpeza do terreno devem ser executados nas áreas indicadas e conforme especificado no projeto e só podem ter início após a implantação física de *off-sets*, demarcando a área de execução.

Os serviços devem ser executados utilizando-se equipamentos em quantidade suficiente e adequados ao tipo de trabalho e prazos previstos, complementados com o emprego de serviço manual, onde e quando necessário.

A supressão vegetal deve ser iniciada pelo corte das árvores e arbustos de maior porte, podendo-se fazer necessário amarrar as árvores e efetuar o corte em pedaços, a partir da copa, de forma a garantir maior segurança. Indica-se a realização da limpeza do terreno de cima para baixo.

Deverão ser tomadas todas as providências necessárias à preservação da paisagem natural, de modo a minimizar a desfiguração do meio ambiente, conforme possível.

Em nenhuma hipótese será permitido o uso de agrotóxicos para a execução dos serviços, nem o lançamento, nos cursos d'água e drenagens naturais, de galhos, troncos e outros materiais provenientes das operações aqui descritas. Serão expressamente proibidas queimadas na área de influência do projeto.

Nenhum movimento de terra poderá ser iniciado enquanto as operações de supressão vegetal, locação e limpeza nas áreas devidas não tiverem sido totalmente concluídas.

6.6 Sondagens

Deve ser realizado um planejamento prévio, considerando as características do terreno para apresentação do plano de sondagens que determina a quantidade e a posição dos pontos a serem sondados com base nas concepções preestabelecidas de soluções visando complementar as observações dos estudos geológicos preliminares, retificando-os ou ratificando-os. Sendo assim, solicita-se que os furos tenham 20,0 m de profundidade visando aferir e subsidiar o desenvolvimento e detalhamento das soluções propostas de modo que não se espere qualquer alteração do projeto desenvolvido com base na solução proposta preliminarmente ou nova concepção baseada nos resultados destas sondagens.

O plano de sondagens apresenta um número mínimo de sondagens necessárias para subsidiar o perfeito entendimento da geologia local e possibilitar a confecção de perfis geológico-geotécnicos.

Na sondagem a percussão, caso seja identificada a presença de material impenetrável a pequena profundidade ($\leq 3,0$ m), o furo deverá ser deslocado em alguns metros e, a seguir, reiniciado o furo. Caso o impenetrável seja confirmado, deve ser realizado o avanço do furo com sondagem rotativa até os seguintes critérios de paralização:

- 20,0 m de profundidade ou
- Até se obter recuperação de 90% em 5,0 m consecutivos de rocha. Para assegurar uma boa recuperação dos testemunhos rochosos, deverão ser utilizados amostradores de parede dupla.

Em todas as sondagens realizadas deverão ser coletadas amostras dos horizontes de materiais diversos e estas amostras deverão ser submetidas aos seguintes ensaios de laboratório:

- Granulometria por sedimentação (ABNT NBR 7181:1998);
- Limite de liquidez (LL) (ABNT NBR 6459:1994);

- Limite de Plasticidade (LP) (ABNT NBR 7180:1998);
- Teor de umidade natural;
- Densidade.

As amostras de sondagem a percussão deverão ter a caracterização tacto-visual feita por profissional capacitado (engenheiro ou geólogo) com anotação de responsabilidade técnica.

No relatório final deverá constar a planta com a posição das sondagens e o perfil individual de cada furo de sondagem e/ou seções do subsolo, indicando a resistência do solo a cada metro perfurado, o tipo e a espessura do material e as posições dos níveis d'água, quando encontrados durante a perfuração e após 48h.

6.7 Ensaios

Os de ensaios de laboratório para a determinação dos parâmetros de resistência, devem ser executados com amostras coletadas na região do projeto.

A relação abaixo indica os ensaios previstos:

- Ensaio de caracterização completa;
- Ensaios de cisalhamento direto;
- Ensaios triaxiais.

Para realização dos ensaios de resistência prevê-se a necessidade de escavação de poços ou trincheiras para coleta de amostras indeformadas, a serem executados no talude. Os procedimentos para escavação para acesso aos locais de coletas deverão estar em conformidade com a legislação vigente e seguir os procedimentos detalhados na sequência.

6.7.1 Procedimento para coleta de amostras

Para coleta das amostras indeformadas a serem ensaiadas será necessária a abertura de poços rasos ou trincheiras, a depender das condições de campo e disponibilidade de equipamentos. As escavações deverão seguir as orientações especificadas na ABNT NBR 9604:

6.7.1.1 Procedimentos para abertura de poços rasos

A área de escavação deverá ser delimitada por uma faixa de raio de 2,0m no entorno da abertura. A escavação deve ser inicializada após a limpeza superficial do local.

A seção transversal mínima do poço deverá ser de 1,0m de lado, no caso do poço quadrado, ou de 1,2m de diâmetro, no caso de poço circular.

Durante as escavações, caso sejam detectados quaisquer indícios de instabilidade, deve ser imediatamente providenciado um escoramento apropriado de acordo com a legislação

vigente. O escoramento deve assegurar a estabilidade sem prejudicar a inspeção visual das paredes.

A profundidade do poço será estabelecida em campo, a partir da inspeção tátil visual, de modo a confirmar se foi alcançada a litologia onde é previsto o ensaio. Quando se alcançar a litologia, a escavação deve prosseguir por mais 0,10m antes da cota de retirada da amostra indeformada de forma cuidadosa, evitando-se o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra. A escavação desses 0,10m deverá ser executada com os mesmos equipamentos utilizados na talhagem do bloco.

Após a conclusão dos serviços, o poço deverá ser totalmente preenchido com solo compactado ou solo cimento.

6.7.1.2 Procedimentos para escavação de trincheiras

A escavação deve ser inicializada após a limpeza superficial do terreno correspondente à área do trecho da trincheira e área lateral de 1,0m de largura a partir das bordas da trincheira.

A largura da trincheira deverá ser estabelecida em campo em função das necessidades para alcançar as litologias a serem ensaiadas. O processo de escavação pode ser manual ou mecanizado.

Durante as escavações, caso sejam detectados quaisquer indícios de instabilidade, deve ser imediatamente providenciado um escoramento apropriado de acordo com a legislação vigente. O escoramento deve assegurar a estabilidade sem prejudicar a inspeção visual.

6.7.1.3 Procedimentos para retirada de amostra deformada

As amostras deformadas são previstas para ensaios de caracterização e deverão ser coletadas na mesma litologia onde são previstas as amostras indeformadas. Deve-se atentar às mudanças de litologia, de forma a garantir a representatividade do material. Estas amostras deverão ser acondicionadas em sacos de lona ou plástico resistente, devidamente identificados.

As amostras devem ser coletadas do material retirado à medida que o poço ou trincheira avança, não sendo permitida a amostragem por raspagem da parede após sua conclusão.

6.7.1.4 Procedimentos para retirada de amostra indeformada

Os blocos de amostras indeformadas deverão ter formato cúbico, com aresta mínima de 0,35m, ou seja, o menor bloco admissível, após talhado, deverá possuir dimensão de 0,35m x 0,35m x 0,35m.

No caso de amostras a serem retiradas a partir do fundo da escavação, a partir de 0,10m acima da profundidade prevista para a moldagem do bloco, a escavação deverá ser cuidadosa e executada com os mesmos equipamentos utilizados na talhagem do bloco. Atingida a cota

do topo do bloco, deve ser iniciada a sua talhagem lateral, até 0,10m abaixo de sua base, sem seccioná-lo. As faces expostas do bloco deverão então serem envolvidas com talagarça ou similar e aplicada parafina líquida. Após esse processo, seccionar cuidadosamente a base do bloco, tombá-lo sobre um colchão fofo de solo e regularizar a face da base, cobrindo-a, em seguida, com talagarça ou similar e parafina líquida. Especifica-se aqui uma camada de parafina líquida a mais do que o especificado por norma.

No caso de amostras a serem retiradas na parede de escavação, deverá ser escavado um nicho que permita a moldagem das faces laterais, frontal e superior do bloco. Deverá ser aprofundada a escavação em direção ao interior do maciço, paralelamente às faces já moldadas, de modo que haja um excesso de 5cm nas dimensões das arestas que definem as faces laterais do bloco. As faces frontal, laterais e superior do bloco deverão ser cobertas com uma camada de parafina líquida. Após esse processo, o bloco deverá ser seccionado nas faces posterior e inferior e então retirado do nicho, depositado sobre um colchão fofo de solo com as faces não parafinadas expostas e regularizado cuidadosamente. As faces expostas do bloco deverão então serem envolvidas com talagarça ou similar e aplicada parafina líquida.

Além dos dados de identificação da amostra, a orientação da coleta em relação à uma direção deverá ser identificada.

Todo o processo de coleta das amostras deverá ser acompanhado por geólogo em campo. A locação dos pontos de coleta devem ser estabelecidos em função das características locais, a critério do geólogo.

6.7.2 Ensaios de caracterização

Os ensaios de caracterização completa são constituídos por:

- Análise granulométrica completa por peneiramento e sedimentação
- Determinação da Massa específica dos grãos
- Determinação dos Limites de Atterberg (LL e LP)
- Determinação do Teor de Umidade
- Determinação da Massa específica do solo

Este ensaio visa caracterizar os corpos de prova a serem submetidos aos ensaios triaxiais e de cisalhamento direto, desta forma, a coleta deverá ser feita em material de mesma descrição tátil visual do bloco indeformado.

6.7.3 Ensaios de cisalhamento direto

6.7.3.1 Preparo

O ensaio de cisalhamento direto deverá ser executado de acordo com a ASTM D3080, sob condições consolidadas e drenadas. Deve ser realizado ensaios de cisalhamento direto na condição natural e saturada

É prevista a coleta de um bloco indeformado de aresta mínima de 0,35m em cada ponto de coleta. Conforme dito anteriormente, a profundidade de coleta será estabelecida em campo, a partir da inspeção tátil visual dos materiais, à critério do geólogo.

6.7.3.2 Procedimentos para o ensaio

Cada ensaio deverá conter, no mínimo, quatro corpos de prova a serem ensaiados sob tensões normais distintas, que serão estabelecidas após o recebimento e análise da documentação que permita estimar tensões no terreno na condição primitiva.

Os corpos de provas deverão ser moldados no sentido da anisotropia, quando houver.

Cada corpo de prova deverá ser consolidado sob a tensão normal programada.

A fase de cisalhamento somente poderá ser iniciada após estabilização das deformações verticais, conforme critério da norma e interpretação da curva deformação–tempo.

A velocidade de deslocamento horizontal deverá ser definida com base nas características de consolidação e drenagem do material. A velocidade deverá ser suficientemente baixa para garantir condição drenada no plano de cisalhamento. Não será aceita a adoção de uma velocidade padronizada sem demonstração de sua compatibilidade com o material ensaiado.

Durante o cisalhamento deverão ser registrados continuamente:

- força cisalhante;
- deslocamento horizontal;
- deslocamento vertical;
- tensão normal efetiva aplicada;
- tempo de ensaio.

Toda execução do ensaio deverá ser documentada por meio de fotos e anotações no relatório final dos resultados. Toda informação relevante durante a execução do ensaio deverá constar no relatório.

6.7.4 Ensaios de compressão triaxial

6.7.4.1 Preparo

O ensaio de compressão triaxial deverá ser executado de acordo com a ASTM D4767.

É prevista a coleta de um bloco indeformado de aresta mínima de 0,35m em cada ponto de coleta. Conforme dito anteriormente, a profundidade de coleta será estabelecida em campo, a partir da inspeção tátil visual dos materiais, à critério do geólogo.

6.7.4.2 Procedimentos

Cada ensaio deverá conter, no mínimo, quatro corpos de prova a serem ensaiados sob tensões normais distintas, que serão estabelecidas após o recebimento e análise da documentação que permita estimar tensões no terreno na condição primitiva.

Os corpos de prova deverão ser cilíndricos e atender aos seguintes requisitos:

- diâmetro mínimo de 50 mm;
- relação entre altura média e diâmetro médio entre 2,0 e 2,5;
- dimensão máxima das partículas inferior a 1/6 do diâmetro do corpo de prova;
- superfície lateral regular, sem cavidades ou danos decorrentes da moldagem.

Os corpos de provas deverão ser moldados no sentido da anisotropia, quando houver.

A saturação deverá ser realizada por aplicação progressiva de pressão confinante e contrapressão, utilizando água desaerada. Durante os incrementos de contrapressão deverá ser mantida uma tensão efetiva suficientemente baixa para evitar expansão, adensamento ou alteração estrutural indevida do corpo de prova. O corpo de prova será considerado saturado quando o parâmetro B de Skempton (1954) calculado for maior do que 0,95.

Após a saturação, o corpo de prova deverá ser consolidado isotropicamente até a tensão efetiva especificada. Deverão ser apresentadas as curvas de variação volumétrica x tempo.

O carregamento axial na fase de cisalhamento deverá ser aplicado a velocidade de deformação controlada.

Deverão ser realizados registros fotográficos durante a moldagem do corpo de prova, bem como das condições do corpo de prova antes e depois da ruptura. Toda execução do ensaio deverá ser documentada por meio de fotos e anotações no relatório final dos resultados. Toda informação relevante durante a execução do ensaio deverá constar no relatório.

Dentre os resultados, deverão ser apresentados:

- curva de tensão desviadora x deformação axial;

- variação de poropressão x deformação axial;
- relação (σ_1/σ_3) x deformação axial;
- trajetória de tensões totais no plano (p-q);
- trajetória de tensões efetivas no plano ($p'-q'$);
- círculos de Mohr em tensões totais;
- círculos de Mohr em tensões efetivas;

6.8 Escavações em Geral

Os materiais escavados com características geotécnicas inaceitáveis para reaproveitamento na obra e, ainda, entulhos provenientes da limpeza da faixa de domínio, serão destinados às áreas de bota-fora.

A escavação deve ser executada de forma descendente para minimizar riscos de instabilidade durante a realização dos trabalhos. Deverá ser simultânea à implantação da drenagem superficial e da proteção vegetal, caso necessário, de forma que não ocorram erosões nos taludes.

Deverão ser respeitados os limites geométricos (alinhamentos, seções, taludes e etc.) estabelecidos na documentação de projeto.

As escavações temporárias deverão receber tratamento compatível com a segurança dos serviços em andamento. O tratamento será definido em campo, em função dos materiais escavados, do tempo de exposição, da intensidade e frequência das chuvas e demais fatores que influenciam a estabilidade dos taludes, garantindo primordialmente a segurança dos trabalhadores e evitando a perda de serviços executados.

No contorno das escavações de material comum deve-se prever valas de captação de águas superficiais/pluviais, para condução para fora da área a ser escavada.

Deverão ser tomadas todas as precauções indispensáveis para que não sejam danificados quaisquer materiais abaixo e além das linhas de escavação, incluindo-se o caso de taludes em materiais potencialmente instáveis ou erodíveis, por ação da chuva.

Os taludes de escavação que ficarem permanentemente expostos deverão ter regularização final uniforme e serem dotados de um sistema adequado de proteção e drenagem, conforme especificado nos documentos de projeto.

Em épocas de chuvas, deverão ser tomadas medidas adequadas para a manutenção da praça de trabalho, com configuração que permita o rápido escoamento das águas e a imediata retomada dos serviços.

Em caso de surgência de água durante as escavações, o responsável deve ser comunicado, de forma a poder tomar as medidas preventivas cabíveis, com implantação de drenagem adequada e de modo a não gerar erosões.

6.8.1 Classificação dos Materiais Escavados

As escavações serão classificadas de acordo com a natureza dos materiais escavados, com os graus de complexidade de execução e com os equipamentos a serem utilizados. Durante a execução dos serviços, poderá haver mudança de classificação de algum tipo de escavação para outro, inclusive com retorno ao anterior, caso o material se altere com a profundidade.

A diferenciação dos materiais removidos nas atividades de limpeza, em categorias, é explicitada abaixo:

- 1ª categoria – Compreendem os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, qualquer que seja o teor de umidade. Sua escavação pode exigir o uso do escarificador e não é exigido o emprego de explosivos;
- 2ª categoria – Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à rocha sã, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização contínua e indispensável de equipamento de escarificação, constituídos por trator de esteira pesado com escarificador – *ripper*, de dimensões adequadas ou o uso de explosivos. Estão incluídos nessa classificação os blocos de rocha de volume inferior a 2,0 m³ e os matacões ou pedras de diâmetro médio inferior a 1,0 m;
- 3ª categoria – Compreendem as rochas sãs, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m³ que só possam ser extraídos após a redução em blocos menores, exigindo o uso contínuo de explosivos ou outros materiais, equipamentos e outros dispositivos para desagregação da rocha;
- Solo mole – Compreendem os solos que não apresentam, em seu estado natural, capacidade de suporte para apoio direto dos equipamentos de escavação, geralmente com presença de material orgânico decomposto que não possa ser enquadrado como material de 1ª, 2ª ou 3ª categoria. Sua escavação somente é possível com escavadeiras apoiadas fora da área de remoção e em aterros ou estivas colocadas para propiciar suporte adequado ao equipamento.

6.8.2 Execução de Bota-Fora

Os materiais considerados inadequados, resultantes das escavações gerais e de limpeza, serão despejados em área de bota-fora previstas no projeto.

As áreas selecionadas para implantação do bota-fora deverão ser tais que evitem ao máximo impacto visível na paisagem local.

6.8.3 Aterro/Reaterro Compactado

O aterro/reaterro será executado utilizando-se o próprio solo de escavação. A compactação do aterro/reaterro deverá ser realizada com placa vibratória ou similar, em camadas de 30 cm de espessura.

A cada 1000 m³ de reaterro compactado, deverão ser realizados ensaios de compactação Proctor Normal, granulometria e limites de Atterberg, de forma a promover o controle do material empregado.

O controle de compactação será executado nas 02 últimas camadas, por meio do método de Hilf, garantindo grau de compactação compreendido entre $95\% \leq GC \leq 100\%$ do Proctor Normal, a cada 400 m³ de material aplicado.

6.9 Concreto

O concreto deve ser composto de cimento Portland comum ou pozolânico, água e agregados gráúdo e miúdo, além de aditivos que possam ser necessários para melhorar as características da mistura.

Caso haja a aquisição de concreto pronto, todas as disposições constantes nesta especificação devem ser adaptadas e apresentadas para a aprovação.

O responsável pelo fornecimento do concreto efetuará todos os ensaios necessários à definição, produção e controle, em conformidade com as normas aplicáveis da ABNT, em particular a ABNT NBR 9833:2008.

6.9.1 Cimento

Todo o cimento a ser usado na obra deverá ser de boa qualidade, em conformidade com as prescrições da ABNT, adquirido em fábricas com qualidade reconhecida. Poderão ser empregados os cimentos Portland comum ou pozolânico.

O cimento Portland pozolânico deverá atender a todas as prescrições da ABNT NBR 16697: 2018, tendo suas características físicas e químicas de acordo com as exigências desta norma. O limite para a superfície específica (Blaine) do cimento pozolânico deverá ser definido em função do tipo de material pozolânico utilizado.

Transporte, Recebimento e Armazenamento

No transporte de cimento ensacado, as cargas deverão ser permanentemente protegidas por cobertura de lona ou material similar.

O cimento deverá ser armazenado em silos ou depósitos secos, convenientemente ventilados e estanques, equipados para impedir absorção de umidade pelo material. Deverá ficar protegido das intempéries, com cuidados especiais relativos à contaminação por umidade.

O cimento fornecido em sacos deve ser armazenado sobre plataformas ou estrados de madeira, suficientemente afastados do chão, e cada pilha de sacos não deverá ser armazenado em pilhas com mais de 14 sacos, se sua utilização for prevista para períodos não superiores a 30 dias, nem com mais que 7 sacos, quando por períodos maiores.

6.9.2 Temperatura do Cimento

Inicialmente, a temperatura do cimento na entrada das betoneiras não deverá exceder a 50°C. Posteriormente ao início das obras, este limite poderá ser ampliado até 60°C, a partir de ensaios específicos de controle de temperatura do concreto.

6.9.3 Aditivos

Os aditivos a serem usados nos concretos, quando requeridos, deverão ter sua qualidade assegurada por meio de atestados emitidos pelos fabricantes.

Os aditivos são regulamentados pela ABNT NBR 12317:1992 e ABNT NBR 11768:2019, complementados oficiosamente pela ASTM 260 e 494.

Não deverão ser aceitos aditivos com compostos de cloreto.

Preferencialmente, os aditivos deverão ser misturados na pasta, antes de se adicionar os agregados, para que a mistura atinja o grau de homogeneidade satisfatório.

Se for utilizado mais de um aditivo, será imperativa a garantia da compatibilidade entre os produtos.

Quanto ao recebimento dos aditivos, verificar a exatidão do produto especificado e suas datas de fabricação e de validade, se for o caso, além de caracterizar o estado inviolado das embalagens.

No armazenamento, os aditivos devem estar protegidos das intempéries, umidade e calor.

Ensaio comparativos comprobatórios deverão ser executados sob a regulamentação normativa da ABNT NBR 7215:2019. Os ensaios são obrigatórios sempre que a data da fabricação superar 6 meses.

6.9.4 Água

A água destinada à mistura e cura do concreto e lavagem dos agregados deverá estar isenta de quantidades nocivas de óleo, ácido, sal, álcalis, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais à qualidade do concreto, devendo atender às prescrições estabelecidas pelas normas da série ABNT NBR 15900:2009.

6.9.5 Agregados

Os agregados devem atender à ABNT NBR 7221:2020.

A fonte principal dos agregados devem ser as rochas graníticas ou gnáissicas. Os agregados deverão ser constituídos de fragmentos sólidos, densos, resistentes e isentos de películas. Para minimizar a possibilidade de incidências de reação álcali-agregado, amostras representativas das rochas maciças previstas para produção de agregados deverão ser submetidas, previamente ao início das Obras, à ensaios específicos para determinação de seu potencial em termos de reatividade. Não se admite a utilização de rochas calcárias ou dolomíticas.

Os agregados não devem conter teores minerais passíveis de proporcionar reações químicas álcali-agregado:

- Com agregados potencialmente ativos, recomenda-se a utilização de cimento com limite de 0,6% para teor de álcalis;
- Desgaste Los Angeles: inferior a 50%;
- A granulometria básica deve levar em conta a garantia do módulo de deformação especificado, se for o caso.

A ABNT NBR 7211:2022 regulamenta os ensaios necessários sempre que os agregados apresentarem formato lamelar.

Os diferentes padrões de agregados devem ser estocados e conservados de modo a evitar contaminação por materiais estranhos, devem estar protegidos das intempéries, ventanias e outros vetores de impureza como óleos e graxas. As pilhas de estoque deverão ser formadas de modo a impedir segregação.

A disposição dos materiais estocados e sua retirada deverão ser efetuadas de maneira a obter a melhor uniformidade da graduação, tanto quanto praticável. As pilhas de estocagem deverão dispor de sistema adequado de drenagem e ser utilizadas de maneira a permitir um mínimo de 24 horas de drenagem, anteriormente à utilização do agregado.

Poderá ser requerido o peneiramento e a lavagem da areia natural, antes da sua colocação na pilha de estoque, caso sejam observados materiais indesejáveis ou de grandes dimensões.

Os agregados graúdos devem atender à ABNT NBR 7809:2019 e ter índice de forma $< 3,0$.

Os agregados miúdos devem atender à ABNT NBR 7211:2022 e com ausência de matéria orgânica.

6.9.6 Dosagem do Concreto

O concreto será dosado em central, de forma a se obter misturas suficientemente trabalháveis que, com a mínima quantidade possível de cimento, possam atender às exigências desta especificação e do projeto.

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

O teor de aglomerantes nos vários tipos de concreto variará de acordo com a resistência especificada no projeto, dependendo dos requisitos estruturais. As dosagens de concreto serão elaboradas visando o emprego das maiores quantidades possíveis de agregado miúdo e graúdo.

6.9.7 Características

A trabalhabilidade do concreto deverá ser definida a partir da metodologia executiva adotada nos lançamentos. Em princípio, para os concretos comuns, a consistência da dosagem, medida pelo abatimento do tronco de cone (*slump*), deverá atender aos limites fixados abaixo:

- Concreto convencional: 7,0 cm $\pm$ 2,0 cm;
- Concreto bombeado: 10,0 cm $\pm$ 2,0 cm.

Em qualquer caso, deve-se garantir a uniformidade da trabalhabilidade do concreto dentro de limites estreitos de variação, que garantam a uniformidade das resistências e o atendimento aos critérios de aceitação definidos na ABNT NBR 12655:2022. Definidos os limites para a trabalhabilidade do concreto, não será permitido o seu ajuste a partir da colocação de água adicional ao concreto.

Em caso extremo, para concretos de estruturas destinadas a drenagem, em contato com água corrente, e inexistindo recomendação específica de projeto, é exigido o consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³.

6.9.8 Classe do Concreto

Os concretos convencionais destinados às diversas partes das estruturas serão classificados de acordo com a resistência característica de projeto (f_{ck}). É prevista a classe de concreto apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes do concreto

Classe	f_{ck} mínimo (MPa)	Idade de Controle (dias)
C30	30	28

6.9.9 Formas

Onde necessário, as formas deverão ser usadas para confinar o concreto e dar-lhe a forma. As formas deverão ter resistência suficiente para suportar a pressão resultante do lançamento e vibração do concreto, estar rigidamente fixadas na posição correta e ser suficientemente estanques para impedir a perda de argamassa. As formas para superfícies que receberão aterro poderão ser construídas com madeira bruta e aquelas para superfícies expostas e de passagem de água deverão ser revestidas ou construídas com material liso, tal como aço ou madeira compensada.

O revestimento das formas deverá ser mantido em condições aceitáveis e substituído, quando necessário, por material novo. Deverão ser colocadas tiras nos cantos, de modo a produzir cantos chanfrados nas superfícies de concreto, permanentemente expostos. Os ângulos interiores dessas superfícies não necessitarão chanfros, salvo se exigidos no detalhamento do projeto.

6.9.10 Limpeza e Preparo

Por ocasião da colocação do concreto nas formas, as suas superfícies deverão estar isentas de incrustações de argamassa, cimento ou qualquer material estranho que possa contaminar o concreto ou interferir com o cumprimento das exigências das especificações relativas ao acabamento das superfícies. Antes do lançamento do concreto ou durante a movimentação das formas, as superfícies deverão ser untadas com desformante comercial apropriado que possa, efetivamente, impedir a aderência e que não manche as superfícies do concreto. Dever-se-á tomar cuidado para que este desformante não contamine o concreto que se ligará com a nova camada, nem afete a armadura, o material embutido, vedajuntas e outros materiais.

6.9.11 Juntas de Dilatação e Contração

Todos os dispositivos de vedação elástica deverão ser instalados de maneira a formar um diafragma estanque, contínuo em cada junta e serão posicionados conforme indicado no projeto.

Deverá ser tomado cuidado no lançamento e vibração do concreto próximo ao dispositivo de vedação, para obtenção de aderência completa entre o dispositivo de vedação e o concreto.

Deverão ser adotadas providências adequadas para o apoio e proteção dos dispositivos de vedação, durante o andamento dos serviços, e para que suas superfícies permaneçam, totalmente, isentas de óleo, graxa ou outras substâncias contaminantes.

Exceto onde indicado em contrário, nenhum metal fixo, embutido no concreto, deverá ser contínuo através de uma junta de dilatação ou de contração.

6.9.12 Lançamento do Concreto

O tempo de mistura depende das características físicas do equipamento e deve oferecer um concreto com características de homogeneidade satisfatória.

O transporte do concreto recém preparado até o ponto de lançamento deve ser o menor possível e com cuidados dirigidos para evitar segregação ou perda de material.

As retomadas de lançamentos sucessivos pressupõem a existência de juntas de concretagem, tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monolitidade e impermeabilidade.

O concreto deve ser lançado de um ponto o mais próximo possível da posição final, por meio de sucessivas camadas, com espessura não superior a 50 cm; e com cuidados especiais para garantir o preenchimento de todas as reentrâncias e cantos vivos, promovendo o adensamento antes do lançamento da camada seguinte.

Concretagens sucessivas com intervalos inferiores a 30 minutos são consideradas concretagens contínuas.

Em nenhuma situação o concreto deve ser lançado de alturas superiores a 2,0 m. No caso de peças altas, e principalmente estreitas, o lançamento deve se dar por meio de janelas laterais, abertas nas formas, em número suficiente que permita o controle visual da operação.

6.9.13 Adensamento do Concreto

Cada camada de concreto deverá ser adensada à máxima densidade praticável, de maneira a não conter bolsões ou vazios no seu interior ou ao longo das superfícies das formas e materiais embutidos. Ao adensar cada camada de concreto, deve-se deixar que o cabeçote de vibração penetre e revibre o concreto na parte superior das camadas subjacentes, onde praticável, ou onde o concreto subjacente não venha a ser danificado. O vibrador deverá ser operado em posição quase vertical, deixando que o cabeçote penetre sob a ação de seu próprio peso.

Deverá ser evitado qualquer contato dos vibradores em operação com a armadura ou qualquer material embutido.

Os vibradores serão do tipo de imersão, operando por ação elétrica ou pneumática. A frequência da vibração não deverá ser inferior a 6.000 ciclos/min. A vibração excessiva, que provoque segregação e exsudação de água, deverá ser evitada. Não se prevê o uso de vibradores de superfície e/ou de formas. O equipamento de vibração deverá sempre ser adequado, em número de unidades, diâmetro e potência unitária, para adensar, satisfatoriamente, todo o concreto.

Não se admite o amassamento e a mistura manuais do concreto; exceto em pequenas peças, de baixo vulto.

6.9.14 Cura e Proteção

Em geral, o concreto deverá ser curado logo após a pega, durante 7 dias, com água ou cobertura saturada. A cura das superfícies das juntas de construção poderá ser interrompida antes dos 7 dias, quando cobertas com concreto fresco.

O concreto curado com água deverá ser mantido umedecido durante, no mínimo, 7 dias, imediatamente após o lançamento ou até que seja coberto com concreto fresco. Manter-se-á continuamente (não periodicamente) umedecido o concreto, cobrindo-o com material saturado com água ou espargindo água por sistema de tubulação perfurada ou espargidores mecânicos. O material saturado com água para cura não deverá ser mantido excessivamente molhado a ponto de drenar água e manchar as paredes do concreto, devendo ser removido depois de expirado o período de cura.

A água usada para a cura deverá satisfazer às exigências da Norma ABNT NBR 11560:2010 para misturar o concreto.

A cura por meio de película deverá ser feita por aplicação de composto selante que forme película retentora de água na superfície do concreto. O composto selante deverá ser branco, possuir qualidade reconhecida e ter consistência e qualidade uniformes, em cada recipiente de cada lote.

O composto selante deverá ser aplicado às superfícies de concreto por pulverização, de modo a resultar em película contínua e uniforme sobre toda a área. A média de aplicação deverá ser de, no mínimo, a especificada pelo fabricante, a fim de se obter a película contínua adequada.

O composto selante só poderá ser aplicado após molhar-se a superfície até sua saturação, iniciando-se então a aplicação imediatamente. O equipamento de aplicação deverá ser do tipo tanque de pressão, provido de agitadores contínuos do composto. Durante o período de cura deverão ser controlados o tráfego e outras operações, a fim de proteger a película contra danos. A cobertura da película com areia ou outros materiais poderá ser empregada, se o tráfego sobre a superfície não puder ser evitado. Em caso de danos ou descolamento da película, durante o período de cura, os reparos deverão ser imediatamente realizados.

As superfícies expostas do concreto deverão ser protegidas dos raios solares, pelo menos nos três primeiros dias após o início da cura. Os locais sujeitos ao fluxo de água, na região do piso, deverão ser cobertos com proteção de madeira.

6.9.15 Desforma no Concreto

Em geral, as formas deverão ser removidas, a fim de evitar demora na cura e reparos das imperfeições de superfície.

A desforma poderá ser feita antes dos 14 dias, desde que verificado que nesta data o concreto atingiu a resistência mínima à compressão (f_{ck}) de 28 dias.

As formas deverão ser removidas com cuidado, a fim de evitar danos ao concreto. Quando estes ocorrerem, os reparos ou tratamentos necessários deverão ser executados de imediato, de tal forma a alcançar coloração tão aproximada quanto possível do concreto existente.

Inexistindo indicações específicas, devem ser adotados, para concreto comum, os seguintes tempos mínimos para a desforma:

- a) Retirada das laterais das formas: 3 dias;
- b) Painéis inferiores das formas, permanecendo as escoras principais espaçadas: 14 dias;
- c) Retirada total das formas e escoras: 21 dias.

6.9.16 Reparos no Concreto

Os reparos das imperfeições no concreto com formas deverão ser completados preferencialmente 24 horas após a remoção das mesmas. As rebarbas deverão ser totalmente removidas das superfícies expostas. O concreto danificado ou com "ninhos de abelhas" deverá ser removido até a parte sã e substituído com enchimento seco, argamassa ou concreto, como especificado adiante. A superfície a ser removida deverá ser contornada por sulco de 2 cm de profundidade, feito com disco de corte no concreto sã.

Todo concreto poroso ou fraturado deverá ser removido por escareamento. Os cortes deverão ser em forma de cunha (rabo de andorinha), ficando as bordas em ângulos agudos. Deverão ser preenchidos até a linha de projeto com concreto fresco ou argamassa. Quando for utilizado concreto para o preenchimento do corte, este não deverá ter profundidade inferior a 10 cm e dimensões como especificado adiante. Em alguns reparos poderá ser necessária a aplicação de adesivos epóxicos, os quais serão utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Os enchimentos secos deverão ser aplicados em vazios que tenham, pelo menos, uma dimensão inferior à profundidade. Estes serão, normalmente, os furos causados pela remoção dos prendedores das extremidades dos tirantes das formas, os rebaixos de cimentação e tubulação e as ranhuras estreitas cortadas para o reparo das fendas. Não será necessário o enchimento dos vazios deixados pela remoção dos prendedores das extremidades dos tirantes em juntas de construção ou em superfícies sujeitas a enchimento com concreto. Não

deverá ser usado enchimento seco para preencher vazios contíguos a armaduras ou que se estendam inteiramente por seção de concreto.

O enchimento com argamassa deverá ser feito em vazios demasiadamente largos para serem preenchidos com enchimento seco e muito rasos para serem obturados com concreto.

Todos os enchimentos deverão aderir firmemente às superfícies dos vazios e deverão ser perfeitos e isentos de rachaduras produzidas por retração. Deverá igualar-se em cor ao concreto adjacente. Para que isto seja alcançado, deve-se prever a utilização de cimento branco nas argamassas de reparo, nas quantidades determinadas em testes de laboratório.

Nas superfícies permanentemente submersas, ou sujeitas à ação do fluxo de água, poderá ser requerida a colagem com adesivo epoxídico do reparo ao substrato e também aplicação de argamassas pré-dosadas, com polímeros de alta resistência e adesivo sintético tixotrópico.

Caso ocorram infiltrações de água não previstas através de qualquer estrutura de concreto, esta deverá receber tratamento adequado, a fim de eliminá-las.

6.10 Armadura

6.10.1 Aço para Armaduras

Salvo especificação em contrário, os aços para as armaduras e barras de ancoragem deverão ser de categoria CA 50 e CA 60, para telas especificação Q196, de acordo com a ABNT NBR 7481:2022.

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 solicitada 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.

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, bitola e lotes de fornecimento, a fim de permitir rapidez no acesso e facilitar a inspeção, sempre que necessária.

6.10.2 Colocação das Armaduras

Todos os cortes e dobramentos serão executados somente a frio, não se aceitando o endireitamento de barras já dobradas ou o redobrimento das mesmas.

A armadura, antes de ser colocada em sua posição definitiva, deverá ser totalmente limpa, ficando isenta de terra, graxa, tinta, carepas e substâncias estranhas, tais que possam reduzir

sua aderência ao concreto. Deverá ser mantida limpa até que esteja completamente embutida no concreto.

O aço cortado e dobrado deverá atender as indicações das especificações do projeto e possuir etiqueta, à prova d'água, que permita a identificação a que se destina, sendo, então, convenientemente estocado em áreas demarcadas.

A armadura deverá ser apoiada na posição definitiva, como indicado nos desenhos, e de maneira tal que suporte, sem deslocamentos, as operações de lançamento do concreto. Isso poderá ser obtido com o emprego de barras de aço, blocos pré-moldados de argamassa, ganchos de metal, ou outros dispositivos. Os suportes deverão ser tais que não prejudiquem a concretagem e não fiquem expostos ou contribuam de alguma forma para a deterioração do concreto. Não devem ser utilizados calços de aço, cujo cobrimento, depois de lançado o concreto, tenha espessura menor que o especificado em projeto.

O posicionamento das armaduras negativas deve ser objeto de cuidados especiais, em relação à posição vertical. Para tanto, deverão ser utilizados suportes rígidos e suficientemente espaçados para garantir seu posicionamento.

Nas interseções, as barras deverão ser firmemente atadas com arame próprio para esta finalidade.

Durante as concretagens, deverão ser tomados cuidados especiais para a remoção de concreto fresco aderido à ferragem que ficará exposta, a fim de que o concreto não endureça sobre a armadura.

Não será permitida a colocação de armaduras em concreto fresco. Não será permitido o reposicionamento das barras quando o concreto estiver no processo de endurecimento.

Os espaçamentos das barras deverão obedecer ao indicado no detalhamento do Projeto. As distâncias livres deverão atender a ABNT NBR 6118:2023.

As emendas das barras de aço para as armaduras poderão ser executadas por qualquer dos processos especificados na ABNT NBR 6118:2023.

Nas juntas de construção, onde as barras podem permanecer expostas durante um longo período, as mesmas deverão ser protegidas contra corrosão.

Os serviços de solda das barras deverão ser executados em instalações especiais, ao abrigo de intempéries, evitando-se resfriamento brusco.

Deverão ser realizados ensaios prévios das soldas, executadas do mesmo modo e com o mesmo equipamento e pessoal empregado na obra, assim como ensaios posteriores para controle, de acordo com a ABNT NBR 8548:1984. As soldas deverão evidenciar eficiência

total. O controle de qualidade das soldas será supervisionado através de ensaios de laboratório.

6.11 Chumbadores (Grampos)

Os chumbadores são compostos por barra de aço nervurada tipo GEWI, com tensão de escoamento de 500MPa, carga de trabalho de 210kN, com tratamento anticorrosivo e diâmetro nominal, comprimento conforme especificações de projeto e executados em furos de 100mm.

Cada chumbador deve apresentar, no mínimo, 2 espaçadores distribuídos uniformemente ao longo da barra, do tipo carambola ou similar e 1 mangueira de re-injeção com válvulas de injeção (manchete) a cada 0,50m. A mangueira de re-injeção deve ser executada com tubo de polietileno de 0,010m de diâmetro e 1mm de espessura, fixada ao longo da barra de aço. As válvulas manchete são executadas por meio de um pequeno corte, com alicate, na mangueira, e vedação com fita crepe, dando-se apenas uma volta no diâmetro. Com a pressão da re-injeção estas fitas são rompidas, permitindo a passagem da nata de cimento. Observa-se que a mangueira de injeção é um tubo perdido e pode apresentar diâmetro maior desde que compatível com o diâmetro do furo e da barra de aço.

6.11.1 Perfuração

O furo do chumbador de diâmetro e comprimento iguais aos especificados em projeto, inclinados de 15° com a horizontal é executado com perfuratriz rotativa hidráulica por via seca e, após a perfuração procede-se à limpeza do furo com ar e, se necessário, proceder à limpeza com água (hidratação do furo).

6.11.2 Instalação e Injeção

Após a introdução do sistema do chumbador (barra de aço, tubo manchete e espaçadores) no furo, realiza-se a primeira injeção (bainha) com uma tubulação auxiliar, que é posicionada no fundo do furo. O método de injeção (bainha) é ascendente, correspondendo à injeção de fluido realizada do fundo do furo para a boca do furo, por meio da tubulação acessória, de maneira que todo o furo seja devidamente preenchido (bombeamento da nata é realizado até a drenagem pela boca do furo). A mangueira de injeção é removida após o procedimento de injeção (bainha).

6.11.3 Reinjeção

A reinjeção é realizada após 3 horas (no caso de Cimento ARI e/ou acelerador de cura) até no máximo 12 horas a cura da nata, cujo tempo deverá ser informado pela empresa responsável pela definição do traço da nata. A reinjeção é realizada em tubo manchete de modo ascendente com uso de uma bomba de injeção com manômetro e de obturador.

O obturador é introduzido no interior do tubo até a válvula mais profunda da zona de ancoragem. A reinjeção inicia-se sob pressão controlada e a válvula manchete abrirá quando atingida a pressão determinada, de modo que a nata saia do tubo e preencha os possíveis vazios existentes. A injeção de cada estágio será encerrada quando o manômetro não acusar mais uma redução na pressão. O procedimento é repetido até que toda a zona de ancoragem seja devidamente reinjetada.

As operações de injeção (bainha) e re-injeção do chumbador são realizadas com nata de cimento cujo Fator Água/Cimento (em peso) é igual a 0,5, sob pressão de aproximadamente 5 a 10 kgf/cm².

6.12 Drenos Subhorizontais Profundos (DHPs)

Os drenos sub-horizontais são tubos de PVC, perfurados e revestidos por um filtro (tela de nylon) firmemente amarrado, de modo a constituir um pacote rígido, introduzidos em furos previamente executados por equipamentos rotativos, com declividade máxima de 5° em relação à horizontal, com a finalidade de retirar as águas de infiltração em regiões de baixa estabilidade, principalmente nas transições entre solo e rocha.

Os drenos sub-horizontais tubulares deverão ser executados segundo as orientações indicadas nos desenhos de projeto. O comprimento de cada dreno sub-horizontal será definido em função do resultado da sua perfuração, adotando-se como critério de paralisação: perfurar dois metros em rocha sã ou até atingir o comprimento de projeto. A perfuração de cada dreno deverá ser acompanhada pela Fiscalização, que poderá modificar esse critério, à luz dos resultados.

Os equipamentos de perfuração a serem utilizados serão basicamente:

- Sondas rotativas com coroas e barriletes de qualquer tipo, capazes de perfurar em qualquer inclinação, com diâmetro e profundidades especificadas no projeto;
- Perfuratrizes de percussão. Este tipo de equipamento será admitido nos furos em que, a critério da Fiscalização, esse processo não cause a obturação do furo.

A perfuração deverá ser executada com barrilete simples e coroas de vídia ou diamante. A perfuração deverá ser revestida nos trechos de solo ou instáveis utilizando-se revestimento NX, cuja extremidade será mantida, no máximo, a um metro da coroa em tais trechos. Caso seja necessário reduzir o diâmetro de sondagem, esta deverá ser iniciada com diâmetro HX, fazendo-se a redução para NX, que será o diâmetro mínimo aceitável.

Quando não especificado nos desenhos do Projeto, a perfuração deverá ser feita com 5° de inclinação em relação à horizontal, com caída para a boca do furo. A Fiscalização poderá exigir o controle da inclinação do furo.

Depois de completada a perfuração, com o revestimento colocado, o furo deverá ser limpo com água sob pressão. A pressão da água deverá ser suficiente para remover eventuais detritos, evitando-se, entretanto, erosão nas paredes do furo.

O dreno deverá ser instalado conforme indicado nos desenhos do Projeto. A retirada do revestimento deverá ser feita lentamente, de modo a não danificar o filtro. Antes da colocação do dreno deverá ser verificado se o revestimento pode ser retirado com facilidade.

6.13 Dispositivos de drenagem

A execução dos dispositivos de drenagem superficial, que incluem:

- canaletas com seção trapezoidal;
- canaletas com seção retangular, em degraus (Escadas Hidráulicas);
- caixas de passagem.

Os dispositivos de drenagem deverão ser executadas com concreto comum, com resistência característica e armaduras indicadas nos desenhos de projeto.

Nas interligações das canaletas trapezoidais com as escadas hidráulicas, poderá haver a necessidade de rebaixamento do seu fundo, pela supressão de algum(ns) degrau(s).

Os serviços de drenagem superficial compreenderão o fornecimento de pessoal, materiais, equipamentos e tudo o mais que for necessário para a execução dos dispositivos previstos no projeto.

O concreto será composto de cimento Portland, água, agregados miúdo e graúdo, e, eventualmente, aditivos redutores de água, retardadores de pega, plastificantes e incorporadores de ar e quaisquer outros componentes apropriados, tais como pozolana, cinzas volantes e outros materiais que produzam no concreto propriedades benéficas, desde que indicadas e/ou aprovadas pela Fiscalização e que atendam às resistências características indicadas nos desenhos de projeto.

O concreto será dosado racionalmente, de modo a se obter misturas trabalháveis, com conteúdos mínimos de cimento e água, e que para cada estrutura, seja devidamente curado, satisfazendo às exigências de resistência mecânica e de durabilidade, conforme previstas nos desenhos de execução e pela Fiscalização.

A execução das estruturas de concreto, os materiais aplicados e sua forma de utilização, deverão obedecer às Especificações e Normas da ABNT, nas edições mais recentes.

Caberá ao CONTRATADO realizar vistoria, limpeza e restauração dos dispositivos de drenagem superficial existentes e que serão interligados àqueles que integram o projeto de proteção da encosta com revestimento vegetal e com concreto projetado, objeto da presente

Especificação Técnica. No que se refere à restauração, os serviços se destinam a reconstituir pontos localizados em paredes e fundo de canaletas de seções retangulares e trapezoidais, inclusive com degraus. Os reparos deverão ser executados em concreto com $f_{ck} = 20\text{kPa}$, e, se necessário, armadura de aço CA-50.

6.14 Proteção superficial

De forma a proteger a área contra efeitos erosivos, provenientes das águas pluviais, será aplicada vegetação sobre toda a extensão afetada pela obra. Para a proteção vegetal prevista, considerou-se o plantio a lanço de sementes ou mudas, manual ou mecanizado, hidrossemeadura ou plantio em covas.

6.14.1 Plantio de Vegetação

Todos os ensaios de controle e verificação dos insumos, da produção e do produto devem ser realizados de acordo com as normas vigentes e especificações do fabricante, analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

O processo de revestimento vegetal deve ser executado ao final da obra. Caso isto não ocorra no início do período chuvoso, deve-se molhar a superfície regularmente, até que a vegetação se estabeleça, ou seja, que ocorra a pega.

Na seleção do tipo de vegetação, deve-se dar preferência a plantas forrageiras (gramas, capins ou relvas), ou similares, típicas da região, além das seguintes características:

- Rápido desenvolvimento;
- Ser predominantemente forrageira e perene (i.e., com capacidade de rebrotar após corte);
- Baixa exigência nutricional;
- Facilidade de adaptação em ambientes diversos;
- Sementes pequenas, de fácil dispersão.

Deve-se realizar o espalhamento dos adubos e o plantio em uma única operação, cumprindo as recomendações apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidades de adubos e sementes indicadas por hectare de terreno

ADUBOS				SEMENTES
Superfosfato simples	Sulfato de zinco	Ácido bórico	Moldado de amônio	Vegetação rasteira de característica regional
250 kg	20 kg	10 kg	0,20 kg	

6.14.2 Definições

Plantio é o processo de aplicação das espécies vegetais no solo para germinação ou reprodução, crescimento ou desenvolvimento vegetativo objetivando a cobertura total da área nua ou degradada, através da utilização de sementes, leivas, placas ou mudas.

Grama em placa são porções maiores de gramíneas e leguminosas com solo em suas raízes, transplantadas diretamente do campo ou de um viveiro, podendo ser plantadas de modo contínuo ou com interrupções e objetivam a proteção imediata da área nua ou degradada.

6.14.3 Materiais e Equipamentos

Os materiais a serem utilizados para aplicação da grama em placa devem apresentar os seguintes requisitos gerais:

- Adubo orgânico, constituído por mistura de esterco bovino ou avícola;
- Adubo químico NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) e superfosfato simples, de modo a garantir as quantidades mínimas, por hectare, de 50kg de nitrogênio, 100kg de fósforo e 50kg de potássio, obedecendo-se sempre à análise edáfica e pedológica do solo;
- Adesivo ou fixador;
- Fonte de celulose para proteção superficial;
- Sementes ou placas de espécies vegetais de forrageiras, gramíneas e leguminosas, selecionadas de acordo com os seguintes quesitos: i) agressividade e rusticidade; ii) rápido desenvolvimento vegetacional; iii) baixo custo de implantação e iv) pouca exigência nas condições nutricionais e nos cuidados de manutenção;
- Inseticida.

O equipamento básico consiste em caminhão tanque, com misturador e motobomba, capacidade de 4.500 a 6.000 litros.

Poderá ser empregada máquina de hidrossemeadura, com capacidade para 5.500 litros e potência 100 a 120cv, com bomba rotativa de alta pressão com 2.500 rpm e de rotor aberto.

6.14.4 Método Executivo

A análise edafo-pedológica do solo tem como objetivo caracterizar os aspectos de sua fertilidade, por meio de índices de acidez e toxidez, e suas deficiências de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre, boro, manganês e magnésio. Alternativamente, podem ser consultados mapeamentos de solos, disponíveis em empresas públicas de extensão rural.

A seleção de espécies vegetais: tem como objetivo principal o controle eficiente e duradouro das erosões, conjugando um aspecto visual satisfatório, a baixo custo de execução e de manutenção, associados à fácil aquisição no comércio.

O preparo do solo e sua fertilização consistem, basicamente, em se executar ranhuras ou cavidades, no terreno, com ferramenta manual, para facilitar a adesão da mistura com a superfície do terreno.

O preparo da mistura deve ser executado para uma carga de aplicação correspondente a 5.000 litros de água, nas proporções recomendadas em projeto e de acordo com os requisitos dos materiais e orientações contidos nesta especificação. Na ausência de informações, deverão ser seguidas as orientações do fabricante/fornecedor.

O plantio ou a aplicação da mistura ou das placas deve ser executado na época de chuvas na região, de modo a proporcionar condições favoráveis de umidade.

Na ausência de chuvas regulares, a irrigação deverá ser feita até que se atinja a umidade, numa profundidade de 10cm, durante o período necessário para que 50% das sementes germinem. Deverá ser executada na forma de chuvisco leve, sem jatos fortes, utilizando-se um “bico de pato”, se necessário.

A adubação de cobertura deverá ser executada após 60 dias do plantio.

7 PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo deve atender aos critérios de dimensionamento e as condições formais de apresentação dos documentos técnicos. Os serviços deverão ser executados em estrita observância às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e normas complementares, com destaque para:

- **ABNT NBR 6122:** Projeto e Execução de Fundações;
- **ABNT NBR 11682:** Estabilidade de Encostas;

Para a elaboração do Projeto Executivo, devem ser adotadas e consolidadas as informações obtidas através da campanha de investigações geotécnicas do local, compreendendo as sondagens SPT e os ensaios geotécnicos de caracterização, e ensaios para determinação dos parâmetros de resistência do solo (cisalhamento direto e ensaios triaxiais).

Os Fatores de Segurança (FS) mínimos adotados no dimensionamento geotécnico devem respeitar integralmente os critérios normativos $FS \geq 1,50$.

O projeto deve considerar obrigatoriamente as sobrepressões neutras geradas por rebaixamento ou elevação do lençol freático, bem como prever sistemas complementares de drenagem superficial e profunda (Drenos Subsuperficiais Profundos - DHP, mantas geotêxteis

e canaletas). As condições de drenagem superficial e subterrânea deverão ser avaliadas quanto à sua influência sobre o comportamento geotécnico das obras.

Deverão ser consideradas nos cálculos todas as ações permanentes (peso próprio das estruturas e do solo) e acidentais (tráfego de veículos, cargas de construção, estocagem de materiais e sismos, quando couber), com sobrecarga mínima de superfície de 20kPa em zonas contíguas às contenções, salvo indicação em contrário no memorial descritivo.

Os elementos geotécnicos de contenção devem apresentar

- Definição da geometria, empuxos ativados (Ativo, Repouso e Passivo) e estabilidade interna/externa (tombamento, deslizamento, capacidade de carga da base e ruptura profunda); análises de estabilidade de taludes naturais e projetados, considerando as condições de curto e longo prazo e os níveis d'água críticos identificados utilizando métodos de cálculo considerados rigorosos (Spencer ou Morgenstein-Price);
- Detalhamento de ancoragem/chumbadores (comprimento ancorado, diâmetro da perfuração, consumo de calda de cimento e carga de protensão);
- Especificação dos parâmetros dos materiais (concreto, aço, calda de cimento, geotêxteis);
- Critérios para corte e aterro (grau de compactação mínimos do Ensaio Proctor Normal/Modificado);
- Especificação de materiais de empréstimo (limites de liquidez, plasticidade e CBR mínimo);
- Detalhamento de bermas de equilíbrio e retaludamento.

O Projeto Executivo deverá incluir obrigatoriamente um plano de instrumentação para monitoramento do comportamento do maciço e das estruturas durante a fase construtiva e operacional:

- Inclínômetros: Para medição de deslocamentos horizontais em profundidade nas contenções;
- Piezômetros e Marcos Topográficos: Para acompanhamento da pressão neutra e deslocamentos superficiais (verticais e horizontais);
- Frequência de Leituras: Definição da periodicidade de leitura e critérios de alerta/parada crítica de obra.

Os documentos deverão ser fornecidos em formato digital editável e em formato não editável para emissão final, conforme padrão definido pelo contratante. A documentação final do

Projeto Executivo Geotécnico deverá seguir padrão único de nomenclatura, revisão, codificação, identificação e controle documental definido para o empreendimento e conter:

- Memorial Descritivo e Justificativo: Descrição teórica, metodologias utilizadas, parâmetros geotécnicos e resumo das soluções;
- Memorial de Cálculo: Apresentação detalhada das equações, outputs de softwares geotécnicos (ex: Plaxis, GeoStudio, Slide) e verificações de estabilidade;
- Planilhas de cálculo e quantitativos;
- Orçamento;
- Pranchas de Desenho Técnico:
 - a) Planta geral de localização e sondagens;
 - b) Perfis geológico-geotécnicos;
 - c) Plantas de fôrma, cortes transversais e detalhes construtivos (escala apropriada 1:50, 1:100 ou 1:200);
 - d) Detalhes de drenagem geotécnica e instrumentação.

8 LIMPEZA GERAL DA OBRA

Os serviços de limpeza serão rigorosamente executados no decorrer da obra. O canteiro de obras será mantido em perfeita ordem. Entulhos deverão ser removidos, mantendo os locais de trabalho, barracões, acessos, enfim toda a obra a mais organizada e limpa. A limpeza final abrangerá também a desmontagem das instalações provisórias do canteiro, a completa remoção dos materiais provenientes desta desmontagem, bem como os resíduos e/ou entulhos resultantes da limpeza final da obra. A obra deverá ser entregue em perfeito estado de limpeza e conservação apresentando funcionamento ideal para todas as instalações, equipamentos e aparelhos pertinentes com todas as ligações às redes de serviços públicos.

9 RECEBIMENTO DA OBRA

Concluídos todas as obras e serviços, objetos desta licitação, se estiverem em perfeitas condições atestada pela FISCALIZAÇÃO, e após efetuados todos os testes e ensaios necessários, bem como recebida toda a documentação exigida neste memorial e nos demais documentos contratuais, serão recebidos provisoriamente por esta através de Termo de Recebimento Provisório.

A CONTRATADA fica obrigada a manter as obras e os serviços por sua conta e risco, até a lavratura do “Termo de Recebimento Definitivo”, em perfeitas condições de conservação e funcionamento.

Decorridos o prazo de 90 (noventa) dias após a lavratura do “Termo de Recebimento Provisório”, se os serviços de correção das anormalidades por ventura verificadas forem executados e aceitos pela FISCALIZAÇÃO, e comprovado o pagamento da contribuição devida a Previdência Social relativa ao período de execução das obras e dos serviços, será lavrado o “Termo de Recebimento Definitivo”.

Aceitas as obras e serviços, a responsabilidade da CONTRATADA pela qualidade, correção e segurança dos trabalhos, subsiste na forma da Lei.