

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco
e do Parnaíba - CODEVASF

PROJETO EXECUTIVO DO CANAL DE XINGÓ FASE I - LOTE I

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO EXECUTIVO CAPTAÇÃO E TÚNEL VILA MATIAS

Especificações Técnicas Volume 1 - Tomo IV

5001-REF-2001-00-04-001-R00
Setembro - 2021

Consórcio



TECHNE
ENGENHEIROS CONSULTORES



ENGECONSULT
Consultores Técnicos Ltda.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco
e do Parnaíba – CODEVASF

Projeto Executivo do Canal de Xingó
Fase I - Lote I

RELATÓRIO FINAL DO PROJETO EXECUTIVO
CAPTAÇÃO E TÚNEL VILA MATIAS

Especificações Técnicas
Volume 1
Tomo IV

5001-REF-2001-00-05-001-R00
Setembro - 2021



TECHNE
ENGENHEIROS CONSULTORES



ENGECONSULT
Consultores Técnicos Ltda.

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I**C755 Consórcio Techne/Engeconsult**

Projeto Executivo Do Canal Xingó, Fase I, Lote I, a ser Implantado nos Estados da Bahia e de Sergipe.

Projeto Executivo – Fase 1 – Lote 1 – Captação e Túnel Vila Matias – Especificações Técnicas – Volume 1 – Tomo IV. Recife, 2021.

218 f.

Cliente: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. SGAN 601, Conj. I. Ed. Dep. Manoel Novaes, CEP: 70830-019, Brasília – DF / Brasil.

Consultora: Consórcio Techne/Engeconsult. Rua Ernesto de Paula Santos, nº 1.368, Sala 904, Boa Viagem, CEP 51.021-330, Recife – PE / Brasil. Rua Almirante Noronha de Carvalho, nº 45, Rosarinho, CEP: 52041-345, Recife - PE / Brasil.

Título						Número							Folha																		
CAPTAÇÃO E TÚNEL VILA MATIAS - Especificações Técnicas Volume 1 - Tomo IV						5001-REF-2001-00-04-001							1/1																		
Esta folha índice indica em que revisão está cada folha na emissão citada																															
Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6	Fl/Rev	0	1	2	3	4	5	6
1	X							36	X							71	X							106	X						
2	X							37	X							72	X							107	X						
3	X							38	X							73	X							108	X						
4	X							39	X							74	X							109	X						
5	X							40	X							75	X							110	X						
6	X							41	X							76	X							111	X						
7	X							42	X							77	X							112	X						
8	X							43	X							78	X							113	X						
9	X							44	X							79	X							114	X						
10	X							45	X							80	X							115	X						
11	X							46	X							81	X							116	X						
12	X							47	X							82	X							117	X						
13	X							48	X							83	X							118	X						
14	X							49	X							84	X							119	X						
15	X							50	X							85	X							120	X						
16	X							51	X							86	X							121	X						
17	X							52	X							87	X							122							
18	X							53	X							88	X							123							
19	X							54	X							89	X							124							
20	X							55	X							90	X							125							
21	X							56	X							91	X							126							
22	X							57	X							92	X							127							
23	X							58	X							93	X							128							
24	X							59	X							94	X							129							
25	X							60	X							95	X							130							
26	X							61	X</																						

SUMÁRIO

1 Sumário

A. Apresentação	1
A. APRESENTAÇÃO	2
A.1 CRITÉRIOS ADOTADOS E DOCUMENTOS BASE	2
A.2 EQUIPE TÉCNICA	2
A.2.1 GEOLOGIA E GEOTECNIA	2
A.2.2 TÚNEL VILA MATIAS	3
A.2.3 QUANTITATIVOS, ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	3
A.2.4 EQUIPE DE APOIO	3
A.2.5 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO	3
1. O Empreendimento	4
1 O EMPREENDIMENTO	5
2. Localização e Vias de Acesso	11
2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	12
3. Introdução	14
3 INTRODUÇÃO	15
4. Terminologia, Definições e Informações Disponíveis	16
4 TERMINOLOGIA, DEFINIÇÕES E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS	17
4.1 GENERALIDADES	17
4.2 NORMAS APLICÁVEIS	19
5. Administração Local	22
5 ADMINISTRAÇÃO LOCAL	23
5.1 CANTEIRO DE OBRAS	23
5.1.1 Locação do Canteiro de Obras	23
5.1.2 Mobilização e Desmobilização	23
5.1.3 Implantação de Canteiro de Serviços	24
5.1.4 Administração Local	27
5.1.5 Manutenção de Canteiro de Serviços	30
6. Sistema de Drenagem	32
6 SISTEMAS DE DRENAGEM	33
6.1 DRENOS, SARJETAS E VALETAS	33
6.1.1 Objetivo	33
6.1.2 Referências Normativas	33
6.1.3 Definições	33
6.1.4 Condições Gerais	34
6.1.5 Condições Específicas	34
6.1.6 Equipamentos	35
6.1.7 Execução	36
6.1.8 Manejo Ambiental	38

6.1.9	Inspeção	39
6.1.10	Crêterios de medição.....	41
6.2	BOCAS E CAIXAS COLETORAS	42
6.2.1	Objetivo	42
6.2.2	Referências Normativas	42
6.2.3	Definições.....	43
6.2.4	Condições Gerais	43
6.2.5	Condições Específicas	43
6.2.6	Equipamentos.....	44
6.2.7	Execução.....	44
6.2.8	Manejo ambiental	49
6.2.9	Inspeção	50
6.2.10	Crêterios de medição.....	51
6.3	BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO	51
6.3.1	Objetivo	51
6.3.2	Referências normativas.....	51
6.3.3	Definições.....	52
6.3.4	Condições Gerais	52
6.3.5	Condições Específicas	53
6.3.6	Equipamentos.....	53
6.3.7	Execução.....	53
6.3.8	Manejo ambiental	54
6.3.9	Inspeção	54
6.3.10	Crêterios de medição.....	56
6.4	ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA	56
6.4.1	Objetivo	56
6.4.2	Referências normativas.....	56
6.4.3	Definições.....	57
6.4.4	Condições gerais.....	57
6.4.5	Condições específicas	57
6.4.6	Execução.....	58
6.4.7	Manejo ambiental	62
6.4.8	Inspeção	62
6.4.9	Verificação do produto	62
6.4.10	Crêterios de medição.....	63
6.5	DISSIPADORES DE ENERGIA E BACIAS DE CAPTAÇÃO.....	64
6.5.1	Objetivo	64
6.5.2	Referências normativas.....	64
6.5.3	Definição.....	64
6.5.4	Condições gerais.....	64
6.5.5	Condições específicas	65
6.5.6	Tipos de dissipadores	65
6.5.7	Equipamentos.....	65
6.5.8	Execução.....	66
6.5.9	Manejo ambiental	67
6.5.10	Inspeção	67
6.5.11	Verificação do produto	68
6.5.12	Crêterios de Medição.....	69
6.6	TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS COM LAJE	69
6.6.1	Objetivo	69
6.6.2	Definições.....	69
6.6.3	Condições Gerais	69
6.6.4	Condições Específicas	69

6.6.5 Equipamentos.....	70
6.6.6 Execução.....	70
6.6.7 Manejo Ambiental.....	71
6.6.8 Inspeção.....	71
6.6.9 Critérios de Medição.....	73
7. Serviços de Terraplenagem e Drenagem provisórias	74
7 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM E DRENAGEM PROVISÓRIA.....	75
7.1 SUPRESSÃO VEGETAL, DESTOCAMENTO E LIMPEZA	75
7.1.1 Critérios de Medição.....	75
7.2 ESGOTAMENTO, DRENAGEM SUPERFICIAL	76
7.2.1 Critérios de Medição.....	77
7.3 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (SOLO).....	77
7.3.1 Critérios de Medição.....	79
7.4 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA	80
7.4.1 Critérios de Medição.....	80
7.5 ESCAVAÇÕES EM SOLOS MOLES	81
7.5.1 Critérios de Medição.....	82
7.6 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA (ROCHA A CÉU ABERTO).....	83
7.6.1 Critérios de Medição.....	84
7.7 PRÉ-FISSURAMENTO.....	85
7.7.1 Critérios de Medição.....	86
7.8 ESCAVAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO (SOLO)	86
7.8.1 Critérios de Medição.....	87
7.9 MOMENTO EXTRAORDINÁRIO DE TRANSPORTE.....	87
7.9.1 Critérios de Medição.....	88
7.10 ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA-FORA.....	91
7.10.1 Critérios de Medição.....	91
7.11 PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL EM SOLO PARA ATERROS COMPACTADOS	92
7.11.1 Critérios de Medição.....	92
7.12 PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL EM ROCHA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO	93
7.12.1 Critérios de Medição.....	94
7.13 CONSTRUÇÃO DAS ENSECADEIRAS.....	95
7.13.1 Generalidades	95
7.13.2 Metodologia de Execução da Ensecadeira	96
7.13.1 Alinhamento, Taludes e Seções.....	98
7.14 MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE DESVIO E ENSECADEIRAS	99
7.14.1 Critérios de Medição.....	99
7.15 ATERRO COMPACTADO	99
7.15.1 Critérios de Medição.....	103
7.16 ENROCAMENTO COMPACTADO	104
7.16.1 Critérios de Medição.....	105
7.17 REBAIXAMENTO DE LENÇOL D'ÁGUA	106
7.17.1 Critérios de Medição.....	106
7.18 TRANSIÇÃO GROSSA COMPACTADA.....	106
7.18.1 Critérios de Medição.....	107
7.19 REGULARIZAÇÃO DOS TALUDES DO CANAL COM CONCRETO POROSO	108
7.19.1 Critérios de Medição.....	108
7.20 CONCRETO PROJETADO.....	108

7.20.2 Critérios de Medição.....	113
7.21 FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FIBRAS METÁLICAS PARA CONCRETO PROJETADO	114
7.21.1 Critérios de Medição.....	114
7.22 FORNECIMENTO DE FIBRAS SINTÉTICAS.....	114
7.22.1 Critérios de Medição.....	115
7.23 FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE GEOGRELHAS NA PROTEÇÃO DE TALUDES.....	115
7.23.1 Critérios de Medição.....	116
7.24 CHUMBADORES	116
7.24.1 Critérios de Medição.....	117
7.25 TIRANTES DE BARRA, FIOS E CORDOALHAS	118
7.25.1 Perfuração.....	120
7.25.2 Revestimento do Furo	120
7.25.3 Limpeza do Furo.....	121
7.25.4 Introdução do Tirante na Perfuração.....	121
7.25.5 Injeção de Preenchimento da Bainha	121
7.25.6 Injeção do Trecho Acorado	122
7.25.7 Protensão dos Tirantes	122
7.25.8 Injeção do Trecho Livre.....	122
7.25.9 Ensaios de Protensão	123
7.25.10 Proteção da Cabeça de Ancoragem.....	123
7.25.11 Acompanhamento da execução.....	123
7.25.12 Instrumentação.....	123
7.25.13 Critérios de Medição	123
7.26 EXECUÇÃO DE DRENOS HORIZONTAIS PROFUNDOS (DHPs).....	124
7.26.1 Perfuração.....	124
7.26.2 Instalação	125
7.26.3 Critérios de Medição.....	125
7.27 EXECUÇÃO DE BARBACÃS.....	126
7.27.1 Critérios de Medição.....	126
7.28 INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO NOS PREPAROS DE FUNDAÇÕES	126
7.28.1 Equipamentos.....	127
7.28.2 Materiais de Injeção	127
7.28.3 Perfuração e Lavagem dos Furos.....	127
7.28.4 Sequência de Perfuração e Injeção	128
7.28.5 Critérios de Medição.....	128
7.29 CANALETAS OU VALETAS DE DRENAGEM MOLDADAS "IN LOCO"	129
7.29.1 Critérios de Medição.....	129
7.30 TUBOS PERFURADOS DE DRENAGEM	129
7.30.1 Critérios de Medição.....	130
7.31 ESTRUTURA DE SAÍDA E MEDIÇÃO DE VAZÃO	131
7.31.1 Critérios de Medição.....	131
8. Estrutura de Concreto.....	133
8 ESTRUTURAS DE CONCRETO	134
8.1 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL.....	134
8.1.1 Agregados	135
8.1.2 Produção de Agregados.....	138
8.1.3 Pilhas de Estoque e Controle de Umidade de Agregados.....	139
8.1.4 Amostragem e Ensaios	139
8.1.5 Material Cimentício.....	140
8.1.6 Equipamentos.....	141

8.1.7	Tipologia	142
8.1.8	Controle Tecnológico	142
8.1.9	Produção de Concreto	143
8.1.10	Dosagem	144
8.1.11	Mistura	145
8.1.12	Transporte do Concreto	145
8.1.13	Lançamento	146
8.1.14	Adensamento	147
8.1.15	Juntas de Concretagem	148
8.1.16	Cura do Concreto	149
8.1.17	Critérios de Medição	150
8.2	ARMADURAS EM BARRA DE AÇO CA 50 A	151
8.2.1	Critérios de Medição	155
8.3	ARMADURA EM BARRAS DE AÇO CA 50 (FORNECIMENTO, CORTE, DOBRA, MONTAGEM);	155
8.3.1	Armaduras em Telas Metálicas	155
8.3.2	Critérios de Medição	156
8.4	FORMAS DE MADEIRA	157
8.4.1	Critérios de Medição	159
8.5	CIMBRAMENTO	159
8.5.1	Critérios de Medição	161
9.	Obras Complementares	162
9	OBRAS COMPLEMENTARES	163
9.1	CERCAS, ALAMBRADOS E PORTÕES	163
9.1.1	Mourões em Concreto Armado	163
9.1.2	Alambrados	164
9.1.3	Portões	164
9.1.4	Medição e pagamento:	164
9.2	ESTRUTURAS METÁLICAS	164
9.3	PAVIMENTAÇÃO	165
9.3.1	Revestimento das pistas laterais	165
9.3.2	Regularização de subleito	165
9.3.3	Pavimentação de Estradas	165
9.3.4	Serviços Complementares – Sistema Viário	166
10.	Túnel Vila Matias	167
10	TÚNEL VILA MATIAS	168
10.1	OBJETIVO	168
10.2	NORMAS	168
10.3	ESCOPO	168
10.4	SERVIÇOS PRELIMINARES	168
10.4.1	Instalação	168
10.4.2	Locação da Obra	168
10.5	EQUIPAMENTOS DE TOPOGRAFIA	169
10.5.1	Geral	169
10.5.2	Sinalização	169
10.5.3	Limpeza no Local da Obra	169
10.5.4	Equipamentos para Limpeza	169
10.5.5	Acessos e Caminhos de Serviços	170
10.5.6	Critérios de Medição	170
10.5.7	Pagamento	170

10.6	TÚNEL.....	170
10.6.1	Considerações.....	170
10.6.2	Definições.....	170
10.6.3	Seção de Escavação.....	171
10.6.4	Sobreescavação.....	172
10.6.5	Nichos para Manobra.....	173
10.6.6	Classificação Geomecânica.....	173
10.6.7	Caracterização do Maciço por Classe RMR e Método de Escavação.....	176
10.6.8	Desmonte em rocha sã ou fraturada.....	177
10.6.9	Uso de Cambotas.....	181
10.6.10	Obras de Drenagem e Contenções.....	183
10.6.11	Esgotamento por bombeamento de infiltrações.....	185
10.6.12	Telas Eletrosoldadas.....	186
10.6.13	Concreto Projetado para Túnel.....	187
10.7	CONCRETO PROJETADO E TELA METÁLICA.....	187
10.7.2	Arco Invertido (Invert).....	196
10.7.3	Ancoragens / Chumbadores / Tirantes.....	196
10.7.4	Enfilagens Injetadas Com Tubo Sch-40.....	199
10.7.5	Instrumentação Geotecnia.....	202

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Municípios Cortados Pelo Canal de Xingó – Fase I e Fases II a IV	7
Figura 1.2: Municípios Onde Será Implantado o Canal do Xingó – Fase 1	8
Figura 1.3: Planta do Desenvolvimento do Canal de Xingó com Ênfase na Fase 1 – Lote I	9
Figura 1.4: Infraestrutura do Lote I, com Detalhe na Disposição das Estruturas	10
Figura 2.1: Acessos à Área do Projeto	13



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

A. APRESENTAÇÃO

A. APRESENTAÇÃO

No presente documento o Consórcio TECHNE/ENGECONSULT apresenta a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF o **Relatório Captação e Túnel Vila Matias – Especificações Técnicas**.

O referido relatório é parte integrante da documentação referente ao Contrato Administrativo 0.169.00/2020 firmado entre a CODEVASF e o Consórcio TECHNE/ENGECONSULT que tem como objeto os Serviços de Elaboração do Projeto Executivo do Canal de Xingó, Fase I, Lote I, a Ser Implantado nos Estados da Bahia e de Sergipe.

A.1 CRITÉRIOS ADOTADOS E DOCUMENTOS BASE

As estruturas foco deste relatório foram detalhadas conforme concebidas no Projeto Básico e adequadas, quando necessário, objetivando o aproveitamento dos materiais de construção provenientes das escavações obrigatórias e os disponíveis na área onde será implantado o sistema adutor.

Os critérios e parâmetros adotados foram os consubstanciados nos documentos **5001-REL-2020-04-02-001-R04 - Relatório de Análise Crítica do Projeto Básico - Geologia e Geotecnia**, **5001-REL-2001-00-00-002-R01 - Análise Crítica do Projeto Básico e Definição de Parâmetros e Critérios de Projeto - Estruturas Componentes do Sistema Adutor** e **5001-REL-2020-04-02-003-R00 - Relatório de Programação das Investigações Geológicas-Geotécnicas e dos Serviços Topográficos Complementares** e nos estabelecidos no **Parecer Técnico nº 002/2021 – Origem 4ª/GRD/UEP-AD/GRD/GEP-AI/GEI – CODEVASF** emitido em 22/09/2021.

Os projetos tiveram como base a topografia fornecida pela CODEVASF.

A.2 EQUIPE TÉCNICA

Neste item estão relacionados os técnicos responsáveis pelo desenvolvimento do Projeto Executivo das estruturas objeto deste documento.

- Coordenação Geral: Antonio Carlos de Almeida Vidon
- Coordenação Adjunta: Maria Angela Capdeville Duarte Ullmann
- Coordenação Adjunta: Hélio Augusto Machado Pessoa
- Planejamento: Cristiana Couceiro de Freitas Cavalcanti

A.2.1 GEOLOGIA E GEOTECNIA

- Hosana Emília Abrantes Sarmiento Leite
- Maiara de Araújo Porto
- Claudio Netto Lummertz
- João Silvino Oliveira Paiva da Silva

A.2.2 TÚNEL VILA MATIAS

- Pedro Segundo Pino Veliz
- Maiara de Araújo Porto
- Claudio Netto Lummertz
- Tulio Martins de Lima

A.2.3 QUANTITATIVOS, ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Hélio Augusto Machado Pessoa Filho
- Edina Pinto de Freitas
- Estanislau Fernandes Barros
- Leandro Antônio Cavalcanti da Silva
- Analice Marques de Sá Lima

A.2.4 EQUIPE DE APOIO

- Luiz Felipe Meirelles Barbosa
- Alexandre Silva Nunes
- Paulo Rogério Oliveira Freitas
- Robervaldo José Lins
- Geraldo Monteiro de Sousa
- Vanuza Dantas Cavalcanti
- Maria Aparecida Menezes das Neves

A.2.5 TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO

- Alex José Alcântara Oliveira



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

1. O EMPREENDIMENTO

1 O EMPREENDIMENTO

O Projeto do Canal de Xingó é alvo de debates pela CODEVASF desde o ano de 1998, com a consolidação do estudo de viabilidade técnica apresentada em 2009, com o objetivo de atender as demandas de usos múltiplos das áreas próximas ao canal promovendo o desenvolvimento da região.

O eixo estruturante do Canal de Xingó, em sua totalidade, inicia no município de Paulo Afonso no estado da Bahia e finaliza no município de Nossa Senhora da Glória no estado de Sergipe, cruzando os municípios de Santa Brígida situado no Estado da Bahia e Canindé do São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre de Sergipe situados no estado de Sergipe. Devido a grande extensão do sistema adutor, o projeto foi particionado em quatro trechos denominados Fases sendo definidos na época do Estudo de Viabilidade, a saber:

- Fase I: inicia na captação no reservatório de Paulo Afonso IV indo até o Reservatório 5 (Capela), no município de Poço Redondo;
- Fase II: inicia no Reservatório 5 e se desenvolve até o Reservatório 8 no município de Porto da Folha;
- Fase III: inicia no Reservatório 8 e se direciona ao Reservatório 11 no município de Monte Alegre;
- Fase IV: parte do Reservatório 11 até o final do canal, no Reservatório 12, no município de N.S. da Glória.

Nas fases posteriores ao Estudo de Viabilidade os reservatórios foram eliminados ficando seus nomes como referência para a segmentação dos trechos do empreendimento.

A Fase 1 possui extensão de 113.370m e está localizada nas regiões semiáridas da Bahia e do Sergipe, com expressão nos municípios de Paulo Afonso (BA), Santa Brígida (BA), Canindé do São Francisco (SE) e Poço Redondo (SE) e foi subdividida nos Lotes I e II, sendo o primeiro objeto do contrato em epígrafe.

O Lote 1 com extensão de 50.618m cruza os municípios de Paulo Afonso e Santa Brígida no estado da Bahia e finaliza no município de Canindé do São Francisco no estado da Bahia e é composto pelas estruturas relacionadas a seguir:

- 1 canal de aproximação com 396,59m de extensão;
- 1 estrutura de tomada d'água;
- 1 túnel com extensão de 2,44 km;
- 12 segmentos de canal;
- 6 aquedutos;
- 6 estruturas de controle;
- 6 extravasores com descarga de fundo;
- 19 tomadas d'água de derivação.

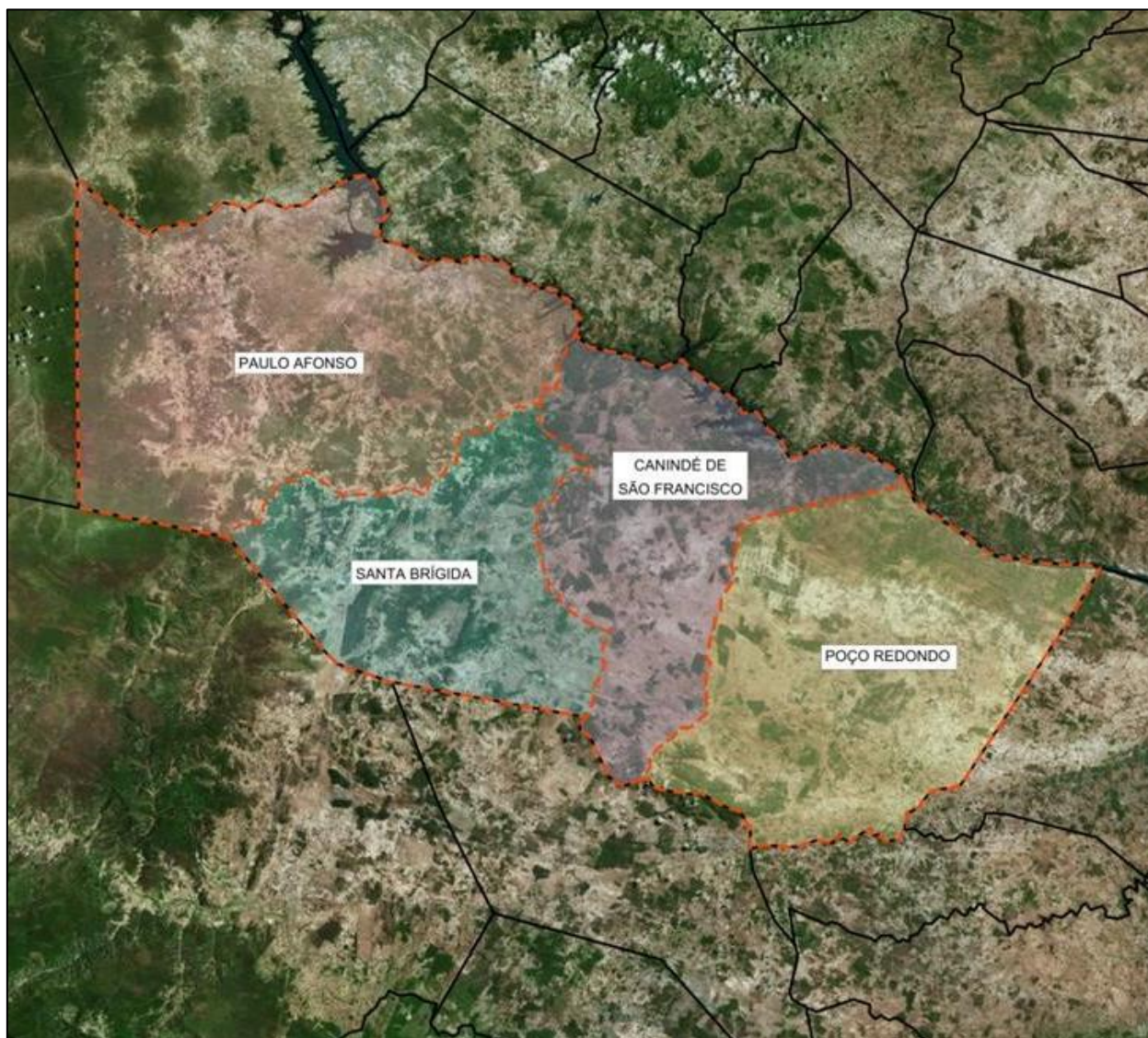
Como infraestrutura secundária foram previstas as seguintes obras:

- 1 galeria para transpor a rodovia BR-110;
- 10 pontes;
- 8 passarelas;
- 50,57 km de estradas de serviço;
- 49 bueiros para travessias de talwegues.

Nas **Figuras 1.1 a 1.4** estão apresentados os municípios cortados pelo Canal de Xingó – Fase I e Fases II a IV, os municípios onde será implantado Canal do Xingó – Fase 1, seu desenvolvimento em planta, com ênfase Fase 1 – Lote I e, de forma esquemática, as estruturas que compõe o sistema adutor no Lote I, respectivamente.

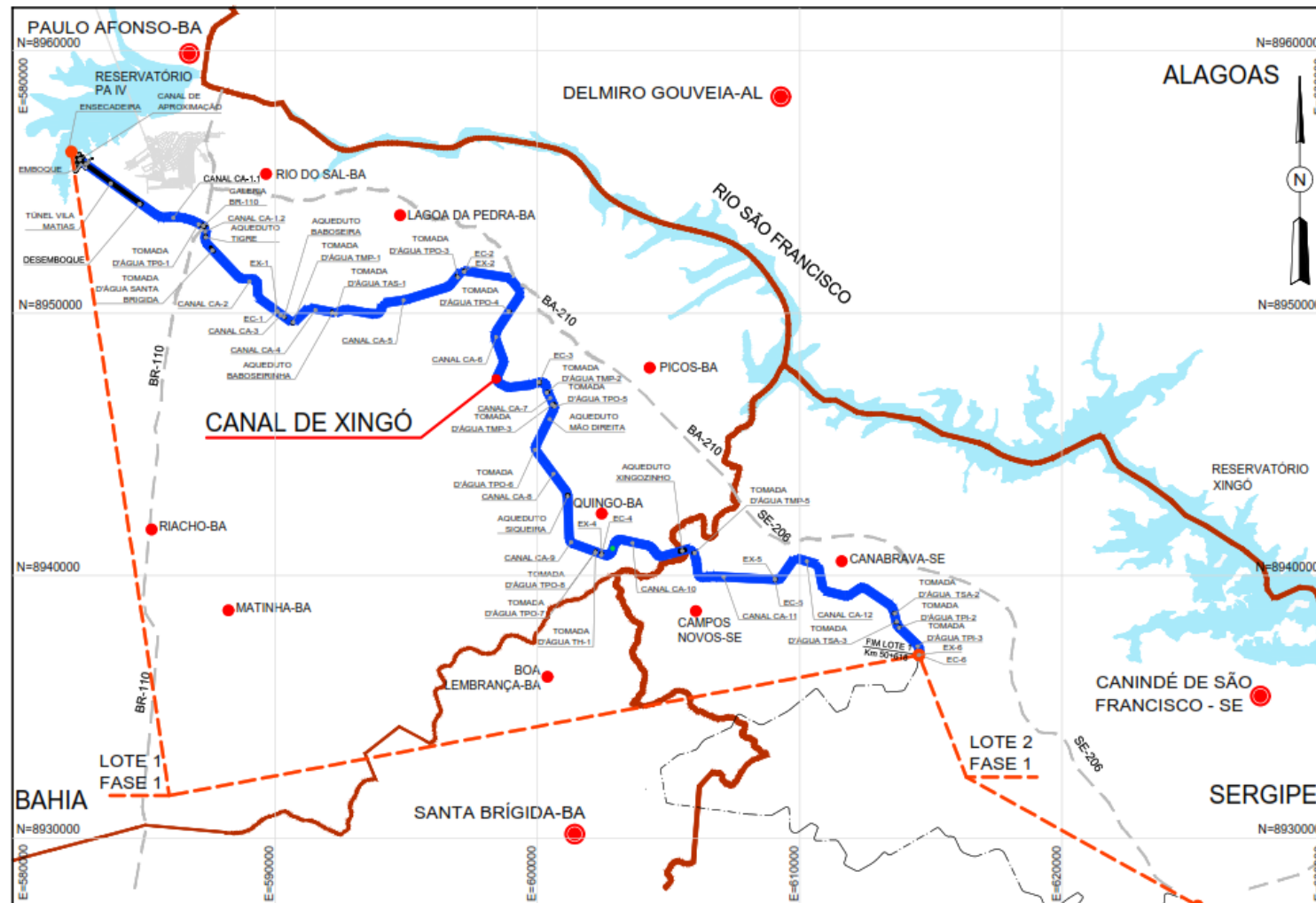
 **TECHNE**
ENGENHEIROS CONSULTORES

 **ENGECONSULT**

Figura 1.2: Municípios Onde Será Implantado o Canal do Xingó – Fase 1

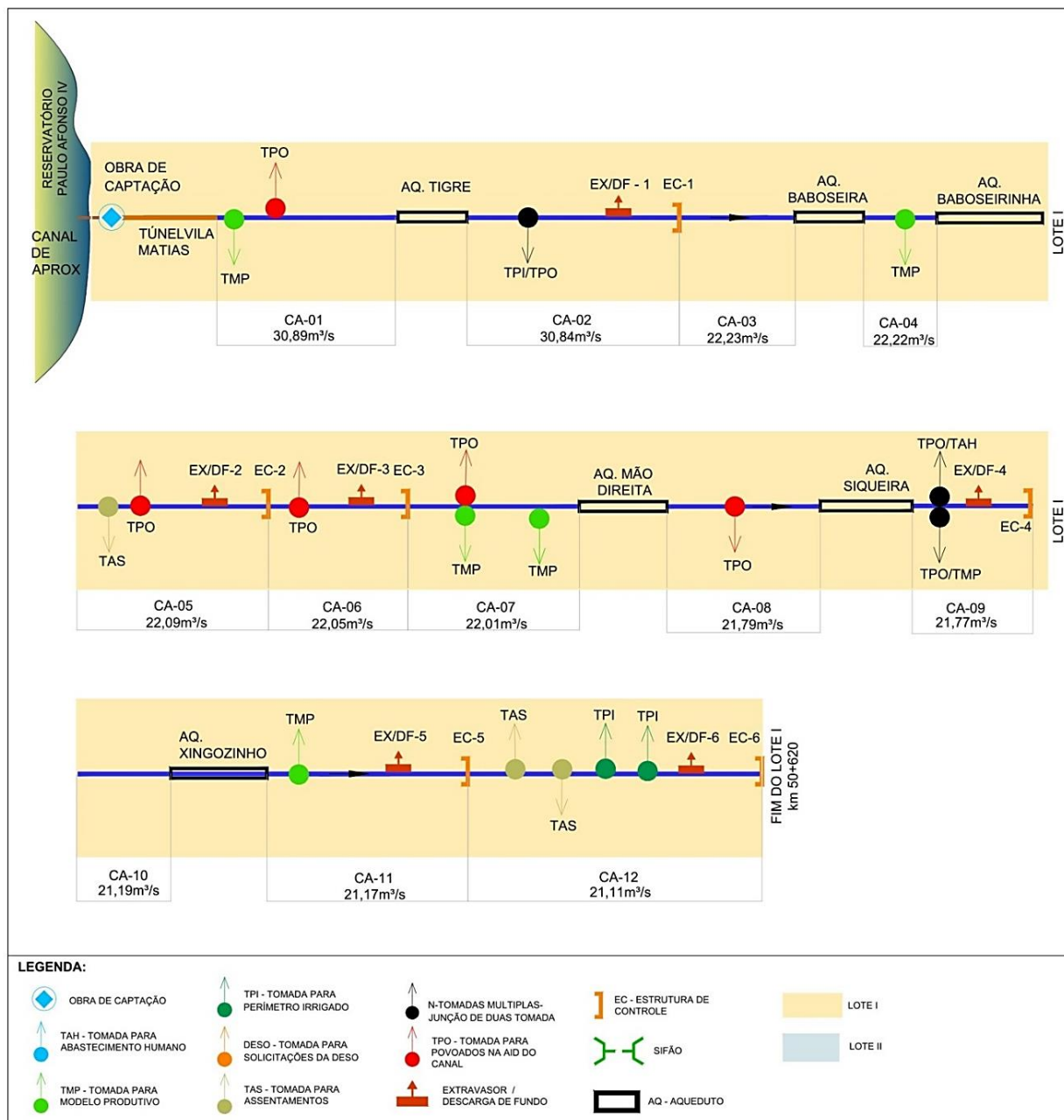
Fonte: Reproduzido do Documento 1377-CDF-00-GL-RT-0021-R05 – Projeto Básico do Canal de Xingó – Relatório Final do Projeto Básico do Lote I – Volume 1 – Relatório de Projeto – ENGECORPS-TPF

Figura 1.3: Planta do Desenvolvimento do Canal de Xingó com Ênfase na Fase 1 – Lote I



Fonte: Consórcio TECHNE – ENGECONSULT (2021)

Figura 1.4: Infraestrutura do Lote I, com Detalhe na Disposição das Estruturas



Fonte: Reproduzido do Documento 1377-CDF-00-GL-RT-0021-R05 – Projeto Básico do Canal de Xingó – Relatório Final do Projeto Básico do Lote I – Volume 1 – Relatório de Projeto – ENGECORPS-TPF

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

2. LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

Como é de conhecimento, o eixo estruturante do Canal do Xingó está localizado nos estados da Bahia e de Sergipe, com passagens pelos municípios de Paulo Afonso, Santa Brígida, Canindé do São Francisco e Poço Redondo.

Existem dois acessos rodoviários a área. O primeiro pode ser realizado através da cidade de Aracaju (SE), pelas rodovias BR-235, SE-175 e SE-230. Pelas duas últimas pode-se cruzar os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco. Pela rodovia SE-230, adentra-se o território baiano, e toma-se a BA-210, dando acesso a Paulo Afonso.

O segundo acesso tem início na cidade de Salvador (BA) através das rodovias BR-324, BR-110 e BA-210, até se chegar ao município de Paulo Afonso.

Uma opção alternativa seria por via aérea, com o pouso ocorrendo no aeroporto de Paulo Afonso (BA)

Na **Figura 2.1** está apresentada a malha viária da região onde será implantado o Canal de Xingó onde podem ser observados os possíveis acessos rodoviário e aeroviário à área do empreendimento.

Figura 2.1: Acessos à Área do Projeto



Fonte: Reproduzido do Documento 1377-CDF-00-GL-RT-0021-R05 – Projeto Básico do Canal de Xingó – Relatório Final do Projeto Básico do Lote I – Volume 1 – Relatório de Projeto – ENGECORPS-TPF



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

3. INTRODUÇÃO

3 INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo apresentar à CODEVASF as Especificações Técnicas da Captação e Túnel Vila Matias no escopo do Projeto Executivo regido pelo Contrato Administrativo 0.169.00/2020 firmado entre a CODEVASF e o Consórcio Techne/Engeconsult. Para elaboração das especificações técnicas foram consideradas e replicadas todas as informações provenientes do Projeto Básico, contudo foram complementadas conforme elaboração do Projeto Executivo.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

4. TERMINOLOGIA, DEFINIÇÕES E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

4 TERMINOLOGIA, DEFINIÇÕES E INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

4.1 GENERALIDADES

Neste documento são utilizados os termos e expressões relacionados a seguir, com os seguintes significados e interpretações:

- ✓ **CONTRATANTE** – Entidade da administração pública responsável pela contratação, fiscalização, inspeção e pagamento dos serviços contratados no âmbito da CODEVASF;
- ✓ **CONTRATADA** - Empresa de engenharia contratada para a execução das obras civis e/ou serviços de engenharia, fornecimento, instalação e montagem de equipamentos;
- ✓ **PROJETISTA** – Empresa contratada para elaboração dos projetos executivos;
- ✓ **SUPERVISORA** – Empresa de engenharia, contratada pela CONTRATANTE para exercer a supervisão da implantação das obras e do fornecimento, instalação e montagem de equipamentos;
- ✓ **SUPERVISORA AMBIENTAL** – Empresa contratada pela CONTRATANTE para supervisionar a CONTRATADA para, durante o processo construtivo, assegurar a proteção dos recursos ambientais e a conformidade com os requisitos legais e boas práticas de controle ambiental, visando primordialmente evitar e minimizar impactos ao meio ambiente;
- ✓ **GERENCIADORA** – Empresa de engenharia contratada pela CONTRATANTE para exercer atividades de gerenciamento e apoio técnico à implantação do empreendimento, auxiliando a CONTRATANTE na coordenação e fiscalização das diversas etapas de implantação do projeto;
- ✓ **FISCALIZAÇÃO** – Empresa designada pela CONTRATANTE para acompanhamento da execução dos serviços;
- ✓ **FORNECEDOR** – Empresa contratada pela CONTRATANTE para a fabricação e/ou fornecimento de equipamentos;
- ✓ **MONTADOR** – Empresa contratada pela CONTRATANTE para instalação e/ou montagem de equipamentos;
- ✓ **TERMOS DE REFERÊNCIA** – Conjunto de informações e prescrições estabelecidas preliminarmente pela CONTRATANTE, no intento de definir e caracterizar as diretrizes, o programa e a metodologia relativos a um determinado trabalho ou serviço a ser executado;
- ✓ **CONTRATO** - Documento subscrito pela CONTRATANTE e pela CONTRATADA, que define as obrigações de ambas com relação à execução dos serviços;

- ✓ CRONOGRAMA - Representação gráfica da programação parcial ou total de um trabalho ou serviço, na qual se indicam as suas diversas fases e respectivos prazos, aliados aos custos ou preços;
- ✓ PROJETO EXECUTIVO - É o projeto de engenharia final, que deverá atender a todas as exigências solicitadas e reunir os elementos técnicos necessários e complementares, suficientes à total execução do mesmo;
- ✓ DOSSIÊ DE LICITAÇÃO – Compreende o conjunto de documentos, edital/minuta do CONTRATO, TERMOS DE REFERÊNCIA, planilha de quantidades, especificações técnicas/desenhos e demais informações que permitam a licitação das obras e dos fornecimentos, montagens/instalação de equipamentos;
- ✓ ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - Norma destinada a fixar as características, condições ou requisitos exigíveis para matérias primas, produtos semifabricados, elementos de construção, materiais ou produtos industriais semifabricados. Conterá a definição do serviço, descrição do método construtivo, controle tecnológico e geométrico;
- ✓ PROGRAMA DE TRABALHO – Documento que descreve a sequência de fases de uma tarefa ou a sequência de tarefas referentes a determinado serviço ou trabalho, indicando, inclusive, o tempo a ser gasto em cada uma;
- ✓ DOCUMENTOS COMPLEMENTARES ou SUPLEMENTARES - Documentos que, por força de condições técnicas imprevisíveis, se fizerem necessários para a complementação ou suplementação dos documentos emitidos nos TERMOS DE REFERÊNCIA;
- ✓ COMO CONSTRUÍDO (AS BUILT) - É a definição qualitativa e quantitativa de todos os serviços executados, resultante do PROJETO EXECUTIVO com as alterações e modificações havidas durante a execução da obra (desenhos, listas, planilhas, etc.);
- ✓ OBRAS E SERVIÇOS – São todas as atividades relativas à execução das obras civis, de fabricação, de fornecimento, de instalação e montagem de equipamentos;
- ✓ LOCAL DOS SERVIÇOS DE SUPERVISÃO E CONTROLE TECNOLÓGICO – Tais serviços serão desenvolvidos em escritório específico localizado no CANTEIRO DE OBRAS da CONTRATADA, quando assim se fizer necessário.
- ✓ CANTEIRO DE OBRAS - Local onde serão implantadas as estruturas fixas e/ou móveis da CONTRATADA, com vistas a apoiar suas atividades de execução das obras. Nestas estruturas estarão incluídas as instalações para as equipes de supervisão e eventualmente do pessoal de acompanhamento e controle da CONTRATANTE e eventualmente da empresa PROJETISTA.

4.2 NORMAS APLICÁVEIS

Serão sempre obedecidas as Normas Brasileiras da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, ou, no caso destas serem omissas, para assuntos específicos, serão adotadas, de forma complementar, normas, regulamentos e padrões técnicos de outras organizações nacionais e/ou estrangeiras de aceitação universal, a critério da FISCALIZAÇÃO e após aprovação do CONTRATANTE.

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

- ✓ American Association of State Highway Officials – AASHO;
- ✓ American Concrete Institute - ACI;
- ✓ American Institute of Electrical Engineers - AIEE;
- ✓ American National Standard Institute - ANSI;
- ✓ American Institute of Steel Construction - AISC;
- ✓ American Railways Engineers Association - AREA;
- ✓ American Society of Civil Engineers - ASCE;
- ✓ American Society of Heating, Refrigerating and Air Engineers - ASHRAE;
- ✓ American Society of Mechanical Engineers - ASME;
- ✓ American Society for Testing Materials - ASTM;
- ✓ American Water Works Association - AWWA;
- ✓ American Welding Society - AWS;
- ✓ American National Standards Institute - ANSI;
- ✓ Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT;
- ✓ Norma Brasileira - NB;
- ✓ Método Brasileiro - MB;
- ✓ Especificação Brasileira - EB;
- ✓ Especificação Brasileira Recomendada - EB-R;

- ✓ Norma Brasileira Recomendada - NB-R;
- ✓ Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP;
- ✓ Associação Brasileira de Geologia de Engenharia - ABGE;
- ✓ Associação Brasileira de Mecânica de Solos - ABMS;
- ✓ Association Française de Normalisation - AFNOR;
- ✓ BritishStandarts - BS;
- ✓ CaliforniaDepartment of Water Resources - CDWR;
- ✓ Comité EuropéendiiBéton - CEB;
- ✓ Concrete Rainforcing Steel Institute - CRSI;
- ✓ Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER;
- ✓ DeustcheIndustieNormem - DIN;
- ✓ Electricité de France - EDF;
- ✓ International Organization for Standardization - ISO;
- ✓ Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE;
- ✓ Instituto Brasileiro de Concreto - IBRACON;
- ✓ Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (São Paulo);
- ✓ International Committee on Large Dams - ICOLD;
- ✓ International Electrotechnical Commission - IEC;
- ✓ National Board of Fire Underwriters - NBFU;
- ✓ National Electric Code - NEC;
- ✓ National Electrical Manufactures Associations - NEMA;
- ✓ Society of Nondestructive Tests - SNTD;
- ✓ United States Army Corps of Engineers - USACE;
- ✓ United States Bureau of Reclamation - USBR; e

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

- ✓ United States Federal Specifications – USFS



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

5. ADMINISTRAÇÃO LOCAL

5 ADMINISTRAÇÃO LOCAL

5.1 CANTEIRO DE OBRAS

5.1.1 Locação do Canteiro de Obras

A CONTRATANTE fornecerá à CONTRATADA os elementos topográficos básicos disponíveis do local da obra.

A CONTRATADA será responsável pelo fornecimento de todo o material, equipamentos e mão de obra necessária à locação da obra, incluindo piquetes, caderneta de campo, testemunhos, gabaritos e instrumentos.

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

Antes do início da implantação dos serviços topográficos em campo, a CONTRATADA deverá fazer a verificação planimétrica da rede existente que serviu de apoio ao projeto da obra. Na ocasião serão confrontados e analisados os resultados obtidos desses serviços com os dados de PROJETO EXECUTIVO, com intuito de eliminar possíveis dúvidas quanto à perfeita caracterização dos marcos existente, passível de destruição no período entre o projeto e a construção.

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

Na eventualidade da CONTRATADA cometer erros de locação que causem deslocamentos, danos ou quaisquer outras irregularidades na obra executada, o mesmo estará obrigado a demolir e a refazer a parte afetada da obra, sem qualquer ônus adicional para a CONTRATANTE e dentro do prazo que for por ele indicado.

5.1.2 Mobilização e Desmobilização

A CONTRATADA deverá tomar todas as providências relativas à mobilização de pessoal e dos equipamentos logo após a assinatura do CONTRATO e consequente recebimento da Ordem de Serviço, de modo a poder dar início efetivo e a concluir a obra dentro do prazo contratual.

Ao final da obra, a CONTRATADA deverá remover todo o equipamento, as sobras de material e o material não utilizado, os detritos e outros materiais similares, de propriedade da CONTRATADA, ou utilizados durante a obra sob a sua orientação. Todas as áreas deverão ser entregues completamente limpas.

A distância de mobilização e desmobilização de pessoal e equipamentos da Obra do Canal Xingó, considera as distâncias entre a Capital de Sergipe à Paulo Afonso, representando a

distância de ida e volta em 566KM. Em conformidade com o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes-Volume 09 para Mobilização e desmobilização de equipamentos e pessoal.

Não será considerado a mobilização de operários e colaboradores disponíveis nas proximidades ou região local onde será implantada a Obra.

Quanto a modalidade de deslocamento de equipamentos e pessoal alocado diretamente a obra, serão realizados por via terrestre entre a capital mais próxima ao local de instalação da obra. será realizado por via terrestre tanto para pessoal quanto para equipamentos e maquinários.

Não foram previstos custos para Consultorias especiais, tendo em vista que esses dispêndios seriam sobrepostos aos custos percentuais da Administração Local da Obra, para utilização em uma eventual necessidade.

5.1.2.1 Critérios de Medição e Pagamento

- **Compreende:** Para a mobilização é considerado o transporte até o local das obras (canteiro) das máquinas, equipamentos e veículos; e de pessoal mobilizado para administração local feitas por intermédio de passagens aéreas e terrestres. A demobilização é classificada como o transporte das máquinas, equipamentos e veículos; passagens aéreas e terrestres para o pessoal mobilizado para administração local, que ocorrerá no encerramento do contrato quando o canteiro de obras deverá ser totalmente desocupado e suas instalações disponibilizadas para a FISCALIZAÇÃO.
- **Medição e pagamento:** Os custos pagos pelos serviços de mobilização dos equipamentos e pessoal não podem exceder ao percentual de 2% (dois por cento do valor total da Proposta de serviços, exceto os custos da Administração Local, assim sendo em correspondência as remunerações para os pagamentos com a desmobilização dos equipamentos, que devem ser realizados de maneira gradual nas proximidades dos termos das atividades da obra.

5.1.3 Implantação de Canteiro de Serviços

Os canteiros deverão ser construídos pela CONTRATADA. Os projetos, construção e administração durante todo o período de execução da obra são de responsabilidade da CONTRATADA.

A localização dos canteiros de obra deverá ser previamente definida entre a CONTRATADA e o CONTRATANTE. Os canteiros de obra deverão ser projetados distando, no mínimo, 2 km de qualquer área ou aldeia indígena, devendo a CONTRATADA responsabilizar-se integralmente por interferências indesejáveis com comunidades indígenas da região.

Todas as estruturas do Canteiro de Obras deverão ser constituído em terrenos com as seguintes áreas mínimas.

- Canteiro de Obras Principal (instalações administrativas, técnicas, suprimentos, alojamentos e recreação) - Área Terreno = 19.467,41m²;
- Central de Concreto (40 m³/h) - Área Terreno = 3.499,01m²;
- Central de Britagem (80 m³/h) - Área Terreno = 4.500,00m²;
- Canteiro Itinerante – 2 Containers.

As principais edificações deverão ter as seguintes áreas:

- Escritório e seção técnica - 156,95m²;
- Refeitório e cozinha - 142,6m²;
- Alojamentos - 239,47 m²;
- Banheiros e vestiário 118,58m²;
- Ambulatório – 46,00m²;
- Área de recreação - 80,25m²;
- Residências - 253,80 m².

EDIFICAÇÕES PROVISÓRIAS: As instalações de canteiro que serão de uso provisório deverão ser construídas nas mesmas condições de funcionamento e manutenção que as edificações permanentes. Poderão ser consideradas edificações provisórias as áreas destinadas ao prédio dos alojamentos, vestiários, sanitários masculinos e femininos, ambulatório médico, refeitório e cozinha, escritório da SUPERVISORA e FISCALIZAÇÃO, escritório da CONTRATADA, salão de jogos, caixas d'água, casa de força e grupo gerador, redes de água, esgoto, elétrica, portaria, laboratórios, abastecimento e lavagem, oficinas mecânica, almoxarifados, carpintaria e armação.

Todas as edificações deverão ser construídas no mesmo padrão, critério e com os materiais aprovados pela CONTRATANTE, conforme a seguinte recomendação:

- Foi adotada a classificação de canteiro montado in Loco (Fixo) – considerado para as instalações o padrão provisório, considerados tradicionais, que empregam materiais menos nobres e com maior disponibilidade no mercado, tais como pontalotes de madeira, tábuas, compensados resinados, telha de fibrocimento, podendo também serem construídos com estruturas leves (sistema LSF – Light Steel Framing), painéis externos estruturais com encaixe macho e fêmea e painel de madeira reconstituída, como o OSB (Oriented Strand Board);

Todas as instalações que compõem o CANTEIRO DE OBRAS deverão obedecer rigorosamente às exigências da autoridade local e estadual, obter todas as licenças ambientais necessárias para a implantação sem ônus pela CONTRATANTE.

As estruturas e equipamentos utilizados para implantação do canteiro, bem como Sistema de Tratamento de Efluentes (ETE), sistema de Gerenciamento de Resíduos sólidos e o Abastecimento de água (ETA) deverão ser encaminhadas para aprovação da CONTRATANTE juntamente com o memorial de cálculo, quando da aprovação do Canteiro.

Todas as instalações deverão ser mantidas em permanente estado de limpeza, higiene e conservação.

Além da placa da CONTRATADA, que deverá atender às exigências do CREA e da municipalidade local, será colocada, a expensas da CONTRATADA, uma placa de obra da CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá construir, equipar e fornecer pessoal de apoio para os laboratórios de solos e concreto, que serão operados pela mesma.

Estão incluídos no preço global para canteiro de serviços, entre outros, os custos relativos à instalação e montagem de todos os equipamentos de construção, necessários à execução da obra, inclusive as instalações de:

- ✧ ar comprimido se necessário;
- ✧ fornecimento de água potável e industrial para o canteiro;
- ✧ armazenamento, estocagem, processamento, manuseio e transporte de materiais de construção;
- ✧ fabricação, transporte, lançamento do concreto;
- ✧ fabricação, transporte, colocação e ajustagem de formas e armaduras;
- ✧ instalações requeridas para a transmissão, transformação e distribuição de energia elétrica aos vários locais do canteiro, a partir da linha existente;
- ✧ construção e manutenção de escritórios, oficinas, almoxarifado, laboratórios, garagens, pátios e vias de acesso, alojamentos, refeitórios, ambulatórios, rede de água e esgoto, etc;
- ✧ construção e manutenção de todas as estradas de serviço;
- ✧ limpeza e preparação do local da obra no início e após a conclusão da construção e retirada do equipamento.

✓ ***Critérios de Medição e Pagamento***

- Compreende: Construção completa, incluindo materiais, equipamentos e mão de obra, das unidades que compõem o canteiro de obras. A construção do canteiro deverá ser autorizada pela FISCALIZAÇÃO após aprovação dos projetos que deverão obedecer às especificações técnicas bem como as normas e procedimentos estabelecidos pelas normas vigentes com anúncia da CODEVASF quanto a destinação final de esgotos sanitários, industriais bem como o lixo doméstico e outras medidas ambientais pertinentes.
- Medição e pagamento: As medições serão efetuadas com base nos itens apresentados na planilha de orçamento para Implantação e Instalação dos Canteiros

Central e itinerante, apurando as áreas construídas e sobre estas, aplicando os preços unitários constantes nesta composição.

5.1.4 Administração Local

A administração local compreende o conjunto de gastos com pessoal, materiais e equipamentos incorridos pelo executor no local do empreendimento e indispensáveis ao apoio e à condução da obra. Normalmente exercida por pessoal técnico e administrativo, tais como: engenheiro supervisor, engenheiros setoriais, gestores administrativos, equipes de medicina e segurança no trabalho, etc.

Além da gerência técnica e administrativa da obra, inclui-se na administração local as equipes responsáveis pelo controle de produção das frentes de serviços, pelo controle tecnológico da obra e pelos serviços gerais de apoio.

Para o desenvolvimento destas atividades de controle tecnológico e de produção torna-se necessária a previsão de vagas para as seguintes categorias profissionais, a saber: mestres de obras, encarregados gerais, encarregados de turma, técnicos especializados, auxiliares técnicos e administrativos, apontadores, motoristas e equipes de escritório.

As equipes de topografia e de laboratório são imprescindíveis à administração local e encontram-se vinculadas diretamente à obra, destinadas a prestação dos serviços em todas as frentes de trabalho.

Além dos custos referentes à mão de obra, a administração local deve ser previsto as despesas necessárias ao apoio técnico e administrativo durante a execução do empreendimento, como os materiais de consumo e de expediente (Cópias xerográficas e heliográficas, Fotografias, Materiais de escritório).

Os custos da Administração Local devem, dispor de um veículo com motorista a disposição da obra, para deslocamento de pessoal entre as frentes de trabalho e no apoio administrativo, em período permanente da obra além das taxas fixas de consumo de junto as concessionárias de água, esgoto, energia, comunicação.

Quanto as acomodações do pessoal de nível médio e superior, vinculados diretamente ou indiretamente as atividades de implantação do empreendimento, admitindo locação de imóveis para os profissionais com previsão de contratação descentralizado da região, local, quantos a mão de obra operária, considerou-se contratação local dispensando a necessidade de implantação de alojamentos.

O custo da Administração local, dependerá da forma de planejamento da CONTRATADA, ao que relaciona as etapas de implantação da obra.

A modelagem da administração local deve levar em conta as peculiaridades inerentes a cada obra, o que permite o dimensionamento da estrutura organizacional necessária à obtenção das produções esperadas e ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

A concepção dessa organização, bem como da lotação dos recursos humanos requeridos, consiste em tarefa de planejamento específica do executor da obra. Dessa forma, caberá ao engenheiro de custos realizar exame detalhado da questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos.

A montagem da estrutura administrativa local de cada obra deve ser realizada em função do desdobramento de cada atividade básica, definindo-se os cargos e as funções a serem

ocupadas. Nesse desdobramento, devem ser analisadas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma físico e a distribuição geográfica das frentes de trabalho.

As variações da estrutura organizacional entre obras distintas provem da maior ou menor complexidade das atividades, bem como da possibilidade de atribuí-las de forma mais ou menos agregada às funções criadas para exercê-las.

Entretanto, levando-se em consideração as peculiaridades inerentes a cada tipo e porte de obra de infraestrutura de transportes, torna-se possível definir uma estrutura organizacional de referência para bem administrá-la, compostas por:

Mão de obra:

- Equipe gerencial técnica;
- Equipe gerencial administrativa;
- Equipe de medicina e segurança do trabalho;
- Manutenção do canteiro de obras e acampamentos;
- Equipe de produção em campo;
- Equipe de frente de serviço;
- Equipe de instrumentação;
- Equipe de controle tecnológico;

Outros:

- Veículos;
- Equipamentos de escritório (computadores, máquinas fotográficas, impressora;
- Despesas diversas.

Os custos de dimensionamento dos laboratórios das equipes alocados no canteiro de obra foram desenvolvidos de acordo com a nova metodologia do Sistema de Preços SICRO, assim como os materiais de expediente e mobiliários.

As equipes das gerências técnica e administrativa foram definidas em função da natureza da obra (grande porte) e não se encontram sujeitas a variações advindas das quantidades de serviços.

As equipes de medicina e segurança do trabalho são proporcionais à quantidade de profissionais no momento de pico do empreendimento, obtida por meio de histograma de mão de obra ou da determinação da quantidade média de funcionários e de modelos de curva de agregação de recursos, conforme metodologia detalhada no Volume 07 do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Canteiro de Obras.

As equipes de produção em campo encontram-se ligadas diretamente à execução dos grupos de serviços específicos, sendo necessárias apenas no período em que as respectivas atividades são realizadas.

Já as equipes responsáveis pelas frentes de acompanhamento e pelo controle tecnológico dos serviços mantêm proporcionalidade com a quantidade e as características dos serviços a serem executados no empreendimento.

Consoante o estabelecimento desses conceitos, a mão de obra constituinte da administração local pode ser dimensionada em função de parcelas classificadas por suas atribuições no âmbito da obra, a saber:

Entretanto, é imprescindível que os cronogramas físicos propostos para os projetos de infraestrutura e as respectivas ordens de início dos serviços levem em consideração as informações climáticas locais. Dessa forma, a mobilização das obras deve ser realizada preferencialmente após os períodos chuvosos, evitando assim a remuneração ociosa da mão de obra e dos equipamentos e consequentemente acarretando atrasos e eventuais prejuízos financeiros.

Detalhadas as parcelas fixas, vinculadas e variáveis da mão de obra que compõem o custo de referência da administração local de uma obra, torna-se possível ao gestor público intervir em situações diversas de paralisação do empreendimento, garantindo assim a preservação do erário e os interesses da Administração Pública.

Nos casos onde couber, a parcela variável da administração local, associada às frentes de serviço e ao controle tecnológico, poderia até ser desmobilizada durante o período de paralisação, enquanto que uma fração da parcela fixa poderia ser mantida, a critério da fiscalização de obra. Encerrada a paralisação, seria realizada uma nova mobilização de pessoal.

Além disso, a exclusão da administração local da parcela de bonificação e despesas indiretas e o consequente detalhamento analítico desse custo indireto como item de planilha impedem que o eventual acréscimo ou supressão de serviços ou quantidades advindas de revisões de projeto em fase de obras venham a onerar desnecessariamente os contratos.

Além da relevância para a Administração Pública, a presente metodologia para definição de custos de referência para administração local também pode ser aplicada a outros entes envolvidos nas obras de infraestrutura de transportes, sejam eles as empresas contratadas para execução e supervisão dos serviços ou pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e controle.

Importa destacar que as premissas utilizadas na elaboração da presente metodologia, bem como os respectivos resultados obtidos, corroboram integralmente com as diretrizes preconizadas no Acórdão nº 2.622/2013-TCU-Plenário, conforme fragmento do texto copilado a seguir:

“9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a:

9.3.2.1. discriminar os custos de administração local, canteiro de obras e mobilização e desmobilização na planilha orçamentária de custos diretos, por serem passíveis de identificação, mensuração e discriminação, bem como sujeitos a controle, medição e pagamento individualizado por parte da Administração Pública, em atendimento ao princípio constitucional da transparência dos gastos públicos, à jurisprudência do TCU e com

fundamento no art. 30, § 6º, e no art. 40, inciso XIII, da Lei n. 8.666/1993 e no art. 17 do Decreto n. 7.983/2013;

9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações

injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”

✓ **Critérios de Medição e Pagamento**

- Compreende: Mão de obra técnica, administrativa e financeira responsável pela elaboração das atividades de planejamento, controle, manutenção e operação do canteiro; veículos em geral utilizados no transporte de pessoal entre o canteiro e as frentes de trabalho bem como os veículos colocados à disposição da FISCALIZAÇÃO além de outros veículos de serviço (ônibus, ambulâncias, de transporte de equipamentos de serviços de campo e laboratório entre outros); sanitários químicos; alimentação dos funcionários da CONTRATADA; aluguel de imóveis em apoio às instalações do canteiro bem como residências de moradia dos profissionais da CONTRATADA; equipamentos de informática em geral; equipamentos de comunicação (rádios, celulares, centrais telefônicas); equipamentos de segurança individual (EPIs); medicina do trabalho e assistência médica-odontológica; obtenção de licenças (meio ambiente); treinamentos em geral.
- Medição e pagamento: O valor deste item será medido proporcionalmente a execução das obras em consonância com os itens da Administração local constante na planilha de orçamento da proposta da contratada. Este percentual é o mesmo obtido após a elaboração da medição dos serviços executados no âmbito do contrato (somatório dos itens referentes a Obras Cíveis, Serviços Ambientais, Obras Prediais e Sistemas Auxiliares) em relação ao valor total destes serviços conforme planilha de preços da proposta da CONTRATADA.

5.1.5 Manutenção de Canteiro de Serviços

A CONTRATADA deverá tomar todas as providências para manter em perfeito estado de conservação e limpeza a área de canteiro de serviços, e as áreas ocupadas por suas instalações, durante toda a execução dos trabalhos. As estradas, acessos, ruas e áreas livres deverão ser mantidas rigorosamente limpas e deverão ser utilizados sistemas adequados para reduzir a poeira, tais como a manutenção com encascalhamento, sem qualquer ônus, a este título, para a CONTRATANTE.

A coleta de detritos e a remoção de entulhos da área da obra, oficinas, pátios e demais áreas do canteiro que estiverem sob sua responsabilidade, serão feitas pela CONTRATADA e às suas expensas.

Os detritos e lixos serão colocados em áreas indicadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA disponibilizará recipientes adequados para acondicionamento do lixo, devidamente sinalizado e identificado, em lugares de fácil acesso para o seu depósito e recolhimento.

Não será permitida a deposição de lixo nas ruas, pátios e em outros locais que prejudiquem as condições de higiene da área da obra.

- Compreende: Mão de obra necessária à manutenção e operação dos canteiros de obra; materiais de consumo e reposição tais como elétricos, hidráulicos, de manutenção civil e limpeza; despesa de consumo: energia elétrica e água, despesas de manutenção com equipamentos e veículos de uso nas instalações do canteiro de obras.
- Medição e pagamento: O valor deste item será medido mensalmente aplicando-se um percentual sobre o valor total demonstrado na composição de preços para Manutenção de Canteiros Central e de Apoio constante da proposta da contratada. Este percentual é o mesmo

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

obtido após a elaboração da medição dos serviços executados no âmbito do contrato (somatório dos itens referentes a Obras Cíveis, Serviços Ambientais, Obras Prediais e Sistemas Auxiliares) em relação ao valor total destes serviços conforme planilha de preços da proposta da CONTRATADA.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

6. SISTEMA DE DRENAGEM

6 SISTEMAS DE DRENAGEM

6.1 DRENOS, SARJETAS E VALETAS

6.1.1 Objetivo

Esta especificação tem como objetivo estabelecer os procedimentos a serem seguidos na execução de drenos, sarjetas e valetas, revestidas ou não, coletoras dos deflúvios, que escoam transversalmente à plataforma e às áreas adjacentes, conduzindo-os a pontos previamente estabelecidos para lançamento.

6.1.2 Referências Normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta especificação e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta.

- ✓ **ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto- procedimento;**
- ✓ **ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação - procedimento;**
- ✓ **ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;**
- ✓ **DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;**
- ✓ **ABNT NBR 7181/2016: solo – análise granulométrica;**
- ✓ **ABNT NBR 7182/2016: solo – ensaio de compactação;**
- ✓ **ABNT NBR 7185/2016: solo – determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia;**
- ✓ **DNIT 011/2004–PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento.**

6.1.3 Definições

- Drenos

Dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente ao canal do sistema adutor destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelos talvegues e bacias de contribuições que podem comprometer a estabilidade dos taludes e integridades do canal, tem geralmente a geometria trapezoidal, podendo ser revestida ou sem revestimento.

- Sarjetas

Dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, tem geralmente a forma triangular.

- Valetas

Dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, consequentemente afastados das faixas de tráfego, com a mesma finalidade das sarjetas, mas que por escoarem maiores deflúvios ou em razão de suas características construtivas tem em geral a forma trapezoidal ou retangular.

6.1.4 Condições Gerais

Os drenos, sarjetas e valetas especificadas referem-se a cortes, aterros e ao terreno natural, marginal à área afetada pela construção, que por ação da erosão poderão ter sua estabilidade comprometida. Os dispositivos serão construídos de acordo com as dimensões, localização, confecção e acabamento determinados no projeto.

6.1.5 Condições Específicas

- Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

- Concreto de cimento

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias, de 20 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2014.

- Cascalho / Revestimento primário

Os materiais utilizados para revestimento primário podem ser: saibro, cascalho, rocha decomposta, seixo rolado ou não, pedregulho, areia, material sílico-argilosos, subprodutos industriais, escórias, ou mistura de qualquer um deles, obedecendo aos seguintes requisitos:

- ✓ **devem ser isentos de matéria orgânica, restos vegetais ou outras substâncias prejudiciais;**
- ✓ **o diâmetro máximo do agregado deve ser menor ou igual à 25mm;**

- ✓ a fração retida na peneira nº 10, deve ser constituída de partículas duras e duráveis, de difícil desagregação, resistente às ações de compactação e do próprio tráfego;
- ✓ valores de desgaste de abrasão Los Angeles, determinados conforme NBR NM 51/2001, superiores a 55 são admitidos desde que se tenha conhecimento de desempenho satisfatório de material semelhante, quando utilizado como revestimento primário;
- ✓ a fração que passa na peneira nº 10 deve ser constituída de areia natural;
- ✓ a fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez inferior a 35% e o índice de plasticidade máximo de 7%.

Existem algumas jazidas do tipo cascalheira de cavas que possuem em sua composição proporções satisfatórias de materiais granulares e argila, no entanto quando isto não ocorrer e houver necessidade de se produzir uma mistura adequada de material granular com material argiloso, este último deve representar cerca de 20% a 30% da mistura total.

6.1.6 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõe as prescrições específicas para os serviços similares. Recomendam-se, como mínimo os seguintes equipamentos:

- ✓ caminhão basculante;
- ✓ caminhão de carroceria fixa;
- ✓ betoneira ou caminhão betoneira;
- ✓ motoniveladora;
- ✓ pá-carregadeira;
- ✓ rolo compactador metálico;
- ✓ compactador manual;
- ✓ caminhão-tanque distribuidor de água;
- ✓ retroescavadeira ou valetadeira.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

6.1.7 Execução

- Drenos, sarjetas e valetas revestidas em concreto

As sarjetas e valetas revestidas em concreto poderão ser moldadas “in loco” ou pré-moldadas atendendo ao disposto em projeto ou em consequência de imposições construtivas. A execução das sarjetas de corte deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma, cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

No caso de banquetas de escalonamentos e valetas de proteção, as sarjetas serão executadas logo após a conclusão das operações de terraplenagem, precedendo a operação de plantio ou colocação de revestimento nos taludes.

O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para cada dispositivo. No caso de valetas de proteção de aterros ou cortes admite-se, opcionalmente, a associação de operações manual e mecânica, mediante emprego de lâmina de motoniveladora, pá carregadeira equipada com retroescavadeira ou valetadeira adequadamente dimensionada para o trabalho.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação, no caso de sarjetas de corte. Em qualquer condição, a superfície de assentamento deverá ser compactada de modo a resultar uma base firme e bem desempenada.

Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para as valetas, os materiais escavados serão aproveitados na execução de uma banqueta de material energeticamente compactado junto ao bordo de jusante da valeta de proteção do corte ou de modo a conformar o terreno do aterro, na região situada entre o bordo de jusante da valeta de proteção e o off-set do aterro.

Para marcação da localização das valetas, serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,0 m no máximo.

A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o

emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida.

A retirada das guias dos segmentos concretados será feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto. A cada segmento com extensão máxima de 12,0 m será executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica.

Quando especificado em projeto, será aplicado revestimento vegetal de forma a complementar o acabamento do material apiloado contíguo ao dispositivo. As saídas d'água das sarjetas serão executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10m a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento do bordo da plataforma (bigodes). Esta extensão deverá ser ajustada às condições locais de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão.

O concreto utilizado, deverá ser preparado em betoneira, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitido a sua redosagem.

- Sarjetas revestidas em cascalho/revestimento primário

Sua execução compreende as operações descritas nos casos das sarjetas revestidas em concreto, acrescentando-se a obrigatoriedade da avaliação das suas características construtivas com a aplicação de gabaritos, de modo a se constatar que foram atendidas as dimensões, forma da seção transversal e a declividade longitudinal.

Não serão permitidas obras em dias de chuva, a superfície deve estar perfeitamente limpa e sem excessos de umidade antes da execução do revestimento.

Durante todo o processo de execução, os materiais devem ser protegidos contra a ação destrutiva das águas pluviais, do trânsito e de outros agentes que possam danificá-los. É obrigação da executante a responsabilidade desta conservação.

Quando houver necessidade mistura de materiais está deve ser executada de acordo como o procedimento indicado a seguir.

- Mistura Prévia

A mistura prévia é executada com base nos pesos secos dos materiais que a compõe. A medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Devem ser removidos os eventuais fragmentos de material granular com diâmetro superior a 25mm, raízes ou outros materiais estranhos.

Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, é iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas.

Depositam-se alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos

materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente, seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

Após a mistura prévia, o material é transportado, através de caminhões basculantes, depositando-se sobre a sarjeta em montes adequadamente espaçados.

Segue-se o espalhamento manual.

Caso não haja a necessidade de mistura de material, os materiais deverão ser transportados para local de aplicação, descarregados e distribuídos em montes e leiras sobre as sarjetas. Devem ser removidos os eventuais fragmentos de material granular com diâmetro superior a 25 mm, raízes e outros materiais estranhos.

- Espalhamento e Compactação

O material deve ser espalhado de forma regular e uniforme em toda a seção de projeto da sarjeta, de forma tal que após a compactação, sua espessura não exceda e não seja inferior a 10cm.

O teor de umidade deve-se situar entre menos 2 e mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação do material.

Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento e homogeneização do material, pela ação caminhão-tanque distribuidor de água, grade de disco, ou escarificador da motoniveladora.

Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, o material deve ser aerado mediante ação conjunta da grade de discos ou da motoniveladora para que o material atinja a umidade desejada.

Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada uma nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento utilizado.

A compactação deve evoluir longitudinalmente, utilizando-se de compactadores manuais como sapos mecânicos iniciando pelas bordas em direção ao centro.

As operações de compactação devem prosseguir em toda a espessura da sub-base ou base, até que se atinja grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente seca máxima ou o especificado em projeto, determinada no ensaio de compactação, conforme NBR 7182/2016, na energia normal ou na especificada no projeto.

6.1.8 Manejo Ambiental

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ **todo material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;**
- ✓ **o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água de modo a não causar assoreamento;**
- ✓ **nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;**
- ✓ **durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração;**
- ✓ **caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar o projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;**
- ✓ **além destas, deverão ser atendidas, no que couber as recomendações da IPR730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.**

6.1.9 Inspeção

- **Controle de Insumos**

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR12655/2015. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM67/98, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

Para o revestimento em cascalho ou revestimento primário, os materiais deverão ser submetidos à ensaio de granulometria conforme NBR 7181/2016.

- **Controle da Produção**

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O controle da execução para revestimento em cascalho será realizado pelos seguintes procedimentos:

- ✓ **determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira, imediatamente antes do início da compactação. Se a umidade estiver compreendida no intervalo de $-2,0\%$ a $+1,0\%$ da umidade ótima, o material pode ser liberado para compactação;**
- ✓ **determinação da massa específica aparente seca máxima e umidade ótima, conforme NBR 7182/2016, na energia especificada, com amostras coletadas na pista;**
- ✓ **determinação após o término da compactação da umidade e da massa específica aparente seca in situ, de acordo com NBR 7185/2016.**
- Verificação do Produto
 - Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

- Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

O acabamento da superfície deve ser apreciado visualmente em toda a extensão, não se admitindo depressões que possibilitem o acúmulo de água.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.1.4 e 6.1.5 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

Para as sarjetas revestidas em cascalho / revestimento primário, os materiais serão aceitos desde que o diâmetro máximo do material seja menor ou igual a 25 mm, e os resultados individuais de expansão sejam menores ou iguais a 1%. O grau de compactação é aceito desde que os valores sejam iguais ou superiores a 95%, ou atinjam o especificado em projeto.

6.1.10 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ **as sarjetas e valetas serão medidas pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;**
- ✓ **não serão medidas as escavações manuais ou mecânicas, e o apiloamento dos solos nos locais contíguos aos dispositivos;**
- ✓ **os materiais decorrentes das escavações e não aproveitados nos locais contíguos aos dispositivos deverão ser removidos, medindo-se o transporte efetivamente realizado;**
- ✓ **caso haja necessidade de importação de solos, será medido o volume e o transporte dos materiais efetivamente empregados;**
- ✓ **no caso de utilização de revestimento vegetal, a sua aquisição e aplicação será remunerada, medindo-se a área efetivamente aplicada e o transporte realizado;**

- ✓ no caso de utilização de dispositivos pontuais e acessórios, como caixas coletoras ou de passagem, as obras serão medidas por unidade, de acordo com as especificações respectivas.

6.2 BOCAS E CAIXAS COLETORAS

6.2.1 Objetivo

Esta especificação fixa as condições exigíveis para a execução de caixas coletoras em concreto, bocas e alas a serem construídos nas saídas e entradas de bueiros, ou outros dispositivos de condução do sistema de drenagem de rodovias, como descidas d'água, sarjetas e valetas.

6.2.2 Referências Normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta especificação e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta.

- ✓ ABNT NBR 5739/2016: concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ✓ ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 7187/2003: projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento;
- ✓ ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- ✓ ABNT NBR 14931/2004: execução de estruturas de concreto – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 15823-2/2017: concreto auto adensável parte 2 – determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – método do cone de Abrams;
- ✓ ABNT NBR 7480/2007: aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – especificação;
- ✓ DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;
- ✓ DNIT 011/2004–PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento;

- ✓ **DNIT 117/2009–ES: pontes e viadutos rodoviários – concretos, argamassas e calda de cimento para injeção – especificação de serviço.**

6.2.3 Definições

- Caixas coletoras

Dispositivos construídos nas extremidades dos bueiros de forma a permitir a captação e transferência dos deflúvios, conduzindo-os superficialmente para as canalizações a serem construídas em nível inferior (ao da captação), garantindo ao bueiro o recobrimento necessário.

- Bocas e alas

Dispositivos também destinados a captar e transferir os deflúvios para os bueiros, mas que por se encontrarem no mesmo nível ou à pequena profundidade, não carecem de dispositivos especiais.

6.2.4 Condições Gerais

Os dispositivos abrangidos por esta especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto.

6.2.5 Condições Específicas

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta especificação serão executados em concreto de cimento, moldados in loco ou pré-moldados, podendo ainda serem executados em concreto armado ou de alvenaria, devendo satisfazer às condições descritas a seguir.

- Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck} , mín), aos 28 dias de 20 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/2014 e NBR 12655/2015.

As barras de aço para armaduras das cintas deverão ser ensaiadas conforme NBR 7480/2007 e ter comprovação da qualidade dos lotes formados.

Os dispositivos poderão também ser executados com bloco em concreto para alvenaria estrutural, devendo obedecer às normas vigentes da ABNT e DNIT.

6.2.6 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como no mínimo os seguintes equipamentos:

- ✓ **caminhão basculante;**
- ✓ **caminhão de carroceria fixa;**
- ✓ **betoneira ou caminhão betoneira;**
- ✓ **motoniveladora;**
- ✓ **pá-carregadeira;**
- ✓ **retroescavadeira ou valetadeira;**
- ✓ **guincho ou caminhão com grua ou Munck;**
- ✓ **serra elétrica para formas;**
- ✓ **compactadores manuais;**
- ✓ **vibradores para concreto.**

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

6.2.7 Execução

O processo executivo para implantação das bocas e alas é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto, podendo-se adotar formas de madeira ou metálicas.

Em função da posição relativa dos dispositivos em relação ao ponto de suprimento, o concreto deverá ser lançado na forma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na forma.

- Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados in loco com emprego de formas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- Escavação
- ✓ escavação das cavas para assentamento do dispositivo, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- ✓ regularização do fundo escavado com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade a fim de garantir o suporte necessário para a boca ou ala, em geral de considerável peso próprio.

- Formas

Na execução do sistema de formas deve-se prever a retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário.

As formas devem ser executadas com rigor, obedecendo às dimensões indicadas, estando perfeitamente alinhadas, niveladas e aprumadas. A tolerância dimensional deve obedecer ao definido na NBR 14931/2004, para os diversos elementos estruturais. Não serão aceitas formas com incorreções ou desvios métricos que superem os índices de tolerância.

As formas devem ter solidez garantida. As emendas das formas devem ser estanques para impedir fuga de nata. A existência de furos exige cuidados especiais relativos à estanqueidade e desforma. O reaproveitamento de formas pode ser autorizado, a critério da fiscalização, quando constatada a inexistência de danos: fraturas ou empenamentos.

Quando agentes destinados a facilitar a desmoldagem forem necessários, devem ser aplicados exclusivamente na forma antes da colocação da armadura e de maneira a não prejudicar a superfície do concreto.

A junção de painéis deve garantir a continuidade da superfície sem ocorrência de ressaltos. A utilização de chapas galvanizadas tem como pré-requisito o emprego de chapas lisas e sem ondulações.

O solo não constitui substrato passível de ser considerado como forma. A garantia da manutenção do prumo e da linearidade do conjunto durante as operações de avanço das formas é fundamental, tanto na determinação do projeto funcional, como nos cuidados operacionais que envolvem deslocamentos e concretagem. A metodologia construtiva deve ser apresentada à Fiscalização para análise junto a projetista.

- Armadura

As armaduras devem ser posicionadas atendendo as indicações constantes de projeto. As emendas das barras, geralmente por traspasse, devem ser definidas em projeto e atendidas com rigor.

Quando for conveniente adotar outro padrão de emenda por imposição construtiva, deve-se proceder conforme os itens a seguir, após consulta e análise da projetista.

- ✓ soldagem de topo com eletrodos;
- ✓ soldagem de topo por caldeamento em bancada;
- ✓ soldagens por superposição;
- ✓ emendas com emprego de luvas, rosqueadas ou prensadas.

As emendas são regidas por regulamentação própria, NBR 6118/2014 e devem ser obedecidas as disposições e limitações impostas pela NBR 14931/2004. O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresentem relação água e cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos ou metálicos, com as partes em contato com as formas revestidas com material plástico ou outro material similar.

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, devem ser utilizados suportes rígidos e suficientemente espaçados para garantir seu posicionamento.

- Concreto

Os ensaios dos materiais constituintes do concreto e composição do traço são da responsabilidade da Contratada, que deve manter laboratório próprio na obra ou utilizar serviço de laboratório idôneo.

A Fiscalização deve ter pleno acesso para utilização do laboratório montado, sempre que o concreto for misturado na obra. A Contratada deve dispor de central de concreto, preferencialmente automatizada, para controlar a mistura dos componentes. Em qualquer situação a tolerância das medidas efetuadas não deve superar 2% da massa real, a dosagem do concreto, traço, deve decorrer de experimentos.

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

No caso de dispositivos para os quais convergem canalizações circulares, as paredes poderão ser iniciadas após a colocação e amarração dos tubos, assegurando-se ainda da execução de reforço no perímetro da tubulação;

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. A Fiscalização pode vetar qualquer sistema de transporte que entenda inadequado e passível de provocar segregação.

As retomadas de lançamentos sucessivos pressupõem a existência de juntas de concretagem tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monoliticidade e impermeabilidade. Por junta tratada entende-se a remoção da película superficial de nata e remoção de excessos e elementos estranhos.

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

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

Cuidados complementares:

- ✓ concretos com suspeita de terem iniciado pega antes do lançamento devem ser recusados;
- ✓ evitar evaporação precoce, controle da cura, mantendo úmida a superfície exposta com sacos de estopa molhados ou utilização de geradores de neblina. O tempo de cura é função do tipo de cimento utilizado e deve ser considerado um tempo médio mínimo de 3 dias nas condições usuais;
- ✓ pode ser empregada cura química com aval da Fiscalização;
- ✓ devem ser tomados cuidados especiais quando a temperatura ambiente se afastar do intervalo 10° - 40°. Estas situações exigem procedimentos específicos com apoio ensaios de laboratório;
- ✓ não deve ser iniciado o desempenamento antes do início de pega;
- ✓ o adensamento, que objetiva atingir a máxima densidade possível e a eliminação de vazios, deve ser executada por equipamentos vibratórios mecânicos;
- ✓ os vibradores de imersão devem trabalhar na posição vertical, exigindo-se frequências superiores a 8.000 Hz. A frequência do equipamento deve ser aferida sistematicamente;
- ✓ o tempo de vibração não pode ser demasiado de modo a provocar segregação;

- ✓ é permitido o uso de vibrador de forma, mas deve ser associado com o emprego de vibradores de imersão nos pontos críticos das formas, onde possam existir reentrâncias de qualquer tipo;
- ✓ os dispositivos deverão ser protegidos para que não haja a queda de materiais soltos para o seu interior, o que poderia causar sua obstrução;
- ✓ recomposição do terreno lateral às paredes, com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- ✓ sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feita substituição por areia ou pó de pedra, fazendo-se o preenchimento dos vazios com adensamento com adequada umidade;
- ✓ no caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre a camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura;
- ✓ para execução do dispositivo com alvenaria de cimento ou pedra deverão ser adotadas juntas desencontradas, com controle destas juntas com o uso de prumos e níveis, de modo a assegurar-se da estabilidade das paredes;

Cuidados com armadura:

- ✓ devem ser obedecidas as prescrições referentes às classes, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerâncias da NBR 6118/2014;
- ✓ devem ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, não criando áreas congestionadas, evitando a formação de bolsões de areia atrás das barras;
- ✓ o cobrimento da armadura deve estar dentro os valores prescritos pela NBR 6118/2014;
- ✓ deve-se deixar um espaço mínimo de 1 cm entre a armadura de reforço e a superfície de concreto preparada, de modo a permitir o preenchimento deste espaço com o material projetado;
- ✓ as pastilhas ou espaçadores da armadura não devem ser dispostos diretamente sob a armadura, o que enfraqueceria a seção, mas sob uma barra adicional de menor diâmetro, disposta transversalmente à armadura de reforço;
- ✓ após a projeção deve ser evitado todo movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região recém concretada.

- Desforma

A desforma somente deve ser iniciada quando decorrido o prazo necessário para que o concreto obtenha a resistência especificada e o módulo de elasticidade necessário. O prazo para desforma está condicionado ao resultado dos ensaios em corpos de prova do concreto, moldados no ato da concretagem da peça.

Devem ser obedecidas as prescrições da NBR 14931/2004.

Inexistindo indicações específicas, e a critério da Fiscalização, devem ser adotados os procedimentos a seguir:

- ✓ para retirada das laterais das formas: 3 dias;
- ✓ inferiores das formas, permanecendo as escoras principais espaçadas: 14 dias;
- ✓ retirada total das formas e escoras: 21 dias.

O material resultante da desforma, não sendo reaproveitado, deve ser removido das proximidades da obra.

6.2.8 Manejo ambiental

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;
- ✓ o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento;
- ✓ nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- ✓ durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração;
- ✓ caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais;
- ✓ além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da IPR 730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

6.2.9 Inspeção

- Controle de insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015. O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou NBR 15823/2017, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

- Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos de prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

- Verificação do produto
 - Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

- Controle de acabamento

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos e acabamento das obras.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.2.4 e 6.2.5 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck, est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck, est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

6.2.10 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ as caixas coletoras, poços, bocas e alas serão medidas por unidade construída, de acordo com o projeto, acompanhando-se as dimensões executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;
- ✓ as escavações ou reaterros excedentes não serão objeto de medição, bem como não serão remunerados os materiais necessários a reconformação ou reparos decorrentes de imprecisão construtiva;

6.3 BUEIROS TUBULARES DE CONCRETO

6.3.1 Objetivo

Esta especificação tem como objetivo estabelecer o tratamento adequado à execução de bueiros tubulares de concreto para canalizar cursos d'água perenes ou intermitentes de modo a permitir a transposição de talvegues que escoam de um lado para outro da via.

6.3.2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta especificação e contém disposições que, ao serem citados no texto, se tornam parte integrante da mesma.

- ✓ ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 7187/2003: projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 8890/2018: tubo de concreto, de seção circular, para águas pluviais e esgotos sanitários: requisitos e método de ensaio;

- ✓ ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento;
- ✓ ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- ✓ ABNT NBR 15823-2/2017: concreto auto adensável parte 2 – determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – método do cone de Abrams;
- ✓ DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;
- ✓ DNIT 011/2004 – PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento;
- ✓ DNIT 117/2009 –ES: pontes e viadutos rodoviários – concretos, argamassas e calda de cimento para injeção – especificação de serviço.

6.3.3 Definições

- Bueiros de grota

Obras-de-arte correntes que se instalam no fundo dos talwegues. No caso de obras mais significativas correspondem a cursos d'água permanentes e, conseqüentemente obras de maior porte. Por se instalarem no fundo das grotas, estas obras deverão dispor de bocas e alas.

- Bueiros de greide

Obras de transposição de talwegues naturais ou ravinas que são interceptadas pela rodovia e que por condições altimétricas, necessitam de dispositivos especiais de captação e deságue, em geral bacias de captação e saídas d'água.

6.3.4 Condições Gerais

Os bueiros tubulares de concreto deverão ser locados de acordo com os elementos especificados no projeto. Para melhor orientação das profundidades e declividade da canalização recomenda-se a utilização de gabaritos para execução dos berços e assentamento através de cruzetas.

Os bueiros deverão dispor de seção de escoamento segura dos deflúvios, o que representa atender às descargas de projeto calculadas para períodos de recorrência preestabelecidos.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deverá considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, cuidando ainda, evitar a ocorrência de velocidades erosivas tanto no corpo estradal, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

No caso de obras próximas à plataforma de terraplenagem, a fim de diminuir os riscos de degradação precoce do pavimento e, principalmente, favorecer a segurança do tráfego, os bueiros deverão ser construídos de modo a impedir, também, a formação de película de água na superfície das pistas, favorecendo a ocorrência de acidentes.

Os dispositivos abrangidos por esta especificação, serão executados de acordo com as indicações de projeto e especificações particulares. Na ausência de projetos específicos

deverão ser utilizados os dispositivos padronizados do DNIT que constam no álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem, ressaltando-se ainda que, estando localizado no perímetro urbano, deverão satisfazer à padronização do sistema municipal.

6.3.5 Condições Específicas

Os tubos de concreto de seção circular para bueiros devem ser do tipo, classe e dimensões indicadas no projeto e devem atender exigências da NBR 8890/2018.

Os tubos devem satisfazer às seguintes condições gerais: possuir ponta e bolsa, eixo retilíneo perpendicular aos planos das duas extremidades, seção transversal circular, espessura uniforme, superfícies internas e externas suficientemente lisas, não possuir trincas, fraturas, retoques ou pinturas, produzir som típico de tubo não trincado quando percutidos com martelo leve, ter em caracteres legíveis gravados no concreto, o nome ou marca do fabricante, diâmetro nominal, a classe a que pertencem ou a resistência do tubo, a data de fabricação e um número para rastreamento de todas as suas características de fabricação.

6.3.6 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como no mínimo os seguintes equipamentos:

- ✓ caminhão basculante;
- ✓ caminhão de carroceria fixa;
- ✓ betoneira ou caminhão betoneira;
- ✓ motoniveladora;
- ✓ pá-carregadeira;
- ✓ retroescavadeira ou valetadeira;
- ✓ guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- ✓ serra elétrica para formas;
- ✓ vibradores de placa ou de imersão.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

6.3.7 Execução

Não é admitida a instalação de bueiros diretamente sobre o fundo das valas. Para seu assentamento devem ser sempre construídos berços de apoio com pedra britada ou em concreto, com dimensões e características de acordo com os projetos.

Para bueiros tubulares com berço de concreto, a primeira etapa de concretagem deve ser realizada até altura tal que permita o assentamento dos tubos com nas bolsas e em pontos intermediários colocados nos tubos, de modo a mantê-los na cota prevista em projeto.

A segunda etapa de concretagem deve ser realizada garantindo a perfeita aderência com o concreto da primeira etapa. O concreto vertido deve ser vibrado, de forma a garantir um perfeito envolvimento dos tubos pelo berço.

No assentamento de bueiros sobre berço de brita, a primeira camada de brita deve atingir à superfície inferior dos tubos, fazendo com que eles se acomodem no berço mediante pequenos movimentos dos tubos, ajudados, se for o caso, por retirada de material na posição das bolsas dos tubos. Após o posicionamento correto dos tubos, em alinhamento e cota, deve ser completado o enchimento do berço, acomodando-se e compactando-se o material cuidadosamente, de modo a garantir que o berço envolva completamente os tubos até as alturas correspondentes, especificadas em projeto.

As juntas dos tubos de concreto destinados a águas pluviais devem ser rígidas, de argamassa de cimento e areia com traço mínimo 1:3. A argamassa que não for empregada em até 45 minutos após a preparação deve ser descartada.

Os tubos devem ser assentados de montante para a jusante, de acordo com o alinhamento e elevações indicadas no projeto, e com as bolsas montadas no sentido contrário ao fluxo de escoamento.

6.3.8 Manejo ambiental

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;
- ✓ o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento;
- ✓ nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- ✓ durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração;
- ✓ caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados em função das condições locais;
- ✓ além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da IPR-730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

6.3.9 Inspeção

- Controle de insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015 e DNIT 117/2009.

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto e das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais de forma a satisfazer às especificações respectivas.

Os tubos de concreto serão controlados através dos ensaios preconizados na norma NBR 8890/2018.

Para cada partida de tubos não rejeitados na inspeção, serão formados lotes para amostragem, correspondendo cada lote a grupo de 100 a 200 unidades. De cada lote serão retirados quatro tubos a serem ensaiados. Dois tubos serão submetidos a ensaio de permeabilidade de acordo com a norma NBR 8890/2018.

Dois tubos serão ensaiados à compressão diametral e submetidos ao ensaio de absorção de acordo com a norma NBR 8890/2018.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com as normas NBR NM 67/98 e NBR 15823/2017, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas e cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

- Controle da produção

O controle qualitativo dos dispositivos será feito de forma visual avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica.

Da mesma forma, será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

- Verificação do produto

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos para execução das canalizações e acessórios.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço com as quais será feito o acompanhamento.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados.

Todas as medidas de espessuras devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.3.4 e 0 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão;
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

6.3.10 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ o corpo do bueiro tubular de concreto será medido pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- ✓ as bocas dos bueiros serão medidas por unidade, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;
- ✓ não serão medidos os volumes dos materiais referentes às escavações necessárias à execução do corpo do bueiro tubular de concreto;

6.4 ENTRADAS E DESCIDAS D'ÁGUA

6.4.1 Objetivo

Esta especificação fixa a sistemática a ser adotada na execução de entradas e descidas d'água de concreto destinadas à captação e transferência das águas que incidem sobre as plataformas das rodovias.

6.4.2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contém disposições que, ao serem citados no texto, se tornam parte integrante desta especificação.

- ✓ ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento;
- ✓ ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- ✓ ABNT NBR 14931/2004: execução de estruturas de concreto – procedimento;

- ✓ ABNT NBR 15823-2/2017: concreto auto adensável parte 2 – determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – método do cone de Abrams;
- ✓ DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;
- ✓ DNIT 011/2004 – PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento;
- ✓ DNIT 117/2009 –ES: pontes e viadutos rodoviários – concretos, argamassas e calda de cimento para injeção – especificação de serviço.

6.4.3 Definições

- Descidas d'água

Dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplenagem, e que vertem sobre os taludes de cortes ou aterros. Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária à sua canalização e condução através de dispositivos, adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades e com isto, desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue, previamente escolhidos.

- Entrada d'água

Dispositivos destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos, possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente.

6.4.4 Condições gerais

Os dispositivos de transposições abrangidos por esta especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto. Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNIT que constam no álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

6.4.5 Condições específicas

- Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto de cimento, quando utilizado nos dispositivos, conforme especificação, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck,mín}$) aos 28 dias de 20 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2014, além de atender ao que dispõe a norma DNIT 117/2009.

- Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- ✓ caminhão basculante;
- ✓ caminhão de carroceria fixa;
- ✓ betoneira ou caminhão betoneira;
- ✓ motoniveladora;
- ✓ pá-carregadeira;
- ✓ rolo compactador metálico;
- ✓ retroescavadeira ou valetadeira.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

6.4.6 Execução

- Processo executivo

As entradas e descidas d'água de concreto deverão ser moldadas in loco, atendendo ao disposto nos projetos específicos e desenvolvidas de acordo com as seguintes etapas:

- Escavação
 - ✓ escavação, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
 - ✓ para uniformização da base para apoio do dispositivo recomenda-se a execução de base de brita para regularização.
- Formas

Na execução do sistema de formas deve-se prever a retirada de seus diversos elementos separadamente, se necessário.

As formas devem ser executadas com rigor, obedecendo às dimensões indicadas, estando perfeitamente alinhadas, niveladas e apuradas. A tolerância dimensional deve obedecer ao definido na NBR 14931/2004, para os diversos elementos estruturais. Não serão aceitas formas com incorreções ou desvios métricos que superem os índices de tolerância.

As formas devem ter solidez garantida. As emendas das formas devem ser estanques para impedir fuga de nata. A existência de furos exige cuidados especiais relativos à estanqueidade e desforma. O reaproveitamento de formas pode ser autorizado, a critério da fiscalização, quando constatada a inexistência de danos: fraturas ou empenamentos.

Quando agentes destinados a facilitar a desmoldagem forem necessários, devem ser aplicados exclusivamente na forma antes da colocação da armadura e de maneira a não prejudicar a superfície do concreto.

A junção de painéis deve garantir a continuidade da superfície sem ocorrência de ressalto. A utilização de chapas galvanizadas tem como pré-requisito o emprego de chapas lisas e sem ondulações.

O solo não constitui substrato passível de ser considerado como forma. A garantia da manutenção do prumo e da linearidade do conjunto durante as operações de avanço das formas é fundamental, tanto na determinação do projeto funcional, como nos cuidados operacionais que envolvem deslocamentos e concretagem. A metodologia construtiva deve ser apresentada à Fiscalização para análise junto a projetista.

- Armadura

As armaduras devem ser posicionadas atendendo as indicações constantes de projeto. As emendas das barras, geralmente por traspasse, devem ser definidas em projeto e atendidas com rigor.

Quando for conveniente adotar outro padrão de emenda por imposição construtiva, deve-se proceder conforme os itens a seguir, após consulta e análise da projetista.

- ✓ soldagem de topo com eletrodos;
- ✓ soldagem de topo por caldeamento em bancada;
- ✓ soldagens por superposição;
- ✓ emendas com emprego de luvas, rosqueadas ou prensadas.

As emendas são regidas por regulamentação própria, NBR 6118/2014 e devem ser obedecidas as disposições e limitações impostas pela NBR 14931/2004. O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. É permitido o uso de espaçadores de concreto ou argamassa, desde que apresentem relação água e cimento menor ou igual a 0,5, e espaçadores plásticos ou metálicos, com as partes em contato com as formas revestidas com material plástico ou outro material similar.

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, devem ser utilizados suportes rígidos e suficientemente espaçados para garantir seu posicionamento.

- Concreto

Os ensaios dos materiais constituintes do concreto e composição do traço são da responsabilidade da Contratada, que deve manter laboratório próprio na obra ou utilizar serviço de laboratório idôneo.

A Fiscalização deve ter pleno acesso para utilização do laboratório montado, sempre que o concreto for misturado na obra. A Contratada deve dispor de central de concreto, preferencialmente automatizada, para controlar a mistura dos componentes. Em qualquer situação a tolerância das medidas efetuadas não deve superar 2% da massa real, a dosagem do concreto, traço, deve decorrer de experimentos.

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

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. A Fiscalização pode vetar qualquer sistema de transporte que entenda inadequado e passível de provocar segregação.

As retomadas de lançamentos sucessivos pressupõem a existência de juntas de concretagem tratadas para garantir aderência entre os dois lances, monoliticidade e impermeabilidade. Por junta tratada entende-se a remoção da película superficial de nata e remoção de excessos e elementos estranhos.

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

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

Cuidados complementares:

- ✓ concretos com suspeita de terem iniciado pega antes do lançamento devem ser recusados;
- ✓ evitar evaporação precoce, controle da cura, mantendo úmida a superfície exposta com sacos de estopa molhados ou utilização de geradores de neblina. O tempo de cura é função do tipo de cimento utilizado e deve ser considerado um tempo médio mínimo de 3 dias nas condições usuais;
- ✓ pode ser empregada cura química com aval da Fiscalização;
- ✓ devem ser tomados cuidados especiais quando a temperatura ambiente se afastar do intervalo 10° - 40°. Estas situações exigem procedimentos específicos com apoio ensaios de laboratório;
- ✓ não deve ser iniciado o desempenamento antes do início de pega;
- ✓ o adensamento, que objetiva atingir a máxima densidade possível e a eliminação de vazios, deve ser executada por equipamentos vibratórios mecânicos;
- ✓ os vibradores de imersão devem trabalhar na posição vertical, exigindo-se frequências superiores a 8.000 Hz. A frequência do equipamento deve ser aferida sistematicamente;
- ✓ o tempo de vibração não pode ser demasiado de modo a provocar segregação;
- ✓ é permitido o uso de vibrador de forma, mas deve ser associado com o emprego de vibradores de imersão nos pontos críticos das formas, onde possam existir reentrâncias de qualquer tipo.

Cuidados com armadura:

- ✓ devem ser obedecidas as prescrições referentes às classes, categorias, limpeza, dobramento, emendas, montagem, proteção e tolerâncias da NBR 6118/2014;

- ✓ devem ser tomadas precauções especiais na colocação da armadura, não criando áreas congestionadas, evitando a formação de bolsões de areia atrás das barras;
- ✓ o cobrimento da armadura deve estar dentre os valores prescritos pela NBR 6118/2014;
- ✓ deve-se deixar um espaço mínimo de 1 cm entre a armadura de reforço e a superfície de concreto preparada, de modo a permitir o preenchimento deste espaço com o material projetado;
- ✓ as pastilhas ou espaçadores da armadura não devem ser dispostos diretamente sob a armadura, o que enfraqueceria a seção, mas sob uma barra adicional de menor diâmetro, disposta transversalmente à armadura de reforço;
- ✓ após a projeção deve ser evitado todo movimento ou deslocamento da armadura para que não advenham defeitos na região recém concretada.

- Desforma

A desforma somente deve ser iniciada quando decorrido o prazo necessário para que o concreto obtenha a resistência especificada e o módulo de elasticidade necessário. O prazo para desforma está condicionado ao resultado dos ensaios em corpos de prova do concreto, moldados no ato da concretagem da peça.

Devem ser obedecidas as prescrições da NBR 14931/2004.

Inexistindo indicações específicas, e a critério da Fiscalização, devem ser adotados os procedimentos a seguir:

- ✓ para retirada das laterais das formas: 3 dias;
- ✓ inferiores das formas, permanecendo as escoras principais espaçadas: 14 dias;
- ✓ retirada total das formas e escoras: 21 dias.

O material resultante da desforma, não sendo reaproveitado, deve ser removido das proximidades da obra.

- Processo executivo alternativo

Opcionalmente, poderão ser adotados outros procedimentos executivos, através de elementos pré-moldados, envolvendo as seguintes etapas:

- ✓ escavação do material situado nas adjacências do bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- ✓ execução de base de brita para regularização e apoio;
- ✓ instalação e assentamento dos pré-moldados, de forma compatível com o projeto-tipo considerado;
- ✓ rejuntamento com argamassa cimento-areia, traço 1:3, em massa.

6.4.7 Manejo ambiental

Durante a construção dos dispositivos deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;
- ✓ o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização, cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento;
- ✓ nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, de modo a não promover a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- ✓ durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração;
- ✓ além destas, deverão ser atendidas no que couber, as recomendações da IPR-730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

6.4.8 Inspeção

- Controle de insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015 e DNIT 117/2009.

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98, sempre que ocorrer alteração no teor da umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

- Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

O concreto ciclópico, quando utilizado, deverá ser submetido ao controle fixado pelos procedimentos da norma DNIT 117/2009.

6.4.9 Verificação do produto

- Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto em mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem se situar no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura do projeto.

- Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização. Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.4.4 e 6.4.5 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

6.4.10 Critérios de medição

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ As entradas d'água serão medidas por unidade de dispositivo construído e as descidas d'água serão medidas por comprimento linear de dispositivo executado, medidos em metros, estabelecendo-se custos unitários de execução com a quantificação de volumes e áreas das unidades executivas, de acordo com os tipos indicados no projeto. Acompanhando as espessuras e formas executadas, incluindo o fornecimento e colocação de materiais, bem como a mão-de-obra e respectivos encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à sua execução;

6.5 DISSIPADORES DE ENERGIA E BACIAS DE CAPTAÇÃO

6.5.1 Objetivo

Esta especificação fixa as condições exigíveis para a execução de dissipadores de energia a serem construídos nas saídas de bueiros, descidas d'água, sarjetas e valetas.

6.5.2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contém disposições que, ao serem citados no texto, se tornam parte integrante desta especificação.

- ✓ ABNT NBR 5739/2018: concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – método de ensaio;
- ✓ ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 7187/2003: projeto de pontes de concreto armado e concreto protendido – procedimento;
- ✓ ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento portland – preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento;
- ✓ ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
- ✓ ABNT NBR 15823-2/2017: concreto auto adensável parte 2 – determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual – método do cone de Abrams;
- ✓ DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;
- ✓ DNIT 011/2004 – PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento.

6.5.3 Definição

Dissipador de energia é o dispositivo que visa promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou mesmo ao longo da própria canalização, de modo a reduzir os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes.

6.5.4 Condições gerais

Os dispositivos abrangidos por esta especificação serão executados de acordo com as indicações do projeto e especificações particulares.

Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNIT que constam no álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

6.5.5 Condições específicas

Basicamente os dispositivos de drenagem abrangidos por esta especificação serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, devendo satisfazer as prescrições a seguir.

- Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

O concreto, quando utilizado nos dispositivos em que se especifica este tipo de material, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ckmin}), aos 28 dias de 20 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118/2014 e ABNT NBR 7187/2003, além de atender ao que dispõe a norma DNIT 117/2009.

Em razão de sua localização em terreno de grande declividade ou passível de deformação o dissipador de energia deverá ser executado em concreto armado adotando-se no caso as dimensões, formas e armaduras recomendadas no projeto executando os serviços de acordo com as especificações ABNT NBR 6118/2014 e ABNT NBR 7187/2003 e DNIT 117/2009, no que couberem.

6.5.6 Tipos de dissipadores

Os dissipadores poderão ter diferentes formas cuja adoção será definida no projeto de drenagem. A determinação do tipo de dissipador será em função das descargas a serem dissipadas e das condições de deságue.

Nas saídas ou entradas de bueiros, onde o fluxo é concentrado são adotados dissipadores com caixas de pedra argamassada ou arrumada de modo a reduzir o impacto do lançamento.

6.5.7 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- ✓ caminhão basculante;
- ✓ caminhão de carroceria fixa;
- ✓ betoneira ou caminhão betoneira;
- ✓ motoniveladora;
- ✓ pá-carregadeira;
- ✓ rolo compactador metálico;
- ✓ retroescavadeira ou valetadeira;

- ✓ guincho ou caminhão com grua ou Munck;
- ✓ serra elétrica para formas.

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada sua utilização.

6.5.8 Execução

O processo executivo para implantação do dissipador de energia é similar ao utilizado para os demais dispositivos de concreto de cimento, podendo-se adotar formas de madeira convencionais ou formas deslizantes.

Em função da posição relativa dos dissipadores em relação ao ponto de suprimento o concreto deverá ser lançado na forma preferencialmente por bombeamento.

Caso venha a ser utilizada calha em forma de “bica” deverão ser adotadas rotinas de controle de modo a reduzir a segregação dos materiais componentes do concreto, não sendo permitido o basculamento diretamente na forma.

- Processo executivo

O processo executivo mais utilizado refere-se ao emprego de dispositivos moldados in loco, com emprego de formas convencionais, desenvolvendo-se as seguintes etapas:

- ✓ escavação da vala para assentamento do dissipador, obedecendo aos alinhamentos, cota e dimensões indicadas no projeto;
- ✓ regularização da vala escavada com compactação com emprego de compactador mecânico e com controle de umidade, a fim de garantir o suporte necessário para o dissipador, em geral de considerável peso próprio;
- ✓ lançamento de concreto magro com utilização de concreto de cimento amassado em betoneira ou produzido em usina e transportado para o local em caminhão betoneira, sendo o concreto dosado experimentalmente para resistência característica à compressão (f_{ckmin}), aos 28 dias de 20 MPa;
- ✓ instalação das formas laterais e das paredes de dispositivos acessórios, como dentes e degraus, limitando-se os segmentos a serem concretados em cada etapa e execução de juntas de dilatação, a intervalos de 12,0 m;
- ✓ colocação e amarração das armaduras definidas pelo projeto, no caso de utilização de estrutura de concreto armado;
- ✓ lançamento, vibração e cura do concreto tomando-se as precauções anteriormente mencionadas;
- ✓ retiradas das guias e das formas;

- ✓ recomposição do terreno lateral às paredes dos dissipadores com colocação e compactação de material escolhido do excedente da escavação, com a remoção de pedras ou fragmentos de estrutura que possam dificultar a compactação;
- ✓ sendo o material local de baixa resistência, deverá ser feito o preenchimento dos vazios com areia;
- ✓ no caso de utilização de caixas deverá ser feito o lançamento e arrumação cuidadosa das pedras visando criar alterações bruscas no fluxo de água (dissipar energia). Para as saídas de sarjetas e valetas usar pedra-de-mão com diâmetros entre 10 e 15 cm e para saídas de bueiros, diâmetros de 15 a 25 cm;
- ✓ no caso de utilização de dispositivos que utilizem berço de pedra argamassada as pedras serão colocadas sobre camada de concreto previamente lançado, antes de se iniciar a sua cura.

6.5.9 Manejo ambiental

Durante a construção dos dispositivos deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;
- ✓ o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento;
- ✓ nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, de modo a não promover a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- ✓ durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração;
- ✓ caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;
- ✓ além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da IPR-730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

6.5.10 Inspeção

- Controle de insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015 e DNIT 117/2009. O ensaio de consistência do concreto será feito será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NBR 15823/2017, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, em cada vez que forem moldados corpos-de-prova, e na troca de operadores.

- Controle da produção (execução)

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, das amostras de aço, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

6.5.11 Verificação do produto

- Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito através de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço com as quais será feito o acompanhamento da execução. As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

- Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos e acabamento das obras.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.5.4 e 6.5.5 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão;
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

6.5.12 Critérios de Medição

Os serviços serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ **os dispositivos de amortecimento serão medidos por unidade de dispositivo construído, estabelecendo-se custos unitários de execução com a quantificação de volumes e áreas das unidades executivas de acordo com os tipos indicados no projeto, acompanhando as espessuras e formas executadas incluindo o fornecimento e colocação de materiais, bem como a mão-de-obra e respectivos encargos, equipamentos ferramentas e eventuais necessários à sua execução;**

6.6 TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS COM LAJE

6.6.1 Objetivo

Esta especificação tem como objetivo estabelecer os procedimentos a serem seguidos na execução de dispositivos que permitam a transposição de sarjetas de drenagem, destinadas a conduzir as águas que incidem sobre o corpo estradal.

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta especificação e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta.

- ✓ **ABNT NBR 6118/2014: projeto de estruturas de concreto- procedimento;**
- ✓ **ABNT NBR 12655/2015: concreto de cimento Portland – preparo, controle, recebimento e aceitação - procedimento;**
- ✓ **ABNT NM 67/98: concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;**
- ✓ **ABNT NM 68/2014: concreto – determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff;**
- ✓ **DNIT IPR 730/2006: manual para atividades ambientais rodoviárias;**
- ✓ **DNIT 011/2004–PRO: gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento.**

6.6.2 Definições

A transposição com laje de concreto armado será utilizada em locais onde não se possa dispor de profundidades que permitam a utilização de tubos com suficiente recobrimento.

6.6.3 Condições Gerais

Os dispositivos deverão ser executados de acordo com as indicações do projeto. Na ausência de projetos específicos, deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNIT que constam no álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.

6.6.4 Condições Específicas

- Materiais

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

- Concreto de cimento

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima (f_{ck}) min., aos 28 dias, de 20 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma NBR 6118/2014.

6.6.5 Equipamentos

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõe as prescrições específicas para os serviços similares. Recomendam-se, como mínimo os seguintes equipamentos:

- ✓ **caminhão basculante;**
- ✓ **caminhão de carroceria fixa;**
- ✓ **betoneira ou caminhão betoneira;**
- ✓ **motoniveladora;**
- ✓ **pá-carregadeira;**
- ✓ **rolo compactador metálico;**
- ✓ **retroescavadeira ou valetadeira.**

Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

6.6.6 Execução

Os trabalhos preliminares de locação, abertura de vala e preparo do berço para lançamento do concreto deverão satisfazer o que dispõe a norma DNIT 025/2004-ES.

No caso de utilização de placas pré-moldadas, o procedimento constará de confecção e cura de placas em forma de laje em módulos de 0,50 m a 1,50 m de comprimento, utilizando concreto com $f_{ck} \geq 20$ MPa.

Os dispositivos serão executados nas seguintes fases:

- ✓ **Interrupção da sarjeta ou valeta no segmento correspondente ao acesso a ser atendido;**
- ✓ **escavação de forma a comportar o dispositivo;**
- ✓ **apiloamento da superfície resultante da escavação;**
- ✓ **execução da base de assentamento com concreto $f_{ck} \geq 20$ MPa;**
- ✓ **instalação dos módulos de laje pré-moldada e rejuntamento das peças.**

6.6.7 Manejo Ambiental

Durante a construção das travessias de sarjetas deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se entre outros os seguintes procedimentos:

- ✓ **todo material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;**
- ✓ **o material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água de modo a não causar assoreamento;**
- ✓ **nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;**
- ✓ **durante o desenvolvimento das obras de deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração;**
- ✓ **caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar o projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;**
- ✓ **além destas, deverão ser atendidas, no que couber as recomendações da IPR 730 – Manual para atividades ambientais rodoviárias, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.**

6.6.8 Inspeção

Face a natureza das obras se tratarem de intervenções pontuais, na maioria dos casos a inspeção será feita por intermédio de medições geométricas e acompanhamento visual.

- Controle de Insumos

O controle tecnológico do concreto empregado será realizado de acordo com a norma NBR 12655/2015.

Deverá ser estabelecido, previamente, o plano de retirada dos corpos-de-prova de concreto, cimento, agregados e demais materiais, de forma a satisfazer às especificações respectivas.

- Controle da Produção

O ensaio de consistência do concreto será feito de acordo com a NBR NM 67/98 ou a NM 68/2014, sempre que ocorrer alteração no teor de umidade dos agregados, na execução da primeira amassada do dia, após o reinício dos trabalhos desde que tenha ocorrido interrupção por mais de duas horas, cada vez que forem moldados corpos-de-prova e na troca de operadores.

- Verificação do Produto
 - Controle geométrico

O controle geométrico da execução das obras será feito por meio de levantamentos topográficos, auxiliados por gabaritos.

Os elementos geométricos característicos serão estabelecidos em notas de serviço, com as quais será feito o acompanhamento da execução.

As dimensões das seções transversais avaliadas não devem diferir das indicadas no projeto de mais de 1%, em pontos isolados. Todas as medidas de espessuras efetuadas devem situar-se no intervalo de $\pm 10\%$ em relação à espessura de projeto.

- Controle de acabamento

Será feito o controle qualitativo dos dispositivos, de forma visual, avaliando-se as características de acabamento das obras executadas, acrescentando-se outros processos de controle, para garantir que não ocorra prejuízo à operação hidráulica da canalização.

Da mesma forma será feito o acompanhamento das camadas de embasamento dos dispositivos, acabamento das obras e enchimento das valas.

O acabamento da superfície deve ser apreciado visualmente em toda a extensão, não se admitindo depressões que possibilitem o acúmulo de água.

- Condições de Conformidade e Não-Conformidade

Todos os ensaios de controle e verificações dos insumos, da produção e do produto serão realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas dos capítulos 6.6.3 e 6.6.4 desta especificação, respectivamente.

Será controlado o valor característico da resistência à compressão do concreto aos 28 dias, adotando-se as seguintes condições:

$f_{ck,est} < f_{ck}$ – não-conformidade;

$f_{ck,est} \geq f_{ck}$ – conformidade.

Onde:

- ✧ $f_{ck,est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão.
- ✧ f_{ck} = valor da resistência característica do concreto à compressão.

Os resultados do controle estatístico serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento de acordo com a norma DNIT. 011/2004-PRO, a qual estabelece os procedimentos para o tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

Para as sarjetas revestidas em cascalho / revestimento primário, os materiais serão aceitos desde que o diâmetro máximo do material seja menor ou igual a 25 mm, e os resultados individuais de expansão sejam menores ou iguais a 1%. O grau de compactação é aceito desde que os valores sejam iguais ou superiores a 95%, ou atinjam o especificado em projeto.

6.6.9 Critérios de Medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- ✓ **os dispositivos de transposição de sarjetas serão medidos pelo seu comprimento, determinado em metros, acompanhando as declividades executadas, incluindo fornecimento e colocação de materiais, mão-de-obra e encargos, equipamentos, ferramentas e eventuais necessários à execução;**
- ✓ **não serão medidas as escavações manuais ou mecânicas, e o apiloamento dos solos nos locais contíguos aos dispositivos;**

no caso de utilização de dispositivos pontuais e acessórios, como caixas coletoras ou de passagem, as obras serão medidas por unidade, de acordo com as especificações respectivas.

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

7. SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM E DRENAGEM PROVISÓRIAS

7 SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM E DRENAGEM PROVISÓRIA

7.1 SUPRESSÃO VEGETAL, DESTOCAMENTO E LIMPEZA

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

- ✓ **Desmatamento de toda a vegetação, incluindo corte e destocamento de todas as árvores e arbustos, bem como de troncos;**
- ✓ **Corte e empilhamento de madeira utilizável em locais determinados pela SUPERVISORA AMBIENTAL ou pela FISCALIZAÇÃO;**
- ✓ **Demolição ou remoção de pequenas edificações e de outras benfeitorias localizadas nos limites das áreas de construção e empréstimo;**
- ✓ **Remoção de blocos de rocha e outros materiais existentes no terreno e transporte até os limites das áreas desmatadas ou até locais previamente determinados pela SUPERVISORA AMBIENTAL ou pela FISCALIZAÇÃO; e**
- ✓ **Raspagem e expurgo final da camada superficial do terreno natural, em todas as áreas de construção e empréstimo, com espessura de 20 cm ou maior, para eliminar qualquer material não aproveitável remanescente, inclusive raízes com qualquer profundidade. O material expurgado, a critério da SUPERVISORA AMBIENTAL ou pela FISCALIZAÇÃO, deverá ser estocado nas laterais das obras para que, ao final do serviço, seja feita a recomposição das áreas degradadas, refazendo a cobertura vegetal danificada.**

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

A madeira utilizável deverá ser identificada pela CONTRATANTE, de quem será propriedade.

Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento do material de desmatamento e limpeza em cursos d'água, açudes, cacimbas e leitos secos de rios e riachos.

Os volumes removidos em excesso deverão ser repostos pela CONTRATADA com materiais apropriados, sem ônus para a CONTRATANTE. A CONTRATADA será responsável por quaisquer danos e prejuízos a propriedades limítrofes alheias resultantes das operações de desmatamento, limpeza e remoção.

7.1.1 Critérios de Medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

- Medição:

Será feita a medição da área satisfatoriamente limpa, com profundidade média estimada de 20 cm em relação à linha do terreno original. As áreas referidas neste item serão medidas em metro quadrado inteiro mais próximo na projeção sobre o plano horizontal da área efetivamente desmatada e limpa. Não serão medidas as áreas localizadas além dos limites definidos pela FISCALIZAÇÃO.

- Pagamento:

Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelo Preço Unitário SUPRESSÃO VEGETAL, DESTOCAMENTO E LIMPEZA, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais, que deverá incluir a compensação integral pelos serviços de desmatamento, limpeza, destocamento e raspagem das áreas liberadas, carga, transporte e descarga do material nos locais aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

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

7.2 ESGOTAMENTO, DRENAGEM SUPERFICIAL

A EMPREITEIRA deverá projetar, fornecer, instalar, operar e manter todas as instalações de esgotamento, de drenagem das superfícies, como as instalações de bombeamento, calhas, sarjetas, canaletas, canais trincheiras, bueiros, drenos, tubulações, diques, poços, banquetas de solos, bombas e todos os outros meios e demais equipamentos.

Dentro do plano geral de desvio, a EMPREITEIRA deverá submeter à aprovação da CODEVASF seu plano de esgotamento das áreas de construção, incluindo informações sobre as instalações de bombeamento, os tipos de bombas e respectivos fabricantes, as capacidades e características dos motores, os desenhos de instalação dos tubos de recalque e sucção, e todos os dados sobre as obras de esgotamento.

Ficará a EMPREITEIRA responsável pelo ensecamento de toda a área de construção, inferior às enseadeiras. Para tanto, deverá a EMPREITEIRA tomar todas as providências julgadas oportunas, no sentido de instalar, testar e operar os equipamentos de esgotamento dentro dos prazos estipulados pela CODEVASF.

Todo o equipamento de esgotamento deve ser conservado na obra, até ser liberado pela CODEVASF.

A EMPREITEIRA tomará todas as precauções para evitar a ocorrência de inundação nas áreas já ensecadas. Qualquer dano por inundação, em decorrência de operações de construção ou por negligência no atendimento às exigências destas especificações, será reparado pela EMPREITEIRA, às suas expensas.

Nas fundações das estruturas de concreto, o lençol de água deverá ser mantido abaixo do nível final da escavação, pelo tempo que se mostrar adequado após o término da concretagem, de modo a evitar qualquer dano, seja à fundação, seja à estrutura de concreto.

As infiltrações e nascentes, na área de fundação das estruturas de concreto, das ensecadeiras e da barragem/vertedouro, serão isoladas e convenientemente drenadas a fim de não interferir com as operações de escavação, preparo das fundações e construções subsequentes.

As águas superficiais deverão ser interceptadas e drenadas antes de alcançarem as escavações. Nesta drenagem poderão ser utilizadas sarjetas, diques de terra, trincheiras ou outros meios julgados necessários, a critério da CODEVASF.

O rebaixamento do lençol d'água deverá ser realizado de modo a manter a fundação sem água para a correta execução dos trabalhos. Nenhuma tubulação de descarga ou outras tubulações devem ser embutidas ou enterradas em zonas de construção permanentes ou temporários, como também, não serão permitidos valas e poços de drenagem na fundação das estruturas, a não ser quando exigidos nestas especificações ou quando solicitado e aprovado pela CODEVASF.

7.2.1 Critérios de Medição

Os serviços de esgotamento e drenagem superficial quando necessários para a execução das obras, não serão medidos nem remunerados em qualquer hipótese, ficando sob a responsabilidade da CONTRATADA as despesas decorrentes.

7.3 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (SOLO)

Será de competência exclusiva da FISCALIZAÇÃO a classificação dos materiais a serem escavados.

Material de 1ª categoria compreende os solos em geral, residuais ou sedimentares, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,15 m, qualquer que seja o teor de umidade apresentado. O processo de extração é compatível com a utilização de "Dozer" ou "Scraper", rebocado ou motorizado.

As áreas a serem escavadas devem ser previamente limpas e destocadas nos termos das especificações correspondentes.

As escavações deverão ser realizadas dentro dos alinhamentos, greides e dimensões apresentadas nos desenhos de projeto. Durante a execução dos serviços poderá ser necessário ou conveniente alterar a inclinação dos taludes, os greides ou dimensões das escavações, com a anuência da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Todas as informações disponíveis a respeito dos materiais a serem escavados serão fornecidas à CONTRATADA a fim de permitir o perfeito planejamento dos trabalhos. A aceitação dos dados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO não exime a

CONTRATADA, sob nenhuma circunstância, da total responsabilidade pela qualidade dos trabalhos de escavação.

A CONTRATADA tomará todas as precauções para preservar todo o material abaixo ou além dos limites de escavação indicados nos desenhos de projeto. Danos causados às escavações, às fundações ou às estruturas temporárias ou permanentes, por atividade da CONTRATADA, deverão ser reparados às suas expensas, conforme estabelecido pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. As subescavações não serão aceitas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Não poderá ser lançado nenhum material ou executada qualquer construção permanente sobre as fundações das estruturas de concreto, terra ou enrocamento, sem prévia inspeção, aprovação e liberação pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Caso ocorram alterações nas condições da fundação em consequência de atrasos no início da colocação dos materiais das estruturas, novas escavações poderão ser exigidas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO até profundidades onde ocorram materiais adequados. Nesse caso estes serviços serão avaliados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO para determinar se integram o escopo ou são adicionais.

Quando a superfície do terreno, situada acima da crista do corte, apresentar depressões que permitam o empoçamento de águas e consequentes infiltrações que possam comprometer a estabilidade do talude, tais depressões deverão ser preenchidas com material apropriado e executadas as drenagens necessárias.

Previamente ao início dos serviços de escavação, as cristas dos cortes deverão ser protegidas com elementos de drenagem provisórios e/ou definitivos, de forma a captar as águas pluviais, afastando-as dos taludes.

A CONTRATADA deverá tomar medidas adequadas, de forma a manter a "praça" de trabalho com configuração que permita o rápido escoamento das águas e pronta retomada dos serviços.

Serviços adicionais, cuja necessidade seja oriunda de atrasos da CONTRATADA na colocação destas proteções, serão executados às suas expensas.

Durante os trabalhos de escavação, a CONTRATADA será responsável pela estabilidade dos taludes ou escoramento adequado das escavações indicadas nos desenhos de projeto. No caso em que eventuais deslizamentos ou desmoronamentos venham ocorrer devido a operações indevidas ou negligência da CONTRATADA, a reparação dos danos e a retirada do correspondente material serão realizadas pela CONTRATADA, às suas expensas.

A CONTRATADA submeterá à aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, antes do início de qualquer escavação, o correspondente planejamento para execução dos trabalhos, consubstanciado em levantamentos topográficos, sondagens, mapas geológicos, cronogramas, destino dos materiais de escavação, observações pessoais e conforme as exigências dos desenhos de projeto e destas especificações.

O plano da CONTRATADA deverá apresentar o dimensionamento do equipamento previsto para realização dos trabalhos de escavação e transporte, bem como as estradas de serviços propostas.

Deverão compor esse planejamento os esquemas necessários para esgotamento e drenagem superficial das áreas escavadas, durante e após a realização das escavações. O planejamento levará em conta também as necessidades e os locais de aplicação dos materiais removidos, de forma a otimizar o aproveitamento dos materiais oriundos das escavações obrigatórias.

Além dos detalhes desses trabalhos, deverá ser indicado o fluxo entre as áreas de escavação e os locais de aplicação do material removido, devendo ser minimizadas as operações de remanuseio dos materiais e suas distâncias de transporte. Deverá ser considerado, ainda, o cronograma de lançamento de concreto de forma a minimizar interferências entre essas atividades e as escavações em rocha.

7.3.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Escavação mecanizada de área em solo não rochoso (inclusive matacões - bloco menor ou igual a 0,50m), carga do material escavado, descarga em bota-fora ou outro local designado pela FISCALIZAÇÃO, e transporte até 1,00 km. O transporte excedente a 1,00 km será medido em preço unitário específico.

- Medição e Pagamento:

Será medido em metro cúbico efetivamente escavado e conforme projeto executivo. As escavações serão remuneradas pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Escavação de material de 1ª categoria, carga e transporte até 1,00km;
- ✧ Escavação mecanizada de valas, material de 1ª categoria;
- ✧ Os serviços de escavação mecanizada para canais em material de 1ª categoria serão medidos em metros cúbicos de material escavado, segundo as cotas, linhas e os taludes indicados no projeto ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.
- ✧ A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados à medida que for realizada a escavação, para cálculo subsequente do volume correspondente a cada tipo de material.
- ✧ Não serão consideradas, para efeito de medição e pagamento, as escavações efetuadas além do necessário à execução adequada da obra.

- ✧ O pagamento das escavações mecanizadas para canais em material de 1ª categoria será efetuado pelo preço unitário do metro cúbico de material escavado constante na PLANILHA DE ORÇAMENTO.
- ✧ O preço unitário relativo à escavação mecanizada para canais em material de 1ª categoria deverá incluir o custo referente ao fornecimento de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços, incluindo as operações de carga/transporte e descarga para bota-fora ou praça de aterro, até 1 km.

7.4 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA

Os materiais de 2ª categoria incluem aqueles com resistência ao desmonte mecânico inferior ao das rochas não alteradas.

As escavações deverão ser efetuadas mediante uma combinação de métodos que envolvam escarificação, estão incluídos nesta categoria os blocos de rocha, os matacões e as pedras de diâmetro superior a 15,00 cm e igual ou inferior a 1,00 m, desde que ultrapassem 40% do volume total escavado, não inferior a 10.000 m³ em trechos contínuos.

Para serviços de escarificação só serão permitidos escarificadores movidos por sistema hidráulico.

A direção de escarificação deverá ser programada com vistas a otimizar a operação de carregamento e considerando as características estruturais do material a escavar.

Sempre que possível, a escarificação deverá ser feita segundo um plano inclinado e descendente, para que se aproveite a componente do peso do trator.

O espaçamento máximo de escarificação será de 1,50 m. Em casos de rocha muito fragmentada e alterada ou de baixa coerência, a critério da SUPERVISORA, poderão desenvolver-se espaçamentos maiores.

Quando a escarificação for executada com um só dente e caso não se consiga alcançar toda a área do projeto, os limites das áreas das escavações deverão ser escarificados com o canto da lâmina do trator, que será equipada com um dente especial para este tipo de serviço.

O material escarificado será removido para pilhas de estoque, bota-foras ou aterros em construção de acordo com o planejamento da CONTRATADA.

Será de responsabilidade da CONTRATADA a carga e o transporte do material escavado até a distância de 1 km.

7.4.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Escavação mecanizada de área em solo não rochoso (inclusive matacões - bloco menor ou igual a 0,50m), carga do material escavado, descarga em bota-fora ou outro local designado pela FISCALIZAÇÃO, e transporte até 1,00 km. O transporte excedente a 1,00 km será medido em preço unitário específico.

- Medição e Pagamento:

Será medido em metro cúbico efetivamente escavado e conforme projeto executivo. As escavações serão remuneradas pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Escavação de material de 2ª categoria, carga e transporte até 1,00km;
- ✧ Escavação mecanizada de valas, material de 2ª categoria;
- ✧ Os serviços de escavação mecanizada para canais em material de 2ª categoria serão medidos em metros cúbicos de material escavado, segundo as cotas, linhas e os taludes indicados no projeto ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.
- ✧ A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados à medida que for realizada a escavação, para cálculo subsequente do volume correspondente a cada tipo de material. Não serão consideradas, para efeito de medição e pagamento, as escavações efetuadas além do necessário à execução adequada da obra.
- ✧ O pagamento das escavações mecanizadas para canais em material de 2ª categoria será efetuado pelo preço unitário do metro cúbico de material escavado constante na PLANILHA DE ORÇAMENTO.
- ✧ O preço unitário relativo à escavação mecanizada para canais em material de 2ª categoria deverá incluir o custo referente ao fornecimento de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços, incluindo as operações de carga/transporte e descarga para bota-fora ou praça de aterro, até 1 km.

7.5 ESCAVAÇÕES EM SOLOS MOLES

Escavações em solos moles são aquelas executadas em material de baixa capacidade de suporte, saturado e incompatível para sua extração com o uso normal de equipamentos convencionais de terraplanagem.

Quanto ao processo de remoção da camada mole, a técnica a ser usada depende da profundidade alcançada por esta camada. Se pouco profunda, da ordem de 3 m, a remoção pode ser feita por meio de drag-lines; em caso contrário, utilizar-se-ão cargas de dinamite, convenientemente dispostas na camada de argila, as quais, pelo efeito das explosões,

permitirão seja o material mole deslocado, conseguindo-se assim o assentamento do aterro sobre uma camada mais resistente, subjacente à argila mole.

A baixa capacidade de suporte e a consistência muito mole desse material impedem o tráfego de quaisquer veículos de pneus, mesmo vazios, permitindo, às vezes, a passagem de tratores de esteiras, embora de forma precária. Nos casos mais desfavoráveis o próprio tráfego de equipamentos de esteiras é impossível.

As considerações já feitas demonstram que, entre os equipamentos disponíveis, somente as escavadeiras montadas sobre esteiras podem ser utilizadas na remoção dos solos brejosos.

O transporte deve ser feito com veículos leves, trafegando em pistas preparadas com material escolhido e cuja espessura não seja inferior a 1 m, para suportar as cargas aplicadas com um mínimo de afundamento dos pneus. Dentre os equipamentos utilizados, a preferência recai para as retroescavadeiras e as providas com lança "drag-line". As primeiras possuem a vantagem de maior rapidez e facilidade de manobra, além de demandarem pouco espaço para sua operação.

7.5.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Escavação mecanizada de área em solo não rochoso (inclusive matacões - bloco menor ou igual a 0,50m), carga do material escavado, descarga em bota-fora ou outro local designado pela FISCALIZAÇÃO, e transporte até 1,00 km. O transporte excedente a 1,00 km será medido em preço unitário específico.

- Medição e Pagamento:

Será medido em metro cúbico efetivamente escavado e conforme projeto executivo. As escavações serão remuneradas pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Escavação em solos moles;
- ✧ Os serviços devem ser medidos levando-se em consideração o volume extraído na área da ocorrência dos solos moles e expresso em metros cúbicos;
- ✧ Para o cálculo dos volumes, deve ser aplicado o método da "média das áreas";
- ✧ Os serviços executados devem ser pagos, mediante medição, com base nos preços unitários contratuais, os quais devem representar a compensação integral para todas as operações, transportes locais, mão de obra, equipamento, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços;

7.6 ESCAVAÇÃO DE MATERIAL DE 3ª CATEGORIA (ROCHA A CÉU ABERTO)

O material de 3ª categoria compreende os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à rocha não alterada e blocos de rocha com diâmetro médio superior a 1,00 m, ou de volume igual ou superior a 2 m³, cuja extração e redução, a fim de possibilitar o carregamento, se processem com emprego contínuo de explosivos.

Para ser classificado como material de 3ª categoria, o material deverá possuir dureza e textura tal que não possa ser afrouxado, desagregado com ferramentas manuais ou com trator de esteira com potência entre 450 e 500 hP e peso superior a 45 toneladas (EX.: CATERPILLAR D9), provido de ripper com um dente ou mais dentes, mas apenas com o uso sistemático de explosivos, cunhas, ponteiros ou dispositivos mecânicos semelhantes para permitir a sua remoção.

As escavações em rocha a céu aberto englobam os desmontes para a implantação das estruturas de controle em concreto, estruturas de captação, sistemas de adução e obras complementares, onde deverão ser obedecidos os alinhamentos, as declividades e as dimensões estabelecidas nos desenhos de projeto.

Todo o material que ficar saliente dentro dos alinhamentos estabelecidos (subescavação) deverá ser removido, o que poderá ser realizado em qualquer época durante o andamento do trabalho, de acordo com as orientações da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. As sobre-escavações deverão ser recompostas pela CONTRATADA, nos locais onde será executado concreto de revestimento ou estruturas diversas.

As escavações em rocha a céu aberto, sempre que possível e necessário, deverão ser executadas em duas fases, a saber:

- Escavação da Parte Central (Núcleo)

O núcleo corresponde à parte central da seção de escavação. Estes desmontes deverão ser aplicados, também, à escavação de pedreiras.

Após a escavação do núcleo deverá ser realizado o mapeamento geológico-geotécnico dos taludes escavados, para a definição dos eventuais tratamentos necessários para a estabilização dos taludes finais.

Durante os procedimentos de escavação, deverão ser observados os limites máximos de velocidade de partícula para as escavações próximas às estruturas concretadas ou em concretagem ou próximas às cortinas de injeção.

Os riscos de ocorrência de danos induzidos por vibrações do terreno decorrentes de escavações por detonação devem ser avaliados levando-se em consideração a magnitude e a frequência da velocidade de vibração de partícula de pico, sendo sabido, ainda, que cada tipo de estrutura apresenta uma frequência natural de vibração, o que permite estabelecer um limite de velocidade de vibração de partícula de pico (mm/s) aceitável para se evitar a ocorrência de danos.

A ABNT, por meio da norma NBR 9653/2005, estabeleceu limites de velocidade de vibração de partícula de pico para diferentes intervalos de frequência conforme indicado na tabela a seguir:

Faixa de Frequência	Limite de Velocidade de Vibração de Partícula de Pico
4 Hz a 15 Hz	Iniciando em 15 mm/s e aumentando linearmente até 20 mm/s
15 Hz a 40 Hz	Iniciando em 20 mm/s e aumentando linearmente até 50 mm/s
Acima de 40 Hz	50 mm/s
NOTA: Para valores de frequência abaixo de 4 Hz deve ser utilizado como limite o critério de deslocamento de partícula de pico de no máximo 0,6 mm (de zero ao pico).	

Essas definições deverão ser aplicadas preliminarmente até serem definidas, com controles sísmicos, as cargas máximas convenientes para não danificar as superfícies da rocha remanescente e as estruturas de concreto, através de testes específicos no início das obras.

- Escavação da Faixa Adjacente às Superfícies Finais

Entendem-se como faixas finais, as zonas adjacentes às superfícies finais, com larguras mínimas de 5 m e máximas de até 10 m.

Esses desmontes deverão ser executados com as técnicas de fogo controlado, obrigatórias no caso das seções hidráulicas, onde serão aplicados revestimentos de concreto e geomembranas.

Para os fogos controlados das paredes finais deverão ser utilizados o pré-fissuramento ou pós-fissuramento como técnicas de desmonte, cuja escolha será exclusiva da CONTRATADA.

Os volumes removidos em excesso serão repostos pela CONTRATADA com materiais apropriados, sem ônus para a CONTRATANTE.

7.6.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Escavação com uso de explosivos, em rocha compacta, incluindo o fornecimento de equipamentos e mão de obra especializada, conforme Especificações Técnicas, carga do material escavado, descarga em bota-fora ou outro local designado pela fiscalização, e transporte até 1,00 km. O transporte excedente a 1,00 km será medido em preço unitário específico.

- Medição e Pagamento:

Será medido em metro cúbico efetivamente escavado e conforme projeto executivo. As escavações serão remuneradas pelo preço unitário:

- ✧ Escavação de material de 3ª categoria (PEDREIRA), carga e transporte até 1,00km;
- ✧ Escavação de material de 3ª categoria, carga e transporte até 1,00km;
- ✧ Escavação mecanizada de valas, material de 3ª categoria.
- ✧ Os serviços de escavação mecanizada para canais em material de 3ª categoria serão medidos em metros cúbicos de material escavado segundo as cotas, linhas e os taludes indicados no projeto ou determinados pela FISCALIZAÇÃO.
- ✧ A FISCALIZAÇÃO classificará os materiais encontrados à medida que for realizada a escavação, para cálculo subsequente do volume correspondente a cada tipo de material.
- ✧ Não serão consideradas, para efeito de medição e pagamento, as escavações efetuadas além do necessário à execução adequada da obra.
- ✧ O pagamento das escavações mecanizadas para canais em material de 3ª categoria será efetuado pelo preço unitário do metro cúbico de material escavado constante na PLANILHA DE ORÇAMENTO.
- ✧ O preço unitário relativo à escavação mecanizada para canais em material de 3ª categoria deverá incluir o custo referente ao fornecimento de mão-de-obra, equipamento e materiais necessários à execução dos serviços, incluindo as operações de carga/transporte e descarga para bota-fora ou praça de aterro, até 1 km.

7.7 PRÉ-FISSURAMENTO

Os furos de pré-fissuramento deverão ter um diâmetro máximo de 75 mm, espaçados de até 80 cm, e serem coplanares, paralelos e alinhados, sendo permitido um desvio máximo de 1,5 cm/m.

A última linha de furos de desmonte, adjacente à linha de furos de pré-fissuramento, deverá ficar situada a uma distância de 0,5 E, onde E é o espaçamento entre os furos da fileira de pré-fissuramento.

A carga de explosivo máxima permitida deverá ser de 400 g/m² da superfície de pré-fissuramento, devendo ser adaptada, através de ensaios, ao tipo de maciço rochoso a escavar. Os explosivos a serem utilizados deverão ser submetidos à apreciação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO e satisfazer em princípio as seguintes condições básicas:

✓ **Velocidade de detonação máxima de 2.600 m/s;**

✓ **Força máxima - 60%.**

- Pós-fissuramento (Smooth Blasting)

Como alternativa ao pré-fissuramento poderá ser empregada a técnica de pós-fissuramento. Para esta técnica são válidas as mesmas especificações do pré-fissuramento com a diferença que a fileira de pós-fissuramento será detonada com o correspondente desmonte de rocha da bancada, iniciando a sua detonação após a última espera do fogo principal.

- Perfuração em Linha

Consiste na perfuração de uma fileira de furos executada na linha do talude final que constitui um plano de fraqueza onde a detonação do fogo primário poderá quebrar. Os furos dessa fileira devem estar espaçados de uma distância equivalente de duas a quatro vezes o seu diâmetro e não são carregados.

7.7.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Realização integral dos serviços de perfuração dos furos, ensaios para definição de carga máxima, fornecimento e operação das cargas explosivas e limpeza das áreas e adjacências pré-fissuradas e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e Pagamento:

Será feita a medição mensal em metro quadrado da área efetivamente pré-fissurada. Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas, serão remunerados pelo Preço Unitário Pré-fissuramento em rocha, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais.

Em caso de necessidade de pós-fissuramento posterior a detonação, estes serviços não serão medidos à parte.

7.8 ESCAVAÇÃO EM ÁREA DE EMPRÉSTIMO (SOLO)

A escavação em áreas de empréstimo destina-se a prover ou complementar o volume necessário para a construção de aterros por insuficiência de escavação obrigatória, por razões tecnológicas ou mesmo razões econômicas. Sempre que possível as escavações de material de empréstimo poderão ser feitas através do alargamento das seções de escavação, acima de sua seção molhada e dentro da faixa de desapropriação.

As áreas passíveis de empréstimo deverão ser previamente aprovadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, que indicará a extensão e profundidade de exploração

para obtenção do material de empréstimo adequado. As características das áreas de empréstimo, como a sua localização e o volume de material disponível, deverão ser informadas à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Será de responsabilidade da CONTRATADA o desmatamento, limpeza e raspagem das eventuais áreas de empréstimo, bem como armazenar em pilhas de estoque o solo vegetal removido, conforme exposto nesta especificação.

A escolha da metodologia de correção da umidade dos solos será de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, podendo ser através de inundação das áreas de escavação, correção na praça de lançamento dos materiais, emprego de usinas móveis de homogeneização ou outro processo que se mostrar eficiente.

A superfície de escavação final de eventuais áreas de empréstimo deverá apresentar conformação suave sem depressões ou elevações localizadas. A sua recomposição será feita pelo espalhamento do solo vegetal removido e previamente estocado, e pela adequada drenagem da área, a não ser que tais áreas localizem-se no interior de futuros reservatórios.

7.8.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Escavação mecanizada de área em solo não rochoso (inclusive matacões - bloco menor ou igual a 0,50m), carga do material escavado, descarga em bota-fora ou outro local designado pela FISCALIZAÇÃO, e transporte até 1,00 km. O transporte excedente a 1,00 km será medido em preço unitário específico.

- Medição e Pagamento:

Será medido em metro cúbico efetivamente escavado e conforme projeto executivo. As escavações serão remuneradas pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Escavação de material de 1ª categoria (Área de Empréstimo), carga e transporte até 1,00km;

7.9 MOMENTO EXTRAORDINÁRIO DE TRANSPORTE

O Momento Extraordinário de Transporte de Material compreende o produto do volume escavado ou produzido medido no corte, acrescido do empolamento determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, em metros cúbicos, pela distância de transporte necessária que exceder a 1.000 m.

Inclui o transporte de materiais das escavações indicadas ou de áreas de empréstimo para solos, areias, materiais granulares diversos para transições, enrocamentos, agregados para concreto e revestimentos de estradas, assim como a remoção de materiais impróprios ou excessivos de escavações para áreas de bota-fora, aprovada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Os materiais e os percursos a serem desenvolvidos, para serem objeto de aceitação pelo MI, deverão ser previamente aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO após a CONTRATADA apresentar o planejamento das obras.

7.9.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Os serviços de transporte de materiais deverão incluir os custos de mão de obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços, conforme determinado nas Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

O Momento de Transporte de Material será medido em metros cúbicos x quilômetros, dos materiais a serem transportados. O quantitativo de material será definido pelo volume de corte mais percentual de empolamento a ser definido pela FISCALIZAÇÃO, efetivamente necessários à construção de aterros, reaterros, filtros e revestimentos. Todo material que vier a ser considerado pela FISCALIZAÇÃO como impróprio para uso nos serviços de terraplenagem e transportado para áreas de bota-fora, será medido no local da escavação. As medições mencionadas serão efetuadas utilizando-se o Método das Áreas Extremas, entre estações situadas a intervalos de 20 m ou a outros intervalos determinados pela FISCALIZAÇÃO.

A distância de transporte será medida ao longo do percurso mais curto possível a ser seguido pelo equipamento transportador, entre os centros de gravidade do material escavado e do material colocado ou depositado, após o desconto do quilômetro inicial. Todos os percursos deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A critério da FISCALIZAÇÃO, o Momento de Transporte referente a materiais não descritos especificamente neste item poderá ser considerado para efeito de medição. Nesses casos, caberá a FISCALIZAÇÃO determinar o volume de material a ser medido e a quantia a ser paga a título de momento extraordinário de transporte.

Os momentos de transporte serão remunerados pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Momento de Transporte de material de 3ª categoria;
- ✧ Momento de transporte de material de 2ª categoria.
- ✧ Momento de transporte de material de 1ª categoria;
- ✧ Momento extraordinário de transporte de material de 1ª ou 2ª categoria, oriundo de corte obrigatório reaproveitado para execução de aterro compactado ou para descarga em bota-fora

- O momento extraordinário de transporte será medido em metros cúbicos x quilômetros ($t \times km$) para material de 1ª ou 2ª categoria, oriundo de corte obrigatório reaproveitado para execução de aterro compactado ou para descarga em bota-fora.
- Obrigatoriamente, a determinação do volume de material para fins de pagamento será efetuada no local de utilização do material para a construção de aterros, reaterros, revestimentos e enrocamentos, nas dimensões de projeto. O cálculo do volume deverá ser acompanhado de memória de cálculo demonstrativa da origem e do volume do material, para documentação e controle da obra por parte da FISCALIZAÇÃO. Todo material em excesso ou impróprio para uso nos serviços de terraplenagem, transportado para áreas de bota-fora, será medido no local da escavação. As medições mencionadas serão efetuadas utilizando-se o Método das Áreas Reais Extremas, entre estações situadas a intervalos de 20 m, ou a outros intervalos determinados pela FISCALIZAÇÃO.
- A distância de transporte, utilizada no cômputo do momento extraordinário de transporte, será medida ao longo do percurso mais curto possível, a ser seguido pelo equipamento transportador, medido entre o centro de gravidade do material escavado e do material colocado ou depositado, descontando-se os 1000 m iniciais, distância indicada na PLANILHA DE ORÇAMENTO, já incluídos nos serviços de escavação.
- O momento extraordinário de transporte só será medido se previamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO.
- Todos os percursos de transporte deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.
- Em nenhum caso, será aplicado, ao volume medido, qualquer coeficiente de ajuste, a título de empolamento de material, valor que deverá estar incluso nos preços unitários da Empreiteira relativos ao momento extraordinário de transporte.
- O pagamento do momento extraordinário de transporte será efetuado pelo preço unitário em metros cúbicos x quilômetros ($m^3 \times km$) constante da PLANILHA DE ORÇAMENTO, de acordo com o tipo de material transportado.
- O preço unitário do momento extraordinário de transporte constante da PLANILHA DE ORÇAMENTO deverá incluir o custo de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços conforme especificado.

- ✧ Momento extraordinário de transporte de material de 3ª categoria, oriundo de corte obrigatório reaproveitado ou para descarga em bota-fora
 - O momento extraordinário de transporte será medido em metros cúbicos x quilômetros ($t \times km$) para material de 3ª categoria, oriundo de corte obrigatório reaproveitado ou para descarga em bota-fora.
 - Obrigatoriamente, a determinação do volume de material para fins de pagamento será efetuada no local de utilização do material para a construção de aterros, reaterros, revestimentos e enrocamentos, nas dimensões de projeto. O cálculo do volume deverá ser acompanhado de memória de cálculo demonstrativa da origem e do volume do material, para documentação e controle da obra por parte da FISCALIZAÇÃO. Todo material em excesso ou impróprio para uso nos serviços de terraplenagem, transportado para áreas de bota-fora, será medido no local da escavação. As medições mencionadas serão efetuadas utilizando-se o Método das Áreas Reais Extremas, entre estações situadas a intervalos de 20 m, ou a outros intervalos determinados pela FISCALIZAÇÃO.
 - A distância de transporte, utilizada no cômputo do momento extraordinário de transporte, será medida ao longo do percurso mais curto possível, a ser seguido pelo equipamento transportador, medido entre o centro de gravidade do material escavado e do material colocado ou depositado, descontando-se os 1000 m iniciais, distância indicada na PLANILHA DE ORÇAMENTO, já incluídos nos serviços de escavação.
 - O momento extraordinário de transporte só será medido se previamente autorizado pela FISCALIZAÇÃO.
 - Todos os percursos de transporte deverão ser aprovados pela FISCALIZAÇÃO.
 - Em nenhum caso, será aplicado, ao volume medido, qualquer coeficiente de ajuste, a título de empolamento de material, valor que deverá estar incluso nos preços unitários da Empreiteira relativos ao momento extraordinário de transporte.
 - O pagamento do momento extraordinário de transporte será efetuado pelo preço unitário em metros cúbicos x quilômetros ($m^3 \times km$) constante da PLANILHA DE ORÇAMENTO, de acordo com o tipo de material transportado.
 - O preço unitário do momento extraordinário de transporte constante da PLANILHA DE ORÇAMENTO deverá incluir o custo de mão-de-obra, equipamentos e materiais necessários à execução dos serviços conforme especificado neste item.

7.10 ESPALHAMENTO DE MATERIAL EM BOTA-FORA

Os materiais oriundos das escavações obrigatórias que não serão empregados na execução dos aterros ou apresentam-se inadequados para o uso, deverão ser dispostos em áreas previamente aprovadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. As características das áreas de espalhamento de material em bota-fora, como a sua localização e o volume de material disponível, deverão ser informados à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Para o espalhamento de materiais em bota-fora, a CONTRATADA deverá observar os seguintes aspectos:

- ✓ **Redistribuição do material rejeitado de modo a não introduzir formas singulares à paisagem dominante;**
- ✓ **Prever o tratamento da recuperação no término das obras prevendo, se necessário, o cobrimento final com solos apropriados para permitir a revegetação da área com espécies nativas da região;**
- ✓ **Promover a implantação de sistema de drenagem superficial, através da implantação de dispositivos apropriados (canaletas, escadas, dissipadores, etc.), a fim de impedir erosões indesejáveis.**

7.10.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Serviços de lançamento, espalhamento, retaludamentos, drenagem de qualquer natureza e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

A medição mensal será feita pelo volume em m³ de material efetivamente escavado em corte, adicionado, quando houver, do percentual de empolamento pré-estabelecido pela fiscalização e efetivamente espalhados em bota-fora.

Será feita a medição mensal pelo volume em corte do material a ser transportado em METROS CÚBICOS espalhados em bota-fora efetivamente executados com aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os serviços de espalhamento de materiais serão remunerados pelos preços unitários a seguir, com base em medições mensais:

- ✧ Espalhamento de materiais de 1^a e 2^a categorias em bota-fora, incluindo recomposição final;

- ✧ Espalhamento de material de 3ª categoria em bota-fora, incluindo recomposição final.

7.11 PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL EM SOLO PARA ATERROS COMPACTADOS

A escavação da fundação dos aterros compactados deverá ser feita de acordo com os critérios apresentados em desenhos de projeto. A retirada da última camada de material, em se tratando de fundação em solo, será feita por meio de equipamento leve, sobre pneus, para garantir a integridade do solo subjacente.

Atingidas as cotas de escavação indicadas nos desenhos de projeto, dever-se-á proceder a limpeza final da superfície e seu preparo para receber o aterro compactado, para então ser liberada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Antes de iniciar a compactação, deverá ser corrigida a umidade do material da fundação, tornando-a compatível com os valores especificados para o aterro sobrejacente. Após a correção da umidade dever-se-á proceder à compactação da fundação, utilizando rolo compactador pneumático, quando então se fará o gradeamento da superfície para obtenção de boa ligação entre o aterro e a fundação.

As superfícies de fundação de aterros compactados poderão ser consideradas liberadas quando, a exclusivo critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO tiverem sido observadas as normas de limpeza e tratamento acima descritas.

Em presença de nível do lençol freático aflorante deverão ser abertas valetas laterais localizadas além do off-set dos aterros. As valetas conduzirão as águas de infiltração para poços de bombeamento para rebaixamento do lençol, mantendo a superfície da fundação o mais seca possível.

Mesmo após o lançamento das primeiras camadas do aterro, o bombeamento deverá ser mantido de maneira a evitar a saturação do aterro em execução por capilaridade e o aparecimento de "borrachudos" nestas camadas.

7.11.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Equipamentos e mão de obra e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

Será medido, em metros quadrados, a área da fundação em solo efetivamente preparada para receber os aterros compactados e será pago pelo preço unitário Preparo e Tratamento Superficial em Solo para Aterros Compactados, da Planilha de Serviços e Preços.

7.12 PREPARO E TRATAMENTO SUPERFICIAL EM ROCHA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO

Esta especificação tem por objeto as diretrizes para a execução dos serviços de limpeza e tratamento de fundações rochosas para as estruturas de concreto das obras necessárias à implantação do empreendimento.

A liberação das fundações pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO será condição necessária para início da construção das estruturas de concreto e o registro dos trabalhos executados constitui o documento oficial que retrata as condições do maciço rochoso sobre o qual são assentadas as mesmas.

As superfícies de fundação somente serão liberadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO quando apresentarem as características definidas nesta especificação e nos desenhos de projeto. Caso seja solicitado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, o processo de liberação poderá ser acompanhado de investigações complementares.

Os procedimentos de preparo e tratamento superficial em rocha para estruturas de concreto estão apresentados a seguir.

- Limpeza das Fundações

As superfícies escavadas a fogo deverão, antes da concretagem, ser submetidas à limpeza geral, incluindo as paredes verticais. A limpeza constará basicamente de 2 fases.

A 1ª Fase compreende a remoção de todo o material grosseiro, bem como cunhas ou blocos instáveis presentes nos taludes internos das escavações com o auxílio de equipamentos apropriados como tratores leves, retroescavadeiras, pás carregadeiras, caçambas, etc.

A 2ª Fase compreende a limpeza fina de cavidades e bolsões preenchidos com material solto ou inconsolidado, retirada de pequenos blocos com auxílio de jatos d'água e ar, e remoção de "chocos" com o uso de alavancas, picaretas, martelos pneumáticos ou rompedores hidráulicos. Horizontes muito alterados ou fraturados, que não satisfaçam às necessidades de suporte, estanqueidade e aderência, exigidas pelas estruturas em geral, deverão ser retirados, sendo toleradas na superfície final de fundação, de cada bloco de concretagem, um máximo de até 10% da área de superfície de apoio e que não estejam nas bordas das áreas.

- Mapeamento Geológico-Geotécnico

Após a conclusão das operações de limpeza deverá ser executado o mapeamento geológico-geotécnico das superfícies de concretagem na escala 1:100, visando avaliar as condições geomecânicas das fundações para a liberação ou tratamento de fundação. Esse mapeamento será executado pela SUPERVISORA e acompanhado pela CONTRATADA. A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá exigir a execução de investigações locais, por meio de furos rotativos rasos, com a finalidade de investigar a presença e distribuição espacial de discontinuidades.

As superfícies a serem mapeadas deverão ser amarradas topograficamente com implantação de marcos de referência horizontal e vertical para orientação dos trabalhos.

Deverão constar dos mapeamentos, além da litologia e dos seus graus de alteração e fraturamento, a natureza das discontinuidades e seus preenchimentos, as espessuras, direções e mergulhos, os pontos de surgências d'água e outras feições particulares.

Os dados obtidos nestes trabalhos deverão ser consolidados em relatórios específicos contendo os desenhos do mapeamento acompanhados de documentação fotográfica.

- Tratamento Superficial das Fundações

Após os trabalhos de limpeza e mapeamento, a CONTRATADA deverá dar início aos trabalhos de tratamento superficial das fundações, propriamente ditos.

Todas as cavidades e bolsões isolados, com profundidades maiores que 20 cm, deverão ser preenchidos por meio de concreto de regularização, antes do lançamento do concreto estrutural.

No caso de surgência de água nas superfícies de concretagem, deverão ser tomadas as seguintes medidas de proteção:

- ✓ **Isolar a surgência, envolvendo-a com brita 1, dentro da qual deverá ser deixado um tubo para esgotamento contínuo da água;**
- ✓ **Envolver a brita com argamassa de areia e cimento, ou outra proteção, deixando tubos de respiro convenientemente locados em seu interior e esgotando a água pelo tubo principal;**
- ✓ **Após a concretagem das primeiras camadas, injetar os drenos da brita por intermédio do tubo de esgotamento, até que a calda de injeção saia pelos tubos de respiro.**

No caso de surgência de água com vazões apreciáveis nos taludes contra os quais se vai concretar, deverão ser colocadas meias-canas, na posição aproximadamente horizontal ou inclinada para cima, fixadas com argamassa e dirigidas para fora da área de concretagem. Após a cura da camada de concretagem, a meia-cana interligada ao sistema de drenagem da estrutura deverá ser tamponada na boca, deixando um tubo de respiro, que deve ser colocado até o fundo da mesma. Através do tampão deverá ser injetada argamassa de cimento, até que saia calda pelo respiro, quando a meia-cana será considerada obturada.

As superfícies liberadas para a concretagem deverão ser protegidas convenientemente até o recebimento do concreto, ficando livres de lama, manchas de óleo, poças d'água, etc.

7.12.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Remoção de todo o material grosseiro com equipamentos apropriados, retirada de pequenos blocos, com auxílio de jatos d'água e ar, pela remoção de "chocos" com o uso de alavancas, picaretas, martelos pneumáticos ou rompedores hidráulicos, preenchimento das cavidades e bolsões isolados com profundidades maiores que 20 cm com concreto de regularização e demais serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

Será medido, em metros quadrados, a área da fundação efetivamente tratada e será pago pelos preços unitários

- ✧ Preparo de fundação em rocha para concreto;
- ✧ Preparo e Tratamento Superficial em Rocha para Estruturas de Concreto, da Planilha de Serviços e Preços.

7.13 CONSTRUÇÃO DAS ENSECADÉIRAS

7.13.1 Generalidades

As ensecadeiras deverão ser impermeáveis, estáveis e deverão ser executadas seguindo-se a melhor técnica de construção convencionalmente empregada.

As seções transversais típicas das ensecadeiras propostas são apresentadas nos desenhos de projeto. Estas seções transversais poderão sofrer variações propostas pela EMPREITEIRA, devendo ser previamente aprovadas pela CODEVASF.

Nas áreas das fundações das ensecadeiras deverão ser removidos os materiais aluvionares permeáveis.

O controle de escavação dos materiais, a cargo da EMPREITEIRA, deverá ser feito através da execução de sondagens de simples reconhecimento e levantamentos batimétricos, e/ou inspeções subaquáticas.

No caso da verificação de ocorrência de material impróprio na fundação (eventuais porções de aluvião não removidas), a EMPREITEIRA será obrigada a executar uma escavação complementar a fim de retirar os materiais indesejáveis.

Para os trechos das ensecadeiras construídas à seco deverá se proceder a limpeza mecânica da fundação antes do lançamento e compactação dos materiais. Esta compactação poderá ser executada através do tráfego dos equipamentos de terraplenagem a fim de se evitarem camadas fofas, laminações contínuas e a formação de borrachudos ou, caso necessário, através do emprego de equipamentos específicos de compactação, a critério da CODEVASF.

O lançamento dos materiais sob lâmina d'água deverá ser executado em ponta do aterro, forçando-se o escorregamento de grandes volumes de material para dentro d'água.

Antes do lançamento do solo de vedação dentro da água, deverá ser verificada a posição da camada do material de transição.

A partir do nível d'água, os materiais deverão ser compactados.

7.13.2 Metodologia de Execução da Ensecadeira

7.13.2.1 Enrocamento Lançado

Para otimização dos custos do empreendimento, a concepção do movimento de terra foi consubstanciada na utilização dos volumes de escavações obrigatórias do Túnel Vila Matias e seu emboque, sendo o material pétreo do enrocamento lançado, oriundo das citadas escavações.

O enrocamento deverá ser constituído de blocos selecionados de rocha sã a medianamente alterada. A FISCALIZAÇÃO indicará eventuais zonas do maciço onde serão aceitos materiais de qualidade inferior à mencionada.

Como o material pétreo para execução do enrocamento deverá provir das escavações obrigatórias, a CONTRATADA, quando da elaboração do plano de fogo para os referidos trabalhos, deverá fazê-lo com ênfase na obtenção da granulometria especificada, a fim de obter as dimensões desejadas durante os trabalhos de desmonte, evitando processamentos posteriores.

A granulometria do enrocamento será constituída de pedras com tamanho máximo 0,50 m e com $D_{50} = 0,30$ m, e o restante com diâmetro variando entre 0,05 e 0,50 m, aceitando-se até 5% passando na peneira 4.8 mm.

Os enrocamentos deverão ser lançados sobre fundação sem a remoção prévia de solos moles e fofos.

O material será lançado na praça através de caminhões basculantes e em seguida espalhado e regularizado com trator de esteira provido de lâmina. Este espalhamento deverá ser realizado de maneira a empurrar os blocos maiores de rocha para junto às superfícies externas dos taludes.

O enrocamento deverá ser lançado em camadas horizontais, com espessura da ordem de 0,80 a 1,20 m, após o espalhamento. A adequabilidade dessa espessura será verificada nas pistas experimentais logo no início dos trabalhos.

Após a etapa anterior, tratores de esteira operarão, através de passagens sucessivas sobre a superfície, até que a movimentação dos blocos seja mínima. Após este estágio, atuarão os rolos vibratórios metálicos que, ao término de coberturas seguidas, darão à camada uma estabilidade denunciada, pela, quase nula, movimentação da superfície dos blocos.

A FISCALIZAÇÃO realizará um controle topográfico e visual permanente das operações de lançamento, espalhamento e compactação do enrocamento.

Sempre que ocorrerem segregações indesejáveis junto às transições deverá ser removido o material segregado, antes do lançamento e compactação das transições.

O controle das espessuras das camadas será exercido pela FISCALIZAÇÃO antes da compactação, de modo a obter os valores especificados.

7.13.2.2 Transição de Brita Lançada

Idem ao preconizado para o enrocamento, sendo concebido como fonte de material pétero para produção de brita (transição de brita lançada) as escavações em rocha do Túnel Vila Matias.

A transição deverá ser conformada por brita bem graduada ou mesmo uma “bica corrida”, com espessura mínima de 1,00 m, com diâmetro variando de 1 cm a 5 cm, lançada sobre o talude de montante.

Os materiais a serem empregados na construção das transições lançadas devem ser controlados sistematicamente, seja nos locais de escavação obrigatória e/ou nos empréstimos, seja em estoques previamente preparados, a fim de garantir que suas propriedades se enquadrem perfeitamente nas especificações, devendo ser constituídos por partículas duras e duráveis e isentas de raízes e detritos orgânicos.

Nenhum dos materiais das transições lançadas terá mais que 6% em peso de partículas passando pela peneira número 200 (0,074 mm). A CONTRATADA deverá proceder a todas as operações de beneficiamento necessárias para que o material atenda à faixa especificada.

7.13.2.3 Selo de Aterro Lançado

Os materiais de escavações obrigatórias de 1ª categoria, serão os indicados para conformação do selo sobre o talude de montante da enseadeira. Os solos utilizados deverão estar isentos de matéria orgânica e mica; as turfas, as argilas orgânicas e os solos expansivos nunca poderão ser utilizados. Todos os solos deverão apresentar boa trabalhabilidade e ser impermeáveis quando compactados. Os solos adequados incluem GW-SW, GP-SP, GM-SM, GC-SC, como descrito no Sistema Unificado de Classificação de Solos.

Os solos adequados são aqueles em que 90%, em peso, dos componentes têm diâmetros inferiores a 10cm e 35%, no máximo, passam pela peneira ASTM N° 200.

Com equipamento de retro escavação localizado no aterro de enrocamento em sua lateral, depositar no talude de montante camada do solo especificado, criando uma camada com aproximadamente 1,00 m de espessura, prosseguindo seu lançamento até alcançar a geometria estabelecida.

7.13.2.4 Demolição parcial da Ensecadeira

Concluídos os trabalhos para a execução dos quais se foi obrigado construir a ensecadeira, ter-se-á de fazer a demolição parcial desta a fim de se propiciar o suprimento hídrico à Tomada D'Água do Canal de Xingó.

O segmento a demolir localizar-se-á na parte central e mais alta da ensecadeira, isto é onde as águas são mais profundas. Nos projetos são apresentados os detalhes geométricos da parte do maciço a demolir. A cota 246,99 corresponde ao nível inferior do setor a ser removido. O coroamento da ensecadeira fica na elevação definida por 253,00.

Dada à altura do maciço a remover – 6,10 m – ter-se-á de dispor de equipamento de escavação que alcance a profundidade e distância horizontal requeridas na execução do trabalho. Há que considerar a hipótese de, à época da remoção, o nível do reservatório esteja no máximo ou próximo desta condição. Neste caso, uma máquina do tipo “drag line”, equipada de braço mecânico, não hidráulico, com sarilho, roldanas, ligadas a um cabo de aço, longo, com dispositivo na extremidade que permite a fixação de uma caçamba de arrasto, com escarificadores, ou de uma concha, munida de garras, próprias para pegar e conduzir fragmentos ou blocos de rocha aos locais desejados.

Em qualquer uma das hipóteses dos equipamentos a utilizar nas escavações, os materiais escavados seriam postos nos caminhões basculantes e estes os transportariam para os locais situados entre as extremidades da ensecadeira, estaca 0 e estaca 18+13,07, e as do segmento onde for feita a abertura da remoção. Os materiais depositados nos locais referidos seriam espalhados pelo trator com lâmina.

7.13.1 Alinhamento, Taludes e Seções

As ensecadeiras e aterros de acesso deverão ser construídos de acordo com as localizações, seções, declividades de taludes e materiais indicados nos desenhos de projeto. A CODEVASF se reserva o direito de aumentar ou diminuir as larguras e elevações das fundações, de modificar os taludes e de proceder a quaisquer revisões nas seções dos maciços que considerar necessárias para obter estruturas econômicas e seguras, dentro da concepção apresentada nos desenhos de projeto.

7.13.1.1 Medição e Pagamento

- Compreende:

Equipamentos, insumos e mão de obra e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

A execução da ensecadeira deverá ser medida em volume, com unidade em metro cúbico.

No caso do maciço principal, o volume será igual ao escavado e medido nos cortes de onde provieram os materiais empregados na construção. No transporte, será considerando o volume escavado multiplicado pelo fator de empolamento especificado no contrato.

A brita para construção da camada de transição terá o volume determinado pelas medidas da caçamba do caminhão basculante transportador e o número de viagens efetivamente realizadas no transporte.

A execução do selo argiloso será medida pelo volume determinado, por levantamento topográfico, da área da escavação obrigatória, antes e depois da escavação, usando-se o método da média das áreas das seções transversais. Para o transporte, será considerado o volume determinado conforme indicado, considerando o fator de empolamento que o contrato determinar.

O pagamento deverá ser feito, após a aceitação e a medição dos serviços, com base nos preços unitários contratuais e quantitativos efetivamente executados.

7.14 MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE DESVIO E ENSECADERAS

A EMPREITEIRA deverá fornecer todo o equipamento e pessoal necessário às operações de manutenção e reparo das obras de desvio, inclusive das ensecadeiras e todas as obras construídas pela EMPREITEIRA por sua própria conveniência.

Tais operações referem-se, embora, não estejam limitadas, à remoção e substituição dos materiais e das construções inadequadas, ao controle e correspondentes reparos de erosão tubular ("piping"), dos recalques exagerados e de lavagens e escorregamento de taludes, incluindo também os reparos das linhas e greides de todas as estruturas.

Na execução dos reparos, a EMPREITEIRA deverá adotar procedimento e práticas reconhecidas e devidamente aprovadas pela CODEVASF.

7.14.1 Critérios de Medição

Para medição e pagamento serão utilizados os serviços de terraplenagem (escavações, aterros, etc) já regulamentados anteriormente nesta especificação.

7.15 ATERRO COMPACTADO

Os materiais a serem utilizados na construção dos maciços de terra serão provenientes das escavações obrigatórias, pilhas de estoque e áreas de empréstimo, previamente aprovadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Os solos vegetais de decape das áreas de empréstimo e escavações obrigatórias deverão ser estocados em local a ser aprovado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO para utilização na recomposição das áreas afetadas pelas escavações, salvo aquelas que se situam em locais de futuros reservatórios, onde a recomposição será dispensada.

Os materiais locais, em geral, encontram-se com umidade natural abaixo da umidade ótima de compactação. O controle da umidade dos solos a serem empregados na construção

deverá ser feito sistematicamente, a critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO e sempre que houver alteração nas condições.

A escolha da metodologia de correção da umidade dos materiais será de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, podendo ser através de inundação das áreas de escavação, correção na praça de lançamento dos materiais, emprego de usinas móveis de homogeneização ou outro processo que se mostrar eficiente. A obtenção de água necessária à correção de umidade deverá ser de competência exclusiva da CONTRATADA, e poderá ser feita através de transporte de açudes, cacimbas locais ou mediante captação em cursos d'água e transporte por caminhões pipa. Previamente à utilização de qualquer fonte de água, a CONTRATADA deverá submetê-la à aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, incluindo a apresentação de ensaios que certifiquem a qualidade da água ser empregada. No caso da necessidade de emprego de água salobra, será necessária a verificação, em laboratório, da possibilidade de ocorrência de troca catiônica entre os argilo-minerais presentes no solo e na água, visto que há casos em que tal tipo de ocorrência provoca marcante modificação nas características de solos, gerando inclusive instabilidade em corpos de aterros e taludes.

- Procedimentos Executivos

Os lançamentos dos materiais deverão ser executados em camadas horizontais nas praças liberadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, após demarcação de espessuras em toda faixa lateral com cruzetas de 20 em 20 m, com dimensões máximas de aproximadamente 30 m de largura por 400 m de comprimento.

Caso sejam utilizados materiais de 2ª categoria para a execução dos aterros compactados, deverá ser feita a remoção dos blocos de rocha com diâmetro superior a 20 cm. Esta remoção pode se feita manualmente ou utilizando motoniveladoras providas de lâminas em forma de pente com distância entre os dentes de 15 cm ou 20 cm, conforme o caso.

A espessura da camada de material lançado não deverá exceder os 25 cm, sendo este espalhado e nivelado convenientemente de maneira a obter uma superfície plana e de espessura constante de material solto, a ser compactado. Estas espessuras poderão ser alteradas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO caso os resultados dos ensaios de controle indiquem gradientes de compactação entre o topo e a base da camada compactada, incompatíveis com a qualidade que o maciço deverá apresentar.

Tanto o lançamento quanto o espalhamento e a compactação deverão ser executados paralelamente ao eixo longitudinal dos aterros, mantendo durante toda a construção uma declividade transversal de aproximadamente 2% para montante do aterro para facilitar o escoamento das águas pluviais.

No início dos trabalhos deverão ser executados aterros experimentais testando os vários tipos de equipamentos compactadores que a CONTRATADA se propõe a empregar, para definir as espessuras mais apropriadas e o número de passadas dos rolos compactadores.

Uma passada será definida como uma cobertura completa, abrangendo a totalidade da superfície e com uma superposição de 30 cm entre faixas de compactação adjacentes. Os

trabalhos de compactação devem ser planejados, de maneira a permitir à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO o perfeito controle do número de passadas do rolo compactador.

Os parâmetros de compactação a serem aceitos são referidos ao ensaio com energia normal, regidos pela norma NBR-7182. A liberação da camada compactada será feita por inspeção visual, reforçada por ensaios de controle. Os aterros compactados deverão atender os seguintes requisitos:

- ✓ **Somente 2% das determinações poderão apresentar GC < 95%;**
- ✓ **Nenhum ponto de controle poderá apresentar GC < 94%;**
- ✓ **A umidade do aterro, a ser verificada em todos os pontos de controle, deverá estar situada entre hot -2% e hot +1,5%, sendo hot a umidade ótima determinada no ensaio de compactação (Proctor) com energia normal.**

A frequência para o controle estatístico da compactação deverá ser mensal. Nesse controle, o grau de compactação médio, a ser determinado, poderá variar entre 97,5% e 99,0%, e o desvio padrão em cada distribuição poderá ser tolerado até $\pm 1,5\%$. Em se constatando valores fora do especificado, medidas deverão ser tomadas visando à adequação dos métodos construtivos a fim de alcançar a desejada qualidade do aterro.

Durante a construção, em função de execução de aterros experimentais e ensaios in situ e em laboratório, a faixa de desvio de umidade poderá alterada, a critério exclusivo da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Quando os trabalhos de lançamento e compactação forem interrompidos por um intervalo de tempo considerado prolongado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, a superfície do aterro deverá ser selada convenientemente através de compactação superficial e recoberta com uma camada de proteção de 50 cm de solo solto.

Os serviços adicionais necessários devido à não observância desses cuidados pela CONTRATADA serão refeitos às suas próprias expensas.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá exigir alterações nos métodos e equipamentos de lançamento e compactação, sempre que isto traga melhorias técnicas e econômicas.

A CONTRATADA deverá tomar os cuidados necessários a fim de manter a integridade dos instrumentos de auscultação eventualmente instalados durante a construção. A compactação na região junto a um instrumento deverá ser feita por compactadores mecânicos manuais. Todo instrumento danificado deverá ser repostado a expensas da CONTRATADA.

O lançamento dos aterros deverá ser conduzido até uma distância adicional (sobre largura), estimada em 50 cm, medida na horizontal, de forma a permitir a compactação eficiente do aterro até a linha de projeto, conforme apresentada nos desenhos das seções transversais

do projeto geométrico. Atingindo-se a cota final do aterro, quando a altura for menor que 12,00 metros, ou atingindo-se o desnível entre bermas, que é de 12,00 metros, quando a altura final do aterro for superior a 12,00 metros, a sobrelargura deverá ser removida para posterior execução do enrocamento de proteção.

Em locais estreitos onde não seja possível o uso do rolo compactador, o solo será lançado em camadas com até 15 cm de espessura para compactação com equipamento de pneus e até 10 cm para compactação manual.

- Controle de Construção

O controle da execução dos aterros compactados se dará no controle visual de acompanhamento dos trabalhos de compactação do maciço, bem como pela determinação da umidade e do grau de compactação in situ do aterro, através de ensaio de compactação (Proctor) com energia normal.

As determinações de umidade necessárias serão obtidas por secagem em estufa com lâmpada de raios infravermelhos, podendo ser utilizado, alternativamente, o Método Hilf-Proctor com cinco determinações. A liberação da camada compactada será feita mediante o ensaio Hilf e no controle estatístico da compactação devem constar os resultados em relação ao Proctor, calculados a posterior com base nas determinações das umidades em estufa.

Para aterros compactados em que são observados volumes substanciais de material de 2ª categoria, os pesos específicos secos do aterro poderão ser determinados através do método da membrana plástica, e os ensaios de compactação (Proctor) normal, poderão ser realizados com cilindros de grandes dimensões.

A frequência dos ensaios de controle será de um ensaio para cada 1.000 m³ de aterro compactado, ou no mínimo de um ensaio por camada. Entretanto, durante a execução dos trabalhos a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá alterar essa frequência, exigindo o número de ensaios que julgar necessário para o perfeito controle e liberação de cada camada.

Serão abertos poços de inspeção no maciço para análise visual e tátil de suas paredes, com frequência de 1 poço a cada 20.000 m³ de aterro compactado ou, sempre que houver necessidade, para extração de amostras indeformadas, e verificações de juntas de construção, pistas e superfícies expostas por longos períodos às intempéries.

Os valores especificados de grau de compactação e de umidade deverão ser observados ao longo de toda a espessura da camada.

Sistematicamente e para fins de verificação, a cada 10 determinações convencionais deverão ser feitas 2 determinações num ponto, correspondentes à base e ao topo da camada. A diferença no grau de compactação entre base e topo não deverá ultrapassar a ordem de 2%.

A princípio, a cada 5 determinações convencionais, deverá ser feita 1 determinação do grau de compactação da camada imediatamente inferior àquela está sendo liberada. Os valores observados nessa camada inferior deverão respeitar os limites especificados de grau de compactação (GC) e desvio de umidade (%h). Caso isto não ocorra, deverão ser removidas as duas camadas. A critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, tal frequência poderá ser alterada durante o transcorrer dos trabalhos.

Camadas de solo compactado que não apresentarem umidade e/ou grau de compactação aceitáveis deverão ser removidas, ter sua umidade corrigida, homogeneizadas e recompactadas. Se a recompactação não conduzir o material às faixas especificadas, a camada deverá ser substituída, a expensas da CONTRATADA.

A CONTRATADA será responsável pela integridade e estabilidade de todos os aterros por ela executados, devendo, às suas expensas, reconstruir todas as seções que venham a ser danificadas devido à negligência ou inobservância do projeto e especificações técnicas.

A critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderão ser extraídos do aterro compactado blocos indeformados para realização de ensaios de caracterização, determinação da umidade e peso específico naturais, e ensaios especiais laboratoriais. Ao lado do local de extração dos blocos devem ser determinados o grau de compactação e o desvio de umidade com a metodologia do controle de campo.

Deverá ser realizado o controle da espessura final da camada após compactação. Para tanto, deverão ser deixadas marcas ou efetuar o controle através de topografia.

7.15.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Serviços de lançamento, espalhamento, compactação com correção de umidade, remoção de raízes e pedregulhos, drenagem da área, esgotamento de qualquer natureza e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e Pagamento:

Será feita a medição mensal em metro cúbico do volume de aterro efetivamente compactado. Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelos preços unitários:

- ✧ Reaterro e compactação;
- ✧ Aterro Compactado – 1ª categoria;
- ✧ Aterro Compactado com solo cimento (3%);

- ✧ Aterro Compactado – 2ª categoria, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais.

7.16 ENROCAMENTO COMPACTADO

Os enrocamentos empregados na construção das obras serão oriundos, em geral, das escavações obrigatórias, podendo eventualmente ser complementadas por material obtido em pedreiras. As escavações obrigatórias nas rochas conglomeráticas também fornecerão enrocamento ainda que seja necessário efetuar a segregação do material para separação dos finos.

Como a maioria do material pétreo para execução dos vários tipos de enrocamento deverá provir das escavações obrigatórias, a CONTRATADA, quando da elaboração do plano de fogo para os referidos trabalhos, deverá fazê-lo tendo em mente a granulometria especificada, a fim de obter as dimensões desejadas durante os trabalhos de desmonte, evitando processamentos posteriores.

Os materiais deverão obedecer às faixas granulométricas estabelecidas nos desenhos de PROJETO EXECUTIVO, ou serem adequadas aos valores limites das espessuras de materiais lançados e compactados, conforme orientação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

- Diretrizes e Normas para Execução de Enrocamento Compactado

Os enrocamentos deverão ser lançados sobre fundação adequada efetuando a remoção prévia de solos compressíveis, com baixa capacidade de suporte, colapsíveis, orgânicos, escavando-se um mínimo de 0,50 m.

O material será lançado na praça através de caminhões basculantes e em seguida será espalhado e regularizado com trator de esteira provido de lâmina. Este espalhamento deverá ser realizado de maneira a empurrar os blocos maiores de rocha para junto às superfícies externas dos taludes.

O material empregado na execução dos enrocamentos compactados deverá ser previamente molhado a uma razão de 200 l/m³ de enrocamento lançado, ou conforme orientação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Esta molhagem poderá ser feita ainda nos basculantes, pouco antes da descarga na praça de compactação. É importante que todo o material seja completamente molhado, não sendo necessário, para tanto, o emprego de monitores dotados de bomba. A aplicação de água será feita de modo que nas atividades de basculamento, espalhamento e compactação do material, este continue molhado.

A compactação será executada por rolos lisos vibratórios apropriados, ou seja, com peso estático de 10 t. O número de passadas será estabelecido no início dos trabalhos de modo a obter o peso específico seco não inferior a 2 tf/m³.

Periodicamente serão executados ensaios para verificação do peso específico seco obtido, cujos resultados orientarão eventuais modificações no processo executivo.

- Controle de Execução de Enrocamento Compactado

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO realizará um controle topográfico e visual permanente das operações de lançamento, espalhamento e compactação do enrocamento.

A definição da espessura das camadas, bem, como o controle de compactação, será de responsabilidade da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, a partir dos resultados obtidos de ensaios de determinação de peso específico seco. Serão executados ensaios de controle do peso específico seco numa frequência mínima de 1 ensaio para cada 5.000 m³ de material lançado. No decorrer dos trabalhos, a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá a seu critério, diminuir a frequência destes ensaios.

As densidades naturais serão determinadas pelo método do plástico e as cavas a serem abertas pela CONTRATADA, deverão ter diâmetro da ordem de 2 m e profundidade correspondente à altura da camada.

Os procedimentos executivos deverão ser revistos, sempre que, por meio dos resultados dos ensaios de controle, os pesos específicos obtidos não atendam ao valor especificado.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá exigir a abertura periódica de trincheiras de inspeção a fim de verificar a homogeneidade dos maciços de enrocamento compactado.

7.16.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Obtenção e beneficiamento dos materiais necessários, transporte até 1,00 km, regularização prévia dos taludes a serem protegidos, remoção de materiais para bota-fora, lançamento, espalhamento, drenagem da área, esgotamento de qualquer natureza e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal em metro cúbico do volume de enrocamento efetivamente lançado nas obras. Os serviços, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pelos preços unitários:

- ✧ Enrocamento compactado;
- ✧ Enrocamento segregado;
- ✧ Enrocamento de proteção

- ✧ Enrocamento de proteção (RIP-RAP), da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais.

7.17 REBAIXAMENTO DE LENÇOL D'ÁGUA

Competirá à Empreiteira, se for o caso, a realização de trabalhos de rebaixamento do lençol d'água que possa ocorrer durante a realização dos serviços e obras contratados.

Caso o projeto não seja fornecido pela CODEVASF, caberá à Empreiteira sua confecção, devendo ser submetido à aprovação da Fiscalização.

Convém esclarecer que a aceitação do projeto por parte da CODEVASF não exime a Empreiteira de qualquer responsabilidade.

A instalação será dotada de todos os elementos necessários ao seu perfeito funcionamento, tais como: drenos, filtros, coletores, mangotes, conexões, válvulas, registros, bombas centrífugas e de vácuo, câmaras de vácuo, dispositivos de condução de água (do tubo de descarga das bombas ao ponto de lançamento) etc.

A instalação possuirá, necessariamente, uma unidade sobressalente, para entrada imediata em serviço, em casos de paralisação ou redução da capacidade do equipamento efetivo.

Haverá, no canteiro de obra, pessoal suficiente e capaz para operar e conservar em permanente funcionamento o sistema de rebaixamento dia e noite.

Os serviços de rebaixamento serão permanentemente mantidos, quando impostos pelas necessidades da obra, de forma a evitar que ocorram prejuízos e danos aos trabalhos em execução.

A paralisação dos serviços ficará sujeita à previa autorização da CODEVASF.

Os danos causados as estruturas existentes, quer sejam de propriedade da CODEVASF, quer sejam de terceiros, serão de responsabilidade da Empreiteira, cabendo a esta a obrigação de reparar os referidos danos, sem ônus adicionais para CODEVASF.

7.17.1 Critérios de Medição

Os serviços de rebaixamento de lençol freático, quando necessários para a execução das obras, não serão medidos nem remunerados em qualquer hipótese, ficando sob a responsabilidade da CONTRATADA as despesas decorrentes.

7.18 TRANSIÇÃO GROSSA COMPACTADA

Os materiais a serem utilizados na construção de transições serão provenientes de britagem do material pétreo escavado e/ou de jazidas previamente liberadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Todo material a ser empregado deverá estar contido na respectiva faixa granulométrica indicada nos desenhos de projeto e ter propriedades geotécnicas adequadas para utilização nas obras. A CONTRATADA deverá proceder a todas as operações de beneficiamento necessárias para que o material atenda à faixa especificada.

Os materiais a serem empregados na construção das obras devem ser controlados sistematicamente, seja nos locais de escavação obrigatória e/ou nos empréstimos, seja em estoques previamente preparados, a fim de garantir que suas propriedades se enquadrem perfeitamente nas especificações.

Os materiais granulares tanto provenientes de jazidas naturais quanto de britagem da rocha deverão ser constituídos por partículas duras e duráveis, não sujeitas à desagregação por ciclos de molhagem-secagem e isentas de raízes e detritos orgânicos.

Os materiais granulares provenientes de britagem (pedrisco, brita, etc.) serão controlados através de amostra coletadas nos estoques a cada 2.500 m³ aproximadamente, sendo submetidos a ensaios de granulometria. Este critério também será válido para materiais naturais de transição do tipo cascalho arenoso.

A espessura das camadas de transição grossa deverá atender as dimensões indicadas nos desenhos de projeto. O controle de compactação será de responsabilidade da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, a partir dos resultados obtidos de ensaios de determinação de peso específico seco.

Deverão ser tomados os cuidados para restringir a ocorrência de segregações indesejáveis. Caso seja verificada a segregação de material para o interior da camada de enrocamento compactado, deverão ser realizados tratamentos específicos, conforme orientação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

7.18.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Obtenção e beneficiamento dos materiais necessários, transporte até 1,00 km, lançamento, espalhamento para molhagem quando necessário, drenagem da área, esgotamento de qualquer natureza e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e Pagamento:

Será feita a medição mensal em metro cúbico do volume de transições efetivamente compactadas nas obras. Os serviços, tal como indicado nas Especificações Técnicas serão remunerados pelo preço unitário Transição Compactada e Transição fina compactada, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais.

7.19 REGULARIZAÇÃO DOS TALUDES DO CANAL COM CONCRETO POROSO

O concreto poroso deverá apresentar as características indicadas em projeto ou conforme determinações da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, que fornecerá as dosagens a serem utilizadas.

O adensamento do concreto poroso lançado no local deverá ser realizado por meio de sopo mecânico ou similar, não sendo permitido o uso de vibradores de imersão.

A cura do concreto poroso será realizada pela cobertura com sacos de aniagem, que deverão ser mantidos permanentemente úmidos, durante o tempo mínimo decorrido de 7 dias a contar do início do lançamento no campo.

Não serão medidos volumes localizados além dos limites definidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Os volumes removidos em excesso das praças de lançamento e aqueles que não atenderem os requisitos previstos nas especificações técnicas, deverão ser lançados em locais pré-definidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, e não serão objeto de medição.

7.19.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento de cimento, equipamentos e mão de obra necessários, transporte dos materiais até o local da aplicação e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

O pagamento da regularização de taludes do canal com concreto poroso será medido em volume efetivamente aplicado, em metros cúbicos, e pago pelo preço unitário Regularização de taludes do canal com concreto poroso, da Planilha de Serviços e Preços.

7.20 CONCRETO PROJETADO

O concreto projetado deverá ser empregado no tratamento eventual de superfícies expostas de rochas, em reparos de concretos executados ou onde determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, poderá utilizar o processo de via seca ou via úmida, devendo atender às exigências aqui especificadas.

A CONTRATADA poderá submeter à aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO um método alternativo para aplicação do concreto projetado, desde que permita a obtenção de um material de qualidade similar ao obtido de acordo com estas Especificações, à critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

As disposições contidas neste item são válidas tanto para o concreto projetado quanto para a argamassa projetada.

7.20.1.1 *Materiais*

Os materiais constituintes do concreto projetado deverão estar em conformidade com estas Especificações, a menos que seja de outra forma decidida pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

A dimensão máxima característica do agregado a ser empregado no concreto projetado, não será superior a 9,5 mm e o seu teor de umidade, no instante da mistura do concreto, deverá se situar entre 3% e 6%, de modo a permitir controlar a tendência da mistura a apresentar entupimentos.

Os aditivos aceleradores de pega não deverão conter materiais que possam causar a corrosão de armaduras.

7.20.1.2 *Equipamentos*

Os equipamentos a serem empregados na aplicação do concreto projetado deverão ser previamente aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá dispor de meios e equipamentos necessários ao controle cuidadoso das quantidades de cada um dos materiais a serem utilizados na mistura de concreto projetado.

O equipamento de mistura deverá ter capacidade de suprir a espingarda de aplicação, de modo contínuo e uniforme, de material homogeneamente misturado.

A mangueira deverá apresentar resistência e diâmetro compatíveis, respectivamente, com as pressões de trabalho e com as vazões exigidas de material.

Os bicos serão do tipo de pré-mistura, com um anel perfurado de alimentação da água em seu interior, de modo a possibilitar a sua distribuição uniforme ao material da mistura do projetado, no próprio local de aplicação.

O compressor deverá ter capacidade para fornecer ar, continuamente, de acordo com as pressões e os volumes exigidos, para os comprimentos de mangueira previstos.

O compressor fornecerá também o ar necessário à remoção de respingos ou de material refletido, à limpeza de modo geral e a outros usos secundários.

Não será permitido o emprego de compressor que forneça ar contaminado por óleo.

A bomba de água deverá ter capacidade para fornecer água de modo contínuo e uniforme, nas pressões e nos volumes exigidos, para os comprimentos de mangueira previstos.

A pressão da água deverá ser sempre mantida em cerca de 0,1 MPa acima da pressão de ar utilizada.

As pressões do ar e da água serão controladas pela CONTRATADA, através de manômetros de precisão adequada.

7.20.1.3 Testes Preliminares

Previamente ao início dos trabalhos com o concreto projetado, deverão ser realizados, pela CONTRATADA, testes preliminares para definição da proporção entre os constituintes da mistura, de acordo com procedimentos a serem fornecidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais, equipamentos e operadores a serem mobilizados na ocasião destes testes, deverão ser os mesmos previstos para a execução dos serviços, simulando-se ao máximo as condições de serviços da obra.

Serão testadas misturas de relação cimento: agregado variável de 1:3 a 1:5, em peso.

A quantidade de água a ser utilizada será ajustada no bico para o caso da via seca e na central dosadora, no caso de ser adotado o processo de via úmida.

A quantidade de água a ser adicionada será a mínima possível de modo que o material aplicado se apresente adequadamente compactado, sem reflexão excessiva ou qualquer deslocamento ou deslocamento do material no estado fresco.

A proporcionalidade entre os materiais utilizados nas misturas a serem empregadas na obra será determinada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO a partir dos testes realizados, com base no desempenho de cada mistura durante os testes e nos resultados de ensaios de resistência à compressão das misturas testadas, realizados em corpos-de-prova cilíndricos extraídos de painéis para teste.

No caso de aplicação de concreto projetado no reparo de estruturas de concreto, a sua resistência deverá ser compatível com o valor característico de projeto das mesmas.

No caso do emprego de concreto projetado para o revestimento de taludes em rocha, a sua resistência característica (fck) deverá atingir os seguintes valores:

- ✓ **5 MPa na idade de 12 horas;**
- ✓ **12 MPa na idade de 36 horas;**
- ✓ **18 MPa na idade de 7 dias.**

7.20.1.4 Preparação das Superfícies

As superfícies contra as quais o concreto será projetado deverão ser previamente preparadas, conforme estabelecido nestas Especificações.

Antes da aplicação do concreto projetado, a CONTRATADA deverá instalar pinos de referência nas superfícies a serem tratadas, para indicação e controle das espessuras de revestimento.

No instante da aplicação do concreto, as superfícies a serem tratadas deverão se apresentar na condição de úmidas, superficialmente secas.

7.20.1.5 Dosagem e Mistura

Todos os materiais serão dosados em peso.

A mistura do cimento com os agregados será realizada a seco, para o caso da via seca, por um período mínimo de um minuto e meio.

No caso do processo da via úmida, a mistura dos constituintes do traço deverá obedecer a uma ordem de entrada na betoneira, para uma maior eficiência de mistura, a ser determinada e indicada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Neste caso, a mistura no estado fresco deverá apresentar trabalhabilidade em termos de slump, no intervalo de 100 (20 mm).

O material misturado e não utilizado no intervalo de 60 minutos após a mistura ou que tenha iniciado a pega, será rejeitado, não sendo permitido o seu reaproveitamento.

Os aditivos aceleradores de pega deverão ser adicionados imediatamente antes da colocação dos outros materiais nos equipamentos, no caso de se apresentarem na forma de pó.

No caso de aditivos na forma líquida, os mesmos serão adicionados no bico de projeção, por meio de dispositivo controlador da vazão.

7.20.1.6 Aplicação

Os trabalhos em concreto projetado deverão ser realizados apenas por operadores habilitados, autorizados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

O jato de concreto deverá sair tão perpendicular quanto possível à superfície de tratamento, exceto quando deva ser direcionado com certa inclinação para preenchimento completo em regiões situadas atrás de armaduras.

O concreto que apresentar sinais de umedecimento excessivo, de escorregamento ou de deslocamento, será removido e substituído.

A CONTRATADA deverá tomar todas as providências para que não ocorram danos às superfícies de concreto projetado já aplicado ou a deposição de material refletido sobre as mesmas.

Todo o material refletido e qualquer concreto refogado deverão ser removidos imediatamente para regiões de bota-foras indicados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Não será dado nenhum acabamento às superfícies de concreto projetado, a menos que seja determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Tão logo o concreto projetado tenha endurecido suficientemente, deverá ser curado, de modo contínuo, por sete dias, de acordo com os procedimentos estabelecidos nestas Especificações.

Qualquer concreto projetado defeituoso deverá ser reparado ou substituído por outro de qualidade aceitável.

7.20.1.7 Medidas de Segurança

Certos constituintes químicos utilizados na formulação dos aditivos empregados em concreto projetado são moderadamente tóxicos e podem causar irritações na pele e/ou distúrbios respiratórios.

Portanto, caso sejam empregados aditivos que contenham tais elementos, o operador e seus ajudantes deverão usar capacetes apropriados, providos de máscaras de filtro de ar, além de luvas e roupas adequadas para a proteção da pele.

7.20.1.8 Controle

Será de responsabilidade da CONTRATADA a fabricação e a concretagem de painéis de madeira, nas dimensões e formato aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, destinados ao controle da resistência do concreto projetado na obra, bem como para a extração de corpos-de-prova destes painéis para a realização de ensaios.

7.20.1.9 Normas Aplicáveis

O Concreto Projetado possui diretriz técnica através da normativa NBR 14026/97 – Concreto Projetado – Especificação.

Na referida norma, é destacado os cuidados que se deve ter quanto a composição dos agregados utilizados na fabricação do concreto.

Na referida norma, destaca-se no item 5.1.2 – Agregados da norma, destaca-se:

“Os agregados não devem conter minerais que conduzam
a reações expansivas com os álcalis do cimento, a não
ser que os estudos preliminares comprovem a neutralização
destas reações na mistura agregado/cimento,

eventualmente com adições.”

Dessa forma, independente da escolha do agregado a ser utilizado (natural ou artificial), deve-se ter o critério principal da não reatividade dos elementos que compõem o agregado.

Destaca ainda, que a execução dos ensaios dos agregados deve seguir o que preconiza a NBR 7211/83. A referida norma aponta no item 3.1 – Agregado miúdo, a possibilidade de utilização de areia britada providas de rochas estáveis:

“Areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm.”

Neste aspecto, é imprescindível que todos os materiais pétreos providos das escavações obrigatórias sejam selecionados e avaliados qualitativamente através dos ensaios específicos de caracterização.

Além das diretrizes e normativas contidas na NBR 7211/83, é interessante seguir o que consta na NBR 7389/92 - Apreciação petrográfica de materiais naturais, para utilização como agregado em concreto. Esta norma, possui as especificações para a confecção de lâmina petrográfica, no intuito de avaliar os minerais potencialmente reativos, no material pétreo.

7.20.2 Critérios de Medição

- Compreende:

Mobilização e desmobilização dos equipamentos, preparo e limpeza de superfície, instalação e retirada de andaimes, fornecimento, aplicação, cura e controle tecnológico do concreto incluindo aditivos e reparos e correções de defeitos, limpeza final da área de trabalho, todos os itens necessários a atender as especificações técnicas e desenhos de projeto. As quantidades de fibras metálicas e/ou sintéticas misturadas no concreto serão medidas a parte.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal do volume total de concreto projetado efetivamente aplicado e aceito pela FISCALIZAÇÃO. Os volumes referidos neste item serão medidos em volume, metros cúbicos, concreto projetado lançado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão, conforme desenhos e especificações do projeto. Serão remunerados pelos preços unitários Concreto projetado, da planilha de serviços e preços.

7.21 FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FIBRAS METÁLICAS PARA CONCRETO PROJETADO

Um aspecto importante que deve ser considerado quando da utilização de fibras metálicas é a tendência a formar feixes e interfechamento produzindo bolsas. Isto pode ocorrer durante a introdução das fibras na betoneira ou durante a mistura.

O primeiro aspecto pode ser controlado manualmente ou mecanicamente pelo uso de dispersores, tela vibratória, etc.

O segundo aspecto é influenciado pela geometria e volume relativo das fibras e pelo agregado. Quanto maior o tamanho do agregado, maiores os problemas de interferência agregado - fibra.

O concreto misturado com fibras metálicas poderá ser projetado por via seca ou via úmida. A dosagem inicial estimada será de 35 kg para cada metro cúbico de concreto. Observa-se que a experiência nacional e internacional tem encontrado maiores vantagens quando se combina o uso de fibras metálicas com o processo de projeção por via úmida.

7.21.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento, armazenamento, mistura, aplicação e tudo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as especificações técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal dos pesos total de fibras metálicas misturadas no concreto, efetivamente aplicado e aceito pela FISCALIZAÇÃO. Os pesos referidos neste item serão medidos em quilograma de fibras empregadas, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. O pagamento será efetuado pelo preço Fornecimento e aplicação de fibra metálica, da planilha de serviços e preços.

7.22 FORNECIMENTO DE FIBRAS SINTÉTICAS

As fibras são fornecidas em embalagens de papel solúvel, e deverão ser armazenadas em local seco e ventilado, conforme especificações do FORNECEDOR.

A dosagem será de 0,40 kg/m³, ou seja, um pacote para cada metro cúbico de concreto. O pacote deverá ser lançado diretamente na correia transportadora de agregados da central dosadora ou no caminhão betoneira.

Em outra forma de mistura, as fibras deverão preferencialmente ser adicionadas juntamente com a água no início do amassamento, porém poderão ser adicionadas a qualquer momento da mistura, inclusive no final, caso em que será necessário um tempo adicional de 5 minutos de mistura.

Quando a mistura for úmida, a consistência da matriz não deverá ser muito rígida nem muito fluida de modo a garantir a imediata dispersão e mistura das fibras.

Quando as fibras forem adicionadas no caminhão betoneira, cada saco deverá ser adicionado via tremonha e a mistura deverá ocorrer por no mínimo 5 minutos.

O ensaio de abatimento do tronco de cone pode indicar redução da medida do abatimento do concreto, mas a trabalhabilidade, representada pela facilidade de lançamento, adensamento e acabamento da mistura de concreto, não é afetada. Portanto, não se deve adicionar água extra ao concreto.

7.22.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento, armazenamento, mistura, aplicação e tudo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as especificações técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal dos pesos total de fibras sintéticas misturadas no concreto, efetivamente aplicado e aceito pela FISCALIZAÇÃO. Os pesos referidos neste item serão medidos em quilograma de fibras empregadas, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. O pagamento será efetuado pelo preço Fornecimento e aplicação de fibras de polipropileno, da planilha de serviços e preços.

7.23 FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE GEOGRELHAS NA PROTEÇÃO DE TALUDES

As geogrelhas são empregadas, em geral, nas superfícies escavadas a céu aberto de material de 2ª categoria, como elemento de reforço e contenção de pequenos blocos ou porções que podem apresentar-se instáveis.

As geogrelhas deverão suportar o transporte e o manuseio normais e deverão ser estocadas afastadas do solo, em grupos separados para permitir e facilitar a inspeção quando necessário, conforme especificações do FORNECEDOR.

Estes elementos deverão ser instalados nos locais indicados nos desenhos de projeto ou determinados em campo pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. As geogrelhas deverão ser instaladas conforme orientação de projeto, sendo mantidas na posição por suportes, espaçadores de concreto, chumbadores ou grampos metálicos aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

As sobreposições das geogrelhas deverão atender ao indicado nos desenhos de projeto, não devendo ser inferiores a 30 cm de lado. Se necessário, a fim de assegurar as sobreposições ou evitar abatimentos, deverão ser colocados pinos adicionais de fixação.

As dimensões (largura e comprimento) e malhas das geogrelhas, em rolos ou painéis, serão aquelas indicadas nos desenhos de projeto. Será utilizada, de preferência, a largura normal de fabricação e comprimento usuais para painéis ou rolos.

Caso não esteja previsto nenhum tipo de ancoragem para o tratamento do talude, que possa servir para a fixação da geogrelhas, a mesma deverá ser fixada através de chumbadores com diâmetro de 16 mm e comprimento mínimo de 1,0 m, aço tipo CA-50A ou equivalente, distanciados no máximo de 2,0 m na horizontal e de 4,0 m na vertical, ou conforme recomendação da equipe de ATO.

7.23.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento das geogrelhas necessárias, mão de obra para aplicação e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as especificações técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal da área total efetivamente protegida com geogrelhas e aceita pela FISCALIZAÇÃO. As quantidades referidas neste item serão medidas em metro quadrado de material aplicado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. Para tanto a FISCALIZAÇÃO realizará levantamentos topográficos das áreas onde for aplicada a geogrelhas. O pagamento será efetuado pelo preço Fornecimento e aplicação de geogrelhas para proteção de taludes, da planilha de serviços e preços.

7.24 CHUMBADORES

Os chumbadores deverão ser constituídos de barras de aço CA-50A de diferentes diâmetros e características, com ou sem dispositivos de fixação especial, que serão instalados nos furos por meio de cunha, argamassa ou calda de cimento, prevendo a aplicação de um torque mínimo na porca de fixação para encosto da placa de reação.

Os tipos adequados de chumbadores, para uso na obra, deverão ter aprovação vinculada ao teste de qualificação feito no início dos serviços.

De acordo com sua finalidade, os chumbadores poderão ser eventuais ou sistemáticos.

Os chumbadores eventuais serão destinados à proteção localizada e seu local de instalação será definido pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, com a finalidade de evitar a queda de blocos soltos ou materiais sem coesão, resultantes de detonação ou de interseção de fraturas da rocha. Antes da instalação, deverão ser aprovados os certificados de ensaios de qualidade e especificações técnicas dos mesmos, complementados com desenhos, quando necessário.

Os chumbadores sistemáticos serão aqueles com finalidades estruturais de sustentação ou enrijecimento, devendo ser instalados de acordo com esta especificação e segundo as indicações dos desenhos de projeto.

Qualquer alteração de projeto somente será permitida após a aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

- Características dos Chumbadores

Os chumbadores deverão ser fabricados com aço de construção com mossas ou saliências, e ter resistência à tração mínima de 500 MPa.

Estes chumbadores serão fabricados no local da obra, nos comprimentos compatíveis com os detalhes dos desenhos de projeto e fixados por meio de argamassa ou calda de cimento. Os chumbadores deverão ser dotados de centralizadores e placas de apoio.

- Instalação, Protensão e Fixação

Os furos para a instalação de chumbadores deverão ser executados com equipamento de roto-percussão, sendo seu diâmetro determinado em função do tipo do chumbador a ser utilizado, conforme as recomendações do FORNECEDOR e em acordo com a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Antes da instalação, os furos deverão ser limpos com jato de ar e ter a profundidade do furo medida, para verificar se o furo não se apresenta obstruído e garantir a perfeita aderência do ligante à superfície do furo.

As superfícies dos chumbadores, no momento da instalação, deverão estar limpas e isentas de substâncias que reduzam a aderência com a argamassa, podendo ser exigido seu jateamento com areia, se assim for necessário.

Os chumbadores serão fixados com calda de cimento ou argamassa de cimento e areia, sendo os furos injetados por meio de mangueira do fundo para a boca, após a colocação dos chumbadores.

As caldas de cimento deverão ser preparadas em misturador de alta rotação e alta turbulência, devendo os demais equipamentos atender aos serviços de injeção, conforme descrito nestas especificações.

7.24.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Execução de furos, fornecimento dos chumbadores, argamassas e demais materiais necessários, equipamentos e mão de obra e tudo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as especificações técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Serão medidos pelo comprimento, em metros, de chumbador instalado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. Serão remunerados pelo preço unitário Fornecimento e instalação de chumbadores (\varnothing de 25 mm) da planilha de serviços e preços.

7.25 TIRANTES DE BARRA, FIOS E CORDOALHAS

Para os tirantes de barra, a cabeça de ancoragem é composta basicamente por placas de apoio, cunha de grau e porcas, confeccionadas em aço forjado de alta resistência, com as dimensões indicadas nos desenhos de projeto. As placas de apoio, cunha de grau e porcas deverão resistir a esforços de, pelo menos, 1,5 vez o limite de resistência à tração das barras.

Nos tirantes de fios ou cordoalhas, o conjunto definido como cabeça de ancoragem inclui as placas de apoio, cunha de grau, a cabeça móvel que permite a pretensão do fio ou cordoalha, o sistema de ancoragem do tirante protendido, respiros e purgadores de injeção do trecho livre e o cone de proteção da cabeça de ancoragem.

A proteção de concreto contendo a cabeça do tirante deverá permitir que o conjunto, após pretensão total dos tirantes, seja perfeitamente vedado e ofereça proteção total aos cones de ancoragem e à extremidade do elemento tensor.

Cada tirante será constituído por elementos de aço, com diâmetro, limites de escoamento e tensão mínima de ruptura à tração definidos, de modo a atingir as cargas indicadas nos desenhos de projeto.

Os aços não deverão ser tratados com óleo solúvel ou qualquer outro produto antioxidante quando no estoque. Sua preservação deverá ser obtida por condições corretas de estocagem. O recebimento e aceitação dos aços pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO obedecerão ao disposto na NBR-7482-2020 - "Fios de Aço para Concreto Protendido", da ABNT.

Os tubos de injeção poderão ser de plástico (polietileno, poliestireno, etc.) ou em aço, com espessura de parede suficiente para suportar as pressões de injeção e as pressões laterais que possam ocorrer, cabendo à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO exigir da CONTRATADA os certificados emitidos por laboratórios idôneos que comprovem as qualidades dos tubos quanto às cargas às quais estarão submetidos.

Os espaçadores ou centralizadores serão constituídos por dispositivos metálicos ou plásticos com ranhuras ou aletas que permitam a livre passagem da calda de injeção e garantam o cobrimento mínimo da barra, fios ou cordoalhas prescritas na NBR-5629-2018 - "Tirantes Ancoradas no Terreno", da ABNT.

Todos estes elementos terão bordas arredondadas, para não danificarem os tubos de injeção e bainhas de proteção. Os elementos de aço não deverão conter liga ou qualquer revestimento de proteção que coloque em contato materiais diferentes.

No trecho de transição entre a zona livre e ancorada, deverá ser instalado um elemento que, além da função de espaçador, também funcione como um elemento de vedação.

Desta forma, procura-se garantir que a injeção do bulbo de ancoragem não interfira com a injeção do trecho livre. Este elemento, portanto, deverá permitir somente a passagem para o trecho ancorado, do tirante e do tubo de injeção principal. Os espaçadores deverão ser colocados em toda a extensão do tirante, com espaçamento máximo de 1 m.

Nos tirantes de barra, a bainha individual do tirante a ser colocada no trecho livre deverá ser de polietileno ou de poliestireno (plástico extrudado), com características mecânicas satisfatórias e estabilidade face aos agentes agressivos, não apresentando em sua composição nenhum elemento agressivo ao aço. Seu diâmetro deverá ser ligeiramente superior ao da barra, para permitir no trecho livre sua movimentação sem atrito exagerado durante a operação de protensão. Uma bainha metálica deverá ser instalada ao longo de todo o tirante, propiciando assim, uma proteção adicional. A zona de transição entre o trecho livre e de ancoragem deverá ser cuidadosamente vedada, com massa de "durepóxi" ou similar, para evitar contaminação com calda ou outro material estranho proveniente da zona ancorada para o interior da bainha.

Os fios ou cordoalhas no trecho livre deverão ter bainhas individuais ("espaguete") fabricadas em polietileno, poliestireno, etc., e com diâmetro ligeiramente superior ao do fio ou cordoalha, para permitir a livre movimentação do fio ou cordoalha por ocasião da protensão. Esta bainha deverá apresentar características mecânicas satisfatórias, estabilidade face a agentes agressivos e não apresentar em sua composição nenhum elemento agressivo ao aço.

Além do anteriormente citado, e dependendo da agressividade dos terrenos e águas freáticas, devem-se adotar os sistemas de proteção indicados na NBR-5629 - "Tirantes ancorados no terreno", utilizando-se o sistema de proteção mais adequado para cada caso.

Todas as vedações serão obtidas com o emprego de massas epóxicas ou equivalentes que deverão apresentar resistência suficiente para suportar as operações de manuseio e de colocação do tirante na perfuração, além de impedir qualquer penetração de calda de cimento da injeção de primeira fase na região do trecho livre do tirante. Esses materiais não poderão conter nenhum componente nocivo ao aço de protensão e seu pH não poderá ser ácido ($\text{pH} < 7$).

O trecho ancorado deverá conter as válvulas "manchete", que permitirão o controle da pressão de injeção através do tubo de injeção.

As válvulas "manchete" deverão estar espaçadas de 0,5 m e permitir pressões de abertura de até 6 MPa (60 kgf/cm²), de modo a garantir o adequado funcionamento do bulbo de ancoragem.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO deverá exigir da CONTRATADA certificado emitido por laboratório idôneo que comprove a eficiência das válvulas "manchete" em operação nas faixas especificadas pelos desenhos de projeto.

Após o trecho de transição, já no trecho livre, deverá ser posicionada uma válvula "manchete", para permitir a injeção de calda de cimento entre os fios protegidos pelas bainhas individuais e o tubo externo de PVC.

A calda de injeção deverá ser de cimento e obedecer às condições prescritas na norma NBR-7681-2013 - "Calda de Cimento para Injeção".

O fator água-cimento da calda não deverá ser superior a 0,5, respeitando-se ainda o especificado nos desenhos de projeto.

O índice de fluidez da calda de injeção, imediatamente antes de ser injetada, não deve exceder 18 segundos, determinados conforme a NBR-7681-2-2013 da ABNT ("Calda de cimento para injeção – Parte 2: Determinação do índice de fluidez e da vida útil — Método de ensaio").

Não será admitida a utilização de calda, cujo índice de fluidez ultrapasse o valor de 18 segundos, durante o período de 30 minutos após a conclusão da mistura, determinado conforme a NBR-7681-2013 – "Calda de cimento para injeção".

A resistência mínima à compressão da calda de cimento deverá ser de 25 MPa (250 kgf/cm²) aos 28 dias. Essa resistência deverá ser atendida por ocasião dos ensaios de recebimento.

7.25.1 Perfuração

A perfuração deverá ser executada por equipamento de rotopercussão ou rotativo.

Durante a perfuração deverá ser executada a amostragem do material, a fim de caracterizar perfeitamente o terreno que propicia a ancoragem dos tirantes.

A situação do terreno na região de instalação dos equipamentos de perfuração deverá ser estável (taludes com inclinações adequadas ou escavações em nichos), a critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Deverão ser executados ensaios de estanqueidade e de não intercomunicação das perfurações, devendo estes serem estabelecidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, em função dos resultados obtidos em furos de ensaios previstos ou nos primeiros furos das séries executadas.

7.25.2 Revestimento do Furo

Para procurar minimizar os efeitos de desbarrancamentos de materiais ou queda durante a operação de instalação da haste, prevê-se o revestimento deste trecho com tubo de PVC ou de aço de parede fina ("spirotubo", girotubo ou equivalente).

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá dispensar o revestimento, desde que seja garantida a estabilidade das paredes do furo. Ressalta-se que se os ensaios indicarem o

"agarramento" do trecho livre, a CONTRATADA deverá substituir esses tirantes, às suas expensas.

7.25.3 Limpeza do Furo

A limpeza do furo far-se-á por lavagem, e a liberação ficará a cargo da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

A lavagem normalmente será feita por meio de injeção de água através de um tubo semirrígido, introduzido até o final da perfuração. Nesta operação não deverá ocorrer solapamento das paredes do furo, nem carreamento excessivo do material.

Caso o tempo entre o término da perfuração e a injeção exceder a 6 horas, deverá ser realizada uma nova limpeza do furo.

7.25.4 Introdução do Tirante na Perfuração

Antes da introdução do tirante na perfuração, deverá ser verificado o estado de limpeza da perfuração, a integridade de todos os componentes do tirante e o estado de oxidação do aço.

O tirante deverá ser introduzido na perfuração, evitando curvaturas excessivas para posicioná-lo corretamente.

Deve-se garantir o correto posicionamento da haste no interior do furo, com os centralizadores, de modo a se assegurar o recobrimento mínimo especificado por calda de cimento em toda a sua extensão. A extremidade inferior do tirante não deverá tocar o fundo da perfuração, devendo manter um espaço livre de aproximadamente 0,5 m.

7.25.5 Injeção de Preenchimento da Bainha

A injeção da calda de cimento para preenchimento da bainha deverá ser iniciada pelo tubo de injeção posicionado junto à primeira "manchete" da extremidade inferior.

Se tiver sido constatado um fraturamento exagerado na zona de ancoragem, deverá ser alterada a relação água/cimento da calda e ser processada esta injeção em etapas, para ser evitado um consumo exagerado de calda. Estas definições ficarão a cargo da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

A injeção deverá ser mantida até que sejam removidos todos os eventuais detritos que possam ter permanecido no fundo da perfuração ou qualquer excesso de água da eventual lavagem. O controle dessas condições será feito pela observação das características da calda que retorna à boca do furo, garantindo-se também o completo preenchimento do mesmo.

7.25.6 Injeção do Trecho Ancorado

O intervalo de tempo entre a injeção de preenchimento da bainha e a abertura das válvulas "manchete", assim como a pressão máxima admissível em cada uma delas, serão definidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO e/ou Projeto, bem como as eventuais adaptações face às características geológico-geotécnicas locais. Este intervalo de tempo, no entanto, nunca deverá ser inferior a 24 horas. Esses mesmos ensaios definirão os limites de consumo de calda, bem como das pressões correspondentes, e as etapas de injeção, garantindo a formação de bulbos de ancoragem adequados, sem consumo exagerado de calda.

O tirante não deverá sofrer choques ou vibração até a calda de injeção ter atingido a resistência prevista.

7.25.7 Protensão dos Tirantes

Os tirantes serão protendidos quando a calda atingir a resistência característica mínima de 250 kgf/cm² (25 MPa). O tempo de espera para a calda atingir esta resistência será determinado pelos ensaios normalizados pela NBR-7681-2013 - "Calda de Cimento para Injeção".

A carga e a sequência da protensão de cada tirante serão definidas pelo projeto, em função das cargas de trabalho necessárias e das perdas de carga previstas a curto e médio prazo.

As placas de ancoragem com características definidas no projeto (quantidades e dimensões) deverão ser providas de 2 furos para injeção e respiros. Estas placas deverão estar assentadas em superfície plana, de modo a permitir a transmissão uniforme das cargas de protensão.

Para os tirantes de barra em particular, quando for atingida a carga especificada para o tirante, deve-se proceder à instalação da porca de fixação com os cuidados necessários à minimização das perdas de protensão.

7.25.8 Injeção do Trecho Livre

Após a protensão dos tirantes, deverá ser aberta a válvula "manchete" do trecho livre do tirante, de forma a preencher e envolver com calda, todo o comprimento livre do tirante.

Decorridas aproximadamente 2 a 3 horas após a injeção primária descrita, deverá ser executada uma injeção complementar para preenchimento de eventuais vazios resultantes da exsudação da calda.

A fixação deste lapso de tempo (2 a 3 horas) deverá ser feita a partir da observação da curva que indica o tempo de vida útil da calda. Poder-se-á utilizar a mesma calda empregada na injeção primária, ou uma nova calda com relação A/ C (água - cimento) menor.

7.25.9 Ensaios de Protensão

Todos os tirantes deverão ser ensaiados (ensaios de recebimento) segundo a NBR-5629-2018 - "Tirantes ancorados no terreno". Caberá à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO definir a execução de ensaios de qualificação, os quais deverão obedecer igualmente à referida norma.

Os procedimentos dos ensaios, bem como os comportamentos exigidos para os tirantes e as cargas de protensão, deverão estar de acordo com a NBR-5629-2018- "Tirantes ancorados no terreno " e com as cargas indicadas no Projeto. Os resultados dos ensaios deverão ser analisados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Em casos de comportamentos insatisfatórios, a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO deverão recomendar procedimentos complementares (repetição do ensaio, execução de tirante complementar, etc.).

7.25.10 Proteção da Cabeça de Ancoragem

Após a liberação dos tirantes pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, face ao comportamento detectado nos ensaios, procede-se à proteção da cabeça de ancoragem, conforme o projeto ou outra forma a ser aprovada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

7.25.11 Acompanhamento da execução

Para cada tirante, deverá ser elaborado um boletim de campo com todas as informações necessárias, conforme o anexo da NBR-5629-2018 - "Tirantes ancorados no terreno", para verificação e compatibilização entre a execução e o projeto.

Ao término dos trabalhos deverá ser emitido um relatório final completo de acompanhamento com informações de todos os tirantes que registrem as condições reais da execução.

7.25.12 Instrumentação

Os tirantes deverão ser instrumentados de acordo com as recomendações da NBR-5629 - "Tirantes ancorados no terreno" da ABNT ou segundo as indicações do Projeto, devendo ainda ser periodicamente vistoriados.

7.25.13 Critérios de Medição

- Compreende:

Execução de furos, fornecimento dos tirantes, calda de cimento e demais materiais necessários, serviços de ancoragem, protensão, limpeza, equipamentos e mão de obra e tudo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as especificações técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Serão medidos pelo comprimento, em metros, de tirante instalado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. As cordoalhas para protensão serão remunerados pelo peso em quilogramas, conforme projeto. Serão remunerados pelos preços unitários:

- ✧ Fornecimento e instalação de tirantes 10 tf
- ✧ Cordoalhas para protensão aço CP 190 RB (fornecimento e montagem)
- ✧ Fornecimento e aplicação de enfilagem, com tubo de aço, diâmetro de 2 1/2" e parede de 5,16 mm de espessura

7.26 EXECUÇÃO DE DRENOS HORIZONTAIS PROFUNDOS (DHPs)

Os drenos horizontais profundos (DHPs) têm por finalidade principal drenar o interior de aterros ou cortes saturados, provocando um aumento de resistência e diminuição dos valores das pressões neutras atuantes.

Os tubos de drenagem deverão ser constituídos de PVC rígido, com diâmetro de 40 mm ou tubo geomecânico, sendo perfurados em toda a sua extensão, exceto no trecho inicial de 2 m junto ao talude ou muro. A extremidade interna do tubo deverá ser tampada e a extremidade externa inferior será deixada livre com pelo menos 20 cm para fora, quando se tratar da superfície de talude. Todo o trecho perfurado deverá ser envolto com tela de nylon # 100.

7.26.1 Perfuração

A plataforma para a operação do equipamento de perfuração deverá ser instalada em locais previamente preparados e apiloados, com superfície aproximadamente horizontal.

As plataformas e o solo apiloado deverão ser capazes de suportar o peso do equipamento, incluindo os tubos guias de aço, hastes e pessoal de operação, assim como todos os implementos necessários para execução das perfurações dos drenos.

Os DHPs serão perfurados quase horizontalmente, com um ângulo aproximado de 5° com a horizontal. Deverão ser utilizados furos com diâmetros NX (com utilização de coroa de vídia, para perfuração em solo).

Para evitar a aeração e consequente precipitação de óxido de ferro que levaria à colmatagem dos drenos, sua saída deverá ser afogada. Para tanto, deverão ser executados com inclinação descendente em relação à horizontal.

Durante o processo de perfuração deverão ser anotadas as eventuais perdas d'água de circulação, as ressurgências d'água, por pressão artesianas, bem como as fendas ou vazios encontrados.

Nas perfurações em areia, todo o cuidado deverá ser tomado para impedir o carreamento excessivo de material junto à boca do furo. Para tanto a vazão de água de perfuração

deverá ser criteriosamente controlada. Além disso, a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá determinar a instalação prévia de um ou mais tubos de revestimento de diâmetro HX cravado ou executado com baixas vazões de água de lavagem. A perfuração NX seria feita no interior dos tubos HX, mantendo em todo o processo a saída de lavagem entre os dois tubos.

7.26.2 Instalação

A inserção do DHP será executada no furo ainda com o revestimento, o qual poderá ser retirado tão logo feita a instalação do DHP.

Após instalação dos drenos, deverão ser feitas leituras de vazão durante quatro dias, a partir da data de sua instalação, e em intervalos de 24h. As leituras posteriores serão feitas a pedido da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

As águas captadas deverão ser coletadas pelos dispositivos de drenagem previstos nos desenhos de projeto.

O número, disposição, inclinação e comprimentos previstos para os DHPs serão indicados nos desenhos de projeto ou pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Os tubos de revestimento deverão apresentar resistência à compressão diametral e à torção, de modo a permitir sua utilização e posterior recuperação sem avarias ou defeitos.

Os tubos de PVC perfurados deverão ser capazes de absorver uma pressão máxima de serviço de 750 kPa. Antes de sua utilização, deverá ser verificado se os mesmos apresentam superfície externa suficientemente lisa, que permita sua fácil introdução no tubo guia. Internamente deverão estar livres de qualquer obstrução.

A saída de DHPs instalados em talude deverá ser protegida contra vandalismo, através da ancoragem da extremidade externa do tubo de PVC por bloco de concreto.

As águas drenadas serão conduzidas a canaletas do sistema de drenagem pluvial, de maneira a não provocar a erosão dos taludes.

7.26.3 Critérios de Medição

- Compreende:

Equipamentos necessários à perfuração e execução dos serviços, fornecimento de materiais e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas, independentemente dos locais aonde venham a ser instalados.

- Medição e pagamento:

Os serviços de instalação de DHPs, tal como indicados nas Especificações Técnicas serão remunerados pela extensão, em metros, de drenos e pelo preço unitário Execução de DHPs em rocha.

7.27 EXECUÇÃO DE BARBACÃS

- Especificações Técnicas

Para evitar subpressões nos taludes, deverão ser executados barbacãs com as características e disposição indicados nos desenhos de projeto. Eventualmente, a Fiscalização poderá ajustar o espaçamento dos barbacãs durante a execução dos trabalhos.

Barbacãs são elementos de drenagem muito simples e têm por função permitir o estabelecimento de nível d'água estático imediatamente atrás do paramento. Os barbacãs não têm por objetivo provocar um rebaixamento do lençol freático e, portanto, não podem ser utilizados como sistema de rebaixamento.

Deverá ser introduzido o tubo de PVC de 5cm, perfurado e envolto por uma manta de *nylon* ou poliéster. A amarração da manta ao tubo de PVC deverá ser feita com fio de *nylon*, com pelo menos duas voltas completas ao redor do tubo, previamente a sua introdução no furo executado.

7.27.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento e instalação de drenos e de geotêxtil (quando previsto), e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento de tubos:

Os serviços, tal como indicados nas especificações técnicas serão remunerados pela extensão, em metros, de tubos devidamente assentados e pelos seguintes preços unitários:

- ✧ Drenos tipo Barbacãs, \varnothing 2", comprimento de 2,00 metros;

7.28 INJEÇÃO DE CALDA DE CIMENTO NOS PREPAROS DE FUNDAÇÕES

As injeções deverão ser executadas conforme indicado nos desenhos de projeto e nestas especificações técnicas, sendo que os arranjos adotados poderão ser modificados e/ou complementados mediante solicitação prévia da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, em função das condições geológico-geotécnicas observadas.

Os tipos de injeção projetados e finalidades compreendem:

- ✓ **Injeção de impermeabilização - visa diminuir a condutividade hidráulica do maciço rochoso por meio de uma cortina constituída de uma ou mais linhas de injeção;**

- ✓ **Injeção de consolidação - visa o preenchimento de fraturas ou cavidades naturais ou zonas de excessivo fraturamento no maciço rochoso de fundação das estruturas de concreto;**
- ✓ **Injeção de enchimento - visa preencher os vazios entre o concreto e a rocha no caso de túneis revestidos por concreto;**

7.28.1 Equipamentos

Os equipamentos deverão ser dimensionados para atingir os objetivos definidos no projeto e atender ao cronograma da obra, sendo obrigatório atender aos seguintes requisitos:

- ✓ **Capacidade de injetar até 150 l/min a uma pressão de 1,5 MPa;**
- ✓ **Tubulações com diâmetro interno mínimo de 38 mm;**
- ✓ **Possibilitar a execução de injeção simultânea;**
- ✓ **Dispor de um circuito de retorno para controle da calda e da pressão de injeção;**
- ✓ **Possibilitar a execução de ensaios de injeção.**

7.28.2 Materiais de Injeção

A calda deverá ser constituída basicamente de água e cimento, podendo receber a adição de areia, aditivos e outros materiais considerados necessários. Os diferentes materiais utilizados pela CONTRATADA deverão atender às diretrizes contidas nestas especificações técnicas. As dosagens das caldas serão determinadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO em função das absorções, fixando, a princípio, a relação água/cimento (A/C) variando entre 0,5 e 0,7 (em peso) e no caso de argamassa, a relação cimento/areia/água na proporção 2:1: 1 (em peso).

7.28.3 Perfuração e Lavagem dos Furos

As perfurações deverão ser executadas nos locais e nas inclinações indicados nos desenhos de projeto com diâmetro mínimo de 7,5 cm, através de equipamentos de roto-percussão. Nos furos de reconhecimento e verificação deverão ser utilizados equipamentos rotativos com diâmetro NX, quando deverão ser recuperados os testemunhos de sondagem.

Os furos deverão ser lavados com jatos de água e ar, aplicados até que a água retorne limpa e sem detritos. Não serão permitidos os usos de graxa e de outros lubrificantes e também de lamas durante a perfuração.

7.28.4 Sequência de Perfuração e Injeção

A sequência de perfuração e injeção deverá obedecer ao método da diminuição progressiva de espaçamento, definindo os furos primários ou de 1ª ordem; os furos secundários ou de 2ª ordem e sucessivamente os furos de ordem superior. As injeções deverão ser iniciadas pelos furos de 1ª ordem e sucessivamente pelos furos de ordem superior. Nenhum furo de ordem superior deverá ser perfurado antes do término das injeções dos furos de ordem inferior. Em função das absorções registradas, por decisão da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, os serviços de injeção poderão ser cancelados (encerrados).

As injeções deverão ser executadas em trechos ascendentes de 3 m, obrigatoriamente coincidentes aos trechos de ensaios de perda d'água, quando existirem. Quando as condições do maciço rochoso não permitirem injeções por trechos ascendentes, a critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, poderão ser realizadas injeções por trechos descendentes.

A pressão máxima de injeção deverá ser determinada pela seguinte equação:

$$P = 0,15 \times h \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

Onde:

- ✧ h = altura em metros, medida na vertical, entre a boca do furo e a profundidades do obturador.

Caso ocorra surgência de calda de cimento em furos ainda não injetados, a injeção deverá ser paralisada temporariamente e os furos obturados para reiniciar os serviços com injeção simultânea.

A injeção da calda de cimento de cada trecho deverá ser iniciada com relação A/C = 0,7 (em peso) até uma absorção de 300 kg de cimento; em seguida, passando para relação 0,6 até uma absorção de 500 kg e por fim, com relação 0,5 até a absorção de mais 1.000 kg de cimento. Alcançados esses valores, a injeção deverá ser interrompida por um período de 3 h e depois retomada, observando os mesmos critérios até atingir a pressão estabelecida. Caso não seja estabelecida a pressão determinada, a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá optar pela utilização de caldas com areia.

As injeções deverão ser encerradas pelo critério de recusa de calda que consiste em, mantida a pressão, não ser notada vazão mensurável de calda no espaço de 10 min.

7.28.5 Critérios de Medição

- Compreende:

Perfuração dos furos, fornecimento, instalação, operação e manutenção de todos os equipamentos e acessórios, água limpa, lavagem dos furos, colocação dos obturadores quando necessário, medidor de tomada de calda, injeção de calda na composição e

pressão especificadas, colocação de argamassa nos furos e tudo mais necessário à execução dos serviços, de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal pela quantidade de sacos de cimento de 50 kg injetados em calda nos furos destinados a injeção, conforme as especificações técnicas. As quantidades serão medidas independentemente de sua localização e profundidade. O pagamento será efetuado pelos preços unitários

- ✧ Injeção de calda de cimento, com fornecimento de materiais;

7.29 CANALETAS OU VALETAS DE DRENAGEM MOLDADAS "IN LOCO"

Para a implantação de canaletas de drenagem moldadas "in loco" deverão ser escavadas valetas no terreno natural e/ou aterros, com as dimensões e declividades definidas nos desenhos de projeto.

Depois de escavadas, as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da área aberta.

A escolha da metodologia para escavação das canaletas deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA. Poderão ser empregadas escavações manuais, mecanizadas e desmontes a fogo em se tratando de implantação em materiais de 3ª categoria.

O revestimento das canaletas deverá ser feito com concreto de 15 MPa, respeitando as principais características definidas para este tipo de concreto em item anterior e os detalhes construtivos apresentados nos desenhos de projeto.

7.29.1 Critérios de Medição

- Medição:

Serão medidas pela extensão de canaletas executadas.

- Pagamento:

Serão remuneradas pelo preço Execução de canaletas moldadas "in loco" da planilha de preços e serviços.

7.30 TUBOS PERFURADOS DE DRENAGEM

Para a drenagem interna dos canais, deverão ser empregados tubos perfurados corrugados, fabricados em PVC ou PEAD. Estes tubos deverão atender as características de resistência definidas em projeto, ou apresentadas em relatórios específicos.

Os tubos perfurados para drenagem deverão ser instalados em valetas escavadas no terreno natural e/ou aterros, com as dimensões e declividades definidas nos desenhos de

projeto. Depois de escavadas, as valetas deverão ser limpas manualmente de modo a remover materiais soltos que porventura ainda ocorram no interior da área aberta.

A escolha da metodologia para escavação das valetas para instalação dos tubos perfurados deverá ser de responsabilidade da CONTRATADA. Poderão ser empregadas escavações manuais, mecanizadas e desmontes a fogo em se tratando de implantação em materiais de 3ª categoria.

Após a escavação das valetas, deverão ser instaladas as mantas geotêxteis não tecida, com a largura necessária à execução do transpasse necessário, conforme definido nos desenhos de projeto. As emendas do geotêxtil ao longo dos drenos deverão ser feitas por costuras conforme normas definidas pelo FORNECEDOR. Emendas por transpasse somente serão aceitas com prévia autorização da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Após a instalação da manta geotêxtil, as valetas deverão ser preenchidas com material granular definido nos desenhos de projeto, em camadas não superiores a 10 cm, devendo os materiais serem apiloados com soquetes manuais até se atingir compacidades que permitam o tráfego de trabalhadores sem ocorrência de deformações. Simultaneamente, deverão ser instalados os tubos perfurados, apresentando as características definidas nos desenhos de projeto. As junções das tubulações deverão ser convenientemente solidarizadas, a fim de se evitar que os materiais granulares no seu entorno sejam carregados para o interior dos tubos.

No lançamento das camadas deverão ser empregadas as granulometrias de brita definidas nos desenhos de projeto, sendo esta brita constituída de pedras obtidas por britagem de rocha sã, ou cascalho limpo obtido de jazidas liberadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Durante toda a operação de execução dos tubos deverão ser tomados cuidados especiais para evitar a contaminação dos drenos por materiais adjacentes (solos escavados, etc.) e materiais trazidos por eventuais enxurradas, quando da ocorrência de precipitações pluviométricas.

Após o término do lançamento dos materiais, deverá ser feito o transpasse do geotêxtil, o qual deverá ser mantido em sua posição final através de costuras em pontos localizados ou mediante o apoio provisório com sacos de areia, até que se cubram os drenos com pedrisco e seja feita a impermeabilização com a geomembrana e o revestimento com concreto.

Nos locais onde forem feitas as derivações para permitir o escoamento da água de percolação para fora dos canais, deverão ser executadas caixas de passagem, que poderão ser pré-moldadas e/ou moldadas “in loco”, com aberturas laterais para permitir a junção de tubos coletores perpendiculares ao eixo dos canais.

7.30.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento e instalação de tubos e de geotêxtil (quando previsto), lançamento, espalhamento, apiloamento de brita, execução de caixas de passagem e/ou de mudança

de direção e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento de tubos:

Os serviços, tal como indicados nas especificações técnicas serão remunerados pela extensão, em metros, de tubos devidamente assentados e pelos seguintes preços unitários:

- ✧ Tubos perfurados de drenagem com \varnothing de 230 cm;
- ✧ Tubos perfurados de drenagem com \varnothing de 340 cm;
- ✧ Tubos perfurados de drenagem com \varnothing de 450 cm;
- ✧ Tubos perfurados de drenagem com \varnothing de 680 cm;
- ✧ Tubos de drenagem com \varnothing de 230 cm (dreno lateral);

7.31 ESTRUTURA DE SAÍDA E MEDIÇÃO DE VAZÃO

Nos trechos com seção em aterros estão previstas estruturas de saída do sistema de drenagem bem como para medição de vazões, visando identificar eventuais regiões na qual o revestimento do talude poderá estar danificado. Estas estruturas deverão ser executadas em concreto estrutural com as dimensões e características definidas nos desenhos de projeto. A construção desses dispositivos deverá ser feita à medida que se promove o alteamento dos aterros, devendo se apoiar diretamente sobre os maciços compactados. Previamente à sua implantação, deverá ser feita a regularização de sua fundação com concreto magro.

Cuidados especiais deverão ser tomados para garantir a perfeita junção da tubulação do sistema de drenagem do revestimento do canal, selando essas junções com mastiques apropriadas, ou juntas JEENE.

7.31.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Limpeza final do local de instalação, a compensação integral pelos serviços fornecimento concreto, armadura, formas e tudo aquilo que for necessário para a execução dos serviços de acordo com as Especificações Técnicas.

- Medição e pagamento:

Os serviços de instalação de estruturas de saída e medição de vazão, tal como indicados nas especificações técnicas serão remunerados por unidade instalada, pelos preços unitários:

✧ Estrutura de Saída e Medição de Vazão;

Fornecimento e montagem de medidor de vazão, da Planilha de Serviços e Preços, com base em medições mensais.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

8. ESTRUTURA DE CONCRETO

8 ESTRUTURAS DE CONCRETO

8.1 FORNECIMENTO, PREPARO E LANÇAMENTO DE CONCRETO ESTRUTURAL

Estes concretos somente serão utilizados nos locais indicados nos desenhos de PROJETO EXECUTIVO e/ou onde indicado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. A resistência característica (fck) deste concreto deverá ser no mínimo a definida nos desenhos de projeto aos 28 dias de idade.

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada na NBR-6118, de maneira que se obtenha, com os materiais disponíveis, um concreto que satisfaça às exigências do projeto a que se destina (fck).

- ✓ **Todas as dosagens de concreto deverão ser caracterizadas pelos seguintes elementos:**
- ✓ **Resistência característica (fck) na idade de controle especificada;**
- ✓ **Dimensão máxima característica (diâmetro máximo) do agregado em função das dimensões das peças a serem concretadas; conforme NBR-6118;**
- ✓ **Consistência (medida através de slump-test), de acordo com o método NBR-7223;**
- ✓ **Composição granulométrica dos agregados;**
- ✓ **Fator água/cimento em função da resistência e da durabilidade desejadas;**
- ✓ **Controle de qualidade a que será submetido o concreto;**
- ✓ **Adensamento a que será submetido o concreto;**
- ✓ **Índices físicos dos agregados (massa específica e umidade de absorção).**
- **Classes de Concreto**

<i>Tipo</i>	<i>Emprego</i>	<i>f_{ck}/Idade (MPa/dias)</i>	<i>Fator a/c</i>	<i>Outros</i>
Concreto moldado in loco	Tomadas d'água, extravasores, bueiros e estruturas de controle	30/28	≤ 0,55	-
	Aquedutos	35/28	≤ 0,50	-
	Pontes (estacas raiz)	20/28	≤ 0,65	-
	Pontes e passarelas (meso e infraestrutura)	25/28	≤ 0,60	-
	Pontes e passarelas (superestrutura)	35/28	≤ 0,50	-
	Galeria na BR-110	20/28	≤ 0,55	-
	Túnel Vila Matias	40/28	≤ 0,45	-
	Revestimento do canal	15/28	≤ 0,65	-
Concreto pré-moldado	Pontes e passarelas (superestrutura)	35/28	≤ 0,50	-
Concreto projetado (com fibras sintéticas)	Túnel Vila Matias	40/28	≤ 0,45	D _{máx} * ≤ 9,5 mm

(*) D_{máx} corresponde à máxima dimensão característica do agregado.

8.1.1 Agregados

Amostras de agregados obtidos através de britagem de rocha ou de jazidas de seixos e das jazidas de areias do leito do rio ou de outras procedências, deverão ser ensaiadas com as diversas combinações dos materiais cimentícios utilizando o Método C 1260 da ASTM para escolha da combinação que iniba a reação álcalis/agregado. Este ensaio deverá ser executado como caracterização de cada jazida de agregado, para cada uma das litologias detectadas, pelo Controle da Qualidade, utilizando o cimento aprovado para uso na obra, que deverá apresentar condições de neutralizar as expansões devidas à reatividade potencial do tipo álcalis - agregados.

Os principais requisitos para os agregados miúdos com as respectivas normas e limites recomendados, seguidos da indicação da frequência inicial de realização dos ensaios correspondentes, estão apresentados no quadro a seguir:

<i>Ensaio</i>	<i>Norma</i>	<i>Limites</i>	<i>Periodicidade do Ensaio</i>
Substâncias nocivas totais (xisto, torrões de argila, álcalis, mica, grãos recobertos de impurezas ou flocos de partículas friáveis)		≤ 3% (peso)	1 por mês
Torrões de Argila	NBR-7218/87	≤ 1% (peso)	1 por mês
Impurezas Orgânicas	NBR-7220/87	Mais clara que padrão	1 por semana
Sanidade Na ₂ SO ₄	ASTM C-88	Média ponderada das percentagens retidas na Peneira 0,3mm, após cinco ciclos ≤ 12 % (peso)	Caracterização por Jazida ou litologia de ocorrência
Massa específica	NBR-9776/87	≥ 2,60g/cm ³	1 por mês
Granulometria (Módulo de Finura)	NBR-7217/87	2,00 < MF < 3,30	1 por semana
Materiais Carbonosos	NBR-9936/87	≤ 1%	Caracterização por Jazida ou litologia de ocorrência

Os principais requisitos para os agregados graúdos com as respectivas normas e limites recomendados, seguidos da indicação da frequência inicial de realização dos ensaios correspondentes, estão apresentados no quadro a seguir:

<i>Ensaio</i>	<i>Norma</i>	<i>Limites</i>	<i>Periodicidade do Ensaio</i>
Substâncias Nocivas Totais (xisto, torrões de argila, álcalis, mica, grãos recobertos de impurezas ou flocos de partículas friáveis)		£ 2% (peso)	1 por mês
Partículas Friáveis	NBR-7218/87	£ 2% (peso)	1 por mês
Abrasão "Los Angeles"	NBR-6465/84	Perda máxima 50%	Caracterização
Massa Específica	NBR-9937/87	³ 2,60g/cm ³	1 por mês
Sanidade ao Na ₂ SO ₄	ASTM C-88	Média ponderada das percentagens retidas na peneira 0,3mm, pós cinco ciclos £ 2% peso)	Caracterização por Jazida ou ocorrência litológica
Materiais Carbonosos	NBR-9936/87	£ 1% (peso)	Caracterização
Granulometria e M.F.	NBR-7217/87		1 por semana

8.1.1.1 Granulometria

A granulometria dos agregados deverá estar de acordo com os limites prescritos no quadro abaixo, atendendo a composição granulométrica das dosagens previstas para as diferentes estruturas.

No entanto, se observa que, caso não incidam dentro destes limites, o uso de determinada fração poderá ser utilizado, com a prévia aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, desde que seja comprovado o seu desempenho em misturas experimentais de concreto, garantindo as propriedades estabelecidas no estado fresco e endurecidas do concreto.

Peneira (mm)	Porcentagem Passante em Peso		
	Agregado Miúdo	Brita 25 mm	Brita 50 mm
100			
76			100
50			95 – 100
38		100	61 – 86
25		95 – 100	40 – 60
19		62 – 82	0 – 5
9,5	100	16 – 46	
4,8	95 – 100	0 – 5	
1,2	50 – 85		
0,6	25 – 60		
0,3	20 – 30		
0,15	10 – 20		
0,075	7 – 15		

8.1.1.2 Composição

A CONTRATADA deverá fornecer toda a quantidade necessária de agregados para os serviços de concretagem, e produzi-los na central de britagem instalada no local das obras. O agregado miúdo poderá ser constituído por 100% de areia natural, 100% por areia artificial ou por mistura de areia natural com a artificial, de acordo com a conveniência da obra.

Os materiais que serão reaproveitados deverão passar por ensaios periódicos de acordo com os critérios da FISCALIZAÇÃO da obra para seleção do material necessário a produção do agregado.

Com base nos estudos, conclui-se que os agregados graúdos a serem admitidos no processo de produção serão adquiridos ou produzidos a partir de rochas provenientes das escavações obrigatórias da obra através de fragmentos de rocha obtidos por processo de britagem ou de seixos naturais sem películas, duros, densos e duráveis, segundo as exigências destas Especificações.

Os agregados miúdos serão oriundos de jazidas naturais de areia e aproveitados das escavações obrigatórias, para as concretagens do túnel e demais serviços das obras.

Vale ressaltar que embora adotada as definições de utilização de areia artificial para produção de argamassas e concretos só serão permitidas através da comprovação de não disponibilidade de jazidas naturais.

8.1.1.3 Normas Aplicáveis

✓ **Agregados para Concreto (NBR 7211: 2009)**

- ✓ **Amostragem de Agregados e Redução para Ensaios de Laboratório (NBR NM 26: 2009 E NBR NM 27: 2001)**
- ✓ **Composição Granulométrica dos Agregados (NBR NM 248: 2003)**
- ✓ **Determinação do Teor de Material Pulverulento (NBR NM 46: 2003)**
- ✓ **Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis (NBR 7218: 2010)**
- ✓ **Índice de Forma de Agregado Graúdo pelo Método do Paquímetro (NBR 7809: 2006) versão corrigida 2008**
- ✓ **Agregados – Determinação da Massa Unitária e Volume de Vazios (NBR NM 45: 2006)**
- ✓ **Agregado Graúdo - Ensaio de Abrasão "Los Angeles" (NBR NM 51 - 2001)**
- ✓ **Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção do Agregado Graúdo (NBR NM 53: 2009)**
- ✓ **Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção do Agregado Miúdo (NBR NM 52: 2009 E NBR NM 30: 2001)**
- ✓ **Impurezas Orgânicas em Agregados Miúdos (NBR NM 49: 2001)**
- ✓ **Ensaio de Qualidade da Areia (NBR 7221: 1987)**
- ✓ **Ensaio de Inchamento da Areia (NBR 6467: 2006)**
- ✓ **Determinação da Umidade Superficial em Agregado Miúdo - Método Do Frasco De Chapman (NBR 9775: 1987)**
- ✓ **Agregados - Determinação do Teor de Umidade Total, por Secagem, em Agregado Graúdo (NBR 9939: 1987)**

8.1.2 Produção de Agregados

O agregado graúdo e a areia artificial serão obtidos pelo processamento dos materiais provenientes das escavações obrigatórias e eventualmente de pedreiras ou de jazidas que apresentem material de boa qualidade e em quantidade suficiente para suprir as necessidades das obras. O material escavado somente será processado, após a confirmação, através de ensaios específicos em agregados e rocha, de que este material é passível de uso como agregado para concreto, deverão ser seguidas as recomendações das normas aplicáveis para agregados e concreto projetado.

O capeamento de solo ou rocha intemperizada será removido pela CONTRATADA, para que se obtenha uma rocha sã e isenta de materiais inadequados para a fabricação dos agregados.

A areia natural, se empregada, será obtida a partir das jazidas identificadas na região de construção do trecho do canal.

O processamento da matéria prima consistirá de britagem, peneiramento, transporte e lavagem para produzir um agregado adequado. A água a ser usada na lavagem dos agregados será limpa e livre de material contaminante.

Caso se justifique mediante o estudo prévio de misturas experimentais, poderá ser aceito o seixo de jazidas, devidamente classificado por peneiramento, como alternativa de uso de agregado graúdo.

8.1.3 Pilhas de Estoque e Controle de Umidade de Agregados

A CONTRATADA deverá dispor de estoque suficiente de agregados adequados para o atendimento de qualquer produção de concreto programada. O agregado será estocado em pilhas de acordo com suas dimensões nominais e de maneira a evitar segregação, mistura de várias dimensões antes do preparo do concreto, contaminação por poeira ou outros materiais estranhos, e possibilitando a drenagem livre do excesso de água.

Dispositivos para amortecimento de queda dos agregados deverão ser providenciados pela CONTRATADA, de modo a evitar a quebra dos materiais e minimizar a segregação.

O teor da umidade dos agregados deverá ser controlado antes de sua entrada na betoneira, de modo que não exceda 7% para a areia e 2% para o agregado graúdo (água livre). O teor da umidade superficial será calculado pela água em excesso em relação à massa do agregado saturado com superfície seca.

8.1.4 Amostragem e Ensaios

As amostras dos agregados, representativas dos materiais aprovados para serem usados nas obras, serão retiradas pela CONTRATADA sob a supervisão do Controle da Qualidade, e entregues ao laboratório com tempo suficiente para a execução de ensaios antes da data prevista para o início das concretagens.

Estudos de dosagem da mistura e os ensaios com os materiais e com os concretos serão feitos pelo Controle da Qualidade. Os ensaios aos qual o agregado será submetido estão relacionados na NBR-7211 e NBR-6118.

Serão identificados por suas características, cabendo ao laboratório a modificação da dosagem, quando um novo material indicado tiver características diferentes do agregado inicialmente empregado. A dimensão máxima característica do agregado deverá obedecer à NBR-6118.

No caso do uso de seixo rolado, a CONTRATADA ficará responsável pelo fornecimento, eventual lavagem, peneiramento e enquadramento nas faixas granulométricas.

A água destinada ao amassamento das argamassas e concretos obedecerá ao disposto nas NBR-6118 e NBR-6587.

A água que será utilizada no amassamento e na cura dos concretos e argamassas deverá estar livre de quantidades excessivas de silte, matéria orgânica, álcalis, sais, ácidos, óleos ou outras impurezas que possam prejudicar a qualidade do concreto, interferir com as reações de hidratação do cimento e afetar a cura ou aspecto (coloração) final do concreto.

Os sólidos totais em suspensão serão limitados a 500 mg/l. A água não deverá conter mais que 500 mg/l de cloretos e nem mais de 500 mg/l de sulfatos. Para que os parâmetros acima sejam obtidos em todas as estações e não ocorram problemas, inclusive de coloração do concreto, deverá ser providenciada a decantação ou filtração das águas destinadas à produção e cura do concreto. O pH deverá estar compreendido entre 5,8 e 8,0.

No caso de a água ser considerada suspeita, ou favorecer a corrosão das armaduras, a água deverá ser submetida aos seguintes ensaios:

- ✓ **Ensaio comparativo de resistência de argamassas preparadas com água de qualidade comprovada e com a água que se pretende avaliar. Estas não devem registrar quedas de resistências superiores a 15% na idade de 7 dias e de 10% nas idades de 28 e 90 dias;**
- ✓ **Ensaio de tempo de pega, em pasta de consistência com o cimento utilizado na obra. O tempo de início de pega não pode diferir mais de 30 minutos do obtido com o mesmo cimento e água considerada insuspeita.**

As amostras da água de amassamento para avaliação da qualidade através de ensaio de resistência à compressão de argamassa, tempo de início de pega da pasta e pH deverão ser coletadas mensalmente.

Trimestralmente deverá ser efetuada uma amostragem para a determinação de pH, sólidos totais, cloretos, sulfatos, alcalinidade, ferro e álcalis.

A avaliação da qualidade da água de amassamento do concreto, através do ensaio de resistência à compressão da argamassa deverá ser feita utilizando o método NBR-7212.

8.1.5 Material Cimentício

O material cimentício a ser aprovado para uso nas obras de concreto deverá inibir a expansão provocada pela reação dos álcalis do cimento com o agregado produzido pela britagem, areias e de jazidas de seixos, conforme estabelece o método C 1260 da ASTM.

Como material cimentício poderá ser utilizado os seguintes materiais:

- ✓ **Cimento Portland composto CP 32 tipo II - NBR-16697;**
- ✓ **Cimento Portland de Escória de Alto Forno CP 32 tipo III - NBR-16697;**
- ✓ **Cimento Portland Pozolânico CP 32 tipo IV - NBR-16697.**

Poderá ser aceito o uso de materiais de natureza pozolânica em adição ao cimento no sentido de neutralizar expansões devido aos álcalis disponíveis.

A CONTRATADA fornecerá e entregará o cimento no local das obras e fará um contrato com a fábrica na qual estabelecerá a política de controle da qualidade do cimento. Em toda remessa enviada à obra deverão constar o número da ordem de compra e números de contratos e outras designações que identifiquem o cimento a ser fornecido. O controle da qualidade do cimento será acompanhado por um laboratório credenciado e pela fábrica do cimento. A fábrica deverá manter os registros do seu controle da qualidade e os certificados deverão ser fornecidos mensalmente ao Controle da Qualidade da Obra. O cimento que estiver estocado mais de quatro meses no local das obras não poderá ser utilizado, a não ser que os ensaios feitos pelo laboratório credenciado comprovem que este cimento esteja conforme as exigências da ABNT.

O estoque de material cimentício deverá sempre ser suficiente para garantir a produção dos próximos 5 dias do concreto da Obra.

Com relação ao transporte, o cimento será entregue pela CONTRATADA no local das obras, a granel, em contêineres ou em sacos invioláveis.

Se o cimento a granel não for descarregado diretamente em depósitos ou silos vedados da central de concreto, o transporte, desde o local de descarga até a central de concreto ou a estocagem, será efetuado em transportadores protegidos das intempéries ou outros meios que evitem completamente que o cimento seja exposto à umidade.

Imediatamente após ser recebido no local das obras, o cimento deverá ser armazenado em silos ou depósitos à prova de intempéries e devidamente ventilados.

O cimento será estocado em ordem cronológica, de modo a permitir que seja utilizado, em primeiro lugar, o material estocado há mais tempo. O cimento, no ato de utilização, deverá estar com temperatura inferior a 50° C, a não ser quando autorizado pelo Controle da Qualidade. Deverá se dispor de quantidade de cimento em temperatura adequada para atendimento da produção de concreto programada.

O cimento será obrigatoriamente medido em peso, não sendo permitida sua medição em volume.

8.1.6 Equipamentos

A CONTRATADA deverá manter permanentemente na obra, o equipamento indispensável para execução do concreto.

Poderão ser empregados vibradores de imersão, vibradores de fôrma ou régua vibratórias, de acordo com a natureza dos serviços a serem executados e desde que satisfaçam à condição de perfeito adensamento do concreto.

8.1.7 Tipologia

O estabelecimento do traço do concreto será função da dosagem experimental (racional), na forma preconizada na NBR-6118, de maneira que se obtenha, com os materiais disponíveis, um concreto que satisfaça às exigências do projeto a que se destina (fck).

Todas as dosagens de concreto deverão ser caracterizadas pelos seguintes elementos:

- ✓ **Resistência característica (fck) na idade de controle especificada;**
- ✓ **Dimensão máxima característica (diâmetro máximo) do agregado em função das dimensões das peças a serem concretadas, conforme item 8.1.2.3 da NBR-6118-2014;**
- ✓ **Consistência (medida através de slump-test), de acordo com o método NBR-NM-67;**
- ✓ **Composição granulométrica dos agregados;**
- ✓ **Fator água/cimento em função da resistência e da durabilidade desejadas;**
- ✓ **Controle de qualidade a que será submetido o concreto;**
- ✓ **Adensamento a que será submetido o concreto;**
- ✓ **Índices físicos dos agregados (massa específica e umidade de absorção); e**
- ✓ **Resistência característica do concreto.**

A fixação da resistência característica do concreto (fck), deverá ser estabelecida no projeto.

8.1.8 Controle Tecnológico

O controle tecnológico abrangerá as verificações da dosagem utilizada, da trabalhabilidade, das características dos constituintes e da resistência mecânica, em conformidade com a NBR-6118. Independentemente do tipo de dosagem adotado, o controle da resistência do concreto deverá atender rigorosamente ao disposto na NBR-6118.

Será retirado o mínimo de uma série para cada 25 m³ de concreto aplicado. Cada série deverá ser constituída de 3 corpos de prova conforme previsto na NBR-6118.

Quando houver modificações dos materiais, será necessário efetuar nova dosagem e respectivos ensaios.

Além das prescrições precedentes, será observado o cuidado de moldagem de corpos de prova de cada elemento representativo da estrutura, à razão mínima de 2 séries nas fundações, 4 séries em cada teto com as respectivas vigas e 2 séries nas extremidades dos pilares de cada pavimento, ou a critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Cuidados iguais aos precedentes serão adotados em relação a quaisquer elementos estruturais não incluídos nos acima referidos.

Quando houver dúvidas sobre a resistência do concreto da estrutura, serão efetuados ensaios não destrutivos.

Em obras importantes e/ou naquelas em que houver dúvidas sobre o resultado dos ensaios não destrutivos, serão também ensaiados corpos de prova extraídos da estrutura, conforme a NBR-6118.

Outros métodos de avaliação da resistência característica de projeto, através dos ensaios de ruptura, poderão ser aceitos desde que sejam previamente aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

8.1.9 Produção de Concreto

O equipamento necessário para confecção do concreto, previamente submetido à liberação do Controle da Qualidade, será fornecido, instalado, operado e mantido pela CONTRATADA, e atenderá as seguintes especificações:

- ✓ **A unidade de produção de concreto será do tipo dosadora e deverá ter capacidade de dosar agregado, cimento, aditivo e água numa mistura uniforme, dentro dos limites de tempo especificado e de descarregar esta mistura sem segregação;**
- ✓ **Deverá ter capacidade de rápido ajuste para atender variações do teor de umidade dos agregados e para mudar as suas massas, proporcionalmente em cada betonada;**
- ✓ **Deverá ter capacidade de controlar a descarga dos materiais de modo a limitar no máximo em um por cento, em massa, a variação das quantidades especificadas;**
- ✓ **Deverá possuir balanças sem molas, com mostrador que indique com precisão a carga em todos os estágios da operação de pesagem, de zero até a capacidade total;**
- ✓ **A precisão das balanças será aferida semanalmente, ou quando a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO entender necessário. A CONTRATADA fará quaisquer**

correções, reparos ou substituições necessárias para assegurar o funcionamento satisfatório da operação;

- ✓ **O equipamento deverá ter um dispositivo para medir com precisão a água de cada betonada; não se permitirá qualquer vazamento dos mecanismos de operação quando as válvulas estiverem fechadas;**
- ✓ **A central será equipada com um dispositivo para proporcionar uma medição automática exata do tempo necessário para cada betonada; este dispositivo será ajustado, a fim de impedir a descarga de concreto da betoneira antes do término do período de mistura;**
- ✓ **A central terá dispositivo regulável para medição de cada aditivo; o mecanismo de descarga deste dispositivo será interligado com a operação de dosagem e descarga da água, para que a mistura dos aditivos seja automática;**
- ✓ **A central deverá possuir instalações adequadas, que permitam a inspeção de todas as suas operações e a rápida obtenção de amostras representativas de materiais e do concreto para controle de suas características e uniformidade. Estas instalações deverão possibilitar:**
 - ✧ A obtenção de amostras de cada material;
 - ✧ A obtenção de amostras de concreto em cada betoneira;
 - ✧ A inspeção visual de cada betoneira;
- ✓ **A CONTRATADA entregará as amostras de materiais e do concreto nos locais de ensaios, conforme determinado pelo controle da qualidade;**
- ✓ **Na área da central ou adjacências deverá haver espaço suficiente para instalar o laboratório de campo do controle da qualidade, devendo a CONTRATADA prover ar e água, em quantidades adequadas para o seu funcionamento, e instalação de energia elétrica.**

8.1.10 Dosagem

As quantidades de cimento, areia e cada dimensão nominal do agregado gráudo a serem colocados em cada traço de concreto serão determinadas por pesagem. A quantidade de água será determinada por pesagem ou por medição volumétrica.

8.1.11 Mistura

Mistura prolongada, necessitando de água adicional para conservar a consistência apropriada do concreto, não será permitida. A sequência da introdução dos componentes será determinada no campo, visando a eficiência máxima e as correções necessárias a serem feitas, quando for o caso.

O tempo de mistura será ajustado quando as amostras de ensaio, retiradas da superfície, do centro e do fundo da betonada indicarem uma diferença de mais de 10% na proporção areia-cimento ou na relação água/cimento.

A betoneira não será sobrecarregada além da capacidade recomendada por seu FORNECEDOR, e funcionará em velocidades estritamente dentro das especificações do FORNECEDOR e indicadas juntamente com as demais características do equipamento. A menos que seja autorizado pelo Controle da Qualidade, o tempo de mistura não será inferior ao indicado no quadro apresentado a seguir.

<i>Capacidade da Betoneira (m³)</i>	<i>Tempo de Mistura (minutos)</i>
0,75 ou menos	01:15
1,5	01:30
2,25	02:00
3	02:30

A execução de qualquer parte da estrutura implica na integral responsabilidade da CONTRATADA por sua resistência, estabilidade, durabilidade e perfeito acabamento.

8.1.12 Transporte do Concreto

O transporte do concreto deverá ser efetuado de maneira que não haja segregação ou desagregação de seus componentes nem perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação.

Poderão ser utilizados, na obra, para transporte de concreto da betoneira ao ponto de descarga ou local da concretagem, dispositivos de correias, guindastes sobre pneus, carrinhos de mão com roda de pneu, pás mecânicas ou outros.

No bombeamento de concreto, deverá existir um dispositivo especial na saída do tubo para evitar a segregação. O diâmetro interno do tubo deverá ser no mínimo, três vezes o diâmetro máximo do agregado, quando utilizada brita, e 2,5 vezes o diâmetro no caso de seixo rolado.

O transporte do concreto não deve exceder ao tempo máximo permitido para seu lançamento. O intervalo máximo de tempo permitido entre o término do amassamento do concreto e o seu lançamento não deverá exceder a 1 (uma) hora.

Sempre que possível deve ser escolhido um sistema de transporte que permita o lançamento direto nas fôrmas.

Não sendo possível o lançamento direto, deverão ser adotadas precauções para manuseio do concreto em depósitos intermediários.

O transporte a longas distâncias só será admitido em veículos especiais dotados de movimento capaz de manter uniforme o concreto misturado.

No caso de utilização de carrinhos ou padiolas, buscarão condições de percurso suaves, tais como rampas, aclives e declives, inclusive estrados.

Quando os aclives a vencer forem muito grandes, como no caso de dois ou mais andares recorrer-se-á ao transporte vertical por meio de elevadores de obra (guinchos).

8.1.13 Lançamento

O lançamento do concreto deverá ser feito conforme NBR-6118, além das especificações descritas a seguir.

Caberá a CONTRATADA informar, com oportuna antecedência, à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO e ao laboratório encarregado do controle tecnológico, dia e hora do início das operações de concretagem, do tempo previsto para sua execução e dos elementos a serem concretados.

Os processos de lançamento do concreto deverão ser determinados de acordo com a natureza da obra, cabendo à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO modificar ou impedir processo que acarrete segregação dos materiais.

Não será permitido o lançamento de concreto de altura superior a 2,0 m. Para evitar segregação em quedas livres maiores que a mencionada, utilizar-se-ão calhas apropriadas.

No caso de peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral ou por meio de funis ou trombas.

Nas peças com altura superior a 2 m, com concentração de ferragem e de difícil lançamento, além dos cuidados do item anterior deverá ser colocada no fundo da fôrma uma camada de argamassa com 5 a 10 cm de espessura, feita com o mesmo traço do concreto que vai ser utilizado, evitando-se com isto a formação de "ninhos de pedra."

Quando do uso de aditivos retardadores ou aceleradores de pega, o prazo para lançamento poderá ser aumentado ou diminuído em função das características do aditivo, à critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Em nenhuma hipótese será permitido o lançamento após o início da pega e a redosagem do concreto no campo.

Nos lugares sujeitos à penetração de água, deverão ser adotadas providências para que o concreto seja lançado sem que haja água no local e ainda que, quando fresco, não possa ser lavado pela água de infiltração.

A concretagem deverá seguir rigorosamente um programa de lançamento preestabelecido para o projeto.

Não será permitido o "arrastamento" do concreto a distâncias muito grandes, durante o espalhamento, devido ao fato de que o deslocamento da mistura com enxada, sobre fôrmas, ou mesmo sobre o concreto já aplicado, poderá provocar perda da argamassa por adesão aos locais de passagem, bem como a segregação de seus constituintes.

8.1.14 Adensamento

O adensamento manual, só será permitido em casos excepcionais e com a aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

O adensamento deverá ser cuidadoso, de forma que o concreto ocupe todos os recantos da fôrma.

Serão adotadas devidas precauções para evitar vibração de armadura, de modo a não formar vazios ao seu redor nem dificultar a aderência com o concreto.

Os vibradores de imersão não deverão ser deslocados horizontalmente. A vibração será apenas a suficiente para que apareçam bolhas de ar e uma fina película de água na superfície do concreto.

A vibração deverá ser feita a uma profundidade não superior ao comprimento da agulha do vibrador.

As camadas a serem vibradas, preferencialmente, terão espessura equivalente a 3/4 do comprimento da agulha.

As distâncias entre os pontos de aplicação do vibrador serão da ordem de 6 a 10 vezes o diâmetro da agulha (aproximadamente 1,5 vezes o raio de ação).

Será aconselhável a vibração por períodos curtos em pontos próximos, ao invés de períodos longos num único ponto ou em pontos distantes.

A vibração próxima às fôrmas (menos de 100 mm) deverá ser evitada, caso seja utilizado vibrador de imersão.

Colocar-se-á a agulha na posição vertical, ou quando impossível, incliná-la até um ângulo máximo de 45°.

Introduzir-se-á a agulha na massa de concreto, retirando-a lentamente para evitar formação de buracos que se encham de pasta.

Na vibração por camadas, far-se-á com que a agulha atinja a camada subjacente para assegurar a ligação duas a duas.

Admitir-se-á a utilização, excepcionalmente, de outros tipos de vibradores (fôrmas, régua, etc.), à critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

No caso das obras de revestimento dos canais em que seja usado processo mecanizado de lançamento e espalhamento (Equipamento GOMACO ou similar), a mistura de concreto deverá ter trabalhabilidade ajustada em especial para o processo, sendo o adensamento da espessura de projeto feito pela própria ação do rolo distribuidor.

8.1.15 Juntas de Concretagem

Durante a concretagem poderão ocorrer interrupções previstas ou imprevistas. Em qualquer caso, a junta então formada denomina-se junta fria, se não for possível retomar a concretagem antes do início da pega do concreto já lançado. As juntas de construção deverão ser previamente aprovadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Quando não houver especificação em contrário, as juntas em vigas estarão, preferencialmente, em posição normal ao eixo longitudinal da peça (juntas verticais). Tal posição será assegurada através de fôrma de madeira, devidamente fixada.

A concretagem das vigas deverá atingir o terço médio do vão, não sendo permitidas juntas próximas aos apoios.

As juntas verticais apresentam vantagens pela facilidade de compactação, pois é possível fazer-se fôrmas de sarrafos verticais que permitam a passagem dos ferros de armação e não do concreto, evitando a formação da nata de cimento na superfície, o que se verifica em juntas inclinadas.

Na ocorrência de juntas em lajes, a concretagem deverá atingir o terço médio do maior vão, localizando-se as juntas paralelamente à armadura principal.

Em lajes nervuradas as juntas deverão situar-se paralelamente ao eixo longitudinal das nervuras.

As juntas deverão permitir uma perfeita aderência entre o concreto já endurecido e o que vai ser lançado.

Para assegurar-se a condição do item precedente, deverá a superfície das juntas receber tratamento com escova de aço, jateamento de areia ou qualquer outro processo que proporcione a formação de superfície adequada de aderência.

Tal procedimento deverá ser efetuado após o início da pega e quando a peça apresentar resistência compatível com o trabalho a ser executado.

Quando da retomada da concretagem, a superfície da junta concretada anteriormente deverá ser preparada da seguinte forma:

Limpeza dos materiais pulverulentos, nata de cimento, graxa ou quaisquer outros prejudiciais à aderência.

Saturação com jatos de água, deixando a superfície com aparência de “saturada superfície seca”, conseguida com a remoção do excesso de água superficial.

Especial cuidado deverá ser dado ao adensamento junto à interface entre o concreto já endurecido e o recém lançado, a fim de se garantir a perfeita ligação das partes.

No lançamento de concreto novo sobre superfície antiga poderá ser exigido, a critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, o emprego de adesivos estruturais, cuja seleção será procedida considerando-se a finalidade de sua aplicação. O emprego dos adesivos obedecerá rigorosamente as recomendações do respectivo FORNECEDOR.

8.1.16 Cura do Concreto

Qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar-se tão logo termine a pega.

O processo de cura, iniciado imediatamente após o fim da pega, deverá continuar por período mínimo de 7 dias.

Quando no processo de cura for utilizada uma camada de pó de serragem, de areia ou qualquer outro material adequado, mantida permanentemente molhada, esta camada deverá ter, no mínimo 5 cm.

Deverão ser admitidos os seguintes tipos de cura:

- ✓ Molhagem contínua das superfícies expostas do concreto;
- ✓ Cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados;
- ✓ Cobertura por camadas de serragem ou areia, mantidas saturadas;
- ✓ Lonas plásticas ou papeis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, devendo, entretanto, ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica;
- ✓ Películas de cura química, tipo Antisol da Sika-Produtos Químicos para Construção, ou similar, consultada previamente a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Os serviços de fornecimento de concreto deverão incluir a compensação integral pelo preparo do concreto, incluindo também:

- ✓ Preparo das superfícies de concreto, antes do lançamento de nova camada, com emprego obrigatório de water-blaster, bem como apicoamento, jatos de água e ar, inclusive o fornecimento de ar comprimido e tudo mais necessário à execução deste item;

- ✓ Tamponamento de poços com argamassa;
- ✓ Fornecimento de água para mistura, limpeza e cura do concreto;
- ✓ Dosagem do cimento, fornecimento de agregados, aditivos e material pozolânico, mistura, transportes internos, lançamento, adensamento, cura, inclusive química, e tudo mais necessário à execução deste item;
- ✓ Acabamentos e reparos das superfícies em geral, conforme especificado nos Desenhos de Projeto, especificações técnicas e demais documentos do CONTRATO, inclusive com aplicação de esmeril nas superfícies onde for indicado;
- ✓ Iluminação, ventilação, escoramentos, cimbramentos e tudo o mais necessário à perfeita segurança no local de lançamento, conforme especificações técnicas e demais documentos do CONTRATO.

8.1.17 Critérios de Medição

- Compreende:

Preparo do concreto com fornecimento de cimento, aditivos, agregados e água, transporte, limpeza das superfícies, lançamento, adensamento, acabamento, desempenho, cura, correção de defeitos ou anomalias de qualquer natureza e preparo das juntas de concretagem, incluindo fornecimento de todos os materiais necessários; tudo mais necessário a atender as especificações técnicas e aos desenhos de projeto.

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal do volume de concreto estrutural efetivamente executado, com a aprovação da FISCALIZAÇÃO. Os volumes referidos neste item serão medidos em volume, metros cúbicos, de concreto lançado, independentemente de sua localização, forma ou dimensão. Serão remunerados pelos seguintes preços unitários da planilha de serviços e preços:

- ✓ **Fabricação, transporte e lançamento de concreto estrutural 10 Mpa;**
- ✓ **Fabricação, transporte e lançamento de concreto estrutural 15 Mpa;**
- ✓ **Fabricação, transporte e lançamento de concreto estrutural 25 Mpa;**
- ✓ **Fabricação, transporte e lançamento de concreto estrutural 30 Mpa;**
- ✓ **Fabricação, transporte e lançamento de concreto estrutural 35 Mpa;**

8.2 ARMADURAS EM BARRA DE AÇO CA 50 A

A CONTRATADA deverá fornecer, cortar, dobrar e colocar todas as armaduras que incluem barras, grampos, arames e acessórios, como mostrado nos desenhos de projeto, ou como determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Todas as armaduras, grampos e barras de ancoragem deverão estar isentas de ferrugem, óleo, graxa ou outras películas que possam destruir ou reduzir sua aderência ao concreto.

As barras de aço não deverão apresentar níveis de oxidação que comprometam sua resistência, bem como manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto.

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas e aprovadas antecipadamente pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, mediante ensaios em amostras apresentadas pela CONTRATADA com 60 dias de antecedência à emissão da primeira ordem de compra a cada FORNECEDOR. Uma vez aprovadas as fontes de fornecimento de aço para armadura, a CONTRATADA enviará à SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO duas cópias dos certificados dos ensaios realizados pelo FORNECEDOR de cada lote adquirido.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO também poderá executar ensaios em seus laboratórios, para os quais a CONTRATADA deverá fornecer as amostras necessárias, sem custo adicional. Os lotes recebidos nas obras deverão ser marcados, indicando o nome da siderúrgica, tipo de aço e número do lote, de tal maneira que possam ser facilmente correlacionados com os correspondentes certificados de testes anexos a cada fornecimento.

Somente deverão ser recebidos lotes de aço na obra, desde que devidamente identificados quanto ao FORNECEDOR e mediante a apresentação de certificado de ensaios realizados na fábrica, de acordo com a NBR-7480-2007.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO o seu histograma de fornecimento de aço, nele considerando as necessidades de aplicação e o tempo de beneficiamento.

As diferentes partidas de ferro deverão ser depositadas e arrumadas de acordo com a bitola, em lotes de quantidades de acordo com o que estabelece a NBR-7480, separado uns dos outros, de modo a ser estabelecida fácil correspondência entre os lotes e as amostras retiradas para ensaios.

Caberá a CONTRATADA comprovar através de certificado emitido por laboratório idôneo, que o aço fornecido atende aos ensaios de tração e dobramento obedecendo, respectivamente, as normas NBR-6892 e NBR-7438.

Quando a qualidade do aço for inaceitável, o lote deverá ser retirado da obra e a responsabilidade de qualquer atraso, acarretado pela recusa do lote de aço, será atribuição única e exclusiva da CONTRATADA.

O aço para armadura deverá ser estocado afastado do solo, em grupos separados, de acordo com o tipo e bitola, de maneira a ser rapidamente acessível quando necessário e para facilitar a inspeção. O aço cortado e dobrado deverá ser marcado com o número da barra, como mostrado nos desenhos de projeto, usando algum tipo de etiqueta à prova d'água e colocando as barras em áreas demarcadas.

A CONTRATADA deverá cortar e dobrar todo o aço, de acordo com o cronograma de construção, da maneira indicada ou aprovada pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Não serão aceitas dobras diferentes das mostradas nos desenhos de projeto. Naqueles locais onde for indicada armadura contínua e reta, não será permitida a utilização de barras mais curtas. Não será permitido endireitamento de barras já dobradas ou redobramento das mesmas. Todos os cortes e dobramentos deverão ser executados de acordo com a prática usual, utilizando métodos aprovados. Não deverão ser executados dobramentos de barras com o auxílio de calor, a menos que expressamente autorizado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

As barras de armadura serão consideradas com comprimento máximo de 16 m quando colocadas em lajes, vigas ou na armadura horizontal de paredes e com comprimento máximo de 9,5 m, quando colocadas como armadura vertical.

As emendas das barras das armaduras devem ser feitas de acordo com as prescrições da norma NBR-6118. As emendas soldadas devem ser feitas por processo de eficiência garantida e rigorosamente controlado por ensaios de tração. As soldas devem suportar uma tensão de, no mínimo, 1,25 vezes a tensão limite de escoamento da barra não soldada de igual característica.

As emendas das barras de aço para armaduras serão executadas por transpasse, solda ou luvas, como indicado nos desenhos de projeto ou determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Serão permitidas emendas com solda de topo por caldeamento, quando executadas nos aços CA-50A nas bitolas de 12,5 mm até 32 mm, observando as normas aplicáveis da ABNT, ou como aprovadas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. A solda de topo poderá ser efetuada na totalidade das barras, ressalvados os pontos a seguir mencionados. As emendas deverão estar convenientemente espaçadas para permitir uma boa concretagem. As barras a serem soldadas deverão estar perfeitamente alinhadas, as seções de contato deverão ser planas e normais aos eixos longitudinais e isentas de quaisquer materiais que prejudiquem uma boa ligação. As soldas não serão permitidas nas partes curvas das armaduras.

Os serviços de solda de topo deverão ser executados em instalações especiais, ao abrigo de intempéries, evitando um resfriamento brusco das soldas das barras. Os soldadores deverão demonstrar habilidade para produzir soldas consistentes, uniformes e de boa aparência. Deverão possuir experiência anterior neste tipo de serviço e passarão por testes conduzidos pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. As soldas resultantes dos testes serão objeto de ensaios de laboratório e deverão evidenciar eficiência total. No caso de aprovação, o soldador deverá ainda passar por novos testes a cada 6 meses ou a qualquer tempo, se motivo houver ou a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO assim o determinar. O

controle de qualidade de rotina das soldas será conduzido pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO em ensaios de laboratório, de acordo com a norma NBR-11919, devendo a CONTRATADA fornecer amostras nas dimensões, em quantidades e no tempo solicitado.

A aplicação de barras soldadas deverá ser feita de acordo com as seguintes diretrizes:

- ✓ **As emendas com solda de topo poderão ser realizadas na totalidade das barras de uma seção transversal, quando as barras não forem tracionadas e não houver preponderância de carga acidental (armadura secundária ou corrida). Estes casos serão mostrados nos desenhos de projeto ou indicados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO;**
- ✓ **Nos outros casos, em uma seção transversal de qualquer elemento estrutural, só poderá existir uma barra de armadura emendada por solda, em qualquer grupo de duas;**
- ✓ **Para não serem consideradas como estando numa mesma seção, a distância mínima entre as emendas por solda em duas barras vizinhas será de quinze vezes o diâmetro da barra, medida na direção do eixo;**
- ✓ **Cada barra utilizada poderá ter, no máximo, três emendas soldadas, distanciadas de, no mínimo, 2,0 m;**
- ✓ **A distância mínima entre a extremidade da barra e a primeira solda não deverá ser menor que 2,0 m;**
- ✓ **Os desenhos de projeto de armadura indicarão os locais onde poderão ser utilizadas emendas por solda.**

A emenda com luvas será executada pela compressão de dois "tubos-luva" (um em cada barra a ser emendada) através de uma prensa hidráulica, que deverá deformá-los contra as barras de aço a serem emendadas. Nesta emenda, cada luva deverá ser prensada até cerca da metade de seu comprimento, ficando a outra metade livre com rosca interna. Para eficiência do processo, as barras a serem emendadas deverão ter saliências ou nervuras superficiais.

A união das barras deverá ser feita por meio de um pino a ser rosqueado internamente nas extremidades livres das luvas. Para a adequada operação de aperto do pino de união, a peça poderá ter rosca "só direita" ou "direita esquerda".

O espaçamento das barras será indicado nos desenhos de projeto e deverá obedecer às tolerâncias indicadas a seguir. A distância livre entre barras paralelas não deverá ser inferior a 1,5 vezes o seu diâmetro.

A armadura não poderá ficar em contato direto com a forma, obedecendo para isso, a distância mínima prevista no projeto, bem como a NBR-6118 em seu item 6.3.3.1.

No caso de cobrimento (distância entre forma e ferro) superior a 6 cm colocar-se-á uma armadura de pele complementar, em rede, cujo cobrimento não deve ser inferior aos limites estabelecidos de acordo com estas especificações.

Nos casos de estruturas sujeitas a abrasão, a altas temperaturas, a correntes elétricas ou a ambientes fortemente agressivos, deverão ser tomadas medidas especiais para aumentar a proteção da armadura, além do cobrimento mínimo.

O cobrimento para toda armadura deverá obedecer às dimensões indicadas nos desenhos de projeto, dentro das tolerâncias especificadas. Tais dimensões mostram a distância livre da borda da armadura até a superfície do concreto.

A tolerância de variação no espaçamento indicado, desde que a seção total da armadura esteja de acordo com os desenhos de projeto, será de 25 mm.

Para o cobrimento, a tolerância será como indicada no quadro a seguir:

Cobrimento (mm)	Tolerância (mm)
Menos de 50	3
50 até 75	6
Mais de 75	12

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço (balancins, andaimes, etc.) deverão estar dispostas de modo a não provocarem deslocamentos das armaduras.

Deverão ser adotadas precauções para evitar oxidação excessiva das barras de espera. Antes do reinício da concretagem elas deverão estar devidamente limpas, isentas de impregnações superficiais que possam prejudicar a aderência ao concreto.

Toda a armadura deverá ser mantida em posição pelo uso de suportes, espaçadores ou tirantes de metal ou concreto aprovado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Nas interseções, as barras deverão ser firmemente atadas com arame próprio para este serviço. Os suportes deverão ter resistência suficiente para manter a armadura em posição durante toda a operação de concretagem e ser usados de tal forma que não fiquem expostos ou contribuam, de qualquer maneira, para a descoloração ou deterioração do concreto. Os suportes de concreto deverão ser fabricados com o mesmo concreto usado na estrutura a ser concretada. Sempre que julgue necessário, a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá solicitar modificação nos esquemas de fixação das armaduras, tipos e quantidades, sem que isso seja motivo para remuneração adicional, além da do preço unitário que abrange estes serviços.

Todo o aço recebido na obra deverá ser pesado na presença da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO. Após a pesagem, o material será considerado recebido pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Com antecedência de 2 meses para o início da utilização do aço na obra, a CONTRATADA deverá indicar o(s) FORNECEDOR(es) previsto(s) e providenciar, nas quantidades a serem estabelecidas pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, amostras da armadura das diversas bitolas, para proceder os ensaios.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, com periodicidade de 3 meses, poderá solicitar novas amostras das diversas bitolas, para repetir os ensaios.

A SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO poderá também solicitar amostras do ferro para exame, independente da periodicidade estabelecida, caso ao exame visual de alguma partida fiquem constatadas possíveis irregularidades que possam comprometer as características do material.

A substituição do(s) FORNECEDOR(es) só poderá ocorrer após aprovação pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO dos ensaios laboratoriais realizados nas amostras apresentadas pelo novo FORNECEDOR.

8.2.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento, cortes, limpeza, dobramentos, solda, amarração e colocação de armaduras e telas de aço, incluindo pastilhas e espaçadores.

- Medição e pagamento:

Será medido pelo peso de armação, determinado no projeto, em toneladas. Serão remunerados pelos seguintes preços unitários:

8.3 ARMADURA EM BARRAS DE AÇO CA 50 (FORNECIMENTO, CORTE, DOBRA, MONTAGEM);

8.3.1 Armaduras em Telas Metálicas

As fontes de fornecimento deverão ser qualificadas e aprovadas antecipadamente pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, mediante ensaios em amostras apresentadas pela CONTRATADA com 60 dias de antecedência à emissão da primeira ordem de compra ao FORNECEDOR.

As telas metálicas soldadas deverão atender à especificação da NBR-7481 e deverão ser de aço categoria CA-60.

8.3.1.1 Transporte, Manuseio e Estocagem

As telas deverão suportar o transporte e o manuseio normais e deverão ser estocadas afastadas do solo, em grupos separados para permitir e facilitar a inspeção quando necessário.

Nas telas soldadas, o número de quebras de juntas soldadas não deve exceder a 1% do número total de juntas soldadas por painel. No caso de rolos este número de quebras permissível não deve exceder a 1% do número total de juntas soldadas em cada 15 m² de tela, desde que 50% ou mais do número máximo permitido de juntas soldadas quebradas não sejam localizadas em um único fio.

8.3.1.2 Colocação e Fixação

As telas metálicas terão aplicação tanto em concreto de lajes como em tratamento com concreto projetado de superfícies escavadas a céu aberto ou subterrâneo. Deverão ser colocadas nos locais onde indicados nos desenhos de projeto ou determinado pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, isentas de sujeiras, ferrugem, óleo, graxa, ou qualquer outro material que possa prejudicar a aderência. Todas as telas deverão ser mantidas na posição por suportes, espaçadores de concreto, tirantes, chumbadores ou grampos metálicos aprovados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

8.3.1.3 Espaçamento, Cobrimento e Emenda

Os espaçamentos dos fios deverão obedecer ao indicado nos desenhos de projeto e deverão atender à tolerância no espaçamento de 6 mm, desde que a seção total da armadura, por metro, seja mantida.

O cobrimento das telas será indicado nos desenhos de projeto, observando sempre, um mínimo de 2 cm. Tal cobrimento corresponde à distância livre entre a face de concreto e as geratrizes das barras mais próximas a esta face.

As emendas serão feitas apenas por superposição das telas, com os comprimentos de traspasse que atendam ao indicado nos desenhos de projeto.

8.3.1.4 Dimensões

As dimensões (largura e comprimento) e malhas das telas, em rolos ou painéis será aquela indicada nos desenhos de projeto. Será utilizada, de preferência, a largura normal de fabricação e comprimento usuais para painéis ou rolos conforme NBR-7481.

8.3.2 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento, cortes, limpeza, dobramentos, solda, amarração e colocação de telas de aço, incluindo pastilhas e espaçadores.

- Medição e pagamento:

Será medido pelo peso da tela de aço, determinado no projeto, em quilogramas. Serão remunerados pelos seguintes preços unitários:

- ✓ **Fornecimento e colocação de tela de aço eletrosoldada;**

8.4 FORMAS DE MADEIRA

As fôrmas e escoramentos deverão obedecer aos critérios da NBR-7190 e/ou NBR-8800.

O dimensionamento das fôrmas deverá ser feito de modo a evitar possíveis deformações devido a fatores ambientais ou provocados pelo adensamento do concreto fresco.

Nas peças de grandes vãos, sujeitas a deformações provocadas pelo material nelas introduzido, as fôrmas deverão ser dotadas da contraflecha necessária.

Antes do início da concretagem, as fôrmas deverão estar limpas e estanques, de modo a evitar eventuais fugas de pasta.

Em peças estreitas e altas será necessária a abertura de pequenas janelas na parte inferior da fôrma, para facilitar a limpeza.

As fôrmas deverão ser molhadas até a saturação a fim de se evitar a absorção da água de amassamento do concreto.

Os produtos antiaderentes, destinados a facilitar a desmoldagem, serão aplicados na superfície da forma antes da colocação da armadura.

O escoramento metálico ou de madeira, à critério da SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO, obedecerá aos seguintes critérios, estabelecidos pela NBR-6118:

- ✓ **O escoramento deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação do peso próprio, do peso da estrutura e das cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, deformações prejudiciais à fôrma da estrutura ou que possam causar esforços no concreto na fase de endurecimento;**
- ✓ **Deverão ser tomadas as precauções necessárias para evitar recalques prejudiciais provocados no solo ou na parte da estrutura que suporta o escoramento, pelas cargas por este transmitidas.**

Para escoramentos em madeira deverá ser observado o seguinte:

- ✓ **Não se admitem pontaletes de madeira com diâmetro do menor lado da seção retangular, inferior a 5 cm para madeiras duras e 7 cm para madeiras moles;**

- ✓ Os pontaletes com mais de 3 m de comprimento deverão ser contraventados, salvo se for demonstrada desnecessidade desta medida, para evitar flambagem;
- ✓ O teor de umidade da madeira deverá ser compatível com o tempo a decorrer entre a execução das fôrmas e do escoramento e a concretagem da estrutura. No caso de se prever que esse tempo ultrapasse 2 meses, a madeira a ser empregada deverá ter o teor de umidade correspondente ao estado seco do ar;
- ✓ Cada pontalete de madeira só poderá ter uma emenda, a qual não deverá ser feita no terço médio do seu comprimento. Nas emendas, os topos das duas peças a emendar deverão ser planos e normais ao eixo comum e deverão ser afixados com sobrejuntas em toda a volta das emendas.

Nas fôrmas utilizadas em concreto para superfícies expostas, poderá ser utilizada madeira compensada, chapas de aço, tábuas revestidas com lâminas de compensado ou melamínicas.

Os tirantes metálicos embutidos, usados para prender as fôrmas, deverão permanecer a não menos do que cinco (5) centímetros para dentro das superfícies do concreto. Os vazios dos tirantes deverão ser preenchidos com concreto ou argamassa. Os esticadores embutidos nas extremidades dos tirantes deverão ser tais que a sua remoção deixe furos de forma regular. Os furos nas faces permanentemente expostas ao ar ou a água, deverão ser preenchidos com argamassa seca.

Não será permitido o uso de tirantes de arame embutidos para prender as fôrmas em paredes de concreto sujeitas à pressão d'água ou onde as superfícies de concreto através das quais os tirantes se estendam, venham a ser expostas permanentemente. Estes tirantes poderão ser usados onde deva ser feito aterro contra ambos os lados das paredes. Os tirantes deverão ser cortados rentes à superfície do concreto, depois de removidas as fôrmas.

A retirada das fôrmas deverá obedecer a NBR-6118, devendo-se atentar para os prazos recomendados:

- ✓ **Faces laterais..... 3 dias;**
- ✓ **Faces inferiores14 dias;**
- ✓ **Faces inferiores sem pontaletes21 dias.**

A retirada do escoramento de tetos será feita de maneira conveniente e progressiva, particularmente para peças em balanço, o que impedirá o aparecimento de fissuras em decorrência de cargas diferenciais.

- Compreende:

Preparo dos painéis em madeira compensada resinada, estrutura de reforço de painéis, aplicação de desmoldante, montagem de fôrma, travamento, escoramento, cimbramentos, nivelamento, tirantes espaçadores, limpeza, desmontagem e retirada, com fornecimento dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários.

8.4.1 Critérios de Medição

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal das quantidades de fôrmas de madeira efetivamente utilizadas nas obras. As quantidades referidas neste item serão medidas em metros quadrados de forma utilizada, independentemente do local de sua aplicação, coincidente com a área da superfície concretada, conforme definido nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO. Serão remunerados pelos preços unitários:

- ✓ Formas para pré-moldados (20 reaproveitamentos);
- ✓ Forma comum para fundações;
- ✓ Formas planas de madeira;
- ✓ Formas curvas de madeira;
- ✓ Formas tipo caixão perdido para pilares;

- Medição e pagamento:

Será feita a medição mensal das quantidades de juntas efetivamente utilizadas nas obras. As quantidades referidas neste item serão medidas em metro de junta utilizada, independentemente do local de sua aplicação, coincidente com a extensão definida nos desenhos de projeto ou determinado pela FISCALIZAÇÃO. Serão remunerados pelo preço unitário Junta tipo Jeene ou similar, da planilha de serviços e preços.

8.5 CIMBRAMENTO

O cimbramento é uma estrutura de suporte provisória, composta por um conjunto de elementos que apoiam as fôrmas horizontais (vigas e lajes), suportando as cargas atuantes (peso próprio do concreto, movimentação de operários e equipamentos etc.) e transmitindo-as ao piso ou ao pavimento inferior. Para tanto, deve ser dimensionado, entre outras coisas, em função da magnitude de carga a ser transferida, do pé-direito e da resistência do material utilizado.

Os procedimentos para a execução de cimbramento envolvem no processo o esquadreamento das fôrmas de vigas e o nivelamento geral do conjunto. Conforme descrito nos procedimentos para execução das fôrmas, os ajustes são feitos através de cunhas de madeira para cimbramentos em madeira e roscas e pinos para os cimbramentos metálicos.

No caso de cimbramento metálico, cada sistema disponível tem suas peculiaridades e deve ser objeto de treinamento por parte do FORNECEDOR.

Durante a execução da fôrma e cimbramento, é preciso atentar para os seguintes itens:

- Vigas e lajes:
- ✓ **Verificar no projeto de fôrmas e escoramento a sequência correta de montagem;**
- ✓ **Checar se as proteções de periferia foram instaladas no perímetro da área de trabalho;**
- ✓ **Conferir se os equipamentos de proteção individual (EPI´s) estão disponíveis em número e estado de conservação adequados;**
- ✓ **Conferir se os equipamentos de travamento e escoramento estão disponíveis e em condições de uso;**
- ✓ **Realizar as checagens necessárias nas fôrmas de pilares, vigas e lajes.**

Além disto, existem alguns itens que deverão ser checados, conforme as características dos projetos de fôrmas e cimbramento. São eles:

- Escoramento de vigas:
- ✓ **Verificar o alinhamento e o espaçamento das escoras ou garfos de vigas;**
- ✓ **Conferir o prumo das escoras ou garfos;**
- ✓ **Verificar o nivelamento dos fundos de vigas, utilizando nível a laser, preferencialmente;**
- ✓ **Checar a imobilidade das escoras, batendo com uma madeira, por exemplo; no caso de utilização de garfos, observar a fixação nos painéis de vigas e as cunhas;**
- ✓ **Verificar o apoio das escoras ou garfos, principalmente quando estiver trabalhando sobre terreno irregular.**
- Escoramento de lajes:
- ✓ **Conferir o prumo das escoras;**
- ✓ **Verificar o alinhamento e o espaçamento das escoras;**

- ✓ **Conferir o posicionamento das longarinas e transversinas, bem como seu apoio nas escoras;**
- ✓ **Verificar a fixação e o posicionamento dos sarrafos-guia para apoio das longarinas (conforme projeto);**
- ✓ **Verificar o nivelamento dos assoalhos, utilizando nível a laser, preferencialmente;**
- ✓ **Checar a imobilidade das escoras, batendo com uma madeira, por exemplo;**
- ✓ **Verificar o apoio das escoras, principalmente quando estivermos trabalhando sobre terreno irregular;**
- ✓ **Conferir as contraflechas, quando solicitado em projeto. Para facilitar o trabalho de conferência é recomendável a utilização das Listas de Verificações - Verificação dos Serviços. Ao mesmo tempo em que elas parametrizam a checagem dos trabalhos, também determinam as responsabilidades das pessoas pelo serviço. Esta Lista de Verificações pode ser incorporada às Verificações de Fôrmas de Vigas e Lajes.**

8.5.1 Critérios de Medição

- Compreende:

Fornecimento de todos os materiais, mão de obra e equipamentos necessários, montagem, manutenção, reposicionamentos e desmontagem do cimbramento, a serem utilizados na execução de pontes, passarelas e aquedutos.

- Medição:

Será medido pelo volume de cimbramento em metros cúbicos.

- Pagamento:

Será remunerado pelo preço Cimbramento tubular metálico, da planilha de preços e serviços.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

9. OBRAS COMPLEMENTARES

9 OBRAS COMPLEMENTARES

9.1 CERCAS, ALAMBRADOS E PORTÕES

O cercamento dos perímetros desapropriados para implantação das obras deverá ser realizado empregando-se o mesmo critério de implantação de cercas nos trechos em canal, porém com 11 fios. Além disso, será implantado também alambrado de proteção ao redor da área construída, conforme perímetro traçado em desenho de implantação.

Este serviço consistirá na limpeza da faixa de implantação, na aquisição dos materiais necessários, cravação no terreno de mourões, esticadores e estacas, fixação dos fios de arame e/ou tela, bem como quaisquer outras operações necessárias para a execução destes serviços.

A CONTRATADA deverá fornecer e implantar as cercas, alambrados e portões, incluindo as porteirolas.

9.1.1 Mourões em Concreto Armado

Os mourões são constituídos de três tipos: mourão suporte, mourão esticador com escora e mourão escora. Serão de concreto armado e terão seções quadradas de 20x20 cm e 10x10 cm e terão comprimentos de 2,50, conforme especificado em desenho. Serão executados em concreto não estrutural com resistência característica igual ou superior a 15,0 MPa.

As armaduras deverão ser dimensionadas para resistir aos esforços a que serão submetidas, atendendo a Norma NBR-7176 da ABNT. Serão constituídas por estribos (fios de 5 mm, cada 10 cm) em aço CA60; e, 4 barras de 10 mm em aço CA50. O recobrimento mínimo da armadura deverá ser de 2,0 cm.

Os mourões deverão ter a marca “PISF” resultante da cravação na forma de concreto.

Os mourões deverão ser de concreto armado com ponta reta, bem alinhados e aprumados e o reaterro de suas fundações compactado de modo a não sofrerem nenhum deslocamento.

Na confecção do concreto deverão ser empregados materiais de boa qualidade, dosados de forma a obter um concreto denso, homogêneo e de boa aparência, garantindo-se resultados aceitáveis no ensaio de absorção, executado segundo o MB-221 da ABNT, com vistas, principalmente a assegurar maior durabilidade das peças.

Os mourões de suporte deverão ser implantados com espaçamento de 2,50 m.

Os mourões esticadores deverão ser implantados a cada 100 m, ou nas mudanças de direção da cerca e/ou inclinação do terreno.

Para implantação das cercas, os mourões serão enterrados no solo com uma profundidade de 0,70 m e o furo deverá ser preenchido com concreto magro de resistência maior ou igual a 10 MPa.

Para implantação dos alambrados, os mourões serão fixados em base com 20 cm de altura, em alvenaria de blocos de concreto (14x39x19 cm) com emboço e pintura com tinta acrílica na cor branca.

- Cercas

Os fios para cerca serão de arame farpado. Serão executadas cercas com 11 fios (norma DNER-EM 366/97) e o espaçamento entre eles será definido junto com a SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

Para execução da cerca, deverá ser limpa uma faixa de 4,0 m de largura, para facilitar a implantação e a posterior manutenção da cerca e para protegê-la de incêndios. A limpeza consistirá em desmatamento e destocamento, com retirada de toda a vegetação.

O arame farpado será fixado nos mourões por meio de braçadeiras de arame liso de aço galvanizado. Os espaçamentos dos fios e o tipo de mourão suporte deverão ser confirmados pela SUPERVISORA ou FISCALIZAÇÃO.

9.1.2 Alambrados

Os alambrados deverão ser constituídos de mourões de concreto e com tela em aço galvanizado com fios de 3,4 mm, com malha quadrangular com 50x50 mm, com altura de 2,50 m.

Os alambrados serão fixados nos mourões de concreto por meio de arame nº12 (amarração da tela ao mourão em seis pontos) e arame de reforço nº10 (fio tensor) na borda superior e inferior.

9.1.3 Portões

Os portões terão as dimensões indicadas nos desenhos, e serão tubos de ferro galvanizado $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " e tela em aço galvanizado com malha 50x50 mm e fio 3,4 mm, conforme especificado adiante.

Os portões serão fixos aos mourões por meio de dobradiças em chapa de 3/8" soldadas as chapas de 3/8" fixas aos mourões por parafusos de cabeça sextavada $\varnothing 1/2$ ", conforme desenhos de projeto.

9.1.4 Medição e pagamento:

- ✓ Alambrados: Será medido pela área em metros quadrados;
- ✓ Cercas: medido em metros (extensão);
- ✓ Portões: medidos por unidade.

9.2 ESTRUTURAS METÁLICAS

Compreende o fornecimento e a instalação de guarda-corpos, grades, escadas, corrimãos e peças de fixação construídas conforme projeto.

O serviço será medido, após a completa execução e aprovação pela FISCALIZAÇÃO de cada item, conforme os preços unitários indicados na planilha de preços contratuais.

- ✓ Guarda-corpos – medido pelo comprimento instalado, em metros;
- ✓ Grades metálicas – medidas pela área da grade em metros quadrados;
- ✓ Escadas tipo Marinheiro – medido pelo comprimento instalado, em metros;
- ✓ Corrimão em tubo de aço galvanizado $\varnothing 40$ mm - medido pelo comprimento instalado, em metros;

9.3 PAVIMENTAÇÃO

9.3.1 Revestimento das pistas laterais

As vias de circulação laterais aos canais deverão receber uma camada de revestimento de rocha alterada e/ou de cascalho areno-argiloso, de modo a permitir o tráfego de veículos de inspeção e monitoramento do empreendimento, após a sua implantação.

Os materiais deverão ser obtidos das escavações obrigatórias de obras que estejam sendo construídas simultaneamente aos barramentos, cuja granulometria deverá se enquadrar nas faixas definidas nos Desenhos de Projeto ou, alternativamente ser aprovada pela SUPERVISORA.

9.3.1.1 Medição e pagamento:

A medição será em volume, em metros cúbicos, efetivamente aplicado, em metros cúbicos, e pago pelos seguintes preços unitários:

- ✓ Revestimento primário para as pistas laterais;
- ✓ Revestimento primário para as pistas de serviço;
- ✓ Revestimento de pistas de serviço, da Planilha de Serviços e Preços.

9.3.2 Regularização de subleito

As estradas laterais aos canais deverão tratadas com a regularização e compactação do subleito com espessura de 30 cm para, após, receber uma camada de revestimento de rocha alterada e/ou de cascalho areno-argiloso, de modo a permitir o tráfego de veículos de inspeção e monitoramento do empreendimento, após a sua implantação.

9.3.2.1 Medição e pagamento:

A medição será pela área efetivamente aplicada, em metros quadrados, e pago pelo preço unitário Regularização e compactação de subleito de 30 cm de espessura, da Planilha de Serviços e Preços.

9.3.3 Pavimentação de Estradas

Os serviços necessários a execução dos pavimentos de estradas deverão ser executados conforme as especificações de projeto e compreendem o fornecimento de todos os materiais necessários, equipamentos e mão de obra.

9.3.3.1 Medição e pagamento:

Os serviços e a forma de medição e pagamentos são os seguintes:

- ✓ Execução de sub-base granular CBR $\geq 8\%$ - 24 cm – (m^3);
- ✓ Base estabilizada granulometricamente CBR $\geq 80\%$ - 10 cm – (m^3);
- ✓ Imprimação impermeabilizante – (m^2);
- ✓ Binder - 7,5 cm – (m^2);
- ✓ Imprimação ligante – (m^2);
- ✓ Concreto betuminoso usinado a quente - 5 cm – (m^3);
- ✓ Pavimento revestimento primário - 20 cm – (m^3).

- ✓ Muretas de proteção tipo New Jersey (incluindo concreto, aço, formas e juntas) – (m);
- ✓ Pavimento asfáltico – 10 cm – (m³)
- ✓ Guias de proteção em concreto pré-moldado (m).

9.3.4 Serviços Complementares – Sistema Viário

Os itens de custo listados neste capítulo deverão ser executados conforme discriminados em projeto e incluem materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários.

9.3.4.1 Medição e pagamento:

Os serviços complementares às obras dos sistemas viários serão medidos conforme a planilha de preços e serviços após aprovação da FISCALIZAÇÃO.

- ✓ Meio fio de concreto pré-moldado (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,30 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,50 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,60 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,70 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,80 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Muretas laterais do canal – h = 0,90 m (incluindo concreto, aço, formas e juntas) (m);
- ✓ Confecção de placa de sinalização semirreflexiva (m²);
- ✓ Fornecimento e colocação de defesa semimaleável simples (m);
- ✓ Fornecimento e colocação de tacha refletiva bidirecional (unid);
- ✓ Fornecimento e colocação de tacha refletiva monodirecional (unid);
- ✓ Sinalização horizontal com termoplástico por aspersão - Hot Spray (m²);
- ✓ Piso podotátil de alerta - faixa de 20 cm de largura (m²);



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

10. TÚNEL VILA MATIAS

10 TÚNEL VILA MATIAS

10.1 OBJETIVO

A presente especificação técnica se aplica ao projeto do Túnel Vila Matias que faz parte do Projeto Executivo do Canal de Xingó, Fase I, Lote I.

10.2 NORMAS

Para a realização dos serviços especificados, deverão ser obedecidas as normas da ABNT concernentes ao assunto.

O fornecimento completo, incluindo materiais, projeto, componentes, fabricação, montagem, ensaios, condições de serviço, desempenho e segurança pessoal e operacional, deve estar de acordo com os Órgãos Normativos e/ou Normas e Regulamentações indicadas a seguir:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas:

NBR 11682:2009 Estabilidade de encostas

NBR 6118:2014 Versão Corrigida:2014. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

NBR 14026:2012 Concreto Projetado — Especificação

10.3 ESCOPO

Esta especificação estabelece os procedimentos necessários para os serviços de execução do túnel em NATM, incluindo serviços de terraplenagem, estabilização de taludes e encostas, drenagem de superfície, preparação dos emboques para construção do túnel, e execução do túnel, conforme projeto. Os itens a seguir especificam cada um dos serviços considerados no projeto.

10.4 SERVIÇOS PRELIMINARES

10.4.1 Instalação

Consiste na mobilização do equipamento previsto, instalação de alojamento e escritório compatível com o porte da obra, prevendo-se espaço para a fiscalização, com documentação suficiente e ordenada para acompanhar ao longo do período da construção, todas as fases do projeto. Este serviço deverá atender as diretrizes da CONTRATANTE e normas pertinentes ao assunto.

10.4.2 Locação da Obra

Consiste no lançamento dos elementos geométricos e topográficos da obra, conforme definido no projeto. Inclui marcação das obras de terraplenagem, dos dois emboques do túnel, obras de drenagem, locação de instrumentação e outros requeridos para definir os elementos geométricos e serviços da obra.

Faz-se a marcação da obra, executando-se os serviços de topografia, tais como: locação de eixos, limites de corte, limites de pé de aterros, nivelamento, seccionamento transversal e marcação de “off-sets”.

Os aspectos locacionais que influem na execução devem ser conhecidos ao ser elaborado o Planejamento de Execução e Controle da Obra.

Deverá ser feito acompanhamento topográfico durante toda a execução da obra iniciando pelo levantamento das condições originais ao começo dos serviços definido como “levantamento primitivo”, o qual será o referencial geométrico dos quantitativos da obra.

10.5 EQUIPAMENTOS DE TOPOGRAFIA

10.5.1 Geral

Para a realização dos serviços de locação da obra a CONTRATADA deverá disponibilizar os seguintes equipamentos, devidamente aferidos e com seus certificados emitidos por entidade ou laboratório certificado, a serem previamente inspecionados pela FISCALIZAÇÃO antes do uso:

- Estação total;
- Níveis;
- Mira;
- Trenas;
- Balizas, piquetes, estacas.

10.5.2 Sinalização

Quando do início da obra, deverão ser instaladas placas de identificação, em locais e modelos a serem definidos pela FISCALIZAÇÃO. A CONTRATADA deverá colocar o seu nome no espaço especificado.

O acesso ao canteiro de obra e área de serviços da obra (operação) será de responsabilidade da CONTRATADA que deverá providenciar, instalar e manter todas as barreiras necessárias, sinais vermelhos, sinais de perigo, sinais de desvio e outros, em quantidade necessária para a proteção do trabalho e segurança dos próprios empregados, de terceiros com acesso necessário ao local das obras e pessoal da CONTRATANTE, de acordo com as normas existentes.

10.5.3 Limpeza no Local da Obra

Os serviços de limpeza objetivam a remoção das obstruções naturais ou artificiais, por ventura existentes, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, estruturas e demais obstruções.

Nenhuma atividade de limpeza será realizada sem antes ter obtido a autorização, por escrito, da FISCALIZAÇÃO para tal serviço.

Deverá ser consultada a FISCALIZAÇÃO quanto ao corte da vegetação, retirada de terra vegetal e outros materiais resultantes da limpeza e o seu local de destinação.

10.5.4 Equipamentos para Limpeza

As operações de desmatamento, destocamento, demolições, demais desobstruções e limpeza serão realizadas mediante o emprego de equipamentos adequados.

O equipamento será função da densidade, tipo de obstruções, do local e dos prazos exigidos.

Todos os equipamentos deverão ter o seu uso autorizado previamente, por escrito, pela FISCALIZAÇÃO.

10.5.5 Acessos e Caminhos de Serviços

Estes objetivam assegurar o acesso aos diversos locais onde se desenvolvem os trabalhos, tais como: canteiro de obras, local dos serviços de terraplenagem, acessos aos túneis, locais de obras de drenagem, locais de bota-fora, áreas de empréstimo, locais de manutenção, abastecimento e estacionamento.

É de competência da CONTRATADA o planejamento, a execução e a conservação dos caminhos de serviços necessários ao desenvolvimento da obra e/ou à manutenção do tráfego, mesmo sob condições climáticas desfavoráveis.

Os caminhos de serviço são considerados parte integrante da própria obra não sendo, portanto, objeto de medição específica.

10.5.6 Critérios de Medição

Os serviços preliminares serão medidos de forma global, conforme percentual especificado no orçamento e de acordo com o cronograma da obra.

10.5.7 Pagamento

O pagamento será feito após a realização, aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços contratuais, obedecidos os prazos regulamentares estabelecidos pela CONTRATANTE.

10.6 TÚNEL

10.6.1 Considerações

Estas especificações contemplam as escavações do túnel e a atenção e cuidados especiais sob aspectos de segurança a serem observados durante a sua construção.

Importante considerar que ambos emboques deverão iniciar com as suas faces escavadas a céu aberto, como terraplenagem, com viga-portal em concreto projetado, na espessura definida no projeto e um primeiro lance de enfilagens tubulares injetadas com comprimento e distribuição definidos no projeto.

10.6.2 Definições

A execução do túnel inclui os seguintes serviços:

1. Preparação da frente onde será embocado o túnel com lançamento de concreto projetado para regularização da face do talude
2. Execução de enfilagens para proteção do emboque conforme definido no projeto;
3. Instalação de cambota no portal do túnel e lançamento de concreto projetado nas dimensões definidas no projeto;
4. Escavação em túnel;

5. Instalação de suporte primário (cambotas) a partir do portal, como definido no projeto;
6. Construção do revestimento final;
7. Construção de sistemas de drenagem e impermeabilização;
8. Instalação de instrumentos, medição e controle do comportamento do maciço durante a construção;

Construção de estruturas de contenção e de reforço dos taludes frontal e contíguos aos emboques;

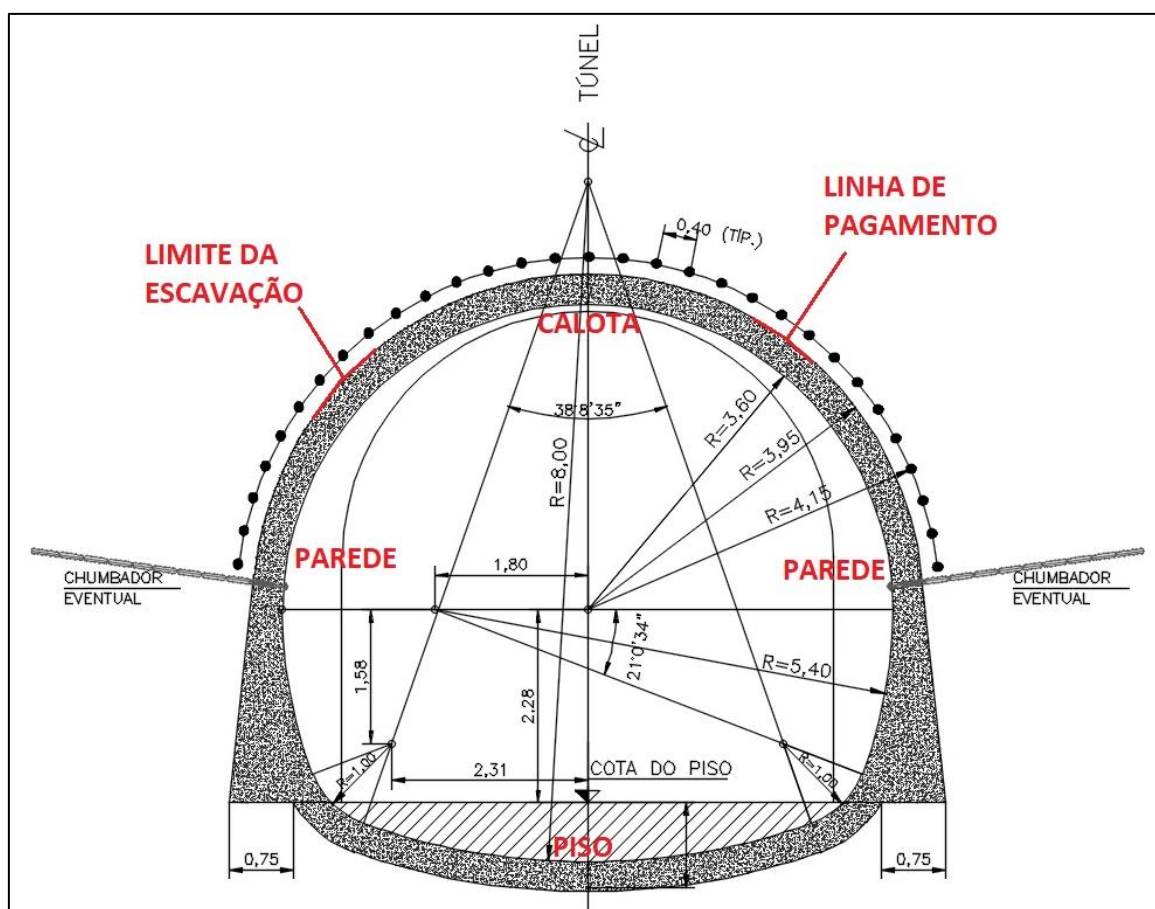
9. Todos os trabalhos acessórios e complementares para a correta e segura execução do túnel;
10. Fornecimento e montagem de todas as instalações de apoio à obra, como seja ventilação, água, energia elétrica, iluminação, água e ar comprimido se necessário;
11. Fornecimento de todos os materiais e consumíveis necessários para a sua execução e acabamento como definido no projeto;
12. Entende-se por “zona de emboque” o espaço criado pela escavação que antecede as entradas do túnel propriamente dito (zona terraplanada). Eventualmente, a estrutura de proteção de entrada no túnel poderá ser prolongada com cambotas e concreto projetado, para servir como área de segurança na operação do túnel. Esta estrutura é comumente chamada de “túnel falso”;
13. Trabalhos relacionados com a construção e instalação de equipamentos elétricos, mecânicos, telecomunicações, ventilação, drenagem da obra durante a construção, trabalhos de sinalização, comunicação, controle ambiental e sistemas de monitoramento do túnel devem ser incluídos pela CONTRATADA como parte dos serviços de escavação e não serão medidos em separado.

10.6.3 Seção de Escavação

1. A seção teórica da escavação refere-se à área a ser escavada tal como está definido no projeto do túnel;
2. Para efeitos desta especificação entende-se como seção teórica de escavação a área limitada pelo perímetro da abóbada (ou calota) do túnel como mostrado nos desenhos de projeto;
3. As paredes e o piso onde se inserem o suporte e o revestimento do túnel se incluem dentro deste perímetro. Esta é a LINHA DE PAGAMENTO, como mostrado na Figura 11.1;
4. Qualquer volume além da linha de pagamento é considerado sobreescavação e a CONTRATADA deverá incluir esses efeitos nas suas estimativas de volumes e trabalho adicional.
5. Será realizado um alargamento adequado da seção de escavação de forma a criar folga suficiente para o cumprimento das tolerâncias de construção. Embora as deformações radiais do revestimento do túnel devam ser reduzidas ao mínimo através da instalação de suportes apropriados e da aplicação de uma sequência de construção adequada, estas deformações serão, também, tidas em conta nas tolerâncias de construção.

6. Não poderá haver rocha saliente na linha de pagamento, exceto em situações muito pontuais, devidas a pontas salientes e cantos de rocha sã, em que será aceite uma redução localizada da camada de concreto projetado do revestimento primário para um mínimo de dois terços da sua espessura nominal.
7. A CONTRATADA desenvolverá todos os esforços para manter a seção de projeto tal como está definido, através de um controle cuidadoso das várias técnicas de desmonte.
8. Para manter a seção de escavação tal como está definido na seção de projeto, a CONTRATADA terá de considerar uma tolerância de construção para a instalação do suporte.

Figura 11.1: Seção do túnel e linha de pagamento. Adaptado do Projeto Executivo.



10.6.4 Sobreescavação

1. A sobreescavação é o volume que pode ser originado por trabalho de desmonte defeituoso, técnica inadequada ou condições geológicas particularmente desfavoráveis e imprevisíveis. Neste caso a FISCALIZAÇÃO deverá definir a causa da sobreescavação e aprovar ou não a sua inclusão na medição correspondente. Deve-se atentar para o fato de que a sobreescavação também configura o aumento de consumo de outros materiais (concreto projetado, material escavado, transportado e espalhado), os quais devem ser estimados pela CONTRATADA e aprovados pela Fiscalização, caso contrário não poderá ser medido.

2. No caso de haver sobreescavação em excesso, deverão ser tomadas as medidas necessárias e imediatamente instalados suportes de forma a garantir a estabilidade do terreno. A FISCALIZAÇÃO deverá ser imediatamente informada e deverão ser implementados trabalhos de recuperação, analisados e acordados entre a FISCALIZAÇÃO e a CONTRATADA, devendo este propor e apresentar esquemas de solução para a situação;
3. Para efeitos de pagamento apenas a “sobreescavação inevitável” será paga, no valor equivalente a 70% do valor do quantitativo correspondente.

10.6.5 Nichos para Manobra

Entende-se que para executar as operações de escavação e ciclos de trabalho de forma mais eficiente, poderão ser necessárias aberturas auxiliares (nichos) para manobra de equipamentos. Estes nichos poderão ser executados, com espaçamento em torno de 200 m, em dimensões definidas pela CONTRATADA, de forma coerente com as dimensões do túnel, e que devem ser aprovados previamente pela FISCALIZAÇÃO. As operações de escavação, tratamento e estabilização das aberturas deve atender as mesmas condições previstas nesta Especificação para o túnel.

O custo dessas aberturas (nichos), incluindo todos os materiais e serviços é de inteira responsabilidade da CONTRATADA.

10.6.6 Classificação Geomecânica

As classificações geomecânicas são utilizadas para caracterizar os maciços rochosos através de um conjunto de propriedades identificadas por observação direta e ensaios realizados in situ ou em amostras recolhidas em sondagens. O interesse destas classificações consiste também em sistematizar o conjunto de elementos geotécnicos que interessa caracterizar num determinado maciço rochoso.

Entre as várias classificações geomecânicas referem-se as de Bieniawski (Sistema RMR) e Barton (Sistema Q).

Classificação de Bieniawski (Sistema RMR): Bieniawski publicou esta classificação em 1976, tendo por base uma vasta experiência colhida em obras subterrâneas. A classificação de Bieniawski ou Sistema RMR (“Rock Mass Rating”) é, atualmente, muito divulgada e tem sido sucessivamente refinada à medida que são incluídos os resultados de análises de um maior número de casos práticos.

A classificação geomecânica é baseada no princípio da atribuição de pesos aos seis parâmetros que Bieniawski considerou contribuir mais significativamente para o comportamento dos maciços rochosos, tendo em atenção especial o caso das obras subterrâneas. O somatório dos pesos atribuídos a cada um destes parâmetros constitui um índice, usualmente designado por RMR, ao qual corresponde uma das cinco classes de qualidade de maciços. Os parâmetros utilizados são os seguintes:

1. Resistência à compressão uniaxial da rocha intacta;
2. RQD (“Rock Quality Designation”);
3. Espaçamento das descontinuidades;
4. Condição das descontinuidades;
5. Influência da água;

6. Orientação das descontinuidades.

A aplicação da classificação a um maciço rochoso implica a divisão deste em várias regiões estruturais (zonas) a serem classificadas separadamente. As fronteiras destas regiões coincidem usualmente com as estruturas geológicas principais, tais como falhas ou mudanças do tipo de rocha. Em alguns casos, dentro do mesmo tipo de rocha, as mudanças significativas no espaçamento das descontinuidades, ou das características destas, podem obrigar à subdivisão do maciço rochoso num maior número de regiões estruturais de menor dimensão.

O sistema RMR classifica o maciço rochoso em cinco classes de acordo com o valor do índice RMR, dando ainda indicações do tempo médio de autosustentação para vãos não revestidos em túneis (períodos de tempo durante os quais deverá ser colocado o suporte sob pena de ocorrer o colapso do túnel). São também dadas estimativas relativas às características resistentes do maciço rochoso, nomeadamente, a coesão e o ângulo de atrito. As tabelas 11.1 e 11.2 mostram a classificação do maciço conforme o método RMR.

Importante notar que a aplicação desta classificação para o maciço do túnel Vila Matias resulta na identificação de quatro das cinco classes V, IV, III e II. Maciços classe I não foram identificados. A Tabela 11.2D (“significado das classes de maciço”) indica qual o tempo que uma abertura subterrânea pode ficar sem elementos de suporte, conforme o tipo de maciço.

As classes V e IV exigem uma pronta resposta no tratamento, o que condiciona a execução de tratamentos de suporte da escavação rapidamente, em intervalo de horas, o que deverá ser considerado pela CONTRATADA na metodologia de execução.

Tabela 11.1: Parâmetros de Classificação de Rochas RMR (A).

A - Parâmetros de Classificação									
1	Resistência do material intacto	Índice de resistência a carga pontual (MPa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Somente para compressão simples		
		Resistência a compressão uniaxial (MPa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
	Peso		15	12	7	4	2	1	0
2	Qualidade do testemunho - RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	Peso		20	17	13	8	3		
3	Espaçamento das descontinuidades		> 2 m	0,6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Peso		20	15	10	8	5		
4	Condição das descontinuidades		Superfícies muito rugosas, descontínuas, fechadas, paredes duras	Superfícies pouco rugosas, abertura <1mm, paredes duras	Superfície pouco rugosa, abertura <1mm, paredes moles	Superfícies estriadas ou preenchimento < 5mm ou abertura de 1-5mm, contínuas	Preenchimento mole >5mm ou abertura > 5mm, contínuas		
	Peso		30	25	20	10	0		
5	Água Subterrânea	Infiltração em 10 m de túnel (L/min)	0	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		Pressão da água na fratura/tensão principal	0	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Condições gerais	seco	Umedecido	Úmido	Gotejamento	Fluxo abundante		
	Peso		15	10	7	4	0		

Tabela 11.2: Parâmetros de Classificação de Rochas RMR (B, C, D).

B - Ajuste para orientação das descontinuidades						
direção e mergulho das descontinuidades		Muito Favorável	Favorável	Aceitável	Desfavorável	Muito Desfavorável
Peso	Túneis	0	-2	-5	-10	-12
	Fundações	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60
C - Classe de Maciços Rochosos determinada pela somatória dos pesos						
Somatória dos Pesos		100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Classe nº		I	II	III	IV	V
Descrição		Muito bom	Bom	Regular	Pobre	Muito Pobre
D- Significado das classes de maciços						
Classe nº		I	II	III	IV	V
Stand-up Time Médio		20 anos para abertura de 15 m	1 ano para abertura de 10 m	1 semana para abertura de 5 m	10 horas para abertura de 2,5 m	30 minutos para abertura de 1 m
Coesão da massa rochosa (kPa)		> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100
Ângulo de atrito (graus)		> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15

10.6.7 Caracterização do Maciço por Classe RMR e Método de Escavação

Classe V (Rating < 20)

Escavações em saprolitos e rochas extremamente alteradas com autossuporte reduzido, cujo desmonte deverá ser executado a frio, com uso de rompedores pneumáticos ou retroescavadeiras, exigindo imediata execução de concreto projetado de pequena espessura antes de colocação das cambotas treliçadas de contenção, após a instalação das enfilagens tubulares injetadas.

O método de execução consiste na escavação do túnel com avanços curtos, seguidos de imediata instalação do suporte, antecedido pelo revestimento citado de concreto projetado previsto no Projeto de no mínimo 5 cm de espessura preenchendo o “over-break” e acompanhamento sistemático das deformações internas (controle de convergências/divergências) e nivelamento de pinos de teto das seções instrumentadas.

Inicialmente é prevista a escavação do túnel em seção arco-retângulo, pois não existem informações geotécnicas sobre as características do maciço na posição onde se localiza o emboque, porém existe a opção de seção com arco invertido, que poderá ser aplicada, conforme as condições encontradas.

No trecho inicial, a partir do emboque poderá ser utilizada uma defasagem de até 5 m entre a face do túnel em escavação e o último metro do túnel com cambotas instaladas, desde que as deformações não indiquem comportamento anômalo, situação em que a distância entre a frente da abóbada e do arco invertido concretado deverá ser reduzida.

Classe IV (Rating 40-21)

Saprolitos, solos de alteração da rocha matriz, saturados ou não, com baixa coesão e autossuporte, exigindo emprego de concreto projetado antecedido à colocação de cambotas treliçadas, elementos estabilizadores das escavações conforme os relatórios prévios de sondagem e geologia com possível indicação de emprego de enfilagens tubulares injetadas. O desmonte será predominantemente a frio, com ferramentas manuais

ou mecânicas. A característica principal dessa classe é a necessidade de camboteamento e dispositivos de drenagem prévia por DHPs a ser definida pela Fiscalização ou aplicação de enfilagens tubulares injetadas.

Classe III (Rating 60-41)

Maciço fraturado com autossuporte, escavado com retroescavadeira, ou fogachos, com contenções à base de concreto projetado de pequena espessura, conforme seção-tipo, seguido de sistemática perfuração e colocação de tirantes protendidos, fixados à rocha com resina especial em malha definida na seção tipo. Não se elimina a necessidade de aplicá-los nas paredes ou pé direito de acordo com o fraturamento.

Classe II (Rating 80-61)

Rocha são levemente fraturada exigindo plano de fogo com rígido controle da perfuração e detonação "smooth blasting". Caso a cobertura de rocha sobre a abóbada seja de pequena espessura pode-se aplicar enfilagem com barras de aço CA-50 injetadas em comprimentos variáveis. O mínimo recomendado é $L = 6,00$ m com espaçamento de 0,30 m a 0,40 m entre centros, dependendo da capacidade de perfuração do jumbo. O plano de fogo será previamente apresentado pela CONTRATADA à FISCALIZAÇÃO.

Classe I (Rating 100-81)

Rocha são, compacta com juntas esparsas a serem protegidas com concreto projetado de pequena espessura conforme seção do projeto projetado em toda abóbada, estendida às paredes verticais (pés direitos) caso apresente juntas ou pequenas fraturas.

10.6.8 Desmorte em rocha são ou fraturada

A perfuração, a carga dos furos e a distribuição das esperas serão conduzidas dentro da melhor técnica, a fim de minimizar o fissuramento da rocha remanescente e manter a linha final de escavação o mais próximo possível da teórica de Projeto.

10.6.8.1 Destino dos materiais

- Os materiais escavados, serão inicialmente destinados aos bota-fora ou outros locais a critério da FISCALIZAÇÃO, seguidos das operações de espalhamento.
- O eventual uso dos materiais de boa qualidade em aterros controlados deverá ser definido pela FISCALIZAÇÃO, assim como os procedimentos e qualificação dos serviços para efeitos de medição e pagamento.

10.6.8.2 Explosivos

- Os explosivos a serem utilizados nos desmontes de rocha terão velocidade de ondas refletidas e densidade compatíveis com suas características e deverão apresentar balanço favorável de oxigênio nas detonações;
- Só serão admitidos explosivos que conduzam à formação de gases da classe 1 ou seja, que apresentem balanço favorável de oxigênio.

10.6.8.3 Segurança no Manuseio e na Aplicação dos Explosivos

- Os serviços com explosivos serão conduzidos por pessoal plenamente habilitado e familiarizado com o seu emprego;
- É proibida qualquer perfuração na frente ou próxima a ela concomitante com o

carregamento dos furos e terminantemente proibida perfuração secundária ou de eventuais núcleos falhados, antes de cuidadosa investigação local. Caso se constate sobra de explosivos em um furo parcialmente falhado, o mesmo deverá ser lavado, utilizando-se, para isso, espingarda com água e ar comprimido;

- c) Não é permitido o uso de iniciadores eletricos. Deverão ser utilizados detonadores não elétricos, tipo Brinel ou similares;
- d) Não é permitido o carregamento de explosivos e detonação em dias ou horários de chuvas intensas e descargas elétricas;
- e) A CONTRATADA deverá acompanhar cuidadosamente as condições climáticas durante os dias em que houver programação de detonações;
- f) Se o ritmo de trabalho demandar detonações diárias deve-se considerar a condicionante climática;
- g) Em caso de não detonação por condições climáticas adversas, a FISCALIZAÇÃO deve ser imediatamente contactada e feito o registro de paralização para efeitos contratuais.

10.6.8.4 Desmonte especial

- a) Todos os desmontes de rocha subterrâneos deverão ser conduzidos com detonação controlada no contorno da seção. Os furos do contorno deverão ser perfurados procurando obter o máximo paralelismo possível entre eles e estar dispostos a distâncias reduzidas, carregados com menor quantidade de explosivos que os demais e detonados nas últimas esperas da sequência do plano de fogo.
- b) A distância entre os furos de contorno deverá estar entre 0,40 m e 0,50 m e a carga de explosivos, entre 200 e 400 gramas por metro de furo, como parâmetros básicos.
- c) Este conjunto de medidas constitui o tipo de detonação especial, ou controlada, denominada fogo cuidadoso ou amortecido ("smooth-blasting").

10.6.8.5 Cuidados Especiais

- a) Deverá ser mantida toda a atenção necessária à segurança do desmonte quanto à perfeita manutenção das redes de iluminação, detonação, suprimento de ar e água, esgotamento e ventilação.
- b) Após a exaustão dos gases provenientes das detonações, antes da inspeção da frente de trabalho, tanto a rocha desmontada quanto as paredes e abóbada deverão ser molhadas para reduzir a poeira e gases contidos no entulho e para facilitar a remoção de blocos instáveis, denominados "chocos".
- c) Por efeito das detonações, associado ou não ao alívio de tensões do maciço, pode ocorrer fraturamento ou queda de fragmentos de rocha, mesmo de pequeno tamanho, os quais representam uma condição de risco para pessoas e equipamentos.
- d) Para minimizar a condição de risco por queda de fragmentos de rocha, deve-se executar uma cuidadosa operação de "batimento de choco" com uso de retroescavadeira dotada de martelo de impacto hidráulico "tipo picador com ponta biselada", eventualmente alavanca para saneamento manual e aplicação imediata de contenções ao maciço.

- e) É recomendada o uso de alavancas aproveitadas de brocas integrais fora de uso, com comprimento entre 1,60 m a 2,40 m.
- f) A operação de remoção ou batida de “chocos” só deverá ser executada por pessoal experiente, sob orientação dos encarregados ou supervisores.
- g) Blocos instáveis, que estejam difíceis de ser removidos com alavancas, deverão ser fixados com chumbadores ao maciço são.
- h) A operação de inspeção e remoção de “chocos” não deve restringir apenas à superfície recém-exposta no último fogo. Deve ser estendida até cerca de 20,00 m da frente, para evitar que novos blocos, que venham a ser instabilizados pelos fogos subsequentes, ameacem a segurança dos trabalhadores.

10.6.8.6 Ventilação

- a) A ventilação do túnel é exigência obrigatória do processo de escavação, principalmente, e dos demais serviços do ciclo, tendo por objetivo propiciar condições ambientais normais de trabalho e estabelecer, em conjunto com outras providências (como iluminação, bombeamento eventual de infiltrações de água), medidas de máxima segurança aos operários e equipamentos utilizados nas diversas operações desenvolvidas em ambiente subterrâneo.
- b) O túnel deverá ser escavado a partir de dois emboques, com escavação na condição de “fundo de saco” o que exigirá condições de ventilação forçada com insuflamento de ar limpo o mais próximo possível da frente de trabalho, em volumes e velocidade adequados.
- c) Para atender os objetivos acima descritos, o sistema de ventilação deverá satisfazer os seguintes requisitos mínimos:
- d) Instalação do sistema de ventilação artificial, a partir do momento em que o avanço acumulado da frente atingir no máximo 50 metros;
- e) Instalação de um sistema de ventilação por insuflação, que promova o lançamento, próximo à frente de trabalho, de um volume mínimo de ar fresco que atenda a NR 22 Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração – Quadro II, uma vez que não existe uma norma brasileira que normatize as condições de ventilação em túneis civis.
- f) O volume de ar limpo a ser insuflado, segundo este dimensionamento, atenderá à necessidade das operações e serviços, tais como exaustão, durante a etapa de ventilação, dos gases tóxicos e pó, provenientes da detonação ou diluição da poeira na fase de projeção de concreto, além de assegurar ambiente mais saudável aos trabalhadores.
- g) O diâmetro da tubulação de ventilação de dutos tipo vinilona deverá ser dimensionado em função da extensão máxima da frente, do volume de ar fresco exigido nela, da velocidade ótima e da perda de carga admissível por metro de rede.
- h) Os condutos deverão ser permanentemente revisados para reduzir ao mínimo a perda de ar. A extremidade interna da rede deverá ser mantida a uma distância da frente inferior ao máximo 50,00 m definidos.
- i) Concentração de Gases Nocivos. Segundo a legislação vigente, as concentrações máximas de gases nocivos que ocorrem nos trabalhos subterrâneos deverão ser as

seguintes:

- Monóxido de carbono (CO): 100 ppm;
 - Gás carbônico (CO₂): 500 ppm;
 - Aldeídos: 5 ppm;
 - Compostos nitrogenados: 25 ppm
- j) As concentrações destes gases deverão ser constantemente verificadas com medidores digitais e, periodicamente, com aparelhos de maior precisão, a serem indicados pela CONTRATADA e submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

10.6.8.7 *Uso e Manuseio de Explosivos*

- a) Somente será permitido o uso de explosivos Classe 1, ou seja, aqueles que produzam menos de 4,5 litros de gases nocivos quando da explosão de 1 (um) cartucho 1 1/4" x 8".
- b) Não é permitida a preparação de explosivos fora do túnel. Toda e qualquer carga de explosivos será transportada no dia de uso, em horários definidos e de acordo com a normas da CONTRATANTE.
- c) Rigoroso controle no planejamento, aplicação e descarte de explosivos deverá ser considerado pela CONTRATADA.
- d) Todo o processo de carregamento da frente com explosivos, acesso de pessoas ao local da frente sendo carregado e do carregamento dos furos com explosivos deverá ser registrado adequadamente em vídeo e fotografias, além de registros escritos de consumo real de explosivos e acessórios para atendimento às exigências dos órgãos de controle do Ministério do Exército.
- e) É recomendado que a CONTRATADA tenha o fornecimento de explosivos e acessórios realizados por empresa especializada e devidamente registrada, com paiois próprios.

10.6.8.8 *Rede elétrica e iluminação*

- a) A CONTRATADA deverá elaborar um projeto elétrico especificamente para o túnel, conforme a NBR 5410:2004 Versão Corrigida:2008, contendo todos os elementos e dispositivos necessários incluindo diagrama unifilar, lista de cargas previstas, modo de operação, dispositivos de segurança contra incêndio, curto-circuito e desligamento de emergência, o qual deverá ser apresentado à FISCALIZAÇÃO, antes do início da obra, para aprovação.
- b) Todos os materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados durante a construção do túnel deverão ser de primeira qualidade e com laborar um diagrama unifilar elétrico e projetar a instalação elétrica necessária para uso no túnel, com tendo todos os dispositivos de segurança. O túnel deverá ser mantido bem iluminado e, em especial, as frentes de serviço, de modo a permitir a segura circulação do pessoal, veículos e equipamentos e o eficiente controle dos trabalhos.
- c) O sistema elétrico no túnel deverá atender o item 10.9.4 da NR 10 exige que sejam instalados dispositivos de proteção destinados ao alarme e seccionamento automático da alimentação para prevenir sobretensões, sobrecorrentes, falhas de

isolamento, aquecimentos ou outras condições anormais de operação, possíveis de ocorrerem nesses ambientes com potencialidade de atmosferas explosivas ou elevado risco de incêndio.

- d) A instalação elétrica deve ter, no mínimo, um dispositivo de seccionamento de emergência, de acordo com 4.5.1 da ABNT NBR 5410, localizado em uma área não classificada, por meio do qual deverá ser possível desenergizar os equipamentos elétricos de algum lugar apropriado, se a sua energização contínua determinar algum risco, tal como sobreaquecimento ou sobrecargas.
- e) As instalações e luminárias deverão ser a prova de explosão. Será exigida a manutenção de lâmpadas com potência mínima de 100 watts, dispostas no mínimo a cada 10 m de túnel, até uma distância segura da frente, no caso de lançamento de fragmentos de rocha pelas detonações.
- f) Em locais especiais, tais como nichos laterais ou onde se instalem seções de instrumentação, para verificação de estabilidade das escavações, a iluminação deverá ser mais intensa.
- g) Nas frentes principais de trabalho, deverão ser mantidos holofotes com lâmpadas no mínimo de 1.000 watts.

Para esses serviços serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.1: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução das escavações.

-	ITEM
Perfuração/Avanço	Pré-fissuramento de material de 3ª categoria (M²)
Perfuração/Avanço	Pré-fissuramento em túnel (m²)

10.6.9 Uso de Cambotas

10.6.9.1 Generalidades

Compreende elemento importante na estabilização de aberturas subterrâneas, associada a concreto projetado e telas eletrosoldadas, eventualmente com ancoragens. A cambota treliçada é elemento integrante básico do sistema de contenções de maciços nas classes RMR V, IV, e III mesmo que eventualmente possam ser utilizados também em maciços de melhor qualidade como padrão geométrico da seção. A cambota é utilizada como contenção permanente devendo sua aplicação ser levada em conta no dimensionamento do revestimento final.

10.6.9.2 Especificações

As cambotas dimensionadas para esta obra consideram estrutura treliçada (três peças principais), com elementos seccionados construídos com vergalhão CA-50 de 25 mm de diâmetro (1"), e elementos auxiliares em aço ASTM36 soldados e unidos por peças de ligação em aço ASTM36, parafusadas, projetadas para rápida instalação, com peso aproximado de 140 kg/segmento treliçado, podendo ser levantada por três pessoas ao nível do piso.

10.6.9.3 *Espaçamento*

O espaçamento entre cambotas será função da natureza do maciço a ser estabilizado, previsto nas seções tipo do Projeto pela sua caracterização geomecânica, porém, sempre confirmado na obra em conjunto com a FISCALIZAÇÃO, que levará em conta também a cobertura, a posição eventual do nível d'água e os dados da instrumentação.

O espaçamento entre cambotas, o espaçamento variará entre os limites de 0,60 a 1,00m, conforme as condições do maciço.

10.6.9.4 *Instalação*

As cambotas deverão ser instaladas obedecendo aos critérios de rigorosa verticalidade alinhamento e nivelamento dos apoios e do fecho do arco. O tipo de apoio será função da resistência do terreno, podendo, conforme o caso, exigir dispositivos que impeçam ou reduzam recalques ou deslocamentos (blocos pré-moldados) quando de sua integração ao maciço através do concreto projetado.

A instalação de uma cambota, após a remoção do material escavado da frente, deverá ser o mais rápido possível, de acordo com a capacidade de autossustentação do maciço e com o passo de avanço, precedida sempre da camada inicial de concreto projetado no mínimo de 5 cm.

As cambotas deverão ser munidas de dispositivos que permitam rápida instalação de espaçadores metálicos previstos no Projeto. Estas peças têm, por um lado, a função de distanciadores para o correto posicionamento das cambotas e, por outro, a de elementos integralizadores das mesmas, trabalhando em conjunto com o concreto projetado. Os espaçadores são constituídos de cantoneira 2" x 2" – 4,7 kg/m e vergalhão de aço CA – 50 $\Phi = 3"/4$ ou $7/8$ " com as dimensões e quantidades indicadas no Projeto e comprimentos definidos em função do espaçamento entre as cambotas.

10.6.9.5 *Disposições Gerais*

Os danos ou deslocamentos significativos das cambotas, por ação de trabalho dos equipamentos ou outras causas que, a critério da FISCALIZAÇÃO, traduzam imperícia da CONTRATADA deverão ser reparadas sem ônus para a CONTRATANTE.

As cambotas deverão estar isentas de crostas de ferrugem, de óleos e graxas, assim como de outras substâncias que impeçam sua perfeita aderência ao concreto projetado.

A CONTRATADA, antes do início das escavações, deverá estar preparada para manter estoque razoável de cambotas prontas ou em fabricação no canteiro de obra, a fim de propiciar segurança e continuidade dos trabalhos.

Para esse serviço serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.2: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução das cambotas.

SERVIÇO	ITEM
Tratamento	Cambotas metálicas treliçadas - confecção e instalação (kg)

10.6.10 Obras de Drenagem e Contenções**10.6.10.1 Dreno sub-horizontal – DHP****Generalidades**

Os serviços ora especificados serão aplicados, eventualmente, em abóbadas e pés-direitos do túnel em decorrência da presença de água no maciço. Em situações excepcionais de solos saturados, ou em regiões de contatos geológicos poderá ser necessária a prévia drenagem do maciço.

As operações que integram estes serviços incluem:

- Perfuração conforme o projeto.
- Fornecimento e instalação de tubo em PVC e do material de revestimento (manta), no local de aplicação;

Materiais

- Os materiais a serem utilizados deverão ser de boa qualidade, livres de defeitos de fabricação recente e aplicados pela primeira vez.
- O tubo de plástico será do tipo PVC rígido, com ponta e bolsa, soldável, diâmetro nominal de 2", 3" ou 4", conforme indicado no Projeto, fabricado de acordo com a norma NBR - 5648. A manta de poliéster para revestimento do tubo plástico deverá ser do tipo Bidin OP-30 ou similar.
- Os furos terão diâmetro conforme o Projeto e poderão ser executados a rotopercussão ou sonda rotativa, a partir da frente de trabalho com locação, ângulos (orientação) e extensão definidos no Projeto ou pela FISCALIZAÇÃO.

Execução

Na execução dos serviços, serão observadas as recomendações explicitadas em sequência:

- A perfuração deverá ser executada de acordo com os detalhes indicados no Projeto;
- O comprimento, bem como o espaçamento entre os drenos dependerão das condições específicas de cada caso, a serem definidas pela FISCALIZAÇÃO;

- c) O dreno sub-horizontal deverá ter inclinação de 5 graus em relação ao plano horizontal, no sentido ascendente;
- d) O diâmetro da perfuração deverá ser compatível com o diâmetro do tubo plástico revestido, de tal forma a permitir introdução, no mesmo, sem risco de danos ou deslocamento do revestimento;
- e) Os furos dos tubos plásticos deverão ser alternados a cada 5,0 cm, diametralmente opostos, com $\frac{1}{4}$ de polegada de diâmetro;
- f) O revestimento do tubo plástico, quando de tela de nylon, será sempre em camada dupla e firmemente amarrada ao tubo com arame ou com fios de nylon;
- g) Eventualmente, a critério da FISCALIZAÇÃO, o revestimento do tubo plástico com manta de poliéster, poderá ser feito sem costura de junta, desde que se assegure uma superposição mínima de 5,0 cm de manta;
- h) No fundo do tubo plástico será colocada uma tampa de modo a impedir a entrada de solo, através dele;
- i) Na saída do dreno, com comprimento de 1,0 m, o tubo plástico não deverá ser furado e nem revestido, de forma a impedir a invasão da vegetação ou semente através dos furos;
- j) A ponta do tubo, na saída, deverá ser biselada e ter uma saliência de 5,0 cm para fora do terreno, permitindo o seu funcionamento como pingadeira;
- k) Sob a pingadeira, será aplicada uma camada de concreto magro, direcionando, adequadamente, a água proveniente do dreno a fim de se evitar possíveis erosões no terreno;
- l) As perfurações em alteração de rocha, caso ocorram, serão sempre consideradas, para efeito de classificação do material escavado, como em solo.

Controle

Caberá à FISCALIZAÇÃO autorizar e exercer o controle dos serviços, de acordo com as condições estabelecidas nesta Especificação.

10.6.10.2 Barbacãs

Generalidades

Os serviços ora especificados se aplicam na execução de drenos tipo barbacãs. Integram os serviços as seguintes atividades:

- a) Aquisição e transporte do tubo até o local de aplicação;

- b) Corte e biselamento de uma das pontas e colocação do tubo;
- c) Fornecimento, transporte e colocação da pedra britada na parte posterior do tubo;
- d) Fornecimento, transporte, colocação e fixação da tela de arame, também na parte posterior do tubo.

Materiais

Serão empregados, na execução de barbacãs, o tubo plástico de PVC rígido ou fibrocimento e telas de arame ou nylon, conforme indicado no Projeto. Deverá ser de boa qualidade, livre de defeito e aplicado pela primeira vez.

Execução

Na execução dos serviços serão observadas as recomendações a seguir:

- a) Os drenos deverão ter as dimensões e locações de acordo com o acompanhamento da obra pela FISCALIZAÇÃO;
- b) A parte externa do tubo deverá ser biselada na parte inferior para saída da água, com 5 cm para fora do furo;
- c) Caberá à FISCALIZAÇÃO autorizar e exercer o controle dos serviços, de acordo com as condições estabelecidas na presente Especificação.

10.6.11 Esgotamento por bombeamento de infiltrações

- a) Na frente escavada, as águas acumuladas na cabeceira serão normalmente bombeadas até poços coletores, por bombas submersíveis tipo “sapo” pneumáticas ou elétricas, e dos poços até o exterior do túnel, por bombas elétricas.
- b) Deve-se considerar no projeto de bombeamento as condições de segurança da operação incluindo proteções contrachocos elétricos.
- c) As tubulações deverão ser dimensionadas de acordo com cada situação específica.
- d) A CONTRATADA deverá elaborar um projeto de bombeamento do túnel durante a obra e submetê-lo a aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Para esses serviços serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.3 Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução das drenagens.

SERVIÇO	ITEM
Drenagem	Drenagem de túnel com manta drenante de malha de polietileno e geotêxtil em face revestida com argamassa polimérica com espessura de 25 mm (M ²)
Drenagem	Dreno filtrante em tubos de PVC D = 40 mm aplicado em paredes e tetos de túnel - fornecimento e instalação (M)
Drenagem	Dreno não filtrante em tubos de PVC D = 40 mm aplicado em paredes e tetos de túnel - fornecimento e instalação (M)

10.6.12 Telas Eletrosoldadas

- As telas metálicas eletrosoldadas são fornecidas em rolos e panos. Estas telas serão colocadas como elementos associadas ao concreto projetado, com tirantes e/ou chumbadores conforme o Projeto. Estas peças são fabricadas em aço CA-60 dispostas em malha quadrada de 0,10 m x 0,10 m, com peso indicado conforme o tipo definido no Projeto.
- Antes da sua utilização, as telas deverão ser vistoriadas e aprovadas pela FISCALIZAÇÃO.
- Deverão estar em bom estado de conservação, isentas de óleos, graxas ou outras impurezas que venham a comprometer a sua aderência ao concreto projetado.
- As telas deverão ser fixadas de maneira a ficarem bem aderidas à superfície de aplicação, amarradas a grampos previamente instalados em furos executados no revestimento fase. Poderão ser fixadas por amarração em pinos fixados por pistola.
- Quando da aplicação do concreto projetado ou moldado sobre a tela, deve ser garantido o recobrimento mínimo de 4 cm e evitado que fiquem vazios entre a mesma e a superfície do maciço (bicheira).

Para esse serviço serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.4: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução da tela soldada.

SERVIÇO	ITEM
Tratamento	Grampo de aço CA-50 D = 12,5 mm para solo grampeado com capacidade de 30 kN - fornecimento, perfuração e instalação (M)

Tratamento	Grampo de aço CA-50 D = 16 mm para solo grampeado com capacidade de 50 kN - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Grampo de aço CA-50 D = 20 mm para solo grampeado com capacidade de 80 kN - fornecimento, perfuração e instalação (M)

10.6.13 Concreto Projetado para Túnel

10.6.13.1 Generalidades

O concreto projetado é o concreto lançado sobre a superfície através de um jato, impulsionado, no processo por via seca, por ar comprimido.

- A mistura, seca de cimento, brita e areia, é preparada na central de concreto e transportada até o local de aplicação, preferencialmente por caminhões-betoneira.
- No local de aplicação, a mistura seca é transferida para a bomba de projeção, onde é colocado o aditivo acelerador de pega.
- Ao concreto serão adicionadas fibras metálicas tipo Dramix-Bekaert RC-65/35-BN com Ø 0,55mm e comprimento 35mm que aumentará a resistência à tração do concreto. As fibras são adicionadas junto com os agregados na razão de 40 kg/m³.
- A bomba impulsiona a mistura ainda seca através de um mangote, em cuja extremidade é acoplado o bico de projeção, pelo qual, após a introdução de água, o concreto projetado é lançado contra a superfície de aplicação.
- O concreto projetado é aplicado à pressão (5 a 7 kg/cm²) sobre a superfície do maciço, imediatamente após a escavação, com a finalidade de formar uma camada de espessura variável que, associada ou não a outras contenções, promove a estabilização superficial do maciço.
- A aplicação do concreto projetado permite que se desenvolvam, pela sua interação com o maciço, resistências intrínsecas deste e, com isto, se obtenha redução dos esforços atuantes sobre o vão aberto.
- A pressão da água deve ser de 3 a 4 Kg/cm².
- O concreto projetado via úmida poderá também ser considerado para aplicação neste projeto, atendidas as condicionantes técnicas para atendimento do objetivo de estabilização, e previamente acordado com a FISCALIZAÇÃO.

10.7 CONCRETO PROJETADO E TELA METÁLICA

A projeção de concreto será feita após escavação, acerto manual e limpeza do material solto, além do esgotamento de possíveis infiltrações.

O Projeto prevê o uso de concreto projetado nas seguintes situações:

- a) Associado a cambotas e tela em maciços classes RMR V e IV;
- b) Associado a tela e tirantes sistemáticos em maciços classes RMR IV, III;
- c) Associado a tirantes eventuais em maciços classes RMR II e I.

10.7.1.1 *Materiais*

- a) O cimento normalmente utilizado é o Cimento Portland (CP) comum ou em caso de muita umidade usa-se o cimento tipo ARI de alta resistência.
- b) Os agregados deverão estar isentos de contaminações e apresentar graduação compatível com os limites estabelecidos nas curvas granulométricas e todos os outros requisitos previstos nas normas da ABNT para concreto, nas suas edições mais recentes.
- c) A dimensão máxima do agregado deve estar compatibilizada com o diâmetro do mangote e com a bomba. Deverão ser feitos ensaios granulométricos prévios e durante a execução dos serviços.
- d) A água deverá ser limpa e isenta de substâncias nocivas ao concreto e aço, tais como matéria orgânica, graxa, ácidos, argila, etc., e deverá ser misturada a pressão estável de 3 ou 4 Kg/cm².
- e) A utilização do aditivo em pó (processo via seca) objetiva, por atuar como acelerador de pega, reduzir o tempo de início de atuação do concreto projetado como elemento de resistência na sua interação com o maciço. Não poderá ser corrosivo ou produzir qualquer efeito nocivo ao aço associado ao concreto projetado, sob a forma de cambota, chumbador ou tela metálica.
- f) O seu emprego estará condicionado a ensaios de compatibilidade com o cimento, de acordo com os dados técnicos dos fabricantes e os tempos de início e fim de pega, determinantes da influência sobre a resistência final do concreto.

10.7.1.2 *Dosagem da Mistura*

Além da exigência de ensaios prévios para aferição do traço do concreto projetado, de acordo com as resistências exigidas, devem ser seguidas as seguintes recomendações necessárias para obtenção de produto de boas características:

- A mistura seca constituída de cimento, agregados e aditivo, antes de receber a água no terminal do injetor, deverá manter de 2 a 5% de umidade;
- O fator água-cimento deverá ser de ~ 0,40 em peso;
- O teor do cimento deverá ser fixado em 400 kg/m³ para ≈ 1.500 kg de agregados;

- Respeitando-se os limites das curvas granulométricas, recomendam-se traços iniciais com relação 1: 3,5 a 1:4,5 (cimento - agregados), tendo a mistura de 50% a 60%, em peso, de agregado graúdo;
- O aditivo, sempre levando em conta a especificação do fabricante, deve ser usado na proporção de 2 a 5% do peso do cimento;
- Deve-se considerar, para boa operação, o início de pega de 1 a 2 minutos e o fim, entre 10 e 12 minutos.

10.7.1.3 Lançamento

Devem ser observadas as seguintes regras práticas para aplicação correta do concreto projetado:

1. O operador, munido de dispositivos de proteção, tais como luvas, viseira, máscara, protetor de ouvido e macacões apropriados, terá treinamento prévio para uma boa operação, principalmente no controle da água adicionada no terminal do bico de projeção;
2. Deve-se observar a distância de cerca de 1,00 m do bico projetor à superfície e procurar manter a incidência do jato normal à mesma. Em função da natureza do maciço e da presença de água no mesmo, a distância poderá ser reduzida até 0,60 m;
3. O ar deve ser limpo, seco e isento de óleo;
4. O concreto projetado deverá ser lançado de maneira uniforme e contínua, em camadas finas com espessura individual máxima de 5 cm, superpostas até atingir a espessura de Projeto. É importante manter intervalo de tempo entre a aplicação de duas camadas sucessivas no mesmo local, suficiente para que a primeira já apresente pega suficiente, quando do lançamento da camada seguinte;
5. Deverão ser mantidas condições satisfatórias de iluminação e ventilação, para propiciar a boa qualidade dos trabalhos e a segurança do pessoal;
6. O mangoteiro não deverá manter o jato fixo e imprimir, constantemente, movimento de rotação no bico projetor, com o que se reduzirá a reflexão;
7. Quando o terreno apresentar grande umidade, o operador do mangote deverá reduzir a água introduzida no terminal e o da máquina deverá aumentar a porcentagem de aditivo, visando reduzir as perdas por deslocamento. Por serem higroscópicos, os aditivos deverão ser protegidos para evitar que a umidade provoque a formação de torrões que mascarem as dosagens especificadas.

10.7.1.4 **Resistências Admissíveis**

Funcionando como elemento estrutural no seu trabalho de interação com o maciço, o concreto projetado deverá apresentar as seguintes resistências à compressão simples:

- 24 horas após a aplicação = 10,5 MPa;
- 3 dias após a aplicação = 15 MPa;
- 7 dias após a aplicação = 21,5 MPa;
- 28 dias após a aplicação = 25 a 32 MPa.

10.7.1.5 **Controle de Espessura**

- a) O controle de espessura deverá ser feito por cavilhas de aço $F = 1/4"$ inseridas no terreno e comprimento externo igual à espessura indicada no Projeto;
- b) O espaçamento entre cavilhas deverá ser de 1,50m;
- c) Furos de controle poderão ser feitos para complementar as informações fornecidas pelas cavilhas.

10.7.1.6 **Preparo e Transporte**

- a) A dosagem poderá ser prevista em peso ou volume, dependendo do conjunto de equipamentos utilizados;
- b) Para melhor qualidade do concreto, a bomba projetora deverá ser posicionada à distância máxima de 30 metros do local de aplicação e ser alimentada por sistema de fluxo contínuo que permita a adição do acelerador de pega de maneira uniforme, de preferência com caminhão betoneira que o transportará da central até a bomba;
- c) No caso de pequenos volumes, admite-se a alimentação da bomba manualmente;
- d) A bomba projetora deverá ser revisada durante os intervalos entre aplicações sucessivas, de maneira que seja mantida sempre em boas condições de trabalho, procurando, com uma eficiente e contínua operação, evitar perdas de materiais e atrasos nos tempos de aplicação.

10.7.1.7 **Ensaio e Testes**

- a) O controle de qualidade do concreto projetado será realizado através de ensaios sobre corpos-de-prova cilíndricos extraídos com extratora apropriada. Os corpos-de-prova serão preparados a partir do concreto projetado sobre painéis de madeira de 0,60 m x 0,60 m e altura de 0,12 m, sobre os quais se faz a projeção durante a operação.

- b) A projeção do concreto, para preenchimento dos painéis, deve simular as condições de operação. A cura das amostras será feita dentro do túnel. Os ensaios serão feitos para tempos de 24 horas, 3 dias, 7 dias e 28 dias, após a aplicação, cada um com rompimento de 3 corpos de prova. As faces dos corpos de prova deverão ser planas e paralelas.
- c) Para o ensaio de rompimento a 24 horas, deve-se ter o cuidado de transportar as amostras, protegidas contra a perda de umidade, dentro de sacos plásticos hermeticamente fechados.
- d) A frequência dos ensaios será de um para cada 10 metros do túnel ou em casos especiais a cada concretagem diária.
- e) A preparação correta dos corpos-de-prova levará em consideração os seguintes fatores:
- f) As superfícies extremas dos corpos-de-prova devem ser lisas, com rugosidade máxima de 0,05 mm;
- g) O desvio máximo das faces, em relação à perpendicular ao eixo, não deverá exceder três (3) graus;
- h) Deverá ser feita a identificação cuidadosa das amostras, após a extração e a determinação da densidade;
- i) Para compensar possíveis irregularidades das superfícies dos corpos-de-prova antes do ensaio, os mesmos devem ter sua base e topo desgastados, através de equipamento específico para este fim, de forma a garantir as faces planas e perpendiculares a geratriz do corpo-de-prova, para que a aplicação da carga axial seja completamente uniforme. será de boa técnica capeá-los com a seguinte mistura:
- Enxofre: 55 a 65%
 - Caulim: 30 a 35%
 - Negro de fumo: 05 a 10%

10.7.1.8 *Recomendações*

- a) A superfície sobre a qual será aplicado o concreto projetado deverá ser tratada adequadamente antes da operação de projeção, para garantir a sua limpeza;
- b) Este tratamento consistirá na aplicação, sobre a superfície do maciço, de jatos de ar comprimido em terrenos facilmente desagregáveis com baixa pressão;
- c) Em caso de maiores infiltrações, estas deverão ser previamente drenadas com barbacãs.

Para esses serviços serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.5: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução do concreto projetado.

SERVIÇO	ITEM
Tratamento	Prego guia para controle de espessura de concreto projetado D = 16 mm em túnel - fornecimento e instalação (UN)
Tratamento	Prego guia para controle de espessura de concreto projetado D = 16 mm em túnel - fornecimento e instalação (UN)
Tratamento	Concreto fck = 20 MPa para projeção via seca - confecção em betoneira - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto fck = 25 MPa para projeção via seca - confecção em betoneira - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto fck = 30 MPa para projeção via seca - confecção em betoneira - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto fck = 30 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m ³ /h - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto fck = 40 MPa para projeção via seca - confecção em betoneira - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto fck = 40 MPa para projeção via úmida - confecção em central dosadora de 30 m ³ /h - areia e brita comerciais m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 20 MPa aplicado em pisos m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 20 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 20 MPa aplicado em teto m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 25 MPa aplicado em pisos m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 25 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 25 MPa aplicado em teto m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 30 MPa aplicado em pisos m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 30 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais m ³

Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 30 MPa aplicado em teto m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 40 MPa aplicado em pisos m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 40 MPa aplicado em superfícies inclinadas e verticais m ³
Tratamento	Concreto projetado via seca fck = 40 MPa aplicado em teto m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe I com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe II com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe II com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe II com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe II com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe III com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe III com seção de 40 a 60 m ²
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe III com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe III com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 20 a 40 m ² m ³

Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe IV com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe V com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe V com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe V com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe V com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 60 a 90 m ² m ³ Concreto projetado via úmida fck = 30 MPa aplicado em túneis classe VI com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe I com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe I com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe II com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida fck = 40 MPa aplicado em túneis classe II com seção de 40 a 60 m ² m ³

Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe II com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe III com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe III com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe III com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe III com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe IV com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe IV com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe V com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe V com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe V com seção de 60 a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe V com seção superior a 90 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 20 a 40 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 40 a 60 m ² m ³
Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe VI com seção de 60 a 90 m ² m ³

Tratamento	Concreto projetado via úmida $f_{ck} = 40$ MPa aplicado em túneis classe VI com seção superior a $90 \text{ m}^2 \text{ m}^3$
Tratamento	Abertura de rasgos em superfície de concreto medindo 10×10 mm para fixação de barras de aço de 8 mm

10.7.2 Arco Invertido (Invert)

A execução de túnel com seção em arco invertido será utilizada nos maciços Classes V e IV. O arco invertido será executado como descrito a seguir:

- Execução com uso de concreto projetado e tela metálica, conforme indicado no Projeto, ou;
- Execução com uso de cambota treliçada associada a concreto projetado e tela em seção a ser projetada na obra;
- Os trechos com drenos profundo sob o arco, se necessários, serão executados antes do mesmo;
- O conjunto ou somente o arco será aterrado provisoriamente com entulho da escavação ou empréstimo argiloso para propiciar o reinício da escavação e movimento das retroescavadeiras ou jumbo, respeitado o prazo de cura do concreto em torno de 6 horas.

10.7.3 Ancoragens / Chumbadores / Tirantes

10.7.3.1 Chumbadores/Tirantes

- Os chumbadores a serem utilizados como elementos de estabilização dos maciços, serão constituídos de aço CA-50 DE 25mm de diâmetro introduzidos em furos executados, preferencialmente, com perfuratrizes de coluna, e que serão solidarizados ao maciço por meio de resina;
- Na extremidade livre fora do furo, com comprimento de cerca de 10 cm a 15 cm, rosqueada, serão adaptadas porca e arruela, apertadas contra chapa metálica de 0,15 por 0,15 m e espessura de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ ", perfurada para permitir a passagem da haste, cuja finalidade é propiciar melhor fixação à superfície e propiciar a aplicação de torque para a protensão indicada (caso de tirantes);
- A sequência executiva dos serviços de instalação dos chumbadores é iniciada pela perfuração e limpeza dos furos, seguida pela introdução dos cartuchos de resina, da colocação das hastes e pequeno aperto, após a pega inicial, do conjunto placa, arruela e porca.

Para esses serviços serão disponibilizados os itens em planilha:

Tabela 11.6: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução dos tratamentos.

SERVIÇO	ITEM
Perfuração	Perfuração para tirante permanente protendido autoinjetável em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm
Perfuração	Perfuração para tirante permanente protendido autoinjetável em material de 2ª categoria com diâmetro de até 87 mm
Perfuração	Perfuração para tirantes em material de 1ª categoria com diâmetro de até 120 mm
Perfuração	Perfuração para tirantes em material de 2ª categoria com diâmetro de até 120 mm
Perfuração	Perfuração para tirantes em material de 3ª categoria com diâmetro de até 120 mm
Acabamento	Pintura eletrostática com tinta em pó à base de resina epóxi - E = 200 µm
Tratamento	Protensão de tirante com 10 cordoalhas D = 12,7 mm aço CP 190 RB, com capacidade de 860 kN - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante com 12 cordoalhas D = 12,7 mm aço CP 190 RB, com capacidade de 1.040 kN - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante com 6 cordoalhas D = 12,7 mm aço CP 190 RB, com capacidade de 520 kN - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Chumbador de aço CA-50 - D = 20 mm - ancorado na rocha com cartucho de cimento - fornecimento, perfuração e instalação (UN)
Tratamento	Chumbador de aço CA-50 - D = 20 mm - ancorado na rocha com injeção de nata de cimento - fornecimento, perfuração e instalação (UN)
Tratamento	Chumbador de aço CA-50 - D = 22 mm - ancorado na rocha com cartucho de cimento - fornecimento, perfuração e instalação (UN)
Tratamento	Chumbador de aço CA-50 - D = 25 mm - ancorado na rocha com cartucho de cimento - fornecimento, perfuração e instalação (UN)

Tratamento	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 53 mm, tensão de escoamento = 600 MPa e tensão de ruptura = 720 MPa - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 57 mm, tensão de escoamento = 600 MPa e tensão de ruptura = 720 MPa - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 63 mm, tensão de escoamento = 600 MPa e tensão de ruptura = 720 MPa - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante permanente protendido de aço D = 69 mm, tensão de escoamento = 600 MPa e tensão de ruptura = 720 MPa - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Protensão de tirante permanente protendido de aço de aço D = 32 mm, tensão de escoamento = 950 MPa e tensão de ruptura = 1.050 MPa - inclusive ancoragem e grouteamento da cabeça (UN)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 19 mm, tensão de escoamento = 686 MPa e tensão de ruptura = 789 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 22 mm, tensão de escoamento = 686 MPa e tensão de ruptura = 789 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 25 mm, tensão de escoamento = 500 MPa e tensão de ruptura = 750 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 25 mm, tensão de escoamento = 686 MPa, tensão de ruptura = 789 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 32 mm, tensão de escoamento = 686 MPa, tensão de ruptura = 789 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante de barra de aço ancorado na rocha com resina de poliéster, D = 36 mm, tensão de escoamento = 686 MPa e

	tensão de ruptura = 789 MPa - fornecimento, perfuração e instalação (M)
Tratamento	Tirante permanente protendido autoinjetável de aço D = 40 mm, seção de 684 mm ² , tensão de escoamento = 440 MPa e tensão de ruptura = 580 MPa - exceto perfuração (M)
Tratamento	Tirante permanente protendido autoinjetável de aço D = 40 mm, seção de 822 mm ² , tensão de escoamento = 470 MPa e tensão de ruptura = 600 MPa - exceto perfuração (M)
Tratamento	Tirante permanente protendido autoinjetável de aço D = 40 mm, seção de 936 mm ² , tensão de escoamento = 700 MPa e tensão de ruptura = 830 MPa - exceto perfuração (M)
Tratamento	Tirante permanente protendido autoinjetável de aço D = 50 mm, seção de 1.330 mm ² , tensão de escoamento = 630 MPa e tensão de ruptura = 740 MPa - exceto perfuração (M)
Tratamento	Pregagem da frente com vergalhão de fibra de vidro D = 25 mm com perfuração em D = 75 mm e injeção de calda de cimento (M)

10.7.4 Enfilagens Injetadas Com Tubo Sch-40

10.7.4.1 Generalidades

A escavação de materiais que não possuam autossustentação, durante o tempo necessário à instalação das contenções, constituídas de cambotas e concreto projetado, exige a adoção de reforços prévios, através de processos consagrados na técnica de perfuração de túnel, denominados enfilagens.

Existem vários tipos de enfilagens, porém, serão descritos aqueles cujas utilizações são previstas no Projeto.

10.7.4.2 Enfilagem com tubo SCH 40

Este tipo de enfilagem consiste em um conjunto de tubos de 100mm (4") diâmetro introduzidos em furos convenientemente espaçados e dispostos ao longo de parte ou em todo o perímetro da seção, que são posteriormente injetados com calda de cimento.

- Os furos devem ser executados, no comprimento de Projeto, preferencialmente à rotopercussão, sendo admissível também a utilização de sondas rotativas;
- Concluída a perfuração de um determinado furo, será introduzido no mesmo o tubo de aço galvanizado de 4" (tipo Schedule 40) com válvulas para injeção espaçadas de 1,00 m em 1,00 (manchetes), e perfurados no entorno da seção com F ¼" nos trechos correspondentes às manchetes;

- c) Após a instalação dos tubos, serão executadas as injeções de calda de cimento, com fator água-cimento básico de 0,5;
- d) Se o terreno for de baixa coesão e alta saturação o revestimento vai sendo retirado à medida da execução da bainha para evitar o fechamento do furo;
- e) A injeção de uma determinada enfilagem tubular inicia-se pela formação da bainha, que, consiste no preenchimento do espaço entre o tubo e as paredes do furo;
- f) Após a formação da bainha, inicia-se a injeção pelas válvulas, a partir da mais profunda, introduzindo no interior do tubo a composição de injeção com obturador duplo, que permite injetar a calda na válvula mais profunda (1ª válvula), a seguir na 2ª e assim, sucessivamente, até a última, que deve ser locada a cerca de 2 metros da extremidade externa do tubo;
- g) Num determinado furo, as pressões de injeção devem variar de cerca de 7 a 10 kgf/cm² na válvula mais profunda até cerca de 0,5 kgf/cm² na última, mais externa ou com variação que a Fiscalização determinar;
- h) Os volumes a serem injetados por válvula dependem da natureza do terreno. A princípio, este volume deve se situar na faixa entre 40 e 60 litros por válvula;
- i) Após a injeção do maciço, pelos tubos, estes também serão preenchidos com calda de cimento e para reforço do estaqueamento com vergalhão CA-50 de 25mm (1");
- j) As válvulas manchetes consistem em luvas de borracha flexível, com cerca de 10 cm de comprimento, envolvendo os tubos e espaçadas de 1,00 em 1,00 m. Nos locais das válvulas devem ser executados, nos tubos, 8 a 12 furos ao longo da superfície externa, com diâmetro de 1/4", feitos com furadeira manual. A borracha se expande (abre) quando se estiver injetando pela mesma e se contrai (fecha), funcionando como válvula de retenção, quando cessa a operação de injeção, restando a calda no terreno;
- k) O resultado final destes trabalhos é a formação, por antecipação à escavação, de um arcabouço protetor em torno da seção, composta pelos tubos injetados e o solo consolidado em torno dos mesmos;

10.7.4.3 Enfilagens com Vergalhões de Aço CA-50 Ø 25,4 mm

- a) Este tipo de enfilagem é utilizado para promover o reforço do terreno em trechos instáveis ou em rocha fraturada de pequena extensão (localizados), antes da escavação. Consiste na introdução de vergalhões de 1" dispostos na parte do perímetro da seção que apresenta instabilidade, ligeiramente divergentes em relação à geratriz do túnel, espaçados de cerca 0,30 a 0,40m e com extensões em torno de 3,2 a 4,0m;
- b) No caso de terrenos úmidos e macios, os vergalhões podem ser simplesmente cravados à percussão. De um modo geral os vergalhões são introduzidos em furos,

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONALProjeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I

sem necessidade de injeção de calda de cimento.

Para esse serviço serão disponibilizados os seguintes itens em planilha:

Tabela 11.7: Itens dos serviços disponibilizados em planilha para a execução das enfilagens.

SERVIÇO	ITEM
Perfuração	Pregagem da frente em tubo de PVC D = 50 mm com perfuração em D = 100 mm e injeção de argamassa de cimento e areia 1:1 (M)
Tratamento	Enfilagem tubular sistema autoperfurante - D = 76 mm (M)
Tratamento	Enfilagem tubular sistema convencional schedule 40 - D = 65 mm (M)

10.7.5 Instrumentação Geotécnica

Os serviços de Instrumentação de túneis são atividades indispensáveis a serem inseridas no processo das escavações, pois atua no monitoramento, controle e segurança e estabilidade do durante o avanço de abertura de túnel.

Para tanto, os equipamentos a serem instalados devem estarem apropriados conforme o dimensionamento do Projeto, com acompanhamento técnico constantes durante todo período das escavações do emboque, túnel e desemboque.

Os equipamentos geotécnicos são divididos em três etapas, a saber:

- **Instrumentação de Convergência**
- **Instrumentação Interna**
- **Instrumentação Externa**

A seguir serão apresentados os instrumentos normalmente utilizados no acompanhamento das escavações de túneis

10.7.5.1 Instrumentação de Convergência

10.7.5.1.1 Generalidades

- a) As medições de deformações do maciço no túnel representam o fundamento de importância básica do Projeto, nos trechos escavados em solos e rochas alteradas classes V, IV e III.
- b) Através delas analisa-se o comportamento dos suportes empregados em relação ao maciço e à segurança do túnel.
- c) Os resultados obtidos permitem, de imediato, a reavaliação da quantidade de suportes previstos no pré-dimensionamento e a sua correção, se necessária.
- d) A CONTRATADA deve se conscientizar da importância das medições e, assim, elaborar com rigor, apoiando a FISCALIZAÇÃO, o controle do Projeto em execução.
- e) O Projeto de Instrumentação e estas Especificações indicam o critério de localização das seções de acordo com as seções-tipo e a sua frequência de leituras e, em nenhum caso, a interferência destes trabalhos poderá ser alegada como justificativa

para atrasos da CONTRATADA.

10.7.5.1.2 Sistemática

- a) A posição definitiva das seções será fixada durante a execução da obra. A princípio, as seções deverão ser espaçadas de 8 a 10 m na abóbada e rebaixo;
- b) As seções instrumentadas serão instaladas o mais rápido possível após a escavação e pega do concreto projetado;
- c) Ao ser aberta a cavidade, as deformações do maciço ocorrem pela liberação imediata das tensões primárias;
- d) Para maior controle e mais correta interpretação, a primeira leitura deverá ser feita o mais rápido possível após a escavação de cada lance de avançamento da frente de trabalho, após lançada a cambota e o concreto projetado de 1ª fase, imediatamente à sua pega;
- e) As leituras serão feitas, em princípio, diariamente durante a primeira semana e depois, a cada três dias, até completar o primeiro mês ou com menor espaço conforme o resultado das instrumentações internas e externas;
- f) Posteriormente, as leituras serão feitas semanalmente, até que a FISCALIZAÇÃO julgue possível suspendê-las, devido à constatação da tendência de estabilização, realizando apenas um controle mensal até um mês após a conclusão do revestimento final (2ª fase);
- g) Caso ocorram deformações com velocidade igual ou maior que 0,25 mm/hora, em duas leituras consecutivas, reduz-se a frequência das leituras para 12 e 6 horas;
- h) Alterações das contenções do Projeto, com base nas deformações, serão elaboradas em conjunto CONTRATADA e FISCALIZAÇÃO;
- i) Serão emitidos relatórios mensais pela CONTRATADA ou pela empresa especializada sob contrato e ao término da campanha será emitido relatório final do monitoramento, atestando a estabilidade do túnel;
- j) Nota: As leituras internas conjugadas às externas trarão maior segurança à execução do túnel. As instrumentações externas são imprescindíveis em áreas urbanas para monitorar possíveis recalques em superfície.

10.7.5.2 Instrumentação Interna

10.7.5.2.1 Extensometro

- a) Os extensômetros são usados para medir o deslocamento ou deformação geral de rochas, solo e estruturas de concreto em uma variedade de aplicações geotécnicas. A medição precisa das mudanças na distância entre uma ou mais âncoras gera dados atualizados sobre a distribuição, magnitude e taxa de deformação do solo e

da estrutura.

10.7.5.3 Nivelamento Topográfico Para Controle de Recalques

O nivelamento dos pinos de teto deverá ser feito uma vez por semana, a menos que situações particulares exijam leituras com maior frequência.

10.7.5.3.1 Responsabilidade da CONTRATADA

- a) A CONTRATADA será responsável pelo fornecimento dos meios necessários à instalação dos instrumentos por si ou por Empresa Especializada, pelas leituras e elaboração de boletins e gráficos de deformação, além dos seguintes serviços e suprimentos;
- b) Executar os furos através do concreto projetado e terreno natural para fixação dos pinos de medição de convergência. Os furos terão 40 cm de profundidade e diâmetro de 30mm (1 1/4") executados com brocas integrais. Opcionalmente, pode ser indicado, ao invés de chumbar os pinos no maciço, soldá-los nas cambotas, devendo a CONTRATADA executar estes serviços; no primeiro caso os pinos com porca de poliuretano ficarão mais protegidos;
- c) Instruir todo o pessoal de modo a evitar quaisquer danos aos instrumentos e pinos instalados, o que implicará, além de transtornos na instrumentação, a necessidade de nova instalação;
- d) Fornecer os materiais, equipamentos e acessórios, bem como instruir na execução dos trabalhos correlatos.

10.7.5.3.2 Resultados

- a) A FISCALIZAÇÃO terá acesso a todos os resultados das medições, que lhe serão enviados diariamente, sob a forma de boletins de compilação das leituras e gráficos de [deformação x tempo] e [deformação x distância da frente];
- b) A análise dos resultados é de responsabilidade da CONTRATADA e a correção de anomalias a serem adotadas será feita em conjunto com a FISCALIZAÇÃO.

10.7.5.4 Instrumentação Externa

10.7.5.4.1 Marcos Topográficos

- a) Consiste na base topográfica principal para monitorar as possíveis deformações externas, recalques em razão das baixas coberturas entre as abóbadas do túnel e áreas adjacentes;
- b) O ideal será ancorá-lo em rocha ou no caso das sondagens do Projeto não a identificarem a FISCALIZAÇÃO indicará a extensão a perfurar em alteração mais firme da rocha matriz.

10.7.5.4.2 Marcos Superficiais x Tassômetros

- a) Consiste de uma haste metálica com fixada em base em determinada profundidade específica, são instalados em sessões transversais ao alinhamento do túnel, com afastamento em relação ao seu eixo de é tipicamente inferior a dois diâmetros para cada lado do túnel.
- b) Os Marcos Superficiais, diferentemente dos Tassômetros, podem ser afetados por deslocamentos superficiais, não relacionados diretamente as escavações subterrâneas, como por exemplo: movimentação de equipamentos, vibrações, etc.
- c) Os dados registrados por ambos os instrumentos, além de serem utilizados para cálculos de índices de desempenho, também são apropriados para registrar o efeito arco, que corresponde a capacidade do meio de transferir/distribuir a carga geoestática sobrejacente para as laterais do túnel. Além das funções citadas, os equipamentos têm a função de medições de medidas de recalque em função do avanço dos fretes de escavações com indicação de eventos ocorridos entre outras funções.

10.7.5.4.3 Inclinômetros

- a) São instrumentos instalados no interior dos furos empregados para medir horizontais na região dos emboques do túnel, são instrumentos que permite medir de forma apenas pontual, a profundidade de uma provável superfície de ruptura. Os instrumentos devem ser instalados em combinação com marcos refletivos instalados no parâmetro para melhor avaliação dos deslocamentos horizontais.
- b) A locação dos inclinômetros e a distância entre eles será conforme o Projeto, e se não for possível fixá-los como projetado, procurar-se-á fazer as perfurações lateralmente, o mais próximo possível do eixo do túnel, com espaçamento entre eles, a ser definido conforme a reação do maciço à escavação do túnel;
- c) Nas planilhas de quantidades serão estimadas as extensões a perfurar e seu número será estabelecido durante a execução, em conformidade com o comportamento do maciço ao longo das escavações.

10.7.5.4.4 Piezômetros

- a) São instrumentos que permite avaliar as pressões hidrostática, a leitura da coluna d'água e indiretamente a permeabilidade do meio. Os Piezômetros são utilizados para avaliar as pressões hidrostáticas atuante em uma camada geológica específica já os Medidores de Nível de água, mede o nível da coluna d'água em relação ao referencial de toda sessão perfurada.
- b) Os piezômetros do tipo Casa Grande, deverão ser instalados conforme o projeto de instrumentação;
- c) Devem ser instalados antes da frente de escavação atingi-los pelo menos uns 20 metros.

10.7.5.4.5 Outros instrumentos e medições

- a) A instalação de outros instrumentos e medições como NA's (Níveis de Água) e sismografia serão instalados e/ou executados conforme o projeto de instrumentação.
- b) Os pinos de Recalque são dispositivos instalados diretamente nas extremidades das edificações, para verificação das distorções sofridas devido as escavações subterrâneas. As distorções são definidas com base na deflexão relativa entre os deslocamentos medidos e a distância entre os pinos de recalque. Os valores admissíveis das distorções são classificados com base no tipo de dano causado as edificações, dependendo da rigidez, distância em relação as escavações e sua orientação em relação a bacia de recalque.

10.7.5.5 Critérios de Medição e Pagamento

10.7.5.5.1 Critérios de medição

Todos os itens incluídos nesta especificação relativamente ao túnel serão medidos pela CONTRATADA conforme a Planilha de Preços Unitários do Contrato e esta Especificação, e apresentados à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

10.7.5.5.2 Pagamento

O pagamento será feito após a realização, aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços contratuais, obedecidos os prazos regulamentares estabelecidos pela CONTRATANTE.

10.7.5.6 Instalação dos equipamentos de Instrumentação

Os equipamentos serão instalados covomitamente ao treinamento da equipe permanente de acompanhamento de monitoramento das escavações do Túnel. Onde estão alocados na administração local da obra.

A remuneração das instalações e treinamento da equipe permanente foram previstas da seguinte maneira:

- **1 Mobilização e desmobilização para um mês;**
- **1 Equipe técnica para instalação dos equipamentos, com disponibilidade de mão de obra e equipamentos específicos de instrumentação para realização de serviços de instalação e monitoramento;**
- **Perfuração Rotativa, incluso mobilização e desmobilização de equipe e, equipamento, Perfuração Rotativa em SOLO/ROCHA diâmetro HW, sem recolhimento de testemunho;**

Obs: a equipe de instalação dos equipamentos de instrumentação poderá utilizar como apoio os containers para apoio da equipe e guarda dos equipamentos que serão instalados nas duas frentes de trabalhos (Emboque e Desemboque).



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



Projeto Executivo do
Canal de Xingó, Fase I, Lote I