VOLUME II

ELEMENTOS BÁSICOS DE PROJETO

CIVIL

ARQUITETURA

VIA PERMANENTE

Sumário

1. OBJETIVO 23
2. DISPOSIÇÕES GERAIS 23
2.1. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE PROJETO 23
2.1.1. PROJETO DE CONCEPÇÃO 23
2.1.2. PROJETO EXECUTIVO 25
2.1.3. MANUAIS (MAN) 25
2.1.4. NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO DO PODER CONCEDENTE, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES 25
2.1.5. NORMAS 26
2.1.6. REGULAMENTOS E LEGISLAÇÃO 27
2.2. INTERFACE ENTRE SISTEMAS E OBRAS CIVIS 27
3. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA 28
4. ESTAÇÕES 28
4.1. ARQUITETURA 28
4.1.1. PREMISSAS GERAIS 28
4.1.2. ACESSOS 30
4.1.3. HALL DE BILHETERIAS E BLOQUEIOS 31
4.1.4. PLATAFORMAS 33
4.1.5. SANITÁRIOS PÚBLICOS 35
4.1.6. SALAS OPERACIONAIS 35
4.1.7. SALAS TÉCNICAS 35
4.1.8. CAIXAS D'ÁGUA 36
4.1.9. POÇOS DE DRENAGEM 37
4.1.10. PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO 37
4.1.10.1 ELEMENTOS DE CIRCULAÇÃO 37
4.1.10.2 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS 38
4.1.10.3 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS PARA USO PÚBLICO DA ESTAÇÃO 39

4.2. BICICLETÁRIO 39
4.3. CONEXÃO E TRANSFERÊNCIAS 40
4.4. URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO 40
4.5. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS 40
5. VENTILAÇÕES E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA (VSE) 42
5.1. DEFINIÇÕES 42
5.2. PREMISSAS GERAIS DE ARQUITETURA 43
5.3. GEOMETRIAS E DIMENSÕES PADRÃO 43
5.3.1. POÇO 43
5.3.2. RESERVATÓRIO DE DRENAGEM 44
5.3.3. TÚNEL DE LIGAÇÃO 44
5.3.4. TÚNEL DE TRAVESSIA DE EMERGÊNCIA 44
5.3.5. ESCADAS DE EMERGÊNCIA 45
5.3.6. ANTECÂMARA 45
5.3.7. PASSAGEM DE EMERGÊNCIA 45
5.3.8. PRESSURIZAÇÃO 46
5.3.9. TOMADA DE AR EXTERNO (TAE) 46
5.3.10. DUTO DE CABOS 46
5.3.11. CCM – CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES 46
5.3.12. CANAL DE VENTILAÇÃO 47
5.3.13. DUTO DE MACAS 48
5.3.14. PORTAS DE ACESSO 48
5.3.15. ABERTURA PARA REGISTRO DE SOBREPRESSÃO 48
5.3.16. COMPONENTES EXTERNOS 49
5.4. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS 49
6. PÁTIO DE MANUTENÇÃO E ESTACIONAMENTO DE TRENS 50
6.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS 50
6.1.1. DENOMINAÇÃO E FUNCIONALIDADES DAS EDIFICAÇÕES 50
6.1.2. PREMISSAS 54
6.2. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS 56
6.3. BICICLETÁRIOS 56

6.4. URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO 56
7. TRECHOS DE VIAS 57
7.1. DIRETRIZES GERAIS 57
8. ESTACIONAMENTOS DE TRENS 57
8.1. DIRETRIZES GERAIS 57
9. OBRAS ENTERRADAS E SUBTERRÂNEAS 58
9.1. REQUISITOS TÉCNICOS 58
9.2. REQUISITOS DE DESEMPENHO 61
9.3. NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDAS .. 62
9.3.1. DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO 62
9.3.2. NORMAS ABNT 62
9.3.3. OUTROS 63
9.4. REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO 63
9.5. DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE 63
10. ESTRUTURAS 64
10.1 REVESTIMENTO EM CONCRETO PROJETADO 64
10.1.1 DIRETRIZES TÉCNICAS 64
10.1.1.1 VIDA ÚTIL 65
10.1.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL 65
10.1.1.3 DURABILIDADE 65
10.1.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS 65
10.1.1.5 DISTÂNCIA MÁXIMA DA ARMADURA AO SUBSTRATO 66
10.1.1.6 COLOCAÇÃO DA BARRA CHATA - DRENAGEM ELÉTRICA 66
10.1.1.7 ARMAÇÃO DAS TELAS 66
10.1.1.8 LIMPEZA ANTES DA APLICAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO 66
10.1.1.9 ADITIVOS ACELERADORES 66
10.1.1.10 ADIÇÕES 66
10.1.1.11 TEOR MÁXIMO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO DO PROCESSO VIA SECA OU ÚMIDA 67
10.1.1.12 COBRIMENTO DAS CAMBOTAS OU QUALQUER ARMADURA 67
10.1.1.13 INSTALAÇÃO DE CHUMBADORES E INSERTOS 67
10.1.1.14 RESISTÊNCIA AO FOGO 67

10.1.2 REQUISITOS DE CONTROLE 68
10.1.2.1 CONCRETO PROJETADO PROVISÓRIO 68
10.1.2.2 CONCRETO PROJETADO DEFINITIVO (INCORPORADO À ESTRUTURA) 68
10.1.2.2.1 PARÂMETROS E VALORES DE RESISTÊNCIA E DE DURABILIDADE 68
10.1.2.2.2 CONCRETO PROJETADO SIMPLES OU ARMADO 68
10.1.2.2.3 CONCRETO PROJETADO COM FIBRAS 70
10.1.3 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM 70
10.1.3.1 FORMAÇÃO DE UM LOTE 70
10.1.3.2 LOCALIZAÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA EXTRAÍDOS DA ESTRUTURA PARA UM LOTE 71
10.1.3.3 LOCALIZAÇÃO DAS PLACAS PARA A FORMAÇÃO DE UM LOTE 71
10.1.4 PARÂMETROS E LIMITES DE PROJETO 71
10.1.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS 72
10.1.4.1.1 CONCRETO PROJETADO PROVISÓRIO 72
10.1.4.1.2 CONCRETO PROJETADO DEFINITIVO 73
10.1.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 75
10.1.5.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO 75
10.1.5.2 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 75
10.1.5.3 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 77
10.1.5.4 OUTROS ÓRGÃOS 79
10.1.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE 80
10.2 CONCRETO CONVENCIONAL ARMADO OU PROTENDIDO 87
10.2.1 REQUISITOS TÉCNICOS 87
10.2.1.1 VIDA ÚTIL 87
10.2.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL 87
10.2.1.2.1 RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA (FCK) 87
10.2.1.2.2 RESISTÊNCIA PARA INÍCIO DOS SERVIÇOS DE PROTENSÃO 88
10.2.1.3 DURABILIDADE 88
10.2.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS 89
10.2.1.5 COLOCAÇÃO DA BARRA CHATA - DRENAGEM ELÉTRICA 90
10.2.1.6 COBRIMENTO DE QUALQUER ARMADURA ESTRUTURAL 90

10.2.1.7 INSTALAÇÃO DE CHUMBADORES E INSERTOS 90
10.2.1.8 ASPECTO ESTÉTICO 90
10.2.1.9 AÇOS 91
10.2.1.10 BAINHAS 91
10.2.1.11 RESISTÊNCIA AO FOGO 91
10.2.1.12 PROTENSÃO 91
10.2.1.12.1 FORÇA DE PROTENSÃO 91
10.2.1.12.2 SEQUÊNCIA DE PROTENSÃO 92
10.2.1.12.3 ALONGAMENTO TEÓRICO DOS CABOS 92
10.2.1.12.4 ACESSÓRIOS PARA INJEÇÃO 92
10.2.1.13 PROJETO E EXECUÇÃO 92
10.2.1.14 REQUISITOS PARA EDIFICAÇÕES 94
10.2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 95
10.2.2.1 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL 95
10.2.2.2 PEÇAS SUBMETIDAS À FLEXO-COMPRESSÃO EM DESFORMA PRECOCE 96
10.2.2.3 PAVIMENTOS DE CONCRETO 96
10.2.2.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS 96
10.2.2.5 ABERTURAS E CANALIZAÇÕES 97
10.2.2.6 COTAS 97
10.2.2.7 IMPERMEABILIDADE DA COBERTURA E DOS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA 97
10.2.2.8 TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS 97
10.2.2.9 LIMITAÇÃO DE ABERTURA DE FISSURAS 97
10.2.2.10 LIMITAÇÃO DOS DESLOCAMENTOS 97
10.2.3 CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM 98
10.2.3.1 LAJES, VIGAS E PAREDES SUBMETIDAS À DESFORMA PRECOCE - FLEXO-COMPRESSÃO 98
10.2.3.2 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL 98
10.2.3.3 PAVIMENTO DE CONCRETO 98
10.2.3.4 CONCRETO COM FIBRAS 98
10.2.4 PARÂMETROS E LIMITES DE PROJETO 99
10.2.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS 99

10.2.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 100
10.2.5.1 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 100
10.2.5.2 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 102
10.2.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE 105
10.3 CONCRETO PRÉ-MOLDADO 110
10.3.1 REQUISITOS TÉCNICOS 110
10.3.1.1 VIDA ÚTIL 110
10.3.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL 111
10.3.1.2.1 RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA (FCK) 111
10.3.1.2.2 RESISTÊNCIAS EFETIVAS (FCJ) 111
10.3.1.3 DURABILIDADE 111
10.3.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS 112
10.3.1.5 TOLERÂNCIAS 113
10.3.1.6 COBRIMENTO DE QUALQUER ARMADURA ESTRUTURAL 113
10.3.1.7 ASPECTO ESTÉTICO 113
10.3.1.8 AÇOS 113
10.3.1.9 BAINHAS 113
10.3.1.10 RESISTÊNCIA AO FOGO 113
10.3.1.11 PROTENSÃO 114
10.3.1.11.1 FORÇA DE PROTENSÃO 114
10.3.1.11.2 SEQUÊNCIA DE PROTENSÃO 114
10.3.1.11.3 ALONGAMENTO TEÓRICO DOS CABOS 114
10.3.1.11.4 ACESSÓRIOS PARA INJEÇÃO 115
10.3.1.12 TUBOS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADOS 115
10.3.1.13 IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA 115
10.3.1.14 ALÇAS E APOIO PARA ESTOCAGEM 115
10.3.1.15 CORRELAÇÃO ENTRE CORPOS DE PROVA MOLDADOS E AS PEÇAS 115
10.3.1.16 PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA E DURABILIDADE (PEÇAS ACABADAS) 115
10.3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 116
10.3.2.1 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL 116

10.3.2.2 TEOR DE LIXIVIAÇÃO DO CONCRETO (INCLUSIVE ATRAVÉS DAS FISSURAS) 117
10.3.2.3 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS 117
10.3.2.4 VERIFICAÇÕES NAS PEÇAS CONCLUÍDAS 118
10.3.3 CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM PARA CONTROLE DO DESEMPENHO 118
10.3.3.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL (MÉTODO DE ENSAIO PRESCRITO NA NBR-5739) 118
10.3.3.2 MÓDULO DE DEFORMAÇÃO ESTÁTICA (MÉTODO DE ENSAIO PRESCRITO NA NBR-8522) 118
10.3.4 PARÂMETROS E LIMITES DO PROJETO 119
10.3.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS 119
10.3.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 121
10.3.5.1 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 121
10.3.5.2 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS 123
10.3.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE 126
10.4 ANÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO PARA TÚNEIS EM TUNELADORA 131
10.4.1 REQUISITOS TÉCNICOS 131
10.4.1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS 131
10.4.1.2 COBRIMENTO 132
10.4.1.3 PARAFUSOS E PORCAS 132
10.4.1.4 SISTEMA DE VEDAÇÃO 132
10.4.1.5 ORIFÍCIOS PARA GRAUTEAMENTO DA PERIFERIA 133
10.4.1.6 CONDIÇÕES DE TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO 133
10.4.1.7 TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS 133
10.4.1.8 ACABAMENTO 133
10.4.1.9 RESISTÊNCIA AO FOGO 133
10.4.1.10 INSTRUMENTAÇÃO 133
10.4.1.11 ESTANQUEIDADE À ÁGUA 134
10.4.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 134
10.4.2.1 PEÇAS ACABADAS - SEGMENTOS 134
10.4.2.1.1 RESISTÊNCIA E DURABILIDADE DO CONCRETO 134
10.4.2.1.2 VERIFICAÇÃO DAS PEÇAS 134
10.4.2.1.3 CONTROLE DAS DIMENSÕES DOS SEGMENTOS 134

10.4.2.1.4 CONTROLE DAS DIMENSÕES DOS CONJUNTOS MONTADOS E INTER-CAMBIALIDADE DOS SEGMENTOS PARAFUSADOS DE CONCRETO (ANEL PADRÃO) 135
10.4.2.1.5 RESISTÊNCIA EM SERVIÇO 136
10.4.3 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM 138
10.4.3.1 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 138
10.4.3.2 OUTRAS 138
10.4.4 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE 138
10.4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS 139
10.4.6 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 139
10.5 ESTRUTURAS METÁLICAS 140
10.5.1 OBJETIVO 140
10.5.2 REQUISITOS TÉCNICOS 140
10.5.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 143
10.5.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 146
10.5.4.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO 146
10.5.5 REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO 148
10.5.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE 149
11 PROJETO EXECUTIVO DE ACABAMENTO E COMUNICAÇÃO VISUAL 150
11.1 OBJETIVO 150
11.1.1 REQUISITOS TÉCNICOS 150
11.1.1.1 GERAL 150
11.1.1.2 ALVENARIAS 153
11.1.1.3 ACABAMENTOS VERTICAIS 154
11.1.1.4 DIVISÓRIAS 155
11.1.1.5 PISOS E COMPLEMENTOS 156
11.1.1.6 ACESSÓRIOS DE PISO 157
11.1.1.7 TETOS E FORROS 157
11.1.1.8 ACESSÓRIOS E VEDOS 158
11.1.1.9 EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS 160

11.1.1.10 ESQUADRIAS 160
11.1.1.11 EQUIPAMENTOS ESPECIAIS 162
11.1.1.12 SALAS OPERACIONAIS 163
11.1.1.13 SALAS TÉCNICAS 164
11.1.1.14 ACABAMENTO DE PÁTIOS DE MANUTENÇÃO E ESTACIONAMENTO 166
11.1.1.15 ACABAMENTO DAS VENTILAÇÕES E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA 169
11.1.1.16 COMUNICAÇÃO VISUAL 170
11.1.2 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 172
11.1.2.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO 172
11.1.2.2 NORMAS E CÓDIGOS 173
12 VIA PERMANENTE 176
12.1 TRAÇADO 176
12.1.1 CONDIÇÕES GERAIS 176
12.1.2 PONTOS NOTÁVEIS E ELEMENTOS DE TRAÇADO 177
12.1.3 PREMISSAS E PARÂMETROS MÍNIMOS DE DESEMPENHO 178
12.1.4 PREMISSAS DO GABARITO DINÂMICO DE LIVRE PASSAGEM DOS TRENS 182
12.1.5 PREMISSAS PARA AS INFORMAÇÕES CARACTERÍSTICAS E RESTRIÇÃO DE VELOCIDADE CIVIL 183
12.2 SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 184
12.2.1 TERMINOLOGIA EMPREGADA 184
12.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 186
12.2.2.1 VIA PRINCIPAL 186
12.2.2.2 VIA NO PÁTIO E SEUS ACESSOS 187
12.2.2.3 DRENAGEM DAS ÁGUAS 187
12.2.2.4 PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL 187
12.2.2.5 CONCRETO 187
12.2.2.6 BORDAS DAS PLATAFORMAS DAS ESTAÇÕES 187
12.2.2.7 ESCADA DE MARINHEIRO NA PASSARELA DE EMERGÊNCIA 187
12.2.2.8 TRAVESSIA PARA VEÍCULOS RODOVIÁRIOS NO PÁTIO 188
12.2.2.9 TRATAMENTO ACÚSTICO 188
12.2.2.10 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS 188

12.2.3 PREMISSAS DOS SISTEMAS DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 188
12.2.3.1 PREMISSAS GERAIS 188
12.2.3.2 PREMISSAS PARA O SISTEMA DE VIA EM FIXAÇÃO DIRETA, COM MASSA-MOLA 190
12.2.3.3 VIA NO PÁTIO 191
12.2.3.4 ESTABILIDADE DO SISTEMA DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 191
12.2.3.4.1 ABERTURA DINÂMICA DE BITOLA 191
12.2.3.4.2 ELASTICIDADE DA VIA 191
12.2.3.4.3 RESISTÊNCIAS LONGITUDINAL E TRANSVERSAL DA VIA 192
12.2.3.4.4 RESISTÊNCIA LONGITUDINAL DO TRILHO 192
12.2.3.4.5 COMPROVAÇÃO DE DESEMPENHO E HOMOLOGAÇÃO 192
12.2.3.4.6 MEMORIAIS DE CÁLCULOS 193
12.2.3.4.6.1 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO EM LABORATÓRIO 193
12.2.3.4.6.2 HOMOLOGAÇÃO NA VIA COM A PASSAGEM DOS TRENS 193
12.2.3.5 CONTROLE DAS VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS 194
12.2.3.5.1 PREMISSAS PARA O PROJETO 194
12.2.3.5.2 LIMITES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS DE VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS 195
12.2.3.5.2.1 VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS 195
12.2.3.5.3 COMPROVAÇÃO DE DESEMPENHO E HOMOLOGAÇÃO 195
12.2.3.5.3.1 MEMORIAIS DE CÁLCULOS 195
12.2.3.5.3.2 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO EM LABORATÓRIO 196
12.2.3.5.3.3 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO NA VIA COM A PASSAGEM DE TRENS 196
12.2.3.6 CONTROLE DOS RUÍDOS PRIMÁRIOS 199
12.2.3.7 PROVISÕES CONSTRUTIVAS PARA O CONTROLE DE CORRENTES DE FUGA 200
12.2.3.7.1 REQUISITOS TÉCNICOS 200
12.2.3.7.1.1 DRENAGEM DE VIA 200
12.2.3.7.1.2 TRILHOS 200
12.2.3.7.1.3 FIXAÇÕES 200
12.2.3.7.1.4 TÚNEIS, PONTES, VIADUTOS E SUPERESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO 200
12.2.3.7.1.5 VIAS EM LASTRO 202
12.2.3.7.1.6 JUNTAS ISOLANTES COLADAS 202
12.2.3.7.1.7 INSTALAÇÕES PARA PROTEÇÃO CATÓDICA 203

12.2.3.7.2 REQUISITOS DE ACEITAÇÃO 204
12.2.3.7.2.1 GERAL 204
12.2.3.7.2.2 ENSAIOS EM LABORATÓRIO 204
12.2.3.7.2.3 TESTES EM CAMPO 204
12.2.3.7.2.3.1 TRILHOS 204
12.2.3.7.2.3.2 PLACAS DE FIXAÇÃO 204
12.2.3.7.2.3.3 ARMADURAS E LAJE DO INVERT 205
12.2.3.8 TOPOGRAFIA PARA A IMPLANTAÇÃO DA SUPERESTRUTURA DE VIA PERMANENTE 205
12.2.3.8.1 VIA PRINCIPAL COM FIXAÇÃO DIRETA 205
12.2.3.8.1.1 MARCOS TOPOGRÁFICOS (MT) 205
12.2.3.8.2 VIA EM LASTRO - PÁTIO 206
12.2.3.8.3 RECEBIMENTO DA VIA 206
12.2.3.9 GABARITAGEM DA VIA 206
12.2.3.10 INTERFACE COM MATERIAL RODANTE 207
12.2.4 PREMISSAS DOS CONJUNTOS E COMPONENTES DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 207
12.2.4.1 BITOLA DA VIA, INCLINAÇÃO DO TRILHO E SUA TRANSIÇÃO 207
12.2.4.2 TRILHO 207
12.2.4.3 SOLDAS 208
12.2.4.4 PLACAS DE APOIO DOS TRILHOS, SEU CALÇAMENTO E ANCORAGEM 210
12.2.4.4.1 ELEMENTOS DE ANCORAGEM 210
12.2.4.4.1.1 ANCORAGEM MECÂNICA CONCRETADA 211
12.2.4.5 DORMENTES MONOBLOCO OU BIBLOCO DE CONCRETO ARMADO ENGASTADOS MONOLITICAMENTE AS LAJES DE CONCRETO ARMADO 211
12.2.4.6 FIXAÇÃO DO TRILHO 212
12.2.4.7 VIA EM FIXAÇÃO DIRETA 212
12.2.4.7.1 COM MASSA-MOLA – LAJE E AMORTECEDOR 212
12.2.4.7.2 SEM MASSA-MOLA 213
12.2.4.8 APARELHO DE MUDANÇA DE VIA - AMV 214
12.2.4.8.1 CONDIÇÕES OPERACIONAIS 214
12.2.4.8.2 PREMISSAS DOS AMVS 214
12.2.4.8.2.1 TRILHOS E PERFIS ESPECIAIS 214

12.2.4.8.2.2 AGULHAS E TRILHOS DE ENCOSTO 215
12.2.4.8.2.3 JACARÉS DOS AMVS 215
12.2.4.8.2.3.1 DISPOSITIVO AUXILIAR PARA MOVIMENTAÇÃO DA PARTE MÓVEL DO JACARÉ 216
12.2.4.8.2.4 PLACAS DE APOIO 216
12.2.4.8.2.5 FIXAÇÃO DOS TRILHOS E COMPONENTES 218
12.2.4.8.2.6 TRATAMENTO PARA ENDURECIMENTO 218
12.2.4.8.2.7 SOLDAS 218
12.2.4.8.2.8 FUROS PARA BONDEAMENTO 218
12.2.4.8.2.9 TRATAMENTO ANTICORROSIVO 219
12.2.4.8.2.10 PRÉ MONTAGEM 219
12.2.4.8.2.11 MÁQUINA DE CHAVE 219
12.2.4.8.2.12 DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA 219
12.2.4.8.2.13 FERRAGENS DAS AGULHAS E PARTES MÓVEIS DOS JACARÉS 219
12.2.4.8.2.14 TRAVAMENTOS E RETENÇÕES DA AGULHA E PARTE MÓVEL DO JACARÉ 219
12.2.4.8.2.15 FERRAGENS DE LIGAÇÃO DOS DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA 220
12.2.4.8.2.16 FERRAGENS DE LIGAÇÃO DAS MÁQUINAS DE CHAVE 220
12.2.4.8.2.17 SUPORTE DA MÁQUINA DE CHAVE DA AGULHA E DA PARTE CENTRAL DO JACARÉ E DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA 221
12.2.4.9 TRAVESSIAS NA VIA PRINCIPAL 221
12.2.4.10 TRAVESSIA DE ELETRODUTOS PARA CABOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS 222
12.2.4.11 PÁRA-CHOQUES 223
12.2.4.12 LUBRIFICADORES DE TRILHOS 224
12.2.4.13 DRENAGEM DA VIA PRINCIPAL E PÁTIO 224
12.2.4.14 VIA EM LASTRO 224
12.2.4.14.1 LASTRO 225
12.2.4.14.2 SUBLASTRO 227
12.2.4.15 TERRAPLANAGEM NO PÁTIO 228
12.2.4.16 DORMENTE DE CONCRETO 228
12.2.4.17 VIAS ESPECIAIS NO PÁTIO 230
12.2.4.18 TRAVESSIA PARA VEÍCULOS RODOVIÁRIOS NO PÁTIO 230

12.2.4.19 PREMISSA PARA MATERIAIS NÃO FERROSOS 231
12.2.4.20 PREMISSA PARA MATERIAIS FERROSOS 231
12.2.4.21 TRATAMENTO ACÚSTICO 232
12.2.5 PREMISSAS SOBRE A FABRICAÇÃO DOS MATERIAIS, CONJUNTOS E COMPONENTES 233
12.2.6 TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, EMBALAGEM, ARMAZENAGEM, CARGA E DESCARGA 233
12.2.7 INSTALAÇÃO E MONTAGEM 234
12.2.7.1 PREMISSAS 234
12.2.7.2 EXIGÊNCIAS DURANTE A INSTALAÇÃO E MONTAGEM 235
12.2.7.3 TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PERMITIDAS PARA A INSTALAÇÃO DA VIA PERMANENTE 235
12.2.7.3.1 TOLERÂNCIAS MÁXIMAS DA VIA PRINCIPAL EM FIXAÇÃO DIRETA 235
12.2.7.3.2 TOLERÂNCIAS MÁXIMAS DA VIA EM LASTRO NO PÁTIO 236
12.2.8 ACEITAÇÃO DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE 236
12.2.9 MANUTENÇÃO 237
12.2.9.1 MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS FIXOS DA VIA PERMANENTE 237
12.2.9.2 RECURSOS PARA MANUTENÇÃO 237
12.2.10 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 238
12.2.10.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO 238
12.2.10.2 NORMAS 238
13 REQUISITOS COMPLEMENTARES 246
13.1 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES 246
13.1.1 ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS 246
13.1.1.1 SELEÇÃO 246
13.1.1.2 REQUISITOS 250
13.1.1.2.1 TIPO 1 - CONCRETO PROJETADO DE ESTANCAGEM PRIMÁRIA – CPE 250
13.1.1.2.2 TIPO 2 - DRENAGEM E TRATAMENTO PROVISÓRIO DO MACIÇO E DO REVESTIMENTO PRIMÁRIO 250
13.1.1.2.3 TIPO 3 – GEOTÊXTIL NÃO-TECIDO 251
13.1.1.2.4 TIPO 4 – CALDA DE PREENCHIMENTO DE VAZIOS – "COULIS" 252
13.1.1.2.5 TIPO 5 – GEOMEMBRANA POLIMÉRICA DE PVC, PEAD, PEBDL E TIPO 11 - BARREIRA GEOSSINTÉTICA DE BENTONITA (GCL- GEOSYNTHETIC CLAY LINERS) GCL(1) 252

13.1.1.2.6 TIPO 6 – CONCRETO PROJETADO DE BAIXA PERMEABILIDADE – CPP E TIPO 7 - CONCRETO CONVENCIONAL ARMADO E/OU PROTENDIDO, OU CONCRETO PRÉ-MOLDADO DE BAIXA PERMEABILIDADE - CCP 255

13.1.1.2.7 TIPO 8 – PERFIL EXTRUDADO PARA JUNTAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO 255

13.1.1.2.8 TIPO 9 – INJEÇÃO DE FISSURAS COM RESINAS À BASE DE EPÓXI, POLIURETANOS, ACRÍLICO OU MICRO CIMENTO 255

13.1.1.2.9 TIPO 10 – INJEÇÃO OU PREENCHIMENTO EMPREGANDO CALDA OU ARGAMASSA DE CIMENTO OU MICRO CIMENTO E BENTONITA 256

13.1.1.2.10 TIPO 12 - ACABAMENTO DE PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO APARENTE. 256

13.1.2 ESTRUTURAS SUJEITAS ÀS INTEMPÉRIES OU LAVAGENS (ÁREAS MOLHÁVEIS) 256

13.1.2.1 REQUISITOS GERAIS 256

13.1.2.2 SERVIÇO CONCLUÍDO 256

13.1.2.3 SERVIÇO EM ANDAMENTO 257

13.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS: 257

13.1.4 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA 257

13.1.4.1 REQUISITOS GERAIS 257

13.1.5 JUNTAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO 258

13.1.5.1 REQUISITOS GERAIS 258

13.1.6 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS 259

13.1.7 ACABAMENTO DE PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO APARENTE 260

13.1.8 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 260

13.2 TUNELADORA E SISTEMAS AUXILIARES 262

13.2.1 OBJETIVO 262

13.2.2 GERAL 262

13.2.3 COURAÇA 262

13.2.3.1 CABEÇA DE CORTE 263

13.2.3.2 CAUDA DA COURAÇA 263

13.2.3.3 SISTEMA DE CONTROLE DE PRESSÃO 263

13.2.3.4 RENDIMENTOS DE AVANÇO 263

13.2.3.5 SISTEMA DE CONTROLE GERAL DA MÁQUINA 263

13.2.3.6 SISTEMAS DE SEGURANÇA 264

13.2.4 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE 264

13.2.4.1 APÓS A CONCLUSÃO DAS ATIVIDADES 264
13.3 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE OBRAS SUBTERRÂNEAS 264
13.3.1 OBJETIVO 264
13.3.2 REQUISITOS GERAIS 264
13.3.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 265
13.3.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO 266
13.4 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS 267
13.4.1 REQUISITOS GERAIS 267
13.4.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS 268
13.4.2.1 TÚNEIS 268
13.4.2.2 VALA A CÉU ABERTO (VCA) / ESTAÇÕES / EDIFICAÇÕES 268
13.4.2.3 PÁTIOS 269
13.4.2.4 SISTEMA VIÁRIO 269
13.4.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 270
13.5 REMANEJAMENTO DE UTILIDADES PÚBLICAS 270
13.5.1 OBJETIVO 270
13.5.2 REQUISITOS TÉCNICOS 270
13.5.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 271
13.5.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 271
13.5.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 271
13.5.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS AO P0DER CONCEDENTE 271
13.6 PAVIMENTAÇÃO 272
13.6.1 OBJETIVO 272
13.6.2 REQUISITOS TÉCNICOS 272
13.6.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 273
13.6.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 274
13.6.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 274
13.6.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 274

13.7 DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAIS 275
13.7.1 REQUISITOS TÉCNICOS 275
13.7.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 276
13.7.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 276
13.8 SINALIZAÇÃO E DESVIO DE TRÁFEGO 276
13.8.1 OBJETIVO 276
13.8.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 277
13.8.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 277
13.8.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO 277
13.8.2.2.1 DESVIOS DE TRÁFEGO 277
13.8.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 277
13.8.4 IMPOSIÇÕES DE PROJETO 278
13.8.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 278
13.8.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 278
13.9 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA 278
13.9.1 OBJETIVO 278
13.9.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 279
13.9.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 279
13.9.2.1.1 PERCURSOS DE TRANSPORTE 279
13.9.2.1.2 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA 279
13.9.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO 279
13.9.2.2.1 TRANSPORTE DE TERRA 279
13.9.2.2.2 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA 279
13.9.3 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 280
13.10 DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS 280
13.10.1 OBJETIVO 280
13.10.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 280
13.10.3 SERVIÇO CONCLUÍDO 280
13.10.4 SERVIÇO EM ANDAMENTO 280

13.10.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 282
13.10.6 IMPOSIÇÕES DE PROJETO 282
13.10.7 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO 282
13.10.8 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 282
13.11 FUNDAÇÕES 283
13.11.1 OBJETIVO 283
13.11.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 283
13.11.2.1 SERVIÇO EM ANDAMENTO 283
13.11.2.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO 284
13.11.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 284
13.12 REBAIXAMENTO E CONTROLE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA 284
13.12.1 OBJETIVO 284
13.12.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 284
13.12.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 284
13.12.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO 285
13.12.3 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO 285
13.12.4 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 286
13.13 INFRAESTRUTURA DE VIA PERMANENTE 286
13.13.1 OBJETIVO 286
13.13.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 286
13.13.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 286
13.13.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO 287
13.13.2.2.1 SUBLEITO 287
13.13.2.2.2 REFORÇO DE SUBLEITO 287
13.13.2.2.3 CAMADA DE PROTEÇÃO 287
13.13.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 287
13.13.4 IMPOSIÇÕES DE PROJETO 287
13.13.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS 288

13.13.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 288
13.14 INSTRUMENTAÇÃO 288
13.14.1 OBJETIVO 288
13.14.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 289
13.14.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 289
13.14.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO 289
13.14.3 IMPOSIÇÕES DE PROJETO 289
13.14.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO 290
13.14.5 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA 0 PODER CONCEDENTE 290
13.15 SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS 291
13.15.1 OBJETIVO 291
13.15.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 291
13.15.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO 291
13.15.2.2 SERVIÇOS EM ANDAMENTO 291
13.15.2.2.1 SONDAGENS À PERCUSSÃO 292
13.15.2.2.2 SONDAGENS ROTATIVAS 292
13.15.2.2.3 SONDAGENS À TRADO 293
13.15.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 293
13.15.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO 293
13.15.5 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 293
13.16 VEDAÇÕES 294
13.16.1 OBJETIVO 294
13.16.2 REQUISITOS GERAIS 294
13.16.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 294
13.17 PISOS REVESTIDOS COM BORRACHA 294
13.17.1 OBJETIVO 294
13.17.2 REQUISITOS GERAIS 294
13.17.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 296
13.18 PISOS REVESTIDOS COM CERÂMICA 296
13.18.1 OBJETIVO 296

13.18.2 REQUISITOS GERAIS 296
13.18.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 298
13.19 PISOS REVESTIDOS COM PEDRAS NATURAIS 299
13.19.1 OBJETIVO 299
13.19.2 REQUISITOS GERAIS 299
13.19.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 300
13.20 REVESTIMENTO DE PISOS DE ALTA RESISTÊNCIA 301
13.20.1 OBJETIVO 301
13.20.2 REQUISITOS GERAIS 301
13.20.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 302
13.21 REVESTIMENTO VERTICAL COM CERÂMICAS ESMALTADAS 302
13.21.1 OBJETIVO 302
13.21.2 REQUISITOS GERAIS 302
13.21.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 304
13.22 TRATAMENTOS E PINTURAS 304
13.22.1 OBJETIVO 304
13.22.2 REQUISITOS GERAIS 305
13.22.2.1 REQUISITOS QUALITATIVOS: 305
13.22.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 310
13.23 ESQUADRIAS 310
13.23.1 OBJETIVO 310
13.23.2 REQUISITOS GERAIS 311
13.23.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO 312
13.24 PAINÉS DE VIDRO E POLICARBONATO 313
13.24.1 OBJETIVO 313
13.24.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO 315
13.24.3 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE 315
13.25 PLANO GERAL DE MESTRAGEM 316
13.25.1 OBJETIVO 316
13.25.2 DIRETRIZ GERAL 316
13.25.3 PLANO GERAL DE MESTRAGEM 316

13.25.3.1 CONSIDERAÇÕES BÁSICAS:....316
13.25.3.2 NÍVEIS DE MESTRAGEM:....317
13.25.3.3 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS:....317
13.25.3.4 MESTRAGEM DO BLOCO ESTAÇÕES....318
13.25.4 MESTRAGEM DO BLOCO SAÍDA DE EMERGENCIA E TORRE DE VENTILAÇÃO....318
13.25.5 MESTRAGEM DO GRUPO SALAS TÉCNICAS....319
13.26 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO....319
13.26.1 OBJETIVO....319
13.26.2 DEFINIÇÕES....319
13.26.3 PREMISSAS....319
13.26.3.1 SUSTENTABILIDADE....320
13.26.3.2 QUALIDADE URBANA....320
13.26.3.3 QUALIDADE PAISAGÍSTICA....320
13.26.3.4 PARTIDO DO PROJETO DE URBANIZAÇÃO-PAISAGISMO....320
13.26.3.5 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA....321
13.26.3.6 SEGURANÇA....321
13.26.3.7 MICROACESSIBILIDADE....321
13.26.3.8 ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO....321
13.26.4 DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO....322
13.26.4.1 ESPAÇOS....322
13.26.4.2 PRAÇAS EXISTENTES....322
13.26.4.3 PRAÇAS NOVAS....322
13.26.4.4 ÁREAS REMANESCENTES....322
13.26.4.5 ESTACIONAMENTOS....323
13.26.4.6 PASSEIOS PÚBLICOS....323
13.26.4.7 FECHAMENTOS....323
13.26.4.8 INTERFERÊNCIAS....324
13.26.4.9 BICICLETÁRIOS....324
13.26.5 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE PLANTIO DE ESPÉCIES VEGETAIS....324
13.26.5.1 ÁRVORES E PALMEIRAS....324
13.26.5.2 ARBUSTOS....325

13.26.5.3 FORRAÇÕES 326
14 DIRETRIZES COMPLEMENTARES 327
14.1 PLANO DE QUALIDADE (PQ) 327
14.1.1 OBJETIVO 327
14.1.2 DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE QUALIDADE 327
14.1.2.1 RESPONSABILIDADES DA ADMINISTRAÇÃO 327
14.1.2.2 CONTROLE DE PROJETO 327
14.1.2.3 VERIFICAÇÃO DE PROJETO 328
14.1.2.4 ALTERAÇÕES DE PROJETO 328
14.1.2.5 LNTERFACES TÉCNICAS E ORGANIZACIONAIS 328
14.1.2.6 CONTROLE DE PROCESSOS 328
14.1.2.7 AQUISIÇÃO 328
14.1.2.8 CONTROLE DE DOCUMENTOS E DADOS 329
14.1.2.9 CONTROLE DE PRODUTOS NÃO CONFORMES 330
14.1.2.10 AÇÃO CORRETIVA E AÇÃO PREVENTIVA 330
14.1.2.11 IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DO PRODUTO 330
14.1.2.12 INSPEÇÃO E ENSAIOS 330
14.1.2.13 CONTROLE DE EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO E ENSAIOS 330
14.1.2.14 CONTROLE DE REGISTROS DA QUALIDADE 330
14.1.2.15 AUDITORIA DA QUALIDADE 331
14.1.2.16 TREINAMENTO 331
14.1.2.17 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS 331
14.1.2.18 SERVIÇOS ASSOCIADOS 331
14.2 PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS 331
14.2.1 OBJETIVO 331
14.2.2 DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DO PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCO 331
14.2.2.1 ANTES DO INÍCIO DE OBRAS. 331
14.2.2.2 PROCEDIMENTOS DE PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS 332
14.2.2.3 EQUIPE E ORGANIZAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA 332
14.2.2.4 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS 333
14.2.2.5 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO 334

14.2.2.6 MONITORAMENTO 335

14.3 INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA 335

14.3.1 DIRETRIZES GERAIS 335

14.3.2 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS 336

14.4 PERÍCIAS CAUTELARES E INDENIZATÓRIAS 337

14.4.1 OBJETIVO 337

14.4.2 DEFINIÇÕES 337

14.4.3 CONDIÇÕES GERAIS 337

14.4.4 PROCEDIMENTO 338

1. OBJETIVO

Este documento técnico tem por objetivo estabelecer os elementos básicos de projeto relacionados à construção de estações, poços de ventilações e emergência, pátio de estacionamento e manutenção de trens, trechos em vias e terminais de ônibus para a Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo.

2. DISPOSIÇÕES GERAIS

2.1. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE PROJETO

A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar os projetos das obras civis, de arquitetura, acabamentos, comunicação visual e urbanização e paisagismo e da Via Permanente.

Toda a documentação técnica deve ser escrita em Português - Brasil.

Modificações nas características, conceitos e requisitos técnicos e de desempenho constantes deste Volume II devem ser submetidas à avaliação do PODER CONCEDENTE.

É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a tramitação e aprovação de documentos técnicos e instalações pertinentes, junto aos órgãos fornecedores, controladores ou fiscalizadores (DSV, CET, Corpo de Bombeiros, Contru, SVMA, entre outras entidades).

Todos os documentos técnicos devem ser entregues para o PODER CONCEDENTE e mantidos atualizados pela CONCESSIONÁRIA, em arquivo digital no formato PDF-A, assinados digitalmente e em arquivo editável.

O conteúdo dos documentos técnicos de projeto e sua codificação devem estar em conformidade com as seguintes diretrizes:

2.1.1. PROJETO DE CONCEPÇÃO

Conjunto de elementos necessários e suficientes para caracterizar os serviços e obras, elaborados atendendo às normas, regulamentos, Legislações e diretrizes e requisitos do Poder Concedente, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, com o desenvolvimento da solução arquitetônica caracterizando os espaços e as funcionalidades, os métodos construtivos e a superestrutura da via permanente, de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos.

O projeto de Concepção deverá estar em conformidade com os manuais indicados no item 2.1.3, contemplando, no mínimo, as classes de documentos listados abaixo.

O termo "projeto básico" que consta dos referidos manuais deve ser entendido como "projeto de concepção".

A0 - Geral

- A1 - Métodos Construtivos e Sequencia de Execução
- A2 - Situação Geral
- A8 - Planta Chave

B0 - Arquitetura

- B2 - Arquitetura – Projeto
- B3 - Arquitetura – Acabamento
- B5 - Comunicação Visual – Projeto
- B8 - Plantas de locação de áreas comerciais

C0 - Serviços Iniciais

- C1 - Levantamentos Topográficos – Cadastro Planialtimétrico
- C2 - Locação Básica
- C3 - Sondagens e Perfis Geológicos

D0 - Interferências

- D1 - Cadastro Unificado das Concessionarias
- D2 – Projeto de Remanejamento de Interferências
- D3 – Sustentações

F0 - Sistema Viário

- F1 - Projeto Funcional do Sistema Viário e de Tráfego

G0 - Movimento de Terra

- G2 - Escavações não escoradas
- G3 - Escavações Subterrâneas
- G4 - Escavação de Poços
- G6 – Terraplenagem

H0 – Sistemas de Contenção

- H1 – Sistemas de Contenção - Projeto

I0 - Fundações e Drenagens

- I4 - Reforço de Fundações (Localização das edificações ou estruturas)
- I8 – Drenagem da Infra-estrutura da Via Permanente

M0 - Impermeabilização

- M1 – Impermeabilização

N0 – Urbanização

- **N1** – Reurbanização – Geométrico
- **N2** – Benfeitorias
- **N3** – Reurbanização e Paisagismo

U0 - Via Permanente

- U1 - Projeto Geométrico - Planta e Perfil
- U2 - Perfil Longitudinal
- U8 – Gabarito de Livre Passagem (Seções Transversais)
- U9 – Diversos (Superestrutura de Via Permanente)

2.1.2. PROJETO EXECUTIVO

A codificação e o conteúdo mínimo do projeto executivo deverão estar em conformidade com os manuais indicados no item 2.1.3.

O projeto executivo deverá estar totalmente em conformidade com os manuais indicados no item 2.1.3.

2.1.3. MANUAIS (MAN)

- MAN-10-201 – Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Engenharia Civil, Arquitetura, Geotecnia, Topografia, Desapropriações e Via Permanente;
- MAN-10-200 – Aplicação dos Códigos de Trechos, Subtrechos e Unidades de Construção Utilizados em Documentos Técnicos.

2.1.4. NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO DO PODER CONCEDENTE, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES

As obras civis, acabamento, comunicação visual, urbanização e paisagismo e os sistemas e equipamentos de Via Permanente devem ser projetados, fornecidos e executados em conformidade com os requisitos técnicos e de desempenho do Poder Concedente,

consubstanciados neste Volume, com as normas e regulamentos dos órgãos abaixo relacionados e com os regulamentos e as legislações no âmbito municipal, estadual e federal, vigentes à época da construção.

Sempre que os requisitos técnicos e de desempenho do Poder Concedente forem mais restritivos que os estipulados pelas Normas mencionadas, estes devem ser considerados.

Nos casos de diferenças existentes entre normas, que possam gerar dúvidas ou conflitos com relação às prescrições para um mesmo objeto, prevalecerá a norma mais restritiva, ou seja, a favor da segurança e durabilidade.

Quando as normas forem omissas, ou não houver menção específica, podem ser utilizadas outras Normas de órgãos nacionais ou internacionais, desde que tenham fé pública e de reconhecida autoridade, que garantam um fornecimento de qualidade não inferior ao conseguido com as normas citadas.. Neste caso, devem ser fornecidas ao Poder Concedente em português ou inglês.

Deverão ser respeitadas todas as normas e regulamentos de segurança e prevenção de acidentes, vigentes no Brasil.

As normas devem ser consideradas na sua versão atualizada, ou vigentes caso tenham sido substituídas, por ocasião da elaboração do projeto executivo e do fornecimento.

Para fins de projeto, construção, matéria-prima, fabricação, ensaios, inspeção, testes, instalação e montagem, devem ser obedecidas as normas e recomendações estabelecidas pelas seguintes entidades normativas:

2.1.5. NORMAS

- ABNT – “Associação Brasileira de Normas Técnicas”;
- AISI – American Iron and Steel Institute;
- AISC – American Institute of Steel Construction
- ANSI – “American National Standards Institute”;
- ASTM – “American Society for Testing and Materials”;
- AWS – “American Welding Society”;
- BSI – “British Standards Institution”;
- CEN– Comité Européen de Normalisation;
- DIN – “Deutsches Institut für Normung”;
- ISO – “International Standard Organization”;

– NFPA – “National Fire Protection Association”;

2.1.6. REGULAMENTOS E LEGISLAÇÃO

Os sistemas e equipamentos devem ser fornecidos e implantados respeitando as normas e regulamentos e legislações vigentes no âmbito municipal, estadual e federal.

2.2. INTERFACE ENTRE SISTEMAS E OBRAS CIVIS

As instalações, caminhamentos, dutos e soluções volumétricas dos equipamentos devem ser considerados nas soluções previstas nos projetos civis e de arquitetura.

A arquitetura e obra civil e as novas tecnologias adotadas em sistemas devem ser compatíveis para viabilizar a instalação dos equipamentos, considerando:

– A obra civil deve prever infraestrutura para instalações de todos os sistemas e equipamentos conforme requisitos a serem desenvolvidos;

– Os dutos de ventilação devem ser considerados no projeto arquitetônico de forma que a integração e a funcionalidade destes com os demais sistemas não sejam prejudicadas;

– Para localização das salas técnicas e das prumadas de cabos entre níveis deve ser considerada a menor distância entre a sala técnica e equipamentos a interligar;

– Em ambientes com pé-direito alto, deve ser considerada a infraestrutura para instalação e manutenção de equipamento;

– Considerar porão de cabos para as salas técnicas e locais com grande volume de instalação;

– Considerar que o acesso ao porão de cabos e locais de instalação de equipamentos deve ser acessível por escadas que possibilitem o transporte de equipamentos e instrumentações e não por alçapão;

– Considerar a existência de prumadas para a passagem de cabos/dutos, devendo ter fechamento removível as localizadas em áreas públicas;

– Considerar nichos para alocação de equipamentos mecânicos, elétricos e eletrônicos nas estações, túneis e pátios;

– Considerar nas instalações em áreas públicas a instalação de eletrodutos embutidos;

– Prever nichos ou espaços físicos para instalação de equipamentos ao longo da via e nas regiões de passarela de emergência (caixas a margem de via, máquina de chave, sinaleiro, etc) de forma a evitar a obstrução das áreas de circulação;

– Segregar ambientes contra incêndio em caso de emergência no caso de interfaces com estações já existentes, sem interferir em operação comercial nas condições normais.

3. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA

As investigações geológicas e geotécnicas relativas à Linha 6 realizadas pelo Poder Concedente estão colocadas à disposição dos Licitantes ou Proponentes, para compor, a seu critério e sob sua total responsabilidade, a fundamentação técnica, econômica e financeira das propostas que serão apresentadas.

4. ESTAÇÕES

4.1. ARQUITETURA

4.1.1. PREMISSAS GERAIS

Além do pleno atendimento das necessidades funcionais abaixo citadas, o Projeto de Arquitetura das estações deverá destacar-se pela qualidade formal e estética das edificações de superfície e enterradas, evidenciando a presença e o caráter do modal metroviário de transporte de passageiros. Assim, tanto na volumetria quanto na escolha dos materiais deverão estar evidenciadas não somente as preocupações funcionais quanto ao correto dimensionamento dos espaços projetados buscando o atendimento dos usuários com conforto e segurança, mas, também, a correta inserção urbana das edificações na superfície e a adequada escolha dos materiais de acabamento.

Considerar para o dimensionamento dos acessos, hall de bilheterias e bloqueios, mezaninos e plataformas, o pleno atendimento das necessidades dos espaços públicos das estações quanto à instalação de equipamentos de circulação vertical, acessibilidade, direcionamento seguro dos fluxos em situações normais e de contingenciamentos e os espaços mínimos de concentração e dispersão dos fluxos de pessoas.

Os espaços das estações deverão garantir o pleno atendimento à demanda esperada.

Priorizar o uso de ventilação e iluminação natural em todos os ambientes.

Condicionar o acesso de usuários à área paga, incluindo as pessoas com deficiência, somente através da linha de bloqueios, considerando a instalação de bloqueios acessíveis.

Os elevadores deverão ser plenamente acessíveis e estarem locados de forma a não constituírem obstáculo aos fluxos de usuários e estarem em conformidade com a NBR 9050 e NBR 14021.

Prever acesso e trânsito seguro para manutenção e limpeza de todos os ambientes, incluindo coberturas, porões, forros e fachadas, através de passadiços, alçapões, portinholas, painéis móveis, ou outras soluções. Garantir que a circulação nesses espaços seja segura.

Prover acessibilidade em todos os espaços projetados, conforme a NBR 9050 e NBR 14021.

Atender plenamente as restrições dos órgãos de preservação ambiental e de patrimônio cultural, como Compresp, Condephaat e Iphan.

Atender plenamente as condicionantes de rotas e locais seguros da norma internacional NFPA-130 Standart for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems da National Fire Protection Association para os espaços públicos das estações.

Atender plenamente as exigências das instruções técnicas contidas no Decreto Estadual nº 56.819/2011, para o contingenciamento de todos os espaços de acesso restrito e controlado da estação, como áreas técnicas e operacionais.

Prover as coberturas dos acessos, passarelas e plataforma das estações com sistema de captação e reservatório de águas pluviais ou de reuso para utilização na limpeza e conservação das áreas impermeáveis e verdes da estação, respeitando, no mínimo, as capacidades exigidas pela legislação vigente.

As estações deverão ser dotadas de sanitários públicos localizados na área paga, preferencialmente no hall de bilheterias e bloqueios.

As estações deverão ser preferencialmente locadas em trechos retos da via ou em curva com raio mínimo de 1.000m, garantindo vão e desnível entre trem e plataforma conforme NBR 14021.

Edificações implantadas na superfície deverão estar integralmente de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo e serem aprovadas pelos órgãos competentes de controle, preservação ambiental e de patrimônio cultural.

Edificações implantadas sob a superfície deverão estar integralmente de acordo com as condições estabelecidas nas normas IPHAN, visando desenvolvimento dos respectivos Programas Arqueológicos, inseridas na rubrica “Arqueologia Pública”.

As edificações não deverão apresentar cantos vivos em locais de mudanças de direção de fluxo de usuários garantindo fluxos contínuos e evitando cruzamentos e conflitos de fluxo, notadamente próximos aos bloqueios e equipamentos de circulação vertical (escadas rolantes, escadas fixas, rampas e elevadores). Deverá ser dada atenção especial no dimensionamento de estações de transferência.

Utilizar software especializado para o cálculo e estudo dos fluxos de usuários das estações, incluindo as rotas de fuga das estações e vias.

As áreas comerciais, culturais e institucionais deverão ser consideradas nos estudos de fluxo e dotadas de infraestrutura específica, inclusive medidores individuais e salas de apoio.

As estações deverão ser dotadas preferencialmente de uma única linha de bloqueios posicionada junto à SSO.

O sistema de sinalização visual e tátil deve seguir as recomendações da NBR 14021 e normas específicas.

Nas áreas de circulação deve ser previsto piso antiderrapante que atenda às condições de facilidade de limpeza e de manutenção.

A configuração dos espaços, edificados, ajardinados ou urbanizados, bem como os materiais de acabamento deverão facilitar as atividades de limpeza e manutenção.

A configuração das escadas rolantes deverá favorecer os fluxos de circulação entre os diversos níveis das estações, evitando deslocamentos em 180º ("U"), de maneira a eliminar congestionamento junto às cabeceiras das escadas. Prever área de circulação e dispersão entre os diversos segmentos de escadas rolantes.

Prever portões para isolamentos dos fluxos e linha de bloqueios ou dispositivos de contagem entre as diferentes linhas nas estações de conexão ou transferência.

Todos os elevadores deverão ter cabine com profundidade mínima de 2m para possibilitar o acesso de maca.

4.1.2. ACESSOS

Para captação lindeira: ter conexão com a área não tarifada da estação, permitindo a sua utilização como travessia livre sobre ou sob os viários que transpõem.

Para integração do sistema metroferroviário: ter conexão direta à área paga dos modais envolvidos, com o menor percurso entre as plataformas e segregação total da área não tarifada da estação.

Os elementos como os quadros de controle das escadas rolantes e elevadores, hidrantes, painéis de luz, totens e demais elementos não podem interferir no espaço público.

Não deverão possuir marquises, reentrâncias ou jardineiras que se constituam em elementos que comprometam a segurança e a higiene dos espaços.

Prever áreas de acomodação, nas extremidades inferior e superior de escadas ou rampas, com comprimento mínimo de 2 vezes a largura do conjunto de escadas ou rampas.

Deverão ter, no mínimo, duas escadas rolantes, uma escada fixa e um elevador em todos os acessos e serem cobertos e com previsão de fechamento junto à calçada.

Deverá ser previsto no acesso próximo das salas técnicas da estação uma vaga para um caminhão (12,00 m x 3,00 m) e, sempre que possível, adotar duas vagas para caminhonetes (6,00 m x 2,50 m).

Deverão ter pé direito mínimo de 3,50m (entre piso e teto acabados), garantindo ainda a altura mínima de 3m sob qualquer elemento de comunicação visual, iluminação ou som. Nas caixas de escadas o pé direito mínimo deverá ser de 3m.

Prever elevador com capacidade mínima de 14 pessoas (1050 Kg) nos acessos desde o nível da rua até a área livre (não paga) do hall de bilheterias e bloqueios (NBR 14021).

A cota de nível da soleira de cada acesso deverá ser definida tendo em vista as cotas máximas de inundação conforme item 13.7 – Drenagem de Águas Pluviais. Sempre que houver desnível deverão ser previstos rampas com inclinação conforme NBR 9050 entre o nível da soleira e o nível da calçada.

Prever intercomunicador em todos os acessos.

As escadas fixas que dão acesso ao nível da rua, ainda que cobertas, devem possuir pisos antiderrapantes.

4.1.3. HALL DE BILHETERIAS E BLOQUEIOS

Deverão ter pé direito mínimo de 3,50m (entre piso e teto acabados), garantindo ainda a altura livre mínima de 3m sob quaisquer elementos tais como comunicação visual, luminotécnica, sonorização, monitoramento (CFTV), ventilação e outros.
Sala de Supervisão Operacional (SSO), bilheterias blindadas, bilheteria de Bilhete Único, máquinas para venda de bilhetes e linha de bloqueios deverão estar locadas no mesmo ambiente, permitindo controle visual a partir da SSO e dispostas de forma a evitar conflito de fluxo e interferência entre as filas da bilheteria e as áreas de circulação. Deve garantir conforto térmico e acústico. Observar os níveis de iluminamento estabelecidos na NBR 5413, os níveis de ruído dB e NC estabelecidos na NBR 10152, índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C, velocidade do ar não superior a 0,75m^2/s e umidade relativa do ar não inferior a 40% de acordo com a NR 17. Nos ambientes operacionais, sempre que possível, garantir ventilação e iluminação naturais. A iluminação suplementar a ser instalada deve evitar ofuscamento, reflexos, sombras e contrastes excessivos.

A linha de bloqueios deverá ser contínua e a SSO deverá estar situada na extremidade desta, com acesso preferencialmente pela área paga.

Os elevadores deverão permitir o controle visual e monitoração por câmeras a partir da SSO. Sempre que o desnível entre dois pavimentos exceder a 11m, deverá ser prevista saída de emergência junto à caixa de corrida dos elevadores.

Não deverá existir duplicidade de hall de bilheterias e bloqueios.

Deverão ser previstos sanitário acessível masculino e feminino conforme NBR 9050 para uso do pessoal operativo, nas proximidades da SSO e linha de bloqueios.

Deverá ser prevista sala para primeiros socorros, junto à SSO, totalmente acessível conforme NBR 9050, preferencialmente na área paga do hall de bilheterias e bloqueios e, quando possível, com aberturas para área externa do corpo da estação para permitir ventilação e iluminação naturais.

Deverá ser previsto elevador com capacidade mínima de 20 pessoas (1500Kg), desde a área paga do hall de bilheterias e bloqueios até a plataforma.

Em frente às bilheterias deverá ser previsto espaço mínimo livre de 5m para a formação de filas, além da área de circulação.

A quantidade de guichês e bilheterias blindadas deverá ser definida em função da estimativa de demanda de embarque, com quantidade mínima de uma bilheteria com 2 guichês blindados, independentemente do resultado definido pela estimativa de demanda.

Deverá ser prevista área, adjacente às bilheterias, para a instalação de máquinas para venda automática de bilhetes, equivalente à quantidade de guichês blindados definidos para a estimativa da demanda de embarque.

Nas extremidades de escadas e rampas deverão ser previstos espaços de acomodação com comprimento mínimo de 2 vezes a largura do conjunto de escadas e rampas.

Junto à linha de bloqueios deverão ser previstos espaços de acomodação dimensionados conforme previsão de demanda e estratégias de contenção de fluxo considerando, 15 minutos de suspensão de serviços, devendo ser considerado no mínimo 10,00m de comprimento na área livre e 5,00 m de comprimento na área paga, medida a partir do eixo da linha de bloqueios.

A quantidade de bloqueios deverá atender as demandas de embarque e desembarque estimadas e da rota de fuga acrescida de 10%, para contemplar eventuais falhas ou manutenção dos equipamentos.

Todos os bloqueios utilizados devem ser reversíveis quanto ao direcionamento do fluxo de pessoas.

4.1.4. PLATAFORMAS

Deverão ter pé direito mínimo de 3,50m (entre piso e teto acabados), garantindo ainda a altura livre mínima de 3m sob quaisquer elementos tais como comunicação visual, luminotécnica, sonorização, monitoramento (CFTV), ventilação e outros.

Deverão ter comprimento útil para ocupação dos usuários de 132 metros.

Deverão ter largura mínima, medidas a partir da borda da plataforma, de:

- Lateral = 5,00 m para as estações tipo e 6,00m para as estações de integração
- Central = 10,00 m para qualquer tipologia de estação

Deverão também obedecer ao critério de dimensionamento abaixo:

- Em condições normais de operação
  - Plataformas laterais: A largura da plataforma lateral deverá ser definida para acomodar, no máximo, 3 usuários/m2 considerando o número de embarques e desembarques previstos em um intervalo de trens (headway). Para o cálculo da largura deverá ser considerada a área de ocupação útil dos usuários, descontados todos os espaços ocupados por estruturas, circulação vertical, portas de plataforma e demais elementos.
  - Plataformas centrais: A largura da plataforma central deverá ser definida para acomodar, no máximo, 3 usuários/m2 considerando o número de embarques e desembarques previstos em um intervalo de trens (headway) nos dois sentidos. Para o cálculo da largura deverá ser considerada a área de ocupação útil dos usuários, descontados todos os espaços ocupados por estruturas, circulação vertical, portas de plataforma e demais elementos.
- Em condições de anormalidade ou de contingenciamento de operação
  - Plataformas laterais: A largura da plataforma lateral deverá ser definida para acomodar, no máximo, 5 usuários/m2 considerando o número de embarques previstos em um intervalo de trens (headway) somado à quantidade de usuários de dois trens, calculada em função do carregamento do trecho que antecede a estação, dividido pelo número de viagens na hora pico. Este número de viagens é variável e determinado em função da frota a ser disponibilizada na hora do carregamento máximo da Linha. Para o cálculo da largura deverá ser considerada a área de ocupação útil dos usuários, descontados todos os espaços ocupados por estruturas, circulação vertical, portas de plataforma e demais elementos.
  - Plataformas centrais: A largura da plataforma central deverá ser definida para acomodar, no máximo, 5 usuários/m2 considerando o número de embarques previstos em um intervalo de trens (headway), nos dois sentidos, somado à quantidade de usuários de dois trens, adotando o maior carregamento dentre os trechos que antecedem a estação, dividido pelo número de viagens na hora pico. Este número de

viagens é variável e determinado em função da frota a ser disponibilizada na hora do carregamento máximo da Linha. Para o cálculo da largura deverá ser considerada a área de ocupação útil dos usuários, descontados todos os espaços ocupados por estruturas, circulação vertical, portas de plataforma e demais elementos.

Sob as plataformas deverão ser previstos espaços para exaustão e passagem de cabos com acesso para instalação e manutenção.

O gabarito mínimo para locação de estruturas sobre a via deverá ser definido em função do gabarito dinâmico do trem a ser utilizado e sistemas de alimentação elétrica.

Deverão ser evitados nichos, reentrâncias, pilares ou outros elementos que possam prejudicar a adequada visualização da plataforma, de maneira a não comprometer a segurança das pessoas.

As plataformas deverão ser projetadas considerando a instalação de sistema de portas de plataforma, sala de acesso à via ou à passarela de emergência, sistemas multimídia, equipamentos sonofletores e de monitoração.

Os equipamentos de plataforma como armário de emergência, hidrantes, painéis de luz, armário de telefones, SFO, SPAP, intercomunicadores, mapas, bancos preferenciais, assentos para obesos, etc., deverão ser instalados de forma a não se constituírem em obstáculos físicos ou visuais.

Deverão ser dotadas de no mínimo duas escadas rolantes, uma escada fixa, um elevador e áreas de acomodação em frente às escadas, com comprimento mínimo correspondente a 2 vezes a largura de cada conjunto de escadas, locados de forma a facilitar a melhor distribuição e acessibilidade dos usuários no trem e as condicionantes de percurso e tempo de escoamento para rota segura. As estruturas destes elementos deverão estar locadas, no mínimo, a 2,50 m da face (lado plataforma) das portas da plataforma.

Não deverão ser implantados acessos somente pelas extremidades das plataformas.

Prever a instalação de intercomunicadores próximos ao carro líder.

Caso o projeto civil imponha a necessidade de pilares na plataforma, estes deverão estar locados, no mínimo, a 2,50 m da face (lado plataforma) das portas da plataforma e o somatório de suas dimensões, tomadas paralelamente à borda da plataforma, não deverá exceder a 1/4 do comprimento da mesma.

4.1.5. SANITÁRIOS PÚBLICOS

Os Sanitários Públicos deverão estar na área paga, preferencialmente no Hall de Bilheterias e Bloqueios e ser providos de ventilação mecânica.

4.1.6. SALAS OPERACIONAIS

– Deverão dispor dos seguintes ambientes:
  - Sanitário e vestiário masculino (Concessionário)
  - Sanitário e vestiário feminino (Concessionário)
  - Refeitório (Concessionário)
  - Sanitário e vestiário masculino (Terceiros)
  - Sanitário e vestiário feminino (Terceiros)
  - Refeitório (Terceiros)
  - Sala de Supervisor Geral (SG)
  - Escritório da Estação (SL)
  - Sala de Reuniões/Treinamento
  - Sala de Apoio Logístico
  - Sala de Materiais de Consumo
  - Sala de Pessoal de Manutenção
  - Sala de Lixo
  - Sala de Material de Limpeza

Deverão, preferencialmente, ser dotadas de iluminação e ventilação naturais. Quando da impossibilidade de ventilação natural, deverão ter ventilação mecânica, observando requisitos mínimos de ventilação em salas operacionais conforme item 7.2 do Volume III;

Deverão ter pé direito mínimo de 3m, livre de qualquer equipamento ou elemento estrutural;

Deverão estar preferencialmente situadas próximo ao hall de bilheterias e bloqueios, facilitando a circulação do pessoal operativo;

Deverão ser atendidas por um elevador com capacidade para 8 pessoas (600 Kg);

Quando implantadas no mesmo conjunto das Salas Técnicas poderá ser atendida pelo elevador das Salas Técnicas.

4.1.7. SALAS TÉCNICAS

Deverão dispor dos ambientes cujas espacializações atendam plenamente as necessidades de segurança, manutenção e instalação de sistemas.

Deverão ter pé direito de no mínimo 4,50m livre de qualquer equipamento ou elemento estrutural. Na sala de baterias o pé direito poderá ter, no mínimo, 2,80m.

Deverão dispor de porão de cabos com pé direito mínimo de 2,20m, livre de qualquer elemento estrutural.

Deverão ser estanques relativamente às águas pluviais, de lavagem e de infiltração.

Deverão dispor de corredores de circulação com largura mínima de 1,20m.

O conjunto de salas técnicas deverá possuir saída de emergência, situada na face oposta ao acesso do mesmo. Prever sala para guarda de equipamentos de manutenção.

Os ambientes destinados aos transformadores e retificadores deverão preferencialmente ter acesso ao exterior e deverão ser isolados entre si e das demais salas técnicas por meio de paredes ou gradis com isolamento elétrico e acústico.

A SGD-Sala do Grupo Diesel – deverá dispor de tomada de ar externa e de chaminé com seção mínima de 1,20m2 e ser dotada de isolamento acústico e bacia de contenção. Deve ser localizada de modo a permitir o acesso do veículo GGD e a circulação permanente para acesso de funcionários por meio de escadas fixas ou rampas.

Deverão ser previstos *shafts* com dimensão adequada à instalação para prumada de cabos, interligando o porão de cabos das salas técnicas e o porão de cabos da plataforma. Deverão ser previstos, ao longo dos *shafts*, passadiços para montagem e manutenção e espaço reservado à futuras instalações.

Deverão ser atendidas por 1 elevador com capacidade de 1.000Kg.

4.1.8. CAIXAS D'ÁGUA

As estações deverão dispor de reservatórios de água, considerando o abastecimento dos sanitários públicos, áreas operacionais e comerciais com, no mínimo as capacidades exigidas pela legislação vigente.

A capacidade total deverá ser de 37,00 m^3 sendo:

- ✓ consumo = 15,00 m^3;

- ✓ combate a incêndio = 22,0 m³.

Quando for necessária a divisão do volume total de 37,0 m³, em reservatório inferior e superior, deverá ser atendida a seguinte proporção:

- ✓ em nível superior = 5,00 m³;
- ✓ em nível inferior = 32,00 m³.

Os reservatórios deverão ser subdivididos em duas células independentes e deverá ser previsto medidores independentes para áreas comerciais. Nas estações de transferência, deverão ser individuais, por sistema.

O reservatório superior deverá ter barrilete com pé direito mínimo de 2,00m e o reservatório inferior deverá possuir anexo, sala para bombas com largura mínima de 4,00m.

4.1.9. POÇOS DE DRENAGEM

As estações deverão dispor de caixa de poço de águas pluviais, de lavagem e de infiltração, situados na cota mais baixa da estação com no mínimo 25,00 m³ de volume. Deverá ser previsto sistema de separação de água e óleo

O poço de drenagem de esgotos deverá estar situado abaixo do sanitário de cota de nível mais baixa e possuir, no mínimo, 3,00 m³ de volume. Deverá ser de fácil acesso para retirada do lodo.

4.1.10. PARÂMETROS PARA DIMENSIONAMENTO

4.1.10.1 ELEMENTOS DE CIRCULAÇÃO

Premissas

A capacidade dos corredores, rampas e escadas fixas para uso público, deverá ser calculada em pessoas por hora pico (php) por canal de circulação com 0,60m de largura (can).

Os corredores, rampas e escadas fixas para uso público deverão ter largura livre mínima de 2,40m (4can) e serem dimensionados para atender demanda estimada.

Os corredores, rampas e escadas fixas para uso restrito, deverão ter largura livre mínima de 1,20 m.

Cada lance das escadas fixas, para uso público ou restrito, não poderá exceder a 3,0m de desnível.

As escadas rolantes deverão ter degrau com largura mínima de 1m e inclinação de 30^0.

As rampas e escadas e corredores de circulação deverão estar em conformidade com a norma técnica NBR 9050 e NBR 9077, quando pertinente, adotando a maior dimensão se as normas divergirem.

As escadas fixas deverão estar em conformidade com a norma técnica NBR 9077 e, quando associada à escada rolante, ter inclinação de 30^0.

Os guarda-corpos deverão estar em conformidade com a norma técnica NBR 14718.

Capacidades

Para corredores, rampas e patamares com inclinação até 4%, considerar 1.800php x can.

Para corredores, rampas e patamares com inclinação superior a 4% deverão estar em conformidade com a NBR 9050 e considerar para o fluxo ascendente 1.476php x can e para o fluxo descendente 1.800php x can.

Para escadas fixas considerar para o fluxo ascendente 1.300php x can e para o fluxo descendente 1.300php x can.

Para escadas rolantes com degrau com 1 m de largura, considerar 6.000php por escada.

4.1.10.2 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS

Para dimensionamento do conjunto de instalações sanitárias deverão ser adotados, no mínimo, os seguintes índices:

– Instalações sanitárias e vestiários para operadores da estação:

- Bacias sanitárias: masculino = 1/20 empregados
feminino = 1/20 empregadas
- Chuveiros: masculino e feminino = 1/20 empregados operativos
1/10 empregados contratados
- Lavatórios: masculino e feminino = 1/20 empregados
- Mictórios: masculino = 1/20 empregados.

Nota: Deverá ser adotado como mínimo necessário para atendimento da população operacional das estações tipo o seguinte programa:

- Sanitários e vestiário masculinos de operadores da estação: 2 mictórios, 2 bacias sanitárias, 2 chuveiros e uma unidade para pessoa com deficiência.

- Sanitários e vestiário femininos de operadores da estação: 3 bacias sanitárias, 2 chuveiros e uma unidade para pessoas deficiência.
- Sanitários e vestiário masculinos para terceiros: 2 mictórios, 2 bacias sanitárias,2 chuveiros e 2 lavatórios.
- Sanitários e vestiário femininos para terceiros: 2 lavatórios, 3 bacias sanitárias e 2 chuveiros.
- Vestiário: 1,5m2 por empregado, conforme NR 24 – prever área para ampliação do quadro de empregados.
- 02 vãos de armários para funcionários da segurança e 01 vão de armário para funcionários da estação, conforme NR 24.
- Tamanho dos armários: conforme NR 24.

4.1.10.3 INSTALAÇÕES SANITÁRIAS PARA USO PÚBLICO DA ESTAÇÃO

Deverá ser previsto conjunto contendo sanitário feminino / sanitário acessível feminino / sanitário masculino / sanitário acessível masculino na área paga das estações com acesso independente e área de controle / fiscalização e depósito de materiais de consumo / limpeza;

Os sanitários públicos devem ser dimensionados de acordo com a demanda das estações, sendo, no mínimo:

- Sanitário feminino: 3 bacias, 3 pias
- Sanitário masculino: 3 bacias, 3 pias (sem mictório)
- Sanitário acessível: 1 masculino, 1 feminino com dimensões e configuração de acordo com a NBR 9050.
- As unidades sanitárias para pessoas portadoras de deficiência devem atender a NBR 9050.

4.2. BICICLETÁRIO

Deverão ser previstos, junto a um dos acessos de toda estação, instalações para bicicletário com capacidade mínima para 50 bicicletas com espaço para controle de utilização e dotado de um sanitário masculino e um feminino adaptado com dimensões e configuração de acordo com a NBR 9050.

4.3. CONEXÃO E TRANSFERÊNCIAS

Deverão ser previstas nas estações áreas de conexão e transferência entre diferentes modos de transportes: trem, metrô, ônibus, estacionamento, bicicleta, *kiss and ride*, táxi, Projeto Atende ou Interligado.

4.4. URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO

O projeto de Urbanização e Paisagismo deve estabelecer uma integração adequada com a paisagem do entorno e com os projetos arquitetônicos das novas estações, gerando espaços de fácil identificação e utilização, dotados de conforto ambiental e beleza, implementando área verde entre o acesso da estação e o sistema viário adjacente.

4.5. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS

As metodologias de construção e as estruturas deverão estar em conformidade com os Itens 9 e 10 deste Volume II.
As seguintes estações deverão ser construídas em Vala a Céu Aberto – VCA:

- Brasilândia;
- Vila Cardoso;
- Santa Marina;
- Sesc Pompéia;
- Perdizes

Nota: Nas estações acima citadas, quando a profundidade definida pelo projeto for superior à necessária para as instalações da estação, o espaço superior poderá ser utilizado para abrigar estacionamento de veículos ou outro tipo de instalação para uso ou exploração da Concessionária, desde que aprovados pelas autoridades competentes.

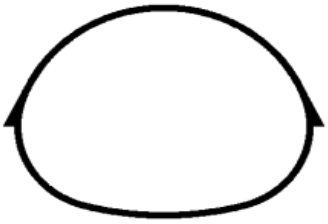
a) quando se adotar a escavação em VCA por meio de poços múltiplos, a implantação dos poços deverá obedecer a uma sequência que impeça a escavação simultânea de dois poços contíguos, sendo o poço adjacente escavado apenas após a execução da estrutura definitiva do primeiro;

b) Túneis escavados a partir dos poços somente poderão ter seu início após a conclusão da execução da estrutura definitiva do poço por onde se dará o emboque;

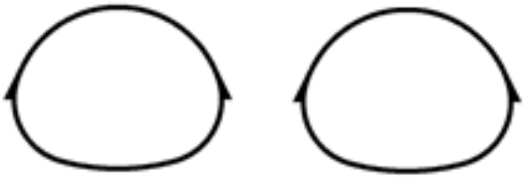
c) Os métodos de construção das estações não citadas no item 4.5.a deverão ser estabelecidos no projeto, de responsabilidade da Concessionária, atendendo, além das diretrizes constantes deste Volume II e as normas e legislação vigente, às seguintes premissas:

– Seções máximas de escavação de túnel executado por Método Convencional (NATM), incluindo as parcializações definidas pelo projeto:
  - seção de túnel simples: 120 m^2;
  - seção total de túneis geminados ou com um ou mais apoios intermediários: 240 m^2;

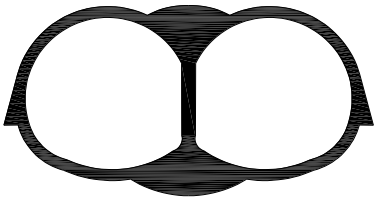
  Exemplos de seções de túneis



Seção de túnel simples



Seção de túneis geminados



Seção de túneis com um apoio intermediário

– Seção de parcialização máxima: 80 m^2;

– Cobertura mínima de solo competente sobre a geratriz superior de túnel executado por Método Convencional (NATM): Z/2R (cobertura/diâmetro equivalente) igual ou maior que 1,4 .

– Deverão ser definidos tratamentos do maciço para proteger os edifícios, tanto no entorno dos túneis, como das estações construídas em Método Convencional (NATM).

5. VENTILAÇÕES E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA (VSE)

5.1. DEFINIÇÕES

Os poços de ventilação e saída de emergência são unidades construtivas pertencentes ao sistema metroviário implantados entre as estações, que têm como função a conexão das vias à superfície para proporcionar uma rota fuga em situações de emergências, bem como a adequada salubridade dos túneis, quer seja em situações normais ou emergenciais, com a insuflação e exaustão do ar contido nestes de forma mecanizada.

Estes poços são implantados, prioritariamente, na distância mediana entre duas estações, para que o ar, ao entrar pelas estações, percorra todo o túnel e seja retirado de forma balanceada e atendendo às especificações de distâncias máximas definidas pela National Fire Protection Association 130 (NFPA 130).

O sistema de ventilação instalado nestes poços é, normalmente, composto por dois canais com 12,25 m^2 cada, que se conectam com as vias e abrigam, em cada um deles, três equipamentos: dois abafadores e um ventilador. Um destes abafadores é instalado entre o ventilador e as vias e o outro, entre o ventilador e a saída de ventilação, localizada acima da superfície.

Os poços de ventilação e saída de emergência são constituídos por três unidades construtivas básicas, duas delas enterradas: o poço, o túnel de ligação com as vias, e uma acima da superfície, que abriga o conjunto dos espaços associados à saída de emergência e à saída de ar do sistema de ventilação.

A caracterização destas unidades construtivas está associada à função que deverá desempenhar no sistema e pode assumir configurações:

- SE – Saída de Emergência: composto somente por escada fixa de acesso à superfície e duto de macas pressurizados que se conectam à saída de emergência na superfície.
- VSE – Ventilação e Saída de Emergência: composto por sistema de ventilação, escada fixa de acesso à superfície e duto de macas pressurizados que se conectam à saída de emergência na superfície.

Os Túneis de Travessia de Emergência – TTE são unidades construtivas pertencentes ao sistema metroviário implantadas entre as estações e os VSE, quando da existência de túneis para uma via (túnel singelo). Têm como função a conexão entre os dois túneis das vias para proporcionar uma rota segura em situações de emergência.

O TTE é composto por um único túnel de travessia, sem pressurização, possui passagem de emergência isolada dos túneis de vias por porta corta-fogo e com piso no mesmo nível que a passarela de emergência dos túneis de vias a que se conecta.

Estes túneis deverão ser implantados atendendo às especificações de distâncias máximas definidas pela National Fire Protection Association 130 (NFPA 130).

5.2. PREMISSAS GERAIS DE ARQUITETURA

A edificação implantada acima da superfície deverá:

- Obedecer a legislação de uso e ocupação do solo;
- Respeitar as restrições dos órgãos de preservação ambiental e de patrimônio cultural;
- Atender plenamente as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo e Decreto Estadual nº 46.076/2001, no que se refere à pressurização das escadas e compartimentação dos ambientes.

As dimensões indicadas neste documento são válidas para túneis de duas vias (túnel duplo) com área de seção máxima de 55 m^2 ou 2 túneis para uma via cada (túneis singelos).

Para áreas de seções maiores que 55 m^2 deverá ser avaliado o dimensionamento dos dutos de ventilação, mantendo-se os demais dimensionais e funcionalidades.

Em situações específicas, aquém do recomendado por este documento, o conceito deve ser o mais fiel possível aos aqui apresentados.

5.3. GEOMETRIAS E DIMENSÕES PADRÃO

As configurações geométricas e dimensionais indicadas abaixo são as mínimas a serem observadas para o desenvolvimento dos projetos dos VSE, SE e TTE, e indicam as medidas internas das unidades construtivas.

A profundidade, a espessura da estrutura primária e secundária de concreto e da laje de fundo são variáveis e devem responder às necessidades civis envolvidas ou pré-definidas.

5.3.1. POÇO

As Saídas de Emergência - SE devem ter diâmetro interno:

- Igual ou maior que 7,60 m e abrigar escada fixas de acesso à superfície, duto de maca e pressurização e prumada de cabos.

As Saídas de Ventilação e Saída de Emergência - VSE devem ter diâmetro interno:

Igual ou maior que 12 m e abrigar escadas fixas de acesso à superfície, duto de macas e pressurização, prumada de cabos e canais de exaustão.

Na parte mais profunda do poço deverá ser contemplado espaço para reservatório de drenagem, que deve ser dimensionado conforme as necessidades indicadas pelo projeto de hidráulica.

5.3.2. RESERVATÓRIO DE DRENAGEM

O reservatório de drenagem deve ser localizado na parte mais profunda do poço e acessado por escada marinheiro e abertura medindo no mínimo 0,80 m x 0,80 m. Deverá ser previsto sistema de separação de água e óleo

De acordo com a cota da laje de fundo do poço em relação à via, a implantação do reservatório de drenagem deve ser feita respeitando uma das alternativas:

- O poço se encontra fora do ponto baixo da via, porém a laje de fundo está abaixo do nível desta:
    - Deverá ter reservatório de drenagem para recolhimento da água de infiltração, de lavagem e da chuva ou;
- O poço se encontra fora do ponto baixo da via e a laje do fundo está acima da via: prever apenas canaletas de drenagem do poço até as canaletas da via, para condução da água de infiltração, de lavagem e da chuva ou;
- O poço está no ponto baixo da via:
    - Prever um sistema de drenagem da via no poço.

5.3.3. TÚNEL DE LIGAÇÃO

O Túnel de Ligação, quer seja para conexões com túnel de via dupla ou túneis de via singela, deverá ter a secção com altura e largura internas mínimas de 8,60 m e 9,14 m, respectivamente.

O Túnel de Ligação deverá se conectar ao túnel de via, preferencialmente, perpendicular a este e abrigar o máximo possível dos equipamentos de exaustão, guardadas as limitações de distância entre os equipamentos.

5.3.4. TÚNEL DE TRAVESSIA DE EMERGÊNCIA

O Túnel de Travessia, para conexões com túneis de via singela, deverá ter a secção com altura e largura interna mínima de 2,95 m e 3,55 m, respectivamente.

O Túnel de Travessia deverá se conectar aos túneis de via, preferencialmente, perpendicularmente a estes e abrigar o espaço de conexão entre túneis.

5.3.5. ESCADAS DE EMERGÊNCIA

Para os poços de VSE e SE, devem ser consideradas duas tipologias básicas de escadas fixas de emergências: Escadas de Acesso das Vias e Escadas de Acesso à Superfície.

As Escadas de Acesso das Vias – EAV são as que conduzem os usuários das passarelas laterais do túnel, ou do leito das vias, à passagem de emergência do túnel de ligação.

As Escadas de Acesso à Superfície – EAS, instaladas no poço que conecta a passagem de emergência do túnel de ligação, à saída de emergência abrigada na superfície.

As escadas EAV deverão ser providas de antecâmara para acesso, junto ao lance inferior. Devem ter largura mínima útil de piso e patamar de 1,40 m e corrimão e devem estar em conformidade com as normas técnicas e legislação vigentes.

Entende-se como largura mínima útil de piso como sendo aquela em que, na totalidade de sua extensão, possui altura mínima livre de 2,30 m.

5.3.6. ANTECÂMARA

A Antecâmara é o espaço de conexão entre o ambiente externo das vias e o interno à rota de acesso à superfície. Tem como função acomodar e direcionar os fluxos de pessoas para a EAS e impedir a contaminação do ar nos espaços de saídas por meio de sistema de pressurização.

A Antecâmara deverá ter largura mínima do piso de 1,40 m.

Entende-se como largura mínima útil de piso como sendo aquela em que, na totalidade de sua extensão, possui altura mínima livre de 2,30 m.

Quando há acesso de equipamentos pela antecâmara, deve ser previsto um conjunto com painel removível contíguo à porta de acesso, totalizando largura de 2,50 m e altura de 3,00 m.

5.3.7. PASSAGEM DE EMERGÊNCIA

A passagem de emergência corresponde ao espaço que abriga o percurso horizontal a ser realizado pelo usuário. Está localizada após as escadas de acesso às vias (EAV) e se encerra no início da escada fixa de acesso à superfície.

A passagem de emergência deverá ter, no mínimo, a altura de 2,30 m e a largura de 1,20 m e ser livres de obstáculos.

5.3.8. PRESSURIZAÇÃO

O projeto deve contemplar a pressurização de todas as escadas, antecâmaras e sala CCM, sendo o equipamento de pressurização instalado, prioritariamente, no pavimento superior, possuir captação de ar acima da superfície e ter um duto com secção de área livre mínima de 1,50 m^2 que se conecte a todos os lances das escadas e aos vários espaços enterrados onde percorrerão as pessoas usuárias do sistema, em caso de emergência.

As aberturas do duto aos espaços de emergência internos ao Poço e ao Túnel de Ligação, devem ter a dimensão exata de 0,90 m na horizontal e 0,60 m na vertical.

A quantidade de aberturas deve atender aos requisitos técnicos especificados pela IT 13 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (Decreto Estadual nº 46.076/2001).

5.3.9. TOMADA DE AR EXTERNO (TAE).

A abertura para captação de ar do sistema de pressurização, na edificação acima da superfície, deverá obrigatoriamente dispor de tela de proteção antipássaro com abertura de 50 x 50 mm, mantendo área livre mínima de 2,50 m^2.

A tomada de ar de pressurização deverá estar situada no mínimo a 5,00 m de distância da descarga de ar do túnel, conforme recomendações da IT 13/2004 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, devendo ser localizada, preferencialmente, uma oposta à outra.

5.3.10. DUTO DE CABOS

O Duto de Cabos deve ser acessível frontalmente através de níveis intercalados dos patamares da EAS, percorrer toda a verticalidade do Poço, conectando-se à Sala CCM, Equipamento de Pressurização e ao bandejamento de sistemas no túnel de via. Os furos para passagem dos cabos devem ter a largura maior ou igual a 0,30 m.

5.3.11. CCM – CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES

A Sala CCM deve ter dimensão mínima necessária para acomodar o Armário de CCM, com 5,00 m de comprimento, 0,80 m de largura e 2,20 m de altura, bem como espaço com, no mínimo, 1,00 m de distância ao redor de todas as faces do Armário de CCM, para manutenção e operação deste.

Deverá estar o mais próximo possível dos equipamentos de ventilação. A porta da sala do CCM deverá ser do tipo corta-fogo.

A sala CCM deve ser ventilada por aberturas para tomada e saída de ar.

5.3.12. CANAL DE VENTILAÇÃO

Os dois canais de ventilação que compõem o sistema de ventilação, abrigam os equipamentos de ventilação e devem ter, exatamente, 12,25 m^2 de secção livre em cada um dos canais, e geometria quadrática com arestas medindo, internamente, 3,50 m.
As mudanças de direção horizontal e vertical dos canais devem ter seus cantos acomodados com chanfros de 45º, sem alteração das secções livres dos mesmos, para impor menor resistência ao fluxo do ar.

Os equipamentos que compõem o sistema de ventilação podem ser implantados com duas configurações básicas: instalação horizontal e instalação vertical. Em casos específicos podem ter configuração de montagem mista, ou seja, parte dos equipamentos na horizontal e parte na vertical.

As instalações, tanto na vertical quanto na horizontal, devem garantir áreas para instalação, remoção e manutenção dos equipamentos de ventilação.

Para instalação vertical dos equipamentos, as lajes que suportam os ventiladores deverão ter aberturas de 3,00 x 3,00 m e pé-direito de 6,00. Os locais entre o ventilador e os abafadores devem ter portas tipo PCF 90, herméticas, de acessos aos canais, com abertura contrária à direção do ar, na dimensão de 1,00 x 2,10 m.

Para instalação horizontal dos equipamentos, os locais entre o ventilador e os abafadores devem ter portas tipo PCF 90, herméticas, de acessos aos canais, com abertura contrária à direção do ar, na dimensão de 1,00 x 2,10 m.

Estas portas têm como finalidade o acesso para manutenção dos equipamentos e preservação dos canais. Neste caso, faz-se necessária a chegada do equipamento para montagem através das vias, sendo ele depois transferido e montado nos locais determinados ao longo do túnel de ligação.

Para viabilizar este processo, devem ser previstos alçapão de transferência e painel com porta removível, ambos com dimensões de 3,00 m de largura por 3,00 m de comprimento.

Cada canal de ventilação deverá ter uma saída de ar ao meio externo com, obrigatoriamente, área mínima livre de qualquer obstrução de 25,00 m^2 por canal, provida de grade de proteção antipássaros com malha de 50x50 mm.

Caso a saída de ventilação seja equipada com grelha, elementos vazados, brises ou qualquer outro tipo de obstrução parcial, a área ocupada por estes elementos deverá ser, obrigatoriamente, acrescida à área livre de 25,00 m^2.

Quando as grades do piso ficam no nível das calçadas, em região de trânsito de pedestres, estas deverão ter abertura livre mínima de 45,00 m^2 e respeitar a legislação de acessibilidade, regulamentada pelo Decreto Federal nº 5.296 de 2004.

A abertura para acesso dos ventiladores e atenuadores à edificação, pelo nível da implantação, deve ter as dimensões mínimas de 3,00 m de largura por 3,00 m de altura. Já a abertura para acesso de equipamento de pressurização deve ter as dimensões mínimas de 2,50 m de largura por 2,50 m de altura.

5.3.13. DUTO DE MACAS

O duto de maca para içamento de pessoas em caso de necessidade deve ser contínuo e ter dimensões mínimas de 2,20 m x 1,20 m, e dispor de guarda-corpo removível em cada pavimento, possibilitando o transporte ao pavimento térreo.

Deverão ser previstos mecanismos para içar a maca na laje superior à última abertura do duto, sendo no mínimo um olhal com capacidade para 2 tf.

5.3.14. PORTAS DE ACESSO

A porta de saída de emergência para o meio externo deve ser estanque e possuir duas folhas que abram para fora. A dimensão mínima total é de 1,80 m x 2,10 m.

As portas de acesso das vias à antecâmara devem ser do tipo PCF120, de uma folha.

As portas de acesso ao ventilador e ao equipamento de pressurização devem ser do tipo PCF90. As demais portas, internas ao sistema de ventilação e saída de emergência, devem ser no mínimo PCF60.

As portas de acesso aos canais de ventilação devem ter fechadura do lado público.
Todas as portas de saída de emergência devem abrir no sentido da rota de fuga, sem obstruir a passagem de pessoas ou diminuir o vão livre do corredor.

5.3.15. ABERTURA PARA REGISTRO DE SOBREPRESSÃO

O registro de sobrepressão localizado no pavimento térreo tem a função de impedir que a pressão interna do poço se eleve acima de 60 Pa quando todas as portas corta-fogo (PCF) estiverem fechadas, conforme a Instrução Técnica nº 13/2011 do Corpo de Bombeiros.

O registro é instalado contíguo a um espaço pressurizado, fora das áreas de risco, e tendo sua abertura dimensionada em 2,00 x 2,00 m.

5.3.16. COMPONENTES EXTERNOS

VOLUMETRIA

A volumetria da edificação deverá respeitar os limites constante na legislação municipal de uso e ocupação do solo e, prioritariamente, não ter altura superior a 7,00 m respeitando os recuos legais. A descarga de ar do Sistema de Ventilação Principal não deverá ser direcionada às edificações lindeiras.

COBERTURA

Quando a edificação possuir cobertura, esta deve ser, prioritariamente, de concreto, ser impermeabilizada, possuir platibanda, ser revestida com argila expandida, possuir buzinote para escoamento de água pluvial com bitola mínima de 100 mm embutido na platibanda e possuir escada marinheiro para acesso à cobertura.

ACESSO À EDIFICAÇÃO

A implantação da edificação deve contemplar um único acesso para caminhões e ambulâncias, com largura de 3,50 m, ser fechado por portão ou porta e conduzir os veículos para área de estacionamento próxima ao acesso de equipamentos e saída de emergência respectivamente.

A implantação da edificação deve contemplar, também independente do acesso de veículos, um único acesso de pedestres, com largura de 1,00 m, fechado por portão ou porta, ser dotado de trinco antipânico em sua parte interna e ter a sua abertura direcionada para o exterior do lote.

Ambos os acessos e as áreas de estacionamentos, devem se conectar à edificação por calçamento impermeável e largura útil mínima de 4,00 m e 1,20 m, respectivamente.

5.4. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS

a) As metodologias de construção e as estruturas deverão estar em conformidade com os Itens 9 e 10 deste Volume II.
b) As escavações das ventilações e/ou saídas de emergência deverão ser executadas preferencialmente em VCA.
c) Túneis escavados a partir dos poços circulares somente poderão ter seu início depois de executada a sua estrutura definitiva.
d) Nos locais onde a profundidade for excessiva para a execução em VCA e/ou a configuração do sistema viário e das edificações for impeditiva, os métodos de construção deverão ser estabelecidos no projeto, de reponsabilidade da Concessionária, atendendo, além das diretrizes constantes deste Volume II e as normas e legislação vigente, às seguintes premissas:

- Seção máxima de escavação de túnel executado por Método Convencional (NATM), incluindo as parcializações definidas pelo projeto:
    - Túnel Simples: 150 m^2 sob terrenos sem edificações;
- Seção de parcialização máxima: 80 m^2;
- Cobertura mínima de solo competente sobre a geratriz superior de túnel executado por Método Convencional (NATM): Z/2R (cobertura/diâmetro equivalente), igual ou maior que 1,2 sob terrenos sem edificações.
- Deverão ser definidos tratamentos do maciço para proteger os edifícios no entorno dos túneis.

6. PÁTIO DE MANUTENÇÃO E ESTACIONAMENTO DE TRENS

O Pátio de Manutenção e Estacionamento deve possuir todos os espaços técnicos necessários à adequada manutenção e preservação dos trens, os espaços administrativos de gerenciamento e apoio as atividades inerentes aos processos de manutenção e local para estacionamento de trens.
Os espaços técnicos ou administrativos que compõem um pátio devem ser organizados ou agrupados em função das atividades que desempenham ou suportam e devem ser denominados como blocos.

As configurações acima descritas deverão ser definidas em função das necessidades operacionais e de manutenção e pelas características inerentes ao material rodante envolvido.

O pátio devem atender plenamente as condicionantes de operacionalidade e disponibilidade necessárias à capacidade de transporte prevista para a linha.

6.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS

As características apresentadas neste documento são referenciais devendo, para completo atendimento das condicionantes inerentes aos processos de manutenção e operacionalidade da linha, serem desenvolvidos projetos que atendam aos quesitos técnicos e legais envolvidos, além de garantir a qualidade dos espaços implantados.

6.1.1. DENOMINAÇÃO E FUNCIONALIDADES DAS EDIFICAÇÕES

BLOCO A

- Oficina de Trens.
- Oficina de reparo de trucks e rodeiros
- Drop Table – equipamento para retirada de trucks
- Oficina elétrica e eletrônica
- Oficina dos sistemas de alimentação

- Oficina de manutenção de instalações
- Oficina de manutenção de suspenção e freios
- Oficina de mecânica geral
- Oficina de soldagem
- Oficina de baterias
- Oficina HVAC – hidro vácuo.
- Oficina de Pintura
- Área para recarga de empilhadeira
- Área para lavagem de alta pressão
- Sala para compressão de ar
- Ferramentaria
- Laboratório eletrônico
- Áreas para equipes de manutenção do material rodante
- Subestação elétrica do bloco A
- Pontes Rolantes com capacidade compatíveis com as estratégias de manutenção
- Almoxarifado e Almoxarifado de Reparo.

BLOCO B

- Administração do Pátio
- Administração da Manutenção
- Ambulatório Médico
- Posto Bancário
- Centro de Controle Operacional – CCO
- Área para contratadas
- Área da segurança Patrimonial
- Centro de Treinamento (auditório e salas de aula)
- Cozinha
- Refeitórios
- Sala Elétrica

BLOCO C

- Base da Via Permanente
- Oficina de Veículos Auxiliares
- Oficina de manutenção de veículos urbanos
- Oficina de veículos de via
- Oficina de Usinagem, solda, serralheria e pintura
- Lavagem de Veículos Urbanos
- Área para Armazenamento de Trilhos
- Solda de Trilhos (via coberta com 120m)
- Estacionamento de Veículos Auxiliares (via coberta com 120m)

- Pontes Rolantes com capacidade compatíveis com as estratégias de manutenção.

BLOCO D1

- Subestação retificadora com Grupo Gerador Diesel - GGD

BLOCO D2

- Case de Sinalização e Telecomunicações

BLOCO E

- Administração
- Inspeção
- Almoxarifado geral
- Almoxarifado para Material de Empenho, Uniformes e EPI
- Almoxarifado climatizado
- Doca para recebimento de materiais com plataforma niveladora
- Pontes Rolantes com capacidade compatíveis com a logística de armazenagem
- Área para Manutenção e Recarga de Empilhadeiras.

BLOCO F

- Máquina de Lavar Trens com sistema de reuso de água
- Plataforma para Limpeza Manual do Teto do Trem.

BLOCO G

- Portaria 1 - Controle total de acesso à área operativa do Pátio

BLOCO G1

- Portaria 2 - Controle de pedestres e veículos à área não operativa do Pátio.

BLOCO H

- Posto de Abastecimento
- Gasolina, Etanol e Diesel

LOCO H1

- Depósito de Combustível Elevado e Coberto
- Gasolina Etanol e Diesel

BLOCO I

- Área para operação de trens
- Área para a limpeza de trens
- Depósito de Lixo
- Administrativo
- Lixo orgânico
- Lixo seco

BLOCO J

- Depósito de Inflamáveis.

BLOCO J1

- Depósito de Resíduos Inflamáveis.

BLOCO K

- Caixa D'Água

BLOCO L

- Conservação Civil do Pátio

BLOCO M

- Oficina de Restabelecimento
- Oficina Eletromecânica
- Oficina Eletrônica

BLOCO N

- Administração
- Depósito à Céu Aberto
- Depósito para Cimento, Cal, Areia e Brita
- Cobertura de Caçambas
- Galpão para Beneficiamento de Papelão.

BLOCO O

- Caixa de Acumulação de Águas Pluviais para Áreas Impermeáveis e Coberturas

BLOCO P

- Caixa de Acumulação de Águas Industriais e Separadora de Água e Óleo

BLOCO Q

- Sopra de Trens
- Sala de Compressores

BLOCO R

- Torno Rodeiro

BLOCO S

- Balança Rodoviária
- Cabine de Controle

BLOCO T

- Cabine de Controle da Via de Teste
- Plataforma de Acesso ao Trem e Vala para Inspeção

6.1.2. PREMISSAS

Para o desenvolvimento do projeto dos pátios deverão ser consideradas as denominações, funcionalidades e tipologias básicas de implantação dos blocos indicados no item 6.1.1.

Todos os aspectos estéticos e volumétricos a serem empregados deverão estar de acordo com as condicionantes das licenças obtidas para a implantação do empreendimento.

Atender plenamente a legislação de uso e ocupação do solo vigente, para todas as edificações implantadas, bem como a Resolução SEMPLA CZ/122/86, de 23 de julho de 1986.

Atender plenamente as restrições dos órgãos de preservação ambiental e de patrimônio cultural.

Atender plenamente as exigências das Instruções Técnicas contidas no Decreto Estadual nº 56.819/2011, para todos os espaços.

Prover acessibilidade em todos os espaços projetados, conforme a NBR 9050.

Considerar o comprimento definido para o fornecimento do material rodante como sendo a determinante para o dimensional dos blocos de manutenção e vias de estacionamento.

Respeitar a localização e quantidade de vagas de estacionamento para trens e comprimento do material rodante, objetivando garantir o pleno atendimento à operacionalidade da linha.

Priorizar a localização dos blocos administrativos e de recepção de materiais o mais próximo possível do acesso ao pátio.

Condicionar o acesso de funcionários e visitantes ao pátio, incluindo as pessoas com deficiência, de forma controlada e somente por uma única portaria.

Priorizar a utilização de ventilação e iluminação natural em todos os ambientes.

Priorizar a utilização de elevadores elétricos, sem casa de máquinas e com fechamentos da caixa de corrida em vidro. Os elevadores deverão ser plenamente acessíveis e estarem locados de forma a não constituírem obstáculo aos fluxos de usuários.

Prever acesso e trânsito seguro para manutenção e limpeza de todos os ambientes, incluindo coberturas, porões, forros e fachadas, através de alçapões, portinholas, painéis móveis, ou outras soluções. Garantir que a circulação nesses espaços seja segura.

Prover as coberturas das edificações e blocos com sistema de captação e reservatório de águas pluviais ou de reuso para utilização na limpeza e conservação das áreas impermeáveis e verdes da estação, respeitando, no mínimo, as capacidades exigidas pela legislação vigente.

A cota de nível do pátio deverá ser definida tendo em vista as cotas máximas de inundação conforme item 13.7 – Drenagem de Águas Pluviais. Sempre que houver desnível deverão ser previstos rampas com inclinação conforme NBR 9050 entre o nível da soleira e o nível da calçada;

Todos os espaços internos às edificações deverão, preferencialmente, ser dotadas de iluminação e ventilação naturais. Quando da impossibilidade de ventilação natural, deverão ter ventilação mecânica e garantir conforto térmico e acústico. Observar os níveis de iluminamento estabelecidos na NBR 5413, os níveis de ruído dB e NC estabelecidos na NBR 10152, índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C, velocidade do ar não superior a $0{,}75 m^2/s$ e umidade relativa do ar não inferior a 40% de acordo com a NR 17. A instalação de iluminação suplementar deve evitar ofuscamento, reflexos, sombras e contrastes excessivos.

Todos os espaços internos aos blocos deverão ter o pé-direito mínimo definido pela legislação vigente, ser livre de qualquer equipamento, acabamento ou elemento estrutural. Todas as necessidades espaciais e volumétricas específicas e necessárias à manutenção do sistema e apontadas pelas áreas técnicas competentes, deverão ser incorporadas ao projeto.

As paredes internas das salas das áreas administrativas devem permitir a alteração e mudança de leiaute inicialmente proposto.

Deverão dispor dos ambientes cujas espacializações atendam plenamente as necessidades de segurança, manutenção e instalação de sistemas.

Deverão dispor de corredores de circulação com largura mínima de 1,20 m.

Deverão dispor de acesso para instalação de equipamentos por meio de abertura com dimensões mínimas necessárias às especificadas no Volume III.

Os ambientes destinados aos transformadores e retificadores deverão ter acesso ao exterior através de aberturas e deverão ser isolados entre si e das demais salas técnicas através de paredes ou gradis com isolamento elétrico e acústico.

A Sala do Grupo Diesel – SGD deverá dispor de tomada de ar externa e de chaminé e ser dotada de isolamento acústico.

Deverão ser previstos um ou mais *shafts*, com dimensão mínima necessária para prumada de cabos, interligando os diversos níveis internos aos blocos. Caso necessário, deverão ser previstos, ao longo dos *shafts*, passadiços para montagem e manutenção.

Deverão ser utilizadas, prioritariamente, galerias técnicas com ventilação natural e saídas de emergência para instalação das redes de utilidades entre os blocos que compõem o pátio.

Para implantação do CCO no Bloco B, deverá ser reservada local com o dimensional adequado, com piso elevado e sistema de ar condicionado e com acesso controlado.

O pátio deverá dispor de reservatórios de água com, no mínimo, as capacidades exigidas pela legislação vigente e, preferencialmente, estar concentrada em uma única estrutura civil.

Deverão ser adotados os índices contidos na NR24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho para o dimensionamento do conjunto de instalações, desde que o resultado espacial incorpore o maior resultado.

6.2. MÉTODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO E ESTRUTURAS

As metodologias de construção e as estruturas deverão estar em conformidade com os Itens 9 e 10 deste Volume II.

6.3. BICICLETÁRIOS

Deverão ser previstos, junto a um dos acessos de toda estação, instalações para bicicletário com capacidade mínima para 100 bicicletas, com espaço para controle de utilização e dotado de 1 sanitário masculino e 1 sanitário feminino com dimensões e configuração de acordo com a NBR 9050.

6.4. URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO

O projeto de Urbanização e Paisagismo deve buscar estabelecer uma integração adequada com a paisagem do entorno e com os projetos arquitetônicos dos blocos, gerando espaços de fácil identificação e utilização, dotados de conforto ambiental e beleza, implementando área verde inclusive entre o acesso do pátio e o sistema viário adjacente.

7. TRECHOS DE VIAS

7.1. DIRETRIZES GERAIS

Para o dimensionamento das rotas de fuga dos trechos de vias deverá ser utilizado software especializado em fluxos de pessoas;

As rotas de fuga deverão ser concebidas pelo leito das vias e passarelas laterais situadas próximas à altura do piso dos trens, atendendo às Normas NFPA 130 e NBR 15661;

Os túneis das vias entre o Poço Felício dos Santos e a estação Brasilândia deverão ser executados com Tuneladora;

A metodologia de construção e as estruturas deverão estar em conformidade com os Itens 9 e 10 deste Volume II.

Entre a estação Brasilândia e o Pátio Brasilândia a metodologia de execução dos túneis das vias deverá ser definida no projeto, de responsabilidade da Concessionária, em função da configuração do acesso ao Pátio, da profundidade, das condições urbanas, da geologia e geotécnica, com a devida análise dos riscos atendendo, além das diretrizes técnicas desse Volume II, normas e legislação vigente, as seguintes premissas:

- Seção máxima de escavação de túnel executado por Método Convencional (NATM), incluindo as parcializações definidas pelo projeto:
    - seção de túnel simples: 80 m^2;
- Seção de parcialização máxima: 40 m^2;
- Cobertura mínima de solo/rocha competente sobre a geratriz superior de túnel executado por Método Convencional (NATM): Z/2R (cobertura/diâmetro equivalente), igual ou maior que 1,4.
- Deverão ser definidos tratamentos do maciço para proteger os edifícios no entorno dos túneis.

8. ESTACIONAMENTOS DE TRENS

8.1. DIRETRIZES GERAIS

As rotas de fuga deverão ser concebidas pelo leito das vias e passarelas laterais situadas próximas à altura do piso dos trens, atendendo às Normas NFPA 130 e NBR 15661;

A metodologia de execução dos túneis dos estacionamentos deverá ser definida no projeto, de responsabilidade da Concessionária, em função da profundidade, das condições urbanas, da

geologia e geotécnica, com a devida análise dos riscos atendendo, além das diretrizes técnicas desse Volume II, normas e legislação vigente, as seguintes premissas:

- Seção máxima de escavação de túnel executado por Método Convencional (NATM), incluindo as parcializações definidas pelo projeto:
- Seção de túnel simples: 80 m^2 sob terrenos sem edificações;
    - seção de parcialização máxima: 40 m^2;
- Cobertura mínima de solo competente sobre a geratriz superior de túnel executado por Método Convencional (NATM): Z/2R (cobertura/diâmetro equivalente), igual ou maior que 1,2 sob terrenos sem edificações.
- Deverão ser definidos tratamentos do maciço para proteger os edifícios no entorno dos túneis.

9. OBRAS ENTERRADAS E SUBTERRÂNEAS

O projeto e execução das estações, poços de ventilação e/ou saída de emergência, pátios e estacionamentos de trens e túneis, por meio de tuneladoras, pelo Método Convencional (NATM), em Vala a Céu Aberto - VCA ou por contenção de taludes deverão atender às diretrizes técnicas e requisitos de desempenho estabelecidos a seguir:

9.1. REQUISITOS TÉCNICOS

O projeto e a realização das obras deverão estar em conformidade com as exigências do Licenciamento Ambiental.

A implantação das obras não deverá comprometer a integridade do maciço, edificações e redes de utilidades pública situadas dentro da área de influência de execução dos serviços. Deverão ser previstas em projeto e serem executadas monitoração dessas estruturas, de acordo com os requisitos do item Instrumentação.

As redes de Utilidades Públicas que possam ser afetadas ou colocadas em risco pela execução dos túneis, ou ainda, oferecer riscos ou prejudicar a execução da obra, deverão ser sustentadas, reforçadas ou remanejadas.

O armazenamento de materiais de qualquer natureza não deverá interferir com as condições de tráfego, não obstruir acessos de terceiros e permitir sua remoção sem risco de segurança para pessoas e danos às estruturas adjacentes.

As deformações induzidas pela execução das obras não poderão comprometer a segurança e a funcionalidade das edificações lindeiras, das utilidades públicas e do sistema viário, respeitando os limites de deformações impostos pelo projeto e nem prejudicar a operação

normal dos serviços públicos, sejam eles enterrados ou de superfície, respeitando os limites estabelecidos pelas Concessionárias.

A monitoração das deformações dos edifícios, ou outras estruturas localizadas dentro da faixa de influência das obras, incluindo as redes de utilidades públicas, do próprio maciço e da estrutura dos túneis, deverá estar em conformidade com o item de Instrumentação.

Os desmontes de rocha com explosivos deverão estar de acordo com o projeto e com as normas da CETESB, respeitando todas as etapas previstas nos desenhos de método construtivo. As vibrações deverão ser minimizadas de forma a evitar danos às edificações lindeiras, sistema viário e às redes de utilidades públicas na superfície e enterrados, bem como garantir o bem estar e segurança das pessoas presentes na região no momento da explosão, atendendo aos requisitos técnicos do item 13.

A execução das paredes de contenção, sejam estas em: estacas escavadas e concreto projetado, paredes diafragma, estacas secantes, perfis metálicos e pranchões de madeira, perfis metálicos e concreto projetado, colunas de jet grouting e concreto projetado, deverão atender aos requisitos das Normas e do item 13.

O uso de tirantes de contenção deverão ter apenas uso provisório. A execução de tirantes deverá atender os requisitos da norma brasileira NBR-5629 - Tirantes Injetados no Terreno e do item 13.

As camadas de aterro compactadas deverão ter espessura uniforme e apresentar as características técnicas definidas no projeto. Deverá ser feito o controle tecnológico das camadas compactadas conforme definição de projeto, e no mínimo atendendo as normas NBR 7182 e NBR-7185.

A máquina tuneladora, incluindo equipamentos auxiliares e acessórios, sua operação e a metodologia de montagem dos anéis de concreto de revestimento do túnel deverão ser compatíveis com as características geológicas do maciço definidas pela Concessionária no projeto, com o cronograma da obra, com as condições de deformação e com o item 13.

Os anéis pré-moldados do revestimento do túnel executado por tuneladora deverão ser de concreto armado ou reforçado com fibras metálicas em conformidade com o item 13 - especificação técnica de revestimento de Anéis pré-moldados. Em ambos os casos deverá ser prevista uma dosagem adequada de fibras de polipropileno, ou material de propriedades equivalentes, como medida de proteção contra lascamento dos anéis quando em situação de incêndio.

As estruturas definitivas de revestimento de túneis e valas, executados pelo Método Convencional (NATM) ou em VCA, deverão ser em concreto moldado em conformidade com o item 12..

As estruturas, incluindo o revestimento primário e definitivo dos túneis e valas, deverão ser executadas de acordo com o projeto e em conformidade com o item 13.

O revestimento primário dos túneis, valas e poços em concreto projetado, deverá ser considerado provisório, não fazendo parte do dimensionamento da estrutura permanente, com exceção das paredes diafragma que devem ser consideradas como contenção permanente do empuxo do maciço, associado ou não a paredes de concreto convencional armado. O concreto projetado do revestimento primário deverá estar em conformidade o item 13;

O revestimento definitivo das valas e poços deverá ser em concreto moldado em conformidade com a Especificação de Concreto Convencional Armado ou Protendido.

A geometria interna das estruturas deverá ser definida no projeto considerando que nenhum de seus pontos interfira com o gabarito dinâmico do trem, com o gabarito da passagem de serviço e da superestrutura da Via Permanente, incluindo o sistema de drenagem, em conformidade com a Especificação Técnica da Superestrutura da Via Permanente e com o gabarito da alimentação elétrica dos trens e da sinalização. Deverão ser consideradas, também, as tolerâncias de construção, montagem e deformações das estruturas devidas ao carregamento do maciço.

Deverá ser garantida passarela em um dos lados nos túneis para uma via (túnel singelo) e de ambos os lados para os túneis de duas vias (túnel duplo), livre do gabarito dinâmico do carro, em conformidade com a Norma NFPA 130 e com o item 13

O sistema de impermeabilização dos túneis e valas, incluindo a vedação das juntas entre segmentos de anéis pré-moldados de concreto, deverá garantir a estanqueidade para as condições estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

Os elementos de vedação deverão apresentar características de resistência físico/químicas que garantam a sua durabilidade tanto em função dos esforços que atuarão, como dos agentes agressivos presentes no maciço, incluindo a variabilidade do nível do lençol freático. No caso de terrenos contaminados, os elementos de vedação e impermeabilização deverão ser dimensionados para as condições físicas e químicas encontradas.

O sistema de drenagem dos túneis das vias deverá conduzir as águas para os pontos baixos, que deverão ser munidos de bombas. Deverá ser implantado no enchimento do arco invertido, de acordo com as normas específicas, com inclinações adequadas independentes das inclinações das vias e deverá garantir que os elementos amortecedores dos sistemas de superestrutura com massa-mola, não tenham contato com as águas. A locação dos seus componentes, canaletas, tubos longitudinais, tubos transversais, poços de visita e inspeção etc., deverá ser compatíveis com os sistemas de superestrutura de via permanente previstos ao longo dos túneis;

O sistema de drenagem dos túneis deverá permitir, além de rápido acesso aos seus elementos, fáceis condições de inspeção e manutenção;

Nos pontos baixos do túnel, deverão ser instalados poços de bombeamento com capacidade de armazenamento diário de uma vazão potencial mínima de 2,0 l/m² de superfície de contribuição de túnel, além das águas de lavagem das vias, efetuada pela manutenção.

Os poços de visita deverão estar localizados no entrevia, com distância entre eles que permita facilidade de manutenção das tubulações. Estes deverão possuir, em seu fundo, depósito para areia e/ou material sedimentado.

9.2. REQUISITOS DE DESEMPENHO

A geometria das estruturas internas do túnel deverá estar em conformidade com o projeto, atendendo aos gabaritos e tolerâncias definidos no item 9.1 deste Volume II.

O nivelamento e alinhamento da borda das seguintes estruturas deverão estar em conformidade com o projeto e dentro das seguintes faixas de tolerância:

- Passarela lateral dos túneis de via ..... ± 30 mm.
- Plataforma acabada das estações ..... ± 5 mm.

As estruturas concluídas, incluindo juntas de vedação, e suas geometrias deverão se apresentar:

- Em conformidade com o projeto;
- Com homogeneidade de coloração e isentas de defeitos construtivos, fissuras, trincas, saliências, lixiviações, bolhas superficiais aparentes, segregações ou reparos aparentes. Nas regiões de acesso ao público, além destas condições, deverão se apresentar com textura superficial lisa e compacta tipo espelho, com aplicação de verniz acrílico puro isento de estireno em dispersão, associado à sistema anti-pichação.

Todas as peças metálicas que pertençam à estrutura permanente deverão estar protegidas contra a corrosão provocada por qualquer tipo de agente, inclusive corrente de fuga.

As águas drenadas do revestimento primário, caso existam, com vazão máxima de 1,0 (hum) litro/m2/dia, deverão ser adequadamente conduzidas para drenos permanentes embutidos nas lajes de fundo ou para canaletas drenantes situadas na lateral da via.

A drenagem permanente do túnel, incluindo os seus acessos para inspeção e manutenção, deverá se apresentar íntegra, desobstruída e em conformidade com a drenagem da superestrutura da Via Permanente.

As deformações induzidas pela escavação na fase construtiva, tais como, convergência e/ou divergência da estrutura do túnel, recalques na superfície, recalques nas edificações lindeiras e nas utilidades públicas, deverão se apresentar estabilizadas com incremento zero de variação, em intervalos adequados de tempo, considerando-se as tolerâncias dos equipamentos de medição.

Os cortes e aterros executados deverão se apresentar:

- em rupturas localizadas, ter suas superfícies protegidas contra a ação de intempéries, tráfego de pessoas, equipamentos e veículos;
- ter suas estruturas de drenagem executadas e desobstruídas;
- não apresentar nenhum indício de instalação de processo de erosão

9.3. NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDAS

9.3.1. DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO

- Concreto Projetado;
- Concreto Convencional Armado ou Protendido;
- Concreto Pré-Moldado;
- Anéis Pré-Moldados de Concreto para Túneis em Tuneladora
- Acabamento e Comunicação Visual
- Diretrizes Complementares – item 13

9.3.2. NORMAS ABNT

- NBR-6122 Projeto e Execução de Fundações - Procedimentos
- NBR-5629 Estruturas Ancoradas no Terreno
- NBR-6489 Prova de Carga Direta sobre Terreno de Fundação - Procedimentos
- NBR-8800 Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios
- NBR-9653 Escavação de Rocha com uso de Explosivos
- NBR5681 Controle tecnológico de execução de aterros em obras de edificações
- NBR7182 Ensaio de Compactação- Método de Ensaio
- NBR7185 Massa Específica Aparente do Solo "in-situ", com emprego de frasco de areia
- NBR8044 Projeto Geométrico
- NBR11682 Estabilidade de Taludes

9.3.3. OUTROS

- Norma da CETESB para Controle de Pedreiras em Áreas Urbanas
- DECRETO No. 55.649 do Ministério do Exército

9.4. REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO

Os procedimentos executivos deverão ser elaborados pela Concessionária, contemplando os seguintes requisitos:

- Metodologia e equipamentos a serem utilizados no controle das deformações externas e internas ao túnel e de controle das vibrações, no caso de uso de explosivos.
- No caso de escavações com tuneladoras, metodologia de escavação e contenção da face, incluindo a pressão mínima e máxima do cabeçote de corte contra o maciço e os valores de pressões recomendáveis para cada trecho, a estimativa de velocidade de avanço do Couraça, bem como métodos a serem adotados para evitar a perda de estabilidade da face.
- Metodologia e equipamentos a serem utilizados no controle das deformações externas e internas ao túnel e de controle das vibrações, no caso de uso de explosivos.
- Acabamento e proteção final dos cortes e aterros.
- Procedimentos de paralisação.
- Acompanhamento Técnico da Obra.

9.5. DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

Procedimento executivo.

Durante a execução das atividades

- Relatórios diários, com os dados abaixo, para cada avanço da tuneladora.
- Relatórios mensais com os mapeamentos geológico-geotécnicos das frentes de escavação pelo Método Convencional (NATM), as ocorrências extraordinárias e as respectivas soluções adotadas.

Após a Conclusão das Atividades

Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção das Estruturas.

- Este manual deve conter de forma clara e sucinta os pontos básicos para a manutenção preventiva das estruturas e a sua periodicidade ao longo do tempo. Deve, da mesma forma,

estabelecer o intervalo de tempo entre as inspeções e monitorações a que deve ser submetida a estrutura, para que seja assegurada a vida útil especificada em projeto.

Túneis executados com Tuneladora

- Relatório de consolidação do túnel, enfocando todos os parâmetros de direcionamento e controle da máquina: parâmetros de escavação e controle de pressão de frente, parâmetros de montagem dos anéis e de injeção de preenchimento do vazio anelar e parâmetros de dirigibilidade. Deve enfatizar também o atendimento aos requisitos de desempenho, além das ocorrências extraordinárias e as respectivas soluções adotadas.

Túneis executados pelo Método Convencional (NATM).

- Relatório de Consolidação do mapeamento geológico, incluindo vista das paredes, teto e frente de escavação e ocorrências imprevistas.
- Relatório de Consolidação dos túneis, enfocando todos os requisitos de desempenho exigidos, tanto para o túnel em execução, como concluído.

Valas e Poços executados em VCA

- relatório de consolidação do mapeamento geológico;
- relatório de consolidação das valas e poços e demais estruturas, enfocando todos os requisitos de desempenho exigidos, tanto para as estruturas em execução, como concluídas.

10. ESTRUTURAS

10.1 REVESTIMENTO EM CONCRETO PROJETADO

Os revestimentos em concreto projetado simples, armado ou reforçado com fibras metálicas, a serem empregados na construção de túneis e estações executados pelo método Método Convencional (NATM), bem como para poços, contenção de taludes e na abertura de valas com paredes em estacas ou estacoes deverão atender às diretrizes técnicas estabelecidas a seguir:

10.1.1 DIRETRIZES TÉCNICAS

O concreto projetado poderá ser empregado como revestimento provisório ou definitivo, quando incorporado como camada definitiva da estrutura.

Nos trechos onde for verificado um micro-clima mais agressivo, com CAA superior a III (NBR 6118), ou em casos específicos de presença de sulfatos, águas muito agressivas, solos muito agressivos ou hidrocarbonetos em contato com o revestimento, o f_{cm} deverá ser majorado e a relação água/cimento deverá ser minorada, para atender os requisitos de

durabilidade do concreto frente ao ataque de agentes químicos agressivos. Os critérios de majoração do f_{cm} e minoração da relação água/cimento devem seguir ao que estabelece os itens 5.2.2.2, 5.2.2.3 e 5.2.2.4 da NBR 12655:2006 e itens 4.1, 5.3 e Anexo F da Norma EN 206-1: 2000.

10.1.1.1 VIDA ÚTIL

Devem ser tomadas todas as medidas tecnológicas para assegurar vida útil mínima de 100 anos.

10.1.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

O valor mínimo da resistência média do concreto à compressão (f_{cm}), deverá ser de 30 MPa, aos 28 dias de idade. O limite superior do f_{cm} será de 80 MPa.

10.1.1.3 DURABILIDADE

- Absorção de água por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778)
  O revestimento deverá ser projetado para valores de absorção máximos de 8%.
- penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787)
  O projeto deverá fixar valor máximo de 5 cm.
- Tipo e consumo de cimento
- Deve-se empregar cimento Portland resistente à sulfatos (requisitos segundo a NBR 5737). O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 300 kg/m^3 de concreto e o consumo máximo deverá ser de 500 kg/m^3 de concreto.
- Relação água/cimento
- A relação água /cimento real na estrutura para concreto projetado via seca ou via úmida deverá ser, no máximo, de 0,55.
- Grau de agressividade do meio aquoso ao concreto
  Deverá ser levado em consideração o grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, dado conforme norma DIN 4030-1:2008-06, de modo a serem incorporados ao projeto, cuidados relativos a durabilidade da estrutura, sujeita a estas águas.

10.1.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

O valor mínimo da resistência média à tração na flexão do concreto reforçado com fibras, determinada conforme item 10.1.2.2.3. deverá ser de 4 MPa, aos 28 dias de idade.

O valor mínimo da resistência residual média do concreto reforçado com fibras, determinada conforme item 10.1.2.2.3. deverá ser de 3 MPa, aos 28 dias de idade.

O valor mínimo da capacidade de absorção de energia do concreto reforçado com fibras, determinada conforme item 10.1.2.2.3. deverá ser de 1000 J, aos 28 dias de idade.

10.1.1.5 DISTÂNCIA MÁXIMA DA ARMADURA AO SUBSTRATO

As irregularidades do revestimento devem ser preenchidas com concreto projetado de modo que sejam evitadas sombras de projeção, sendo a distância máxima de fixação da armadura em relação à superfície do substrato de 8 cm.

10.1.1.6 COLOCAÇÃO DA BARRA CHATA - DRENAGEM ELÉTRICA

A colocação da barra chata deverá ser feita na posição e em dimensões tais que não provoque sombra durante a projeção formando vazios ao seu redor. O concreto em volta destes deve ser compacto.

10.1.1.7 ARMAÇÃO DAS TELAS

As telas metálicas deverão apresentar uma bitola máxima estrutural de 12,5 mm, com espaçamento mínimo de 12,5 cm, em pelo menos uma direção de armadura.

Não será permitida a projeção de concreto sobre armadura montada com vergalhões (armadura convencional para concreto moldado in loco).

Nos casos de emendas por traspasses e/ou quando da utilização de armadura ou tela nas duas faces do revestimento, a projeção deverá ser executada em camadas sucessivas, de modo a evitar sombras e vazios entre as telas. Nos traspasses, as barras das telas deverão estar coincidentes.

10.1.1.8 LIMPEZA ANTES DA APLICAÇÃO DO CONCRETO PROJETADO

Toda vez que se reiniciar a projeção de concreto dentro de uma mesma camada dentro uma mesma fase de concreto projetado deve-se proceder a limpeza com jato de ar e água a uma pressão mínima de 6 Kgf/cm^2.

10.1.1.9 ADITIVOS ACELERADORES

Somente será permitido o emprego de aditivos não alcalinos (teor de álcalis inferior a 1 % sobre a massa de aditivo). Para definição do teor de aditivo deverão ser realizados estudos de dosagem e de compatibilidade cimento-aditivo para assegurar os parâmetros especificados de resistência à baixa idade e resistência final.

10.1.1.10 ADIÇÕES

O consumo de adições (sílica ativa ou metacaolim), em relação ao peso de cimento, não deverá ser superior a 8%. Polímeros acrílicos poderão ser adicionados em teor mínimo que garanta

uma melhoria significativa quanto à redução de permeabilidade. O limite máximo para o teor exige estudos de dosagem para assegurar os parâmetros mínimos de resistência e módulo de elasticidade.

10.1.1.11 TEOR MÁXIMO DE PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO DO PROCESSO VIA SECA OU ÚMIDA

Em conjunto com a atual legislação brasileira deve-se seguir também as recomendações preconizadas pelas diretrizes inglesas da H.S.E. Guidance Notes EH40: Occupational Exposure Levels - EH44 Dust: General Principals of Protections - Classifications, packin, labeling of Danerous Substances Regulations. Adicionalmente temos os critérios estabelecidos na norma BS6164:1990 Safety in Tunnelling in the Construction Industry.

10.1.1.12 COBRIMENTO DAS CAMBOTAS OU QUALQUER ARMADURA

As cambotas ou armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto projetado de 3 cm para serem consideradas como elementos colaborantes definitivos na estabilidade do túnel.

10.1.1.13 INSTALAÇÃO DE CHUMBADORES E INSERTOS

Deverá ser previsto pelo Projeto a delimitação de áreas para a instalação de chumbadores.

É vedado, tanto na etapa durante a execução como na etapa concluída, o emprego de insertos que comuniquem o concreto projetado de primeira fase com o concreto (projetado ou convencional) de segunda fase, integrantes do revestimento do túnel, de tal modo que um dos revestimentos (primário ou secundário) tenha sua seção totalmente transpassada pelo inserto.

No caso de túneis em rocha em que tenhamos apenas uma fase de revestimento o chumbador poderá atravessar o revestimento e se apoiar dentro da rocha.

Em qualquer caso, os chumbadores ou insertos não poderão induzir falhas de estanqueidade (gotejamento ou escorrimento superficial) no revestimento. Em caso de falha de estanqueidade na região dos insertos, estes deverão ser tratados com sistema vedante de infiltrações (injeções com resinas duráveis).

10.1.1.14 RESISTÊNCIA AO FOGO

As estruturas de concreto armado e/ou protendido deverão ser dimensionadas para resistir aos esforços em situação de incêndio, obedecendo as prescrições do Decreto Estadual No. 56.819, de 10 de março de 2011, e as normas:

– EN1992-1-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: General Rules – Structural fire design;

– NBR15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio;

– NFPA 130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems.

O projeto também deverá prever medidas tecnológicas do concreto, com relação à dosagem e materiais constituintes (por exemplo, fibras poliméricas), de maneira a evitar o lascamento explosivo - *spalling* – do revestimento, quando submetido à ação do fogo, em situação de incêndio.

10.1.2 REQUISITOS DE CONTROLE

Para cada finalidade apresentam-se, a seguir, os parâmetros a serem controlados.

10.1.2.1 CONCRETO PROJETADO PROVISÓRIO

O concreto projetado provisório deverá ser controlado durante o serviço em andamento.

10.1.2.2 CONCRETO PROJETADO DEFINITIVO (INCORPORADO À ESTRUTURA)

10.1.2.2.1 PARÂMETROS E VALORES DE RESISTÊNCIA E DE DURABILIDADE

Abaixo são apresentados os parâmetros e os valores mínimos que os corpos-de-prova, obtidos da estrutura e de placas, conforme o tipo de parâmetro, devem atender à idade de 28 dias.

Se adotada uma idade de controle diferente de 28 dias, devendo neste caso ser justificada, por meio de relatório técnico específico, com os limites de resistência do concreto na idade de controle, tomando como referência a resistência aos 28 dias especificada no projeto e resultados experimentais da evolução da resistência do concreto até a idade de controle ou, caso esta seja inferior a 28 dias, até a idade de 28 dias.

10.1.2.2.2 CONCRETO PROJETADO SIMPLES OU ARMADO

Todos os requisitos abaixo devem ser atendidos simultaneamente:

– Resistência básica à compressão axial (método de ensaio segundo NBR-5739): a resistência média, aqui denominada de fcm , deve ser igual ou superior a 30 MPa. O valor de fcm será calculado por meio da média aritmética de seis corpos-de-prova, sendo que nenhum valor individual deve apresentar valor inferior a 23 MPa;

– Absorção de água por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778): deve ser menor ou igual a 8 %. A absorção de água será calculada por meio da média aritmética de seis corpos-de-prova, sendo que nenhum valor individual deve apresentar valor superior a 10 %;

- Penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787): deve ser menor ou igual a 50 mm. A penetração de água será calculada através da média de três corpos-de-prova, sendo que nenhum valor individual deve apresentar valor superior a 70 mm;
- No caso de projeção sobre maciço rochoso, a aderência mínima (determinada de acordo com método de ensaio conforme item 10.6 da EFNARC) deverá ser de 1,0 MPa entre camadas de concreto e de 0,5 MPa entre o concreto projetado e o substrato rochoso;
- A espessura será avaliada por meio de corpos-de-prova extraídos da estrutura e nenhum deles pode apresentar valor inferior ao determinado em projeto. Todos os corpos-de-prova extraídos da estrutura servirão de fonte para a análise da espessura do revestimento.
- Absorção capilar (método de ensaio segundo SIA 162/1): plotar a curva de desempenho da absorção capilar x tempo, para o período de 0 a 15 dias após a idade de liberação (28 dias), sendo que a absorção capilar para 24 horas (a24) deve ser menor ou igual a 15,0 $g/m^2/s1/2$;
- Desempenho da Estrutura:
  - Nenhuma armadura estrutural pode estar exposta, e todas as partes metálicas devem possuir um cobrimento mínimo de 30 mm;
  - Estanqueidade, para as estruturas onde não se utiliza membrana plástica para impermeabilização, conforme exigências estabelecidas no item 13:
    - Na meia seção superior, a partir de 2,0 m acima do nível do piso das passagens de emergência, e também toda laje de piso entre as canaletas de via, total isenção de lixiviações, eflorescências, pontos de gotejamento ou escorrimento superficial de água sobre a região onde será instalada a via permanente (via + terceiro trilho);
    - Para as paredes, tetos e pisos ou revestimento dos túneis fora das regiões citadas anteriormente, total isenção de eflorescências, gotejamentos e pontos de escorrimento superficial sobre regiões onde serão instalados bandejamentos de cabos e equipamentos do sistema de sinalização;
    - Admitem-se áreas de umedecimento na proporção de 1 m^2 de área umedecida a cada 10,0 m lineares de faixa longitudinal de revestimento, para cada lateral do túnel (a partir da geratriz superior do túnel).

  - Estanqueidade, nas estruturas impermeabilizadas com membrana plástica, conforme exigências estabelecidas no item 13:

    - Nenhuma infiltração através da estrutura de concreto, principalmente àquelas com mecanismo de lixiviação;
    - As águas drenadas do revestimento primário, caso existam, deverão estar adequadamente conduzidas para drenos permanentes embutidos nas lajes de fundo ou para canaletas drenantes situadas na lateral da via;

- Todas as fissuras com infiltração de água ou com abertura superior a 0,3 mm deverão ser consolidadas com resinas duráveis;
- Nenhuma segregação ou juntas frias no concreto deve ser verificada na análise visual da estrutura;

10.1.2.2.3 CONCRETO PROJETADO COM FIBRAS

Além dos limites estabelecidos para o concreto projetado simples ou armado (com exceção da resistividade elétrica), o concreto projetado com fibras deverá atender aos seguintes limites adicionais:

- Teor de fibras incorporado (método de ensaio segundo DIN EN 14488-7): o valor do teor de fibras do revestimento endurecido, obtido através da média aritmética de seis corpos-de-prova, não deve ser inferior a Vf – 10% (em kg/m^3 de concreto), onde Vf é o consumo de fibras especificado por meio de estudo de dosagem realizado antes da execução do revestimento, conforme item 10.1.6.1 deste Volume II;
- Resistência à tração na flexão (método de ensaio segundo ASTM C-78-02): a resistência à tração na flexão deve ser maior ou igual ao valor especificado em projeto e nunca inferior a 4 MPa. A resistência à tração na flexão deverá ser calculada através da média de seis corpos-de-prova, sendo que nenhum valor individual deve apresentar valor inferior à 75 % da resistência especificada em projeto e nunca inferior a 3 MPa;
- Resistência Residual (Fator de Tenacidade - método de ensaio segundo JSCE SF4): a resistência residual deve maior ou igual ao valor especificado em projeto e nunca inferior a 3,0 MPa. A resistência residual deverá ser calculada através da média aritmética de seis corpos-de-prova, sendo que nenhum valor individual deve apresentar valor inferior à 75 % da resistência especificada em projeto e nunca inferior a 2,3 MPa;
- Capacidade de Absorção de Energia (método de ensaio segundo DIN EN 14488-5) a capacidade de absorção de energia, para um deslocamento vertical (deflexão) de 25 mm, deve ser maior ou igual a 1000 J, em pelo menos dois de três corpos-de-prova ensaiados.

10.1.3 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM

10.1.3.1 FORMAÇÃO DE UM LOTE

Para túneis de via, um lote será composto por, no máximo, 50 metros lineares de estrutura.
Quando o revestimento for constituído por fases, cada fase será um lote, isto é, estas exigências, no caso de revestimento de túneis de via, se aplicam, separadamente, para o revestimento primário e para o revestimento secundário.

Para poços e estações, um lote será composto por, no máximo, 50 m^3 de estrutura.

Para estruturas de contenção, um lote será composto por, no máximo, 80 m^3 de concreto projetado aplicado.

10.1.3.2 LOCALIZAÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA EXTRAÍDOS DA ESTRUTURA PARA UM LOTE

Os locais de extração deverão obedecer a seguinte distribuição:

- Os corpos-de-prova extraídos da estrutura devem ser distribuídos, homogeneamente, entre as paredes laterais, teto e laje de fundo;
- Os corpos-de-prova extraídos da parede lateral deverão ser subdivididos em aproximadamente metade na altura entre 0,5 a 1,5 m e o restante na altura entre 1,5 a 2,5 m;
- Adicionalmente, quando o túnel for confeccionado por cambotas metálicas, os corpos-de-prova destinados a cada local devem estar localizados 50% entre cambotas e os 50% restantes, a uma distância máxima de 15 cm destas.

As condições de cura dos corpos-de-prova deverão ser equivalentes às condições impostas ao revestimento.

A Tabela 1 mostra a formação de um lote e os ensaios que deverão ser realizados em testemunhos extraídos das estruturas.

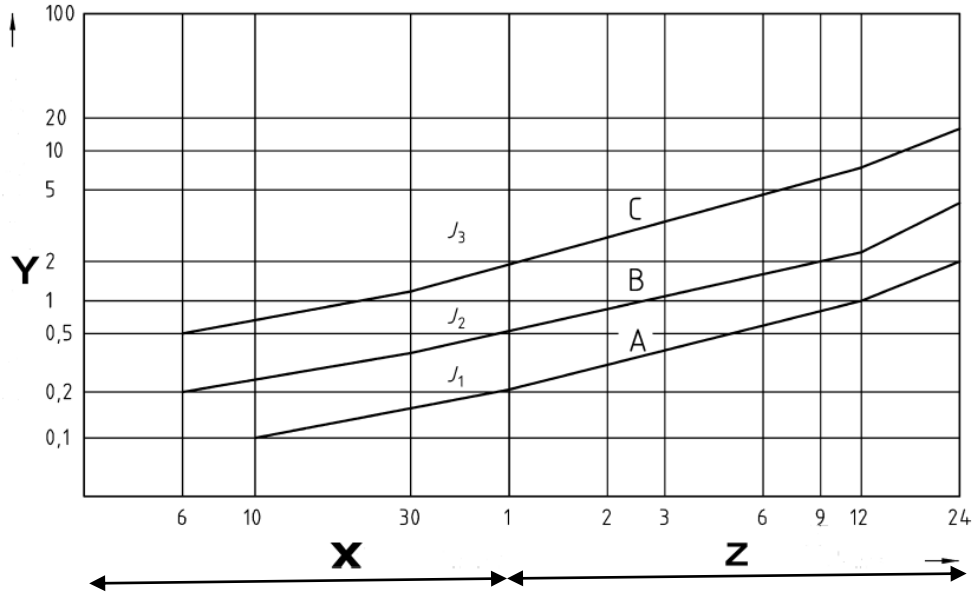
10.1.3.3 LOCALIZAÇÃO DAS PLACAS PARA A FORMAÇÃO DE UM LOTE

Os corpos-de-prova obtidos de placas para a formação de um lote deverão coincidir com os lotes formados por corpos-de-prova extraídos.

10.1.4 PARÂMETROS E LIMITES DE PROJETO

Caberá à Concessionária especificar os parâmetros e limites que adotará durante a obra, para assegurar o atendimento ao desempenho final requerido.

Para assegurar uma adequada interação do revestimento primário com o maciço, de modo a prover efetivo e imediato suporte, durante a escavação de um túnel escavado pelo Método Convencional (NATM), a Concessionária, por meio do projeto, deverá especificar os parâmetros e limites para a resistência à baixa idade (até 24 horas) do concreto projetado. Para tanto, o concreto deverá ter sua evolução de resistência especificada conforme, no mínimo, a classificação J1, J2 ou J3, de acordo com a Figura 1. A Classe J1 é definida por pelo menos três pontos (resistência à compressão x idade) delimitados na área entre as linhas “A” e “B”; A Classe J2 é definida na área entre as linhas “B” e “C”; e a Classe J3 na área acima da linha “C”.



Legenda:
Y : Resistência à compressão f_c em N/mm^2
X : Idade em minutos
Z : Idade em horas

Figura 1 (item 4.3 da norma DIN EN 14487-1)

Os parâmetros citados a seguir são os mínimos exigidos, aos quais a Concessionária deverá manter controle dentro do serviço em andamento.

10.1.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS

10.1.4.1.1 CONCRETO PROJETADO PROVISÓRIO

– **Antes da projeção**

Deve ser realizado em todo caminhão betoneira:

- Abatimento (via úmida) (método de ensaio segundo NBR NM-67)

– **Após a projeção**

Deve ser realizada pelo menos uma determinação por período de 4 horas:

- Relação a/c real na estrutura (via seca);

Deve ser realizada pelo menos uma determinação para cada 250 m^2 de revestimento ou período de 15 dias:

- Resistência à baixa idade: evolução da resistência com três determinações de resistência do concreto jovem:
  - Aos 30 minutos de idade;
  - Entre 4 e 6 horas de idade; e
  - Entre 12 e 24 horas de idade.

A evolução da resistência deverá ser determinada através do penetrômetro de profundidade constante – PPC (método de ensaio segundo Método A da EN 14488-2), para resistências entre 0,2 MPa e 1,2 MPa e pelo método de cravação de pinos (método de ensaio segundo Método B da EN 14488-2), para resistências acima do limite superior da sensibilidade do PPC (entre 2 e 16 MPa). Como alternativa ao Método B da EN 14488-2, pode-se utilizar o penetrômetro de energia constante – PEC.

- Concreto endurecido obtido de placas de controle:
  - Deve ser realizada pelo menos uma determinação a cada 3 dias ou 80 m^3de produção:
- Resistência à compressão axial às idades de 24 horas, 3 dias, 7 dias e 28 dias, em corpos-de-prova extraídos de painéis moldados (método de ensaio segundo NBR 13070).

10.1.4.1.2 CONCRETO PROJETADO DEFINITIVO

a) Materiais

- Cimento: conforme a norma brasileira NBR 5737. Os parâmetros, mínimos, a serem controlados estão apresentados na Tabela 2;
- Agregados: conforme a norma brasileira NBR 7211. Os parâmetros, mínimos, a serem controlados estão apresentados na Tabela 3;
- Aditivos: conforme a norma brasileira NBR 11768. Os parâmetros, mínimos, a serem controlados estão apresentados na Tabela 4;
- Água: conforme a norma NM 137;
- Fibras: conforme a norma NBR 15530;
- Tempo de início e fim de pega (ASTM C-403-99);
- Adições:
  - Sílica ativa: a composição química e os requisitos físicos a serem controlados e atendidos pela sílica ativa deverão estar de acordo com a norma ASTM C-1240-04.
- Aço: em conformidade com as normas NBR 7480 e NBR 7481.

A metodologia de controle deverá considerar os ensaios feitos pela Concessionária ou laboratório contratado, bem como os ensaios de controle feitos pelos próprios fornecedores de materiais.

A cada seis meses ou quando os valores dos ensaios nos diferentes laboratórios diferirem mais que 10% (em qualquer dos ensaios) entre os resultados dos ensaios, uma campanha interlaboratorial deverá ser feita, com amostras irmãs, para efeito de comparação e identificação de eventuais distorções.

A sistemática do controle tecnológico para cada material está apresentada na Tabela 5.

b) Concreto

– Antes da projeção:

Para todo caminhão betoneira controla-se no mínimo:

- Relação água-cimento real (via seca) (método da "frigideira" com teor de cimento corrigido);
- Abatimento (via úmida) (método de ensaio segundo NBR NM 67);

– Após a projeção:

Para cada período de 4 horas de produção controla-se no mínimo:

- A relação a/c real na estrutura (método de ensaio segundo NBR 13044);

Para cada 250 m^2 de revestimento ou período de 15 dias:

- A resistência à baixa idade, conforme método de ensaio segundo EN 14488-2.

Pelo menos uma vez a cada 80 m^3 controla-se:

- a reconstituição do concreto na estrutura nas seguintes posições da seção do túnel "invert", paredes laterais e abóbada (método de ensaio segundo NBR 13044).

c) Concreto Endurecido

Todos os ensaios abaixo discriminados serão efetuados em corpos-de-prova obtidos de placas:

– Concreto projetado simples:

- Resistência à compressão axial (método de ensaio segundo NBR-5739), às idades de 10 horas, 24 horas, 3 dias, 7 dias e 28 dias, com no mínimo dois corpos-de-prova por idade;
- Absorção por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778) aos 28 dias, com no mínimo dois corpos-de-prova;
- Penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787), aos 28 dias com no mínimo dois corpos-de-prova;
- Obs.: a execução de controle da resistência à compressão a idade de 28 dias será feita apenas quando o concreto não atingir a resistência especificada de 30 MPa aos 7 dias;

– Concreto projetado com fibras:

- Teor de fibras incorporado (método de ensaio segundo DIN EN 14488-7), com seis corpos-de-prova;
- Resistência Residual (Fator de Tenacidade - JSCE SF4), na idade de 28 dias, com seis corpos-de-prova;
- Capacidade de Absorção de Energia (método de ensaio segundo DIN EN 14488-5), na idade de 28 dias, com três corpos-de-prova;
- Resistência à tração na flexão (método de ensaio segundo ASTM C-78-02), aos 28 dias de idade, com seis corpos-de-prova;
- Todos os demais ensaios determinados no item 2.1.2.1.1. Concreto Projetado Simples, no mínimo para a idade de 28 dias, com no mínimo dois corpos-de-prova.

10.1.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

10.1.5.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO

– Requisitos Complementares – Item 13

10.1.5.2 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

Normas ABNT / MERCOSUL

– NBR NM 137 - Argamassa e Concreto – Água para Amassamento e Cura de Argamassa e Concreto de Cimento Portland;

– NBR 5737 - Cimento Portland Resistente a Sulfatos;

– NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;

– NBR 7211 - Agregado para Concreto;

– NBR 7480 - Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado;

– NBR 7481 - Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto;

– NBR 9935 - Agregados - Terminologia;

- NBR 11172 - Aglomerantes de Origem Mineral;
- NBR 11768 - Aditivos Para Concreto de Cimento Portland;
- NBR 12317 - Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto - Procedimento;
- NBR 12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento;
- NBR 12655 - Preparo, Controle e Recebimento de Concreto - Procedimento;
- NBR 13070 - Moldagem de Placas para Ensaio de Argamassa e Concreto Projetados - Procedimento;
- NBR 13597 - Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca;
- NBR 15530 – Fibras de aço para concreto – especificação.

Normas ASTM

- C-823-00 - Standard Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Constructions;
- C-1116-03 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete;
- C-1140-03a - Standard Pratice for Preparing and Testing Specimens from Shotcrete Test Panels;
- C-1141-01 - Standard Specification for Admixtures for Shotcrete;
- C-1240-04 - Standard Specification for Silica Fume used in Cementitius Mixtures

Normas ACI

- ACI 212.3R-91 - Chemical Admixtures for Concrete;
- ACI 506.R-90 - Guide to Shotcrete;
- ACI 506.1R-84 - State of the Art Report on Fiber Reinforced Shotcrete;
- ACI 506.2R-90 - Specification for Materials, Proportioning, and Application of Shotcrete.

Outros Órgãos

- European Standard EN 14487-1 – Sprayed concrete – Part 1: Definitions, specifications and conformity;
- European Standard EN 206-1 – Concrete – Part 1: Specification, Performance, Production and Conformity;
- European Federation of Producers and Applicators of Specialist Products for Structures (EFNARC) - European Specification for Sprayed Concrete;

– Decreto Estadual No. 56.819, de 10 de março de 2011.

10.1.5.3 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

Normas ABNT / MERCOSUL

– NBR NM 9 - Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração;

– NBR NM 30 - Agregado miúdo - Determinação da absorção de água;

– NBR NM 33 - Concreto – Amostragem de concreto fresco;

– NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente;

– NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água;

– NBR NM 67 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;

– NBR NM 68 - Concreto - Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff;

– NBR NM 248 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica;

– NBR 5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto;

– NBR 5754 - Cimento Portland - Determinação de teor de escória granulada de alto-forno por microscopia;

– NBR 7215 - Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão;

– NBR 7218 - Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis;

– NBR 7389 - Apreciação petrográfica de materiais naturais, para utilização como agregado em concreto;

– NBR 8522 - Concreto - Determinação do Módulo de Deformação Estática e Diagrama Tensão e Deformação;

– NBR 8548 - Barras de Aço Destinadas a Armadura para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração;

– NBR 9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica - Volumétrica;

– NBR 9773 - Agregado - Reatividade potencial de álcalis em combinações cimento-agregado;

– NBR 9775 - Agregados - Determinação da umidade Superficial em Agregados Miúdos por meio do Frasco de Chapman;

- NBR 9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica;
- NBR 9833 - Concreto Fresco - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico;
- NBR 9936 - Agregados - Determinação do teor de partículas leves;
- NBR 10786 - Concreto Endurecido - Determinação do Coeficiente de Permeabilidade à água;
- NBR 10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão;
- NBR 10908 - Aditivos para Argamassa e Concreto - Ensaios de Uniformidade;
- NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 0,075mm (nº 200);
- NBR 11582 - Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier;
- NBR 13044 - Concreto Projetado - Reconstituição da Mistura Recém Projetada;
- NBR 13069 - Concreto Projetado - Determinação dos Tempos de Pega em Pasta de Cimento Portland, com ou sem Utilização de Aditivo Acelerador de Pega;
- NBR 15577-1 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto;
- NBR 15577-2 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto;
- NBR 15577-3 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto;
- NBR 15577-4 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;
- NBR 15577-5 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado
- NBR 15577-6 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto;
- NBR NM 10 - Cimento Portland - Análise química - Disposições gerais;
- NBR NM 11-2 - Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT;
- NBR NM 14 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio;
- NBR NM 15 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel;

- NBR NM 16 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico;
- NBR NM 18 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo;
- NBR NM 20 - Cimento Portland e suas matérias-primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria;
- NBR NM 22 - cimento Portland com adições de materiais pozolânicos - Análise química - Método de arbitragem;
- NBR NM 23 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica;
- NBR NM 46 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometros por lavagem;
- NBR NM 47 - Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método Pressométrico;
- NBR NM 49 - Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas;
- NBR NM 65 - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega;
- NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine).

Normas ASTM

- C-78-02 - Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (using Simple Beam with Third-Point Loading);
- C-227-03 - Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement - Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method);
- C-266-03 - Standard Test Method for Time of Setting of Hidraulic - Cement Paste by Gillmore Needles;
- C-403-99 - Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance;
- C-1018-97 - Standard Test Method for Flexural Toughness and first-crack Strength of Fiber-reinforced Concrete (using beam with third-poindd loading);
- C-1117-89 - Standard Test Method for Time of Setting of Shotcrete Mixtures by Penetration Resistance.
- C-1260-05 - Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)

10.1.5.4 OUTROS ÓRGÃOS

- SIA Standards V 198/7 - Switzerland- Resistência "in-situ" pela Agulha Meynadier;

- SNCF - Método Francês desenvolvido por FFCC Alpes Essais para verificar absorção de energia;
- JSCE SF 4 e 5 - Japan Society of Civil Engineers;
- R. Torrent, Holderbank Management and Consulting Ltd, Switzerland;
- H.S.E. - Guidance Notes EH40: Occupational Exposure Levels;
- EH44 Dust: - General Principals of Protections - Classifications, packing, labeling of Dangerous Substances Regulations;
- BS 6164:1990 - Safety in Tunneling in the Construction Industry;
- European Standard EN 14488 (all parts) – Testing Sprayed Concrete;
- European Federation of Producers and Applicators of Specialist Products for Structures (EFNARC);
- DIN 4030-1:2008-06 - Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete - Part 1: Principles and limiting values (em alemão).

10.1.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

- Procedimento executivo;
- Relatório de estudo de dosagem.

Antes do início das atividades deverá ser emitido o relatório completo de estudo de dosagem. Este relatório deverá ser disponibilizado ao Poder Concedente com uma antecedência, mínima, de 30 dias do início efetivo de aplicação do concreto projetado para a execução de revestimento provisório ou definitivo.

Este estudo deverá ser confirmado em no máximo 30 dias de produção da estrutura, por meio dos ensaios exigidos nos itens 10.1.1 e 10.1.2.

A itemização básica deste relatório deverá ser:

- Objetivo;
- Dados de entrada para o estudo de dosagem;
- Metodologia adotada;
- As dosagens experimentais (executadas em laboratórios idôneos, levando em consideração a agressividade do meio determinada por ensaios laboratoriais normalizados);

- Dados obtidos durante o estudo (relação água-cimento real para cada mistura experimental aprovada para utilização, tempo de início e fim de pega do concreto projetado (NBR NM-9), com curvas de evolução de resistência à penetração, etc);
- Traços experimentais aprovados para utilização.

Durante a Execução

- Relatórios Periódicos de Controle da Obra em Andamento

Ao serem iniciadas as atividades de execução do revestimento de concreto projetado deverão ser enviados ao Poder Concedente os Relatórios Periódicos de Controle da obra em execução, com frequência mínima mensal.

Nestes relatórios periódicos da obra em andamento deverão ser fornecidos todos os dados do controle exercido pela Concessionária conforme definido nesta Especificação Técnica com uma sistemática tal que permita ao Poder Concedente, de forma ágil, o conhecimento detalhado e atualizado da situação da qualidade da obra.

A itemização básica deste tipo de relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Controle efetuado no período;
- Concreto projetado (ensaios com corpos-de-prova extraídos da estrutura);
- Verificações no revestimento concluído;
- Análise e interpretação dos resultados;
- Aceitação ou rejeição do lote.

Quanto à apresentação das informações os relatórios periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das etapas em andamento. Deverão ser apresentados no mínimo os gráficos (placa e estrutura):

- Crescimento da resistência versus tempo;

- Resistência versus avanço do túnel;

- Parâmetros de durabilidade versus avanço do túnel.

Após o Serviço Concluído

- Relatório do concreto projetado concluído

- Ao término do processo deverão ser compilados e consolidados todos os dados obtidos nas etapas serviço em andamento e serviço concluído, bem como os gráficos de situação da qualidade. De posse destes dados a Concessionária deverá formular um relatório técnico final de consolidação dos resultados de controle obtidos no revestimento. Este relatório técnico será conclusivo e avaliará a estrutura executada sob os aspectos de estabilidade e durabilidade, com a utilização da totalidade dos valores obtidos para a estrutura, podendo esta consolidação e análise serem feitas por trechos claramente definidos da estrutura.

- Quanto à apresentação das informações neste relatório deverão ser apresentados tabelas e gráficos consolidados para uma melhor visualização global da qualidade dos serviços.

- Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle. Deverão ser apresentados no mínimo os gráficos (placa e estrutura):

  - Resistência (média, maior, menor e característica) mensal versus tempo de obra;

  - Parâmetros de durabilidade (maior, menor e médio) mensal versus tempo de obra.

Tabela 1- Formação de um Lote de Ensaios a serem realizados em Testemunhos Extraídos da Estrutura

CONCRETO PROJETADO DEFINITIVO - ETAPA CONCLUÍDA - 1 LOTE - IDADE 28 DIAS												
LOCAIS DA SEÇÃO (4)	VERIFICAÇÃO DE ESPESSURA	COMPRESSÃO (NBR-5739)	SEGREGAÇÃO VERIFICAÇÃO	ABSORÇÃO DE ÁGUA E DENSIDADE (NBR-9778)	PENETRAÇÃO DE ÁGUA SOB PRESSÃO (NBR-10787)	ABSORÇÃO CAPILAR (SIA 162/1)	RESISTIVIDADE ELÉTRICA VOLUMÉTRICA (NBR-9204)	VERIFICAÇÃO DO MONOLITISMO	ADERÊNCIA (ITEM 10.6 DA EFNARC) (5)	TEOR DE FIBRAS INCORPORADO(DIN EN 14488-7)	RESIST. RESIDUAL (JSCE SF4) E TRAÇÃO NA FLEXÃO(ASTM C78) (3)	ENERGIA (DIN EN 14488-5) (3)
ABÓBADA	2 (I)	2 (IV)	2 (III)	-	-	-	-	2 (II)	-	2 (V)	-	-
PAREDE LATERAL	2 (I)	2 (IV)	2 (III)	-	-	-	-	2 (II)	-	2 (V)	-	-
PISO DEFINITIVO (1)	2 (I)	2 (IV)	2 (III)	-	-	-	-	2 (II)	-	2 (V)	-	-
ABÓBADA	1 (I)	-	1 (III)	1 (IV)	-	-	-	1 (II)	-	-	-	-
PAREDE LATERAL	1 (I)	-	1 (III)	1 (IV)	-	-	-	1 (II)	-	-	-	-
PISO DEFINITIVO (1)	1 (I)	-	1 (III)	1 (IV)	-	-	-	1 (II)	-	-	-	-
ABÓBADA	1 (I)	-	1 (III)	-	1 (V)	1 (IV)	-	1 (II)	-	-	-	-
PAREDE LATERAL	1 (I)	-	1 (III)	-	1 (V)	1 (IV)	-	1 (II)	-	-	-	-
ABÓBADA	1 (I)	-	1 (III)	-	-	-	1 (IV)	1 (II)	-	-	-	-
PISO DEFINITIVO (1)	1 (I)	-	1 (III)	-	-	-	1 (IV)	1 (II)	-	-	-	-
ABÓBADA	2 (I)	-	2 (III)	-	-	-	-	2 (II)	2 (IV)			
PAREDE LATERAL	2 (I)	-	2 (III)	-	-	-	-	2 (II)	2 (IV)			
PLACAS (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6 (I)	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (I)
TOTAL CP´s SIMPLES	17	6	17	3	2	2	2	17	4	0	0	0
TOTAL CP´s COM FIBRAS	17	6	17	3	2	2	2	17	4	6	6	3

Observações da Tabela 1:

(1) - Quando o lote não apresentar piso definitivo os corpos-de-prova devem ser igualmente distribuídos entre a abóbada e a parede lateral;

(2) - A sequência de ensaios para um mesmo corpo-de-prova é obtida através da leitura na horizontal da Tabela. Os algarismos romanos entre parênteses indicam a sequência em que os ensaios deverão ser realizados;
(3) - Ensaios adicionais para Concreto Projetado com Fibras – CP´s extraídos de placas moldadas simultaneamente à projeção do revestimento;
(4) - Os locais da seção para extração referem-se a estruturas de túneis e estações. Para estruturas de contenção e poços, os locais de extração deverão ser definidos pela Concessionária;
(5) - Ensaios adicionais no caso de projeção sobre maciço rochoso.

Tabela 2 - Cimento / Controle

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 5	Finura de peneira 0,075mm	NBR 11579
	Área específica	NBR NM-76
	Tempos de inicio fim de pega	NBR NM 65
	Expansibilidade à quente	NBR 11582
	Resistência à compressão	NBR 7215
Ver Tabela 5	Perda ao fogo	NBR NM 18
	Resíduo Insolúvel	NBR NM 15 (1) NBR NM 22 (2)
	Trióxido de enxofre (SO3)	NBR NM 16
	Óxido de magnésio (Mg) (3)	NBR NM 11-2 NBR NM 14
	Anidrido Carbônico (CO2)	NBR NM 20
	Teor de escória (4)	NBR 5754
	Atividade pozolânica (2)	NBR 5753
	Compostos de Bougue (5)	NBR NM 11-2 NBR NM 10

Notas:

(1) exceto cimento CP IV

(2) para o cimento CP IV
(3) exceto cimento CP III
(4) para os cimentos CP III e CP II E
(5) para o cimento CP V

Tabela 3 - Agregados / Controle

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 5	Determinação da composição granulométrica	NBR NM-248
	Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis	NBR-7218
	Determinação do teor de materiais pulverulentos	NBR NM-46
	Determinação do teor de partículas leves	NBR-9936
	Determinação de impurezas orgânicas	NBR NM-49
A CADA 2 H	Determinação da umidade superficial	NBR-9775
A cada 3 meses	Reatividade álcali-agregado - Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto	NBR 15577-1 NBR 15577-3
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-4
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-5
Ver Tabela 5	Determinação da massa específica na condição saturada superfície seca - miúdo	NBR NM-52
	Determinação da absorção de água	NBR NM-30
	Determinação da massa especifica na condição saturada - superfície seca	NBR NM-53

	Determinação da absorção de água	NBR NM-53

Tabela 4 - Aditivos / Controle

FREQÜÊNCIA	ENSAIO DE RECEBIMENTO	OBSERVAÇÃO
Ver Tabela 5	Tempo de Início e Fim de Pega	ASTM C 266-03 **(a)**
	Desempenho	NBR-12317
	Espectro de Absorção de Infravermelho	ASTM C 494
	Uniformidade	NBR-10908

Obs.: (a) Aditivo para concreto projetado

Tabela 5 – Freqüências dos Ensaios dos Materiais

Material	Local de Amostragem	Responsável	Frequência	Local de Ensaio
Cimento (por tipo)	Fábrica	Fabricante	Diária	Fábrica
	Silo da central	Fornecedor do concreto	Quinzenal	Laboratório da usina de concreto
	Silo da central	Concessionária	Mensal	Laboratório Concessionária
Agregado miúdo (por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária
Agregado graúdo (por D_{max}. e por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária
Aditivo	Fábrica	Fabricante	Por fornecimento (ou partida)	Fábrica

	Canteiro de obras	Concessionária	Por fornecimento	Laboratório Concessionária
Água	Central	Fornecedor do concreto	Semestral	Laboratório da usina de concreto
Aço	Fábrica	Fabricante	Por partida	Fábrica

10.2 CONCRETO CONVENCIONAL ARMADO OU PROTENDIDO

Os revestimentos em concreto convencional armado ou protendido, a serem empregados na construção de túneis, estações, poços, elevados, arco invertido de túneis, fundações, paredes diafragma, estacas secantes, estruturas de acesso, circulação e pavimentos deverão atender às diretrizes estabelecidas a seguir:

10.2.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Este capítulo fixa um padrão mínimo exigido da Concessionária pelo Poder Concedente para elaboração do projeto executivo e execução dos revestimentos definitivos de poços, túneis, estações, paredes diafragmas, fundações e elevados.

Nos trechos onde for verificado um microclima mais agressivo, com CAA superior a III (NBR 6118), ou em casos específicos de presença de sulfatos, águas muito agressivas, solos muito agressivos ou hidrocarbonetos em contato com o concreto, o fck deverá ser majorado e a relação água/cimento deverá ser minorada, para atender os requisitos de durabilidade do concreto frente ao ataque de agentes químicos agressivos. Os critérios de majoração do fck e minoração da relação água/cimento devem seguir ao que estabelece os itens 5.2.2.2, 5.2.2.3 e 5.2.2.4 da NBR 12655:2006 e itens 4.1, 5.3 e Anexo F da Norma EN 206-1: 2000.

10.2.1.1 VIDA ÚTIL

Devem ser tomadas todas as medidas tecnológicas para assegurar vida útil, mínima, de 100 anos.

10.2.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

10.2.1.2.1 RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA (FCK)

O valor mínimo da resistência característica do concreto (fck_{est}), estimada segundo a NBR 12655, deverá ser maior ou igual ao valor da resistência característica do concreto especificada em projeto (fck), e nunca menor que:

- 30 MPa para concretos de estruturas enterradas como:
  - Túneis convencional: Revestimento de concreto de segunda fase;
  - Túneis, estações em VCA;

- Poços: revestimentos de segunda fase;
- Parede diafragma atuando como estrutura definitiva em túneis e estações;
- Elementos internos aos poços e estações (por exemplo, escadas, lajes, vigas) que não estejam expostos às intempéries;
- Elementos de concreto armado de fundações sujeitos à molhagem e secagem devido às variações do nível do lençol d´água;
- Reservatórios enterrados.

– 35 MPa para concretos de estruturas expostas às intempéries como:
  - Elementos de concreto, protendido ou armado, não enterrados – Estruturas de Edifícios, elevados, transições em "U", corpos de estações a céu aberto, lajes de cobertura, reservatórios elevados.

– 25 MPa para elementos de concreto armado de fundações (blocos, sapatas, estacas moldadas "in loco") e contenções (parede diafragma ou estaca secante) atuando como estrutura provisória.

– O limite superior do fck é de 80 MPa.

10.2.1.2.2 RESISTÊNCIA PARA INÍCIO DOS SERVIÇOS DE PROTENSÃO

Os serviços relativos a protensão de qualquer elemento estrutural, só poderão ser iniciados se atingida a resistência prevista em projeto (fcj), por meio do exame dos resultados de ensaios de ruptura dos corpos de prova.

10.2.1.3 DURABILIDADE

– Absorção de água por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778)

  O revestimento deverá ser projetado para valores de absorção máximos de 8%.

– penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787)

  O projeto deverá fixar valor máximo de 5 cm.

– Tipo e consumo de cimento

  Para as obras enterradas deve-se empregar cimentos Portland resistentes à sulfatos (requisitos constantes na NBR 5737). O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 300 kg/m^3 de concreto e o consumo máximo deverá ser igual a 400 kg/m^3 de concreto.

– Adições

  O consumo de adições (sílica ativa ou metacaolim), em relação ao peso de cimento, não deverá ser superior a 8 %. Polímeros acrílicos poderão ser adicionados em teor mínimo

que garanta uma melhoria significativa quanto à redução de permeabilidade. O limite máximo para o teor exige estudos de dosagem para assegurar os parâmetros mínimos de resistência e módulo de elasticidade.

– Relação água/cimento

A relação água /cimento real na estrutura deverá ser, no máximo:

0,55 para concretos de estruturas enterradas como:

- Túneis Método Convencional (NATM): Revestimento de concreto de segunda fase;
- Túneis, estações em VCA;
- Poços: revestimentos de segunda fase;
- Parede diafragma atuando como estrutura definitiva em túneis e estações.
- Elementos internos aos poços e estações (por exemplo, escadas, lajes, vigas) que não estejam expostos às intempéries;
- Elementos de concreto armado de fundações sujeitos à molhagem e secagem devido às variações do nível do lençol d´água;
- Reservatórios enterrados

0,50 para concretos de estruturas expostas às intempéries como:

- elementos de concreto, protendido ou armado, não enterrados – Estruturas de edifícios, elevados, transições em "U", corpos de estações a céu aberto, lajes de cobertura, reservatórios elevados.

0,60 para elementos de concreto armado de fundações (blocos, sapatas, estacas moldadas "in loco") e contenções (parede diafragma ou estaca secante) atuando como estrutura.

– Grau de Agressividade do Meio Aquoso ao Concreto

Deverá ser levado em consideração o grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, dado conforme norma DIN 4030-1:2008-06, de modo a serem incorporados ao projeto, cuidados relativos a durabilidade da estrutura, sujeita a estas águas.

10.2.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

O valor mínimo da resistência característica à tração na flexão do concreto reforçado com fibras deverá ser maior ou igual ao valor da resistência especificada em projeto (fctk), e nunca menor que 4,0 MPa, aos 28 dias de idade.

O valor mínimo da resistência residual característica do concreto reforçado com fibras deverá ser maior ou igual ao valor da resistência especificada em projeto (fctk,res), e nunca menor 3,0 MPa, aos 28 dias de idade.

10.2.1.5 COLOCAÇÃO DA BARRA CHATA - DRENAGEM ELÉTRICA

A colocação da barra chata deverá ser feita na posição e em dimensões tais que não provoquem segregação no concreto lançado formando vazios ao seu redor. O concreto em volta destes deve ser compacto.

10.2.1.6 COBRIMENTO DE QUALQUER ARMADURA ESTRUTURAL

As armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto de 3 cm.

Complementarmente deverão ser obedecidos os valores de cobrimentos mínimos preconizados pela NBR 6118/03, mas nunca inferior a 3 cm, tanto para estruturas moldadas "in loco", como pré-moldadas.

Excepcionalmente, no caso de lajes de cobertura de reservatórios de água, galerias de águas servidas e galerias de águas pluviais, as armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto de 4 cm.

10.2.1.7 INSTALAÇÃO DE CHUMBADORES E INSERTOS

É vedado, tanto na etapa durante a execução como na etapa concluída, o emprego de insertos que comuniquem o concreto projetado de primeira fase com o concreto (projetado ou convencional) de segunda fase, integrantes do revestimento do túnel, de tal modo que um dos revestimentos (primário ou secundário) tenha sua seção totalmente transpassada pelo inserto.

No caso de túneis em rocha em que tenhamos apenas uma fase de revestimento o chumbador poderá atravessar o revestimento e se apoiar dentro da rocha.

Em qualquer caso, os chumbadores ou insertos não poderão induzir falhas de estanqueidade (gotejamento ou escorrimento superficial) no revestimento. Em caso de falha de estanqueidade na região dos insertos, estes deverão ser tratados com sistema vedante de infiltrações (injeções com resinas duráveis).

10.2.1.8 ASPECTO ESTÉTICO

A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregação, bolhas aparentes, lixiviação, fissuras com abertura superior a 0,3 mm e apresentar coloração homogênea e textura lisa.

Qualquer estrutura que tenha acesso visual do público deverá ser confeccionada com o mesmo tipo e marca de cimento, assegurando-se a mesma composição química para toda a obra.

10.2.1.9 AÇOS

Deverão ser especificados em projeto, a designação dos aços de protensão a serem utilizados (categoria e classe de relaxação), assim como: a categoria e classe dos aços da armadura passiva, o módulo de elasticidade (adotado para o cálculo dos alongamentos teóricos dos cabos), dimensões, bitolas, quantidades, formas, detalhes de solda e emendas.

10.2.1.10 BAINHAS

Deverá ser especificado em projeto o tipo e dimensão da bainha a ser utilizada, sendo empregadas bainhas semirrígidas galvanizadas.

O material de enchimento das bainhas deverá ser isento de cloretos e de cimentos compostos com escória.

10.2.1.11 RESISTÊNCIA AO FOGO

As estruturas de concreto armado e/ou protendido deverão ser dimensionadas para resistir aos esforços em situação de incêndio, obedecendo as prescrições do Decreto Estadual No. 56.819, de 10 de março de 2011, e as normas:

- EN1992-1-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: General Rules – Structural fire design;
- NBR15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio;
- NFPA 130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems.

O projeto também deverá prever medidas tecnológicas do concreto, com relação à dosagem e materiais constituintes (por exemplo, fibras poliméricas), de maneira a evitar o lascamento explosivo - *spalling* – dos elementos estruturais, quando submetidos à ação do fogo, em situação de incêndio.

10.2.1.12 PROTENSÃO

10.2.1.12.1 FORÇA DE PROTENSÃO

Deverá ser especificada em projeto a força inicial de protensão, considerando antes do encunhamento. Deverão ser indicados os valores considerados para: (μ)(κ)

- Deslocamento das ancoragens;
- Perda por atrito em trechos curvos (μ);
- Perda por atrito em trecho reto (κ).

(a notação exposta é da NBR-6118/03, itens 9.1 e 9.6)

10.2.1.12.2 Sequência de Protensão

Deverá ser especificada em projeto a sequência de protensão dos cabos, de acordo com as diversas etapas previstas para a protensão da peça.

10.2.1.12.3 Alongamento Teórico dos Cabos

Deverão ser especificados em projeto os alongamentos teóricos dos cabos, os quais deverão ser corrigidos, proporcionalmente, em função do módulo de elasticidade real dos aços utilizados em obra.

Os alongamentos teóricos corrigidos, não poderão deferir dos obtidos, para fins de aceitação, dentro dos seguintes limites:

- Variação, para mais ou para menos, de 10% em um único cabo;
- Variação, para mais ou para menos, de 5% para o conjunto de cabos de cada vão, para cada posição de momento (positivo ou negativo);

10.2.1.12.4 Acessórios Para Injeção

Deverão ser indicadas em projeto, as posições dos purgadores e respiros para a expulsão do ar no decorrer da operação de injeção.

Também devem ser indicados, se necessários, pontos auxiliares intermediários de injeção.

10.2.1.13 PROJETO E EXECUÇÃO

O projeto das estruturas de concreto deverá seguir as prescrições das seguintes normas e recomendações:

- NBR 6118/2003 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado;
- NBR 7187 – Projeto de Pontes de Concreto Armado e Concreto Protendido – Procedimento;
- NBR 15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio;
- EN1990:2002 – Eurocode – Basis of Structural Design;

- EN1992-1-1 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, para estruturas de estações e edifícios administrativos, operacionais e de manutenção;
- EN1992-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules, para as estruturas elevadas.
- COMITE EURO-INTERNATIONAL DU BETON – C.E.B. Bulletin D'Information No 209. Vibration Problems in Structures – Practical Guidelines.

Deverão ser previstas no dimensionamento, as deformações e eventuais tensões induzidas por restrição, devido à variação de temperatura, retração hidráulica e fluência do concreto. Estas deformações também devem ser consideradas no dimensionamento e especificação das juntas de dilatação e seus respectivos selantes elastoméricos.

O valor da abertura de fissuras será calculado conforme prescrito na NBR 6118:2003 e deverá obedecer aos limites máximos prescritos no item 13.4 da NBR 6118:2003;

Os deslocamentos limites para lajes e vigas deverão obedecer aos limites prescritos no item 13.3 na NBR 6118:2003.

A execução das estruturas deverá seguir as prescrições da NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento.

Quando pertinente, deverá ser previsto pelo Projeto a delimitação de áreas para a instalação de chumbadores. Nos casos de lajes de coberturas ou paredes em contato com o solo ou água os chumbadores ou insertos deverão ser instalados com sistema vedante de infiltrações à base de resina epoxídica cerâmica, pois sob nenhuma circunstância estes poderão introduzir infiltrações. Estas resinas devem ter, no mínimo, a vida útil do concreto.

Nos encontros de vigas, encontros de viga e pilar, arranques de pilar, encontros de lajes de fundo e paredes de reservatórios, o concreto deverá ser dosado e lançado de modo a evitar segregação. Caso ocorra segregação ou ninhos de concretagem, o tratamento nestes pontos será a quebra da execução e a reconcretagem.

Juntas de dilatação devem ser previstas conforme prescrições da NBR 6118:2003. Nos edifícios, quando for necessário ultrapassar o limite prescrito, deverão constar no projeto da Concessionária o método construtivo e o detalhamento de juntas nas alvenarias. A abertura deverá ser de 2 cm. Todas as juntas devem estar totalmente isentas de materiais da construção, tais como: madeiras, EPS, papelão, etc., e preenchidas com material de durabilidade compatível com a vida útil do empreendimento.

Juntas de concretagem devem estar previstas claramente no projeto da Concessionária. No caso de concreto aparente estas devem ser projetadas de modo a torná-las estanques e com boa aparência e perfeitamente alinhadas.

No caso de aberturas e canalizações, as aberturas em lajes e vias devem ser feitas de acordo com os projetos de sistemas e arquitetura, detalhando-as no projeto estrutural e apresentando claramente os reforços de armadura. Não são permitidas canalizações embutidas longitudinalmente nos pilares e vigas.

O dimensionamento das estruturas que sustentam as vias deve considerar uma carga estática do material rodante (Trem-tipo), a qual deve ser fornecida pelo fabricante do material rodante. A carga estática do material rodante deve considerar uma lotação de 10 passageiros por m^2;

10.2.1.14 REQUISITOS PARA EDIFICAÇÕES

As aberturas em lajes e vias devem ser feitas de acordo com os projetos de instalações e arquitetura, detalhando-as no projeto estrutural e apresentando claramente os reforços de armadura. Não são permitidas canalizações embutidas longitudinalmente nos pilares e vigas.

O projeto deve apresentar, de maneira clara, as cotas de arrasamentos de estacas ou tubulões de fundações. As cotas de topo de blocos de fundações, baldrames, vigas de equilíbrio e demais elementos estruturais ao nível de fundações, deverão estar dispostas de tal forma a propiciar uma boa adequação das instalações embutidas no piso. Como regra geral, adotar a cota de topo dos elementos estruturais a 30 cm do piso acabado.

Todas as platibandas serão de concreto armado com espessura mínima de 13 cm.

Os rebaixos em laje deverão ser de, no mínimo, 8 cm.

As espessuras das lajes não devem ser inferiores a:

- 9 cm no caso de balanços;
- 10 cm em lajes destinadas a passagem de veículos;
- 13 cm em lajes cogumelo;
- 8 cm nos demais casos.

As espessuras mínimas dos elementos estruturais que compõem os reservatórios são:

- 15 cm para paredes e lajes de fundo;
- 10 cm para lajes de tampa. Neste caso todos os cantos internos devem ser chanfrados a 45 graus.

Para qualquer peça estrutural abaixo do lençol freático, esta deverá ter espessura superior a 20 cm. As espessuras das cortinas não devem ser inferiores a 15 cm.

10.2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Abaixo são apresentados os parâmetros e os valores mínimos que os elementos de concreto com responsabilidade estrutural devem atender. A idade de controle é de 28 dias.

Caso a Concessionária opte por uma idade de controle diferente de 28 dias, esta deverá ser justificada, cabendo à responsável pelo projeto executivo emitir relatório técnico específico, propondo os limites de resistência do concreto na idade de controle, tomando como referência a resistência básica aos 28 dias especificada no projeto básico e resultados experimentais da evolução da resistência do concreto até a idade de controle ou, caso esta seja inferior a 28 dias, até a idade de 28 dias.

10.2.2.1 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL

Todos os requisitos abaixo devem ser atendidos simultaneamente:

- Resistência característica à compressão axial (fck), (método de ensaio segundo NBR 5739): os valores de fck, calculados segundo o item 6.2.3 da NBR 12655, deverão ser maiores ou iguais aos valores especificados no projeto, para cada idade, e nunca menores que os valores especificados no item 10.2.1.2.1 deste Volume II.
- Absorção de água por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778): deverá ser menor ou igual a 8%;
- Penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787): deverá ser menor ou igual a 5 cm;
- Absorção capilar (método de ensaio segundo SIA 162/1): plotar a curva de desempenho da absorção capilar x tempo, para o período de 0 a 15 dias após a idade de liberação (28 dias), sendo que a absorção capilar para 24 horas (a24) deve ser menor ou igual a 15,0 $g/m^2/s1/2$;
- Nenhuma armadura estrutural pode estar exposta, e todas as partes metálicas devem possuir um cobrimento maior ou igual a 30 mm;
- Todas as fissuras com infiltração de água ou com abertura superior a 0,3 mm deverão ser consolidadas com resinas duráveis.
- Nenhuma segregação, ninhos, vazios ou juntas frias no concreto devem ser verificados na análise visual da estrutura antes do tratamento superficial de acabamento;
- A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregação, bolhas, lixiviação, fissuras com abertura superior a 0,3 mm e apresentar coloração homogênea e textura lisa.

– A instalação de chumbadores e insertos metálicos não poderá induzir falhas de estanqueidade (gotejamento ou escorrimento superficial) no revestimento. Em caso de falha de estanqueidade na região dos insertos, estes deverão ser tratados com sistema vedante de infiltrações (injeções com resinas duráveis).

10.2.2.2 PEÇAS SUBMETIDAS À FLEXO-COMPRESSÃO EM DESFORMA PRECOCE

Para vigas, lajes e paredes: além dos requisitos prescritos em 10.2.2.1, o módulo de deformação estática (método de ensaio segundo NBR 8522) deverá ser maior ou igual ao valor definido em projeto, conforme o método construtivo.

10.2.2.3 PAVIMENTOS DE CONCRETO

Para pavimentos de concreto, a resistência à tração na flexão (método de ensaio segundo ASTM C-78-02) deverá ser calculada conforme item 6.1 da NBR 7583, sendo que os critérios de aceitação ou rejeição estão definidos no item 7.1.1. da mesma norma.

10.2.2.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

Os valores característicos de resistência residual à flexão (fator de tenacidade - método de ensaio segundo JSCE SF4) e da resistência à tração na flexão (método de ensaio segundo ASTM C-78-02), aos 28 dias de idade, deverão ser maiores ou iguais aos valores especificados no projeto, e nunca menores que os valores especificados no item 10.2.1.4.

O critério para obtenção dos valores característicos da resistência residual à flexão e da resistência à tração na flexão está apresentado na tabela abaixo:

ENSAIO	NÚMERO DE CORPOS-DE-PROVA	CÁLCULO
Resistência residual à flexão (fctk,res)	Quatro	fctk,res = fctm,res – 0,3 MPa
Resistência à tração na flexão (fctk)	Quatro	fctk = fctm – 0,3 MPa

Onde,

fctk,res é a resistência característica residual à flexão;
fctm,res é a resistência média residual à flexão, obtida a partir da média aritmética dos resultados obtidos em quatro corpos-de-prova;
fctk é a resistência característica à tração na flexão;

fctm é a resistência média à tração na flexão, obtida a partir da média aritmética dos resultados obtidos em quatro corpos-de-prova.

Além dos requisitos específicos para concreto com fibras, deverão ser controlados todos os demais requisitos para o concreto convencional, determinados no item 10.2.1.1 a 10.2.1.3 e 10.2.1.5 a 10.2.1.14 deste Volume II.

10.2.2.5 ABERTURAS E CANALIZAÇÕES

Não são permitidas canalizações embutidas longitudinalmente nos pilares e vigas.

10.2.2.6 COTAS

Estas devem estar perfeitamente de acordo com o Projeto.

10.2.2.7 IMPERMEABILIDADE DA COBERTURA E DOS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

Estas devem ser estanques.

10.2.2.8 TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Deverão ser controladas as dimensões das peças estruturais de acordo com as indicações descritas a seguir:

- Comprimento: ± 15 mm, e dentro da tolerância de + 5 mm ;
- Largura: ± 5 mm;
- Espessura: ± 5 mm;
- Largura de junta ± 5 mm;
- Chanfros ou Dentes: - 10 mm e + 2,0 mm;

  ➢ Orifícios: ± 5 mm, no diâmetro;

  ± 10 mm no comprimento linear em superfícies retangulares.

10.2.2.9 LIMITAÇÃO DE ABERTURA DE FISSURAS

O valor da abertura de fissuras será calculado conforme prescrito na NBR 6118:2003 e deverá obedecer aos limites máximos prescritos no item 13.4 da NBR 6118:2003.

10.2.2.10 LIMITAÇÃO DOS DESLOCAMENTOS

Os deslocamentos limites para lajes e vigas deverão obedecer aos limites prescritos no item 13.3 na NBR 6118:2003.

10.2.3 CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM

10.2.3.1 LAJES, VIGAS E PAREDES SUBMETIDAS À DESFORMA PRECOCE - FLEXO-COMPRESSÃO

Para o ensaio de módulo de deformação estática a amostragem deve ser a seguinte:

Módulo de Deformação Estática	Três CP's para cada 100 m^3 ou fração	Controle – 7 dias
	Três CP's para cada 100 m^3 ou fração	Liberação – 28 dias

Para os demais ensaios a amostragem deverá seguir as prescrições da NBR 12655.

10.2.3.2 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL

A produção de concreto deverá ser subdividida em lotes identificados e correlacionados com as concretagens executadas, obedecendo as seguintes exigências:

- Mesmas marcas e tipos de cimento e aditivos, mesma procedência e dimensão característica dos agregados;
- Mesmo traço de concreto.

A amostragem para controle tecnológico do concreto deverá seguir as prescrições da NBR 12655.

10.2.3.3 PAVIMENTO DE CONCRETO

Para os ensaios de resistência à tração na flexão, deverão ser definidos lotes conforme especificado no item 6.1 da NBR 7583. Para os demais ensaios a amostragem deverá seguir as prescrições da NBR 12655.

10.2.3.4 CONCRETO COM FIBRAS

Para os ensaios de resistência característica residual à flexão a amostragem deve ser a seguinte:

Resistência característica residual à flexão	Quatro CP's para cada 100 m^3 ou fração	Liberação – 28 dias
Resistência à tração na flexão	Quatro CP's para cada 100 m^3 ou fração	Liberação – 28 dias

Para os demais ensaios a amostragem deverá seguir as prescrições da NBR 12655.

10.2.4 PARÂMETROS E LIMITES DE PROJETO

Caberá à Concessionária especificar os parâmetros e limites que adotará durante a obra, para assegurar o atendimento ao desempenho final requerido.

10.2.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS

a) Materiais:

- Cimento: conforme as especificações brasileiras NBR 5732, NBR 5733, NBR 5735, NBR 5736, NBR 5737 e NBR 11578. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem devem seguir a **Tabela 1**.
- Agregados: conforme a especificação brasileira NBR 7211. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem devem seguir a **Tabela 2**.
- Aditivos: conforme a especificação brasileira NBR 11768. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 3.
- Água: atender aos parâmetros exigidos na NM 137, analisando no início do estudo de dosagem e regularmente com periodicidade de 6 meses ou sempre que houver suspeita.
- Aço: conforme as especificações brasileiras NBR 7480, NBR 7481, NBR 7482 e NBR 7483.
- Bainhas: aplicar o disposto na NBR 14931, item A.4.2 (anexo A), sendo recomendada a utilização de bainhas semirrígidas galvanizadas;
- Fibras: conforme a norma NBR 15530;
- Adições: quando do emprego de sílica ativa, esta deverá atender a especificação ASTM C-1240-04.
- Armadura:
  - Concreto armado: conforme NBR-6118/03, itens 7.4.7, 7.5, 8.3, 9.4 e 9.5 e NBR 14931, item 8.1.
  - Concreto protendido: conforme NBR 6118/03, itens 7.4.5, 7.4.6 e 8.4 e NBR 14931 item 8.2 e Anexos A e C.
- Compostos químicos líquidos para cura do concreto: deverão obedecer aos requisitos da norma ASTM C-309-74.

A metodologia de controle deverá considerar os ensaios feitos pela Concessionária ou laboratório contratado, bem como os ensaios de controle feitos pelos próprios fornecedores de materiais.

A cada seis meses ou quando os valores dos ensaios nos diferentes laboratórios diferirem mais que 10% (em qualquer dos ensaios) entre os resultados dos ensaios, uma campanha interlaboratorial deverá ser feita, com amostras irmãs, para efeito de comparação e identificação de eventuais distorções.

A sistemática do controle tecnológico para cada material está apresentada na **Tabela 4**.

b) Concreto fresco:

– Abatimento do tronco de cone (método de ensaio segundo NBR NM-67)

– Massa específica (método de ensaio segundo NBR 9833)

– Teor de ar incorporado (método de ensaio segundo NBR NM-47)

c) Concreto endurecido:

– Resistência à compressão axial (método de ensaio segundo NBR 5739) para as idades intermediárias, conforme a necessidade do método construtivo.

– Módulo de deformação estática (método de ensaio segundo NBR 8522).

10.2.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

– Requisitos Complementares – Item 13

10.2.5.1 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

Normas ABNT

– NM 137 - Argamassa e Concreto – Água para Amassamento e Cura de Argamassa e Concreto de Cimento Portland;

– NBR 5732 - Cimento Portland Comum;

– NBR 5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial;

– NBR 5735 - Cimento Portland de Alto Forno;

– NBR 5736 - Cimento Portland Pozolânico;

– NBR 5737 - Cimento Portland Resistente a Sulfatos;

– NBR 6118/03 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;

- NBR 7187 – Projeto de Pontes de Concreto Armado e Concreto Protendido – Procedimento;
- NBR 7211 - Agregado para Concreto;
- NBR 7480 - Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado;
- NBR 7481 - Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto;
- NBR 7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido;
- NBR 7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido;
- NBR 7583 - Execução de Pavimentos de Concreto Simples por Meio Mecânico;
- NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado;
- NBR 9935 - Agregados – Terminologia;
- NBR 11172 - Aglomerantes de Origem Mineral;
- NBR 11578 - Cimento Portland Composto;
- NBR 11768 - Aditivos para Concreto de Cimento Portland;
- NBR 12317 - Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto - Procedimento;
- NBR 12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento;
- NBR 12655 – Concreto de cimento Portland - Preparo, Controle e Recebimento – Procedimento;
- NBR 14931- Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento.
- NBR15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio;
- NBR 15530 - Fibras de aço para concreto – Especificação.
- NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine).

Normas ASTM (American Standard for Testing Materials)

- C-309-74 – Liquid membrane-forming compounds for curing concrete;
- C-494-04 - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete;
- C-1116-03 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete;
- C-1240-04 - Standard Specification for Silica Fume for use in Hidraulic - Cement Concrete and Mortar;
- A-820-04 - Standard Specification for Steel Fibers for Fiber Reinforced Concrete.

Normas C.E.B (Comite Euro International du Beton)

- CEB - FIP Model Code 1990;
- COMITE EURO-INTERNATIONAL DU BETON – C.E.B. Bulletin D'Information No 209. Vibration Problems in Structures – Practical Guidelines.

Normas da Comunidade Européia (EN)

- EN 206-1 – Concrete – Part 1: Specification, Performance, Production and Conformity.
- EN 1990:2002 – Eurocode – Basis of Structural Design;
- EM 1992-1-1 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, para estruturas de estações e edifícios administrativos, operacionais e de manutenção;
- EN 1992-1-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: General Rules – Structural fire design;
- EN 1992-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules, para as estruturas da via em elevado.

Outros Órgãos

- Decreto Estadual No. 56.819 (São Paulo), de 10 de março de 2011;
- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. 5th Edition. 2010, para as estruturas das vias em elevado;
- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 3rd Edition. 2010, para as estruturas das vias em elevado;
- NFPA130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems;
- DIN 4030-1:2008-06 - Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete - Part 1: Principles and limiting values (em alemão).

10.2.5.2 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

Normas ABNT

- NBR NM 9 - Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração;
- NBR NM 30 - Agregado miúdo - Determinação da absorção de água;
- NBRNM 33 - Concreto – Amostragem de concreto fresco;

- NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente;
- NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água;
- NBR NM 67 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;
- NBR NM-68 - Concreto - Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff;
- NBR NM-248 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica;
- NBR-5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto;
- NBR 5753 - Cimento Portland Pozolânico – Determinação da Pozolanicidade;
- NBR 5754 - Cimento Portland - Determinação do Teor de Escória Granulada de Alto Forno por Microscopia;
- NBR 7215 - Ensaio de Cimento Portland;
- NBR 7218 - Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis;
- NBR 8522 - Concreto - Determinação dos Módulos Estáticos de Elasticidade e de Deformação e da Curva tensão-deformação;
- NBR 8548 - Barras de Aço Destinadas a Armadura para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração;
- NBR 9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica – Volumétrica;
- NBR 9773 - Agregado - Reatividade Potencial de Álcalis em Combinação Cimento – Agregado;
- NBR 9774 - Agregado - Verificação da Reatividade Potencial pelo Método Químico;
- NBR 9775 - Agregados - Determinação da Umidade Superficial em Agregados Miúdos por Meio do Frasco de Chapman;
- NBR 9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica;
- NBR 9833 - Concreto Fresco - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico;
- NBR 9936 - Agregados - Determinação do Teor de Partículas Leves;
- NBR 10786 - Concreto Endurecido – Determinação do Coeficiente de Permeabilidade à Água;
- NBR 10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão;

- NBR 10908 - Aditivos para Argamassa e Concreto - Ensaios de Uniformidade;;
- NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da Finura por Meio da Peneira 0,075mm (nº 200);
- NBR 11582 - Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier;
- NBR 15577-1 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto;
- NBR 15577-2 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto;
- NBR 15577-3 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto;
- NBR 15577-4 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;
- NBR 15577-5 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado
- NBR 15577-6 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto;
- NBR NM 10 - Cimento Portland - Análise química - Disposições gerais;
- NBR NM 11-2 - Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT;
- NBR NM 14 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio;
- NBR NM 15 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel;
- NBR NM-16 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico;
- NBR NM-18 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo;
- NBR NM-20 - Cimento Portland e suas matérias-primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria;
- NBR NM 22 - cimento Portland com adições de materiais pozolânicos - Análise química - Método de arbitragem;
- NBR NM-23 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica;
- NBR NM 46 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometros por lavagem.;
- NBR NM 47 - Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método Pressométrico.

- NBR NM 49 - Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas;
- NBR NM 65 - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega;
- NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabiliade

Normas ASTM

- C-227-03 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement - Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method);
- C-78-02 Standard Test Method for Flexural Strength (Using Simple Beam with Third Point Loading);
- C-1260-05 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method);
- C-1567-04 Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method).

Outros órgãos

- SNCF - Método Francês desenvolvido por FFCC Alpes Essais para verificar absorção de energia;
- JSCE SF 4 e 5 - Japan Society of Civil Engineers.

10.2.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

Antes do início das atividades deverá ser emitido o relatório completo de estudo de dosagem. Este relatório deverá ser fornecido ao Poder Concedente com uma antecedência, mínima, de 30 dias do início efetivo de aplicação do concreto convencional.

Este estudo deverá ser confirmado em no máximo 30 dias de produção da estrutura, por meio dos ensaios exigidos no item 10.2.1 e 10.2.2 deste Volume II.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Dados de entrada para o estudo de dosagem;
- Metodologia adotada;

- As dosagens experimentais (executadas em laboratórios idôneos, levando em consideração as características de ambiência interna e externa, ou seja, eventual agressividade do meio, determinada por ensaios laboratoriais normalizados);
- Dados obtidos durante o estudo (relação água-cimento real para cada mistura experimental aprovada para utilização, curvas de evolução de resistência, etc.);
- Traços experimentais aprovados para utilização.

Durante a Execução

Após o início das atividades de execução do concreto convencional deverão ser enviados ao Poder Concedente os relatórios periódicos de controle da obra em execução, com frequência mínima mensal.

Nestes relatórios periódicos da obra em execução, deverão ser fornecidos todos os dados do controle exercido pela Concessionária, com uma sistemática tal que permita ao Poder Concedente de forma ágil, o conhecimento detalhado e atualizado da situação da qualidade da obra.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Controle efetuado no período;
- Concreto (ensaios com corpos de prova moldados);
- Verificações na estrutura concluída;
- Gráficos de acompanhamento e evolução;
- Análise e interpretação dos resultados;
- Aceitação ou rejeição do lote.

Para a apresentação das informações, os relatórios periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação, para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das etapas em andamento. Deverão ser apresentados, no mínimo, os gráficos:

- Crescimento da resistência versus tempo;
- Variabilidade dos parâmetros de durabilidade e resistência dentro do período.

Ao término do processo deverão ser compilados todos os dados obtidos nas etapas serviço em andamento consolidados e serviço concluído, bem como os gráficos de situação da qualidade.

De posse destes dados, a Concessionária deverá formular um relatório técnico final de consolidação dos resultados de controle obtidos no revestimento. Este relatório técnico será conclusivo e avaliará a estrutura executada sob os aspectos de estabilidade e durabilidade, com a utilização da totalidade dos valores obtidos para a estrutura, podendo esta consolidação e análise ser feita por trechos claramente definidos da estrutura.

Para a apresentação das informações no relatório, deverão ser apresentados tabelas e gráficos consolidados, para uma melhor visualização global da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle. Deverão ser apresentados no, mínimo, os gráficos:

- Resistência (média, maior, menor e característica) mensal para a da duração da obra;
- Parâmetros de durabilidade (maior, menor e médio) mensal para a duração da obra.

ANEXO I – CONTROLE TECNOLÓGICO DOS MATERIAIS

TABELA 1 - CIMENTO / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 4	Finura de peneira 0,075mm	NBR 11579
	Área específica	NBR NM-76
	Tempos de inicio fim de pega	NBR NM 65
	Expansibilidade à quente	NBR 11582
	Resistência à compressão	NBR 7215
Ver Tabela 4	Perda ao fogo	NBR NM 18
	Resíduo Insolúvel	NBR NM 15 (1) NBR NM 22 (2)
	Trióxido de enxofre (SO3)	NBR NM 16
	Óxido de magnésio (Mg) (3)	NBR NM 11-2 NBR NM 14
	Anidrido Carbônico (CO2)	NBR NM 20
	Teor de escória (4)	NBR 5754

	Atividade pozolânica (2)	NBR 5753
	Compostos de Bougue (5)	NBR NM 11-2 NBR NM 10

Notas:
(1) exceto cimento CP IV
(2) para o cimento CP IV
(3) exceto cimento CP III
(4) para os cimentos CP III e CP II E
(5) para o cimento CP V

TABELA 2 - AGREGADOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 4	Determinação da composição granulométrica	NBR NM-248
	Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis	NBR-7218
	Determinação do teor de materiais pulverulentos	NBR NM-46
	Determinação do teor de partículas leves	NBR-9936
	Determinação de impurezas orgânicas	NBR NM-49
A cada 2 horas	Determinação da umidade superficial	NBR-9775
A cada 3 meses	Reatividade álcali-agregado - Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto	NBR 15577-1 NBR 15577-3
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-4
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-5

Ver Tabela 5	Determinação da massa específica na condição saturada superfície seca - miúdo	NBR NM-52
	Determinação da absorção de água	NBR NM-30
	Determinação da massa especifica na condição saturada - superfície seca	NBR NM-53
	Determinação da absorção de água	NBR NM-53

TABELA 3 - ADITIVOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO DE RECEBIMENTO	OBSERVAÇÃO
Ver Tabela 4	Tempo de Início e Fim de Pega	ASTM C 266-03 **(a)**
	Desempenho	NBR-12317
	Espectro de Absorção de Infravermelho	ASTM C 494
	Uniformidade	NBR-10908

TABELA 4 – FREQÜÊNCIAS DOS ENSAIOS DOS MATERIAIS

Material	Local de Amostragem	Responsável	Frequência	Local de Ensaio
Cimento (por tipo)	Fábrica	Fabricante	Diária	Fábrica
	Silo da central	Fornecedor do concreto	Quinzenal	Laboratório da usina de concreto
	Silo da central	Concessionária	Mensal	Laboratório Concessionária
Agregado miúdo (por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária

Agregado graúdo (por D_{max}. e por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária
Aditivo	Fábrica	Fabricante	Por fornecimento (ou partida)	Fábrica
	Canteiro de obras	Concessionária	Por fornecimento	Laboratório Concessionária
Água	Central	Fornecedor do concreto	Semestral	Laboratório da usina de concreto
Aço	Fábrica	Fabricante	Por partida	Fábrica

10.3 CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Esta especificação técnica tem por objetivo a caracterização do desempenho mínimo exigido para as estruturas executadas com peças de concreto pré-moldadas.

10.3.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Este capítulo fixa um padrão mínimo exigido da Concessionária pelo Poder Concedente para elaboração do projeto executivo e execução de estruturas de concreto pré-moldadas.

Nos trechos onde for verificado um micro-clima mais agressivo, com CAA superior a III (NBR 6118), ou em casos específicos de presença de sulfatos, águas muito agressivas, solos muito agressivos ou hidrocarbonetos em contato com o concreto, o fck deverá ser majorado e a relação água/cimento deverá ser minorada, para atender os requisitos de durabilidade do concreto frente ao ataque de agentes químicos agressivos. Os critérios de majoração do fck e minoração da relação água/cimento devem seguir ao que estabelece os itens 5.2.2.2, 5.2.2.3 e 5.2.2.4 da NBR 12655:2006 e itens 4.1, 5.3 e Anexo F da Norma EN 206-1: 2000.

10.3.1.1 VIDA ÚTIL

Devem ser tomadas todas as medidas tecnológicas para assegurar vida útil, mínima, de 100 anos.

10.3.1.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

10.3.1.2.1 RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA (FCK)

O valor mínimo da resistência do concreto (fck_{est}), dada segundo a NBR12655, deverá ser maior ou igual ao valor da resistência característica do concreto especificada em projeto (fck), e nunca menor que:

- 30 MPa para elementos de concreto de estruturas enterradas como:
  - Túneis, estações em VCA;
  - Poços: revestimentos de segunda fase;
  - Parede diafragma atuando como estrutura definitiva em túneis e estações.
  - Elementos internos aos poços e estações (por exemplo, escadas, lajes, vigas) que não estejam expostos às intempéries.
- 35 MPa para elementos de concreto de estruturas expostas às intempéries como:
  - Estruturas de concreto, protendido ou armado, não enterradas – Elevados, transições em "U", corpos de estações a céu aberto, edifícios, lajes de cobertura.
- 25 MPa para elementos de concreto pré-moldado de fundações (estacas pré-moldadas) e lamelas pré-moldadas de parede diafragma, atuando como estrutura provisória.

O limite superior do fck é de 80 MPa.

10.3.1.2.2 RESISTÊNCIAS EFETIVAS (FCJ)

Deverão ser definidas em projeto as resistências efetivas no concreto, exigidas para o manuseio, transporte e início dos serviços de protensão, no caso de elementos pós-tracionados e para a transferência da protensão para o elemento, no caso de pré-tracionados, determinadas de acordo com a NBR 9062 item 9.2.5.3.

10.3.1.3 DURABILIDADE

- Absorção de água por imersão e fervura (NBR-9778)

O revestimento deverá ser projetado para valores de absorção máximos de 8%.

- Penetração de água sob pressão (NBR-10787)

O projeto deverá fixar valor máximo de 5cm.

- Tipo e consumo de cimento

Para as obras enterradas deve-se empregar cimentos Portland resistentes à sulfatos (NBR5737). O consumo mínimo de cimento deverá ser igual ou superior a 300 kg/m^3 de concreto e o consumo máximo deverá ser igual a 450 kg/m^3 de concreto.

– Adições

O consumo de adições (sílica ativa ou metacaolim), em relação ao peso de cimento, não deverá ser superior a 8 %. Polímeros acrílicos poderão ser adicionados em teor mínimo que garanta uma melhoria significativa quanto à redução de permeabilidade. O limite máximo para o teor exige estudos de dosagem para assegurar os parâmetros mínimos de resistência e módulo de elasticidade.

– Relação água/cimento

A relação água /cimento real na estrutura deverá ser, no máximo:

0,55 para concretos de estruturas enterradas como:

- Túneis, estações em VCA;
- Poços: revestimentos de segunda fase;
- Parede diafragma atuando como estrutura definitiva em túneis e estações.
- Elementos internos aos poços e estações (por exemplo, escadas, lajes, vigas) que não estejam expostos às intempéries;

0,50 para concretos de estruturas expostas às intempéries como:

- Estruturas de concreto, protendido ou armado, não enterradas – Elevados, transições em "U", corpos de estações a céu aberto, edifícios, lajes de cobertura.

0,60 para elementos de concreto pré-moldado de fundações (estacas pré-moldadas) e lamelas pré-moldadas de parede diafragma, atuando como estrutura provisória.

– Grau de agressividade do meio aquoso ao concreto

Deverá ser levado em consideração o grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, dado conforme norma DIN 4030-1:2008-06, de modo a serem incorporados ao projeto, cuidados relativos a durabilidade da estrutura, sujeita a estas águas.

10.3.1.4 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

O valor mínimo da resistência característica à tração na flexão do concreto reforçado com fibras deverá ser maior ou igual ao valor da resistência especificada em projeto (fctk), e nunca menor que 4 MPa, aos 28 dias de idade.

O valor mínimo da resistência residual característica do concreto reforçado com fibras deverá ser maior ou igual ao valor da resistência especificada em projeto (fctk,res), e nunca menor 3 MPa, aos 28 dias de idade.

10.3.1.5 TOLERÂNCIAS

Deverão ser definidas em projeto as folgas e as tolerâncias dimensionais admissíveis aos elementos, pré-moldados, no mínimo conforme estabelecido na NBR 9062 item 5.2.2.

10.3.1.6 COBRIMENTO DE QUALQUER ARMADURA ESTRUTURAL

As armaduras deverão apresentar um cobrimento mínimo de concreto de 3 cm. Complementarmente deverão ser obedecidos os valores de cobrimentos mínimos preconizados pela NBR-6118/03, mas nunca inferior a 3 cm, tanto para estruturas moldadas "in loco", como pré-moldadas.

10.3.1.7 ASPECTO ESTÉTICO

A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregação, bolhas aparentes, lixiviação, fissuras com abertura superior a 0,3 mm e apresentar coloração homogênea e textura lisa.

Qualquer estrutura que tenha acesso visual do público deve ser confeccionada com o mesmo tipo e marca de cimento, assegurando-se a mesma composição química para toda a obra.

10.3.1.8 AÇOS

Deverão ser especificados em projeto, a designação dos aços de protensão a serem utilizados (categoria e classe de relaxação), assim como: a categoria e classe dos aços da armadura passiva, o módulo de elasticidade (adotado para o cálculo dos alongamentos teóricos dos cabos), dimensões, bitolas, quantidades, formas, detalhes de solda e emendas.

10.3.1.9 BAINHAS

Deverá ser especificada em projeto o tipo e dimensão da bainha a ser utilizada, sendo empregado bainhas semirrígidas galvanizadas.

O material de enchimento das bainhas deverá ser isento de cloretos e de cimentos compostos com escória.

10.3.1.10 RESISTÊNCIA AO FOGO

Para as estruturas em concreto pré-moldado, armado ou protendido, o projeto executivo deverá apresentar o dimensionamento estrutural dos elementos estruturais em situação de incêndio, de maneira que estes tenham tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF

superior ao exigido pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, conforme Decreto Estadual No. 56.819 (São Paulo), de 10 de março de 2011 e as normas:

- EN1992-1-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: General Rules – Structural fire design;
- NBR15200 – Projeto de Estruturas de Concreto em Situação de Incêndio;
- NFPA 130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems.

O projeto também deverá prever medidas tecnológicas do concreto, com relação à dosagem e materiais constituintes (por exemplo, fibras poliméricas), de maneira a evitar o lascamento explosivo - *spalling* – dos elementos estruturais, quando submetidos à ação do fogo, em situação de incêndio.

10.3.1.11 PROTENSÃO

10.3.1.11.1 FORÇA DE PROTENSÃO

Deverá ser especificada em projeto a força inicial de protensão, considerando antes do encunhamento. Deverão ser indicados os valores considerados para:

- Deslocamento das ancoragens;
- Perda por atrito em trechos curvos (μ);
- Perda por atrito em trecho reto (κ);

(a notação exposta é da NBR-6118/03, itens 9.1 e 9.6).

10.3.1.11.2 SEQUÊNCIA DE PROTENSÃO

Deverá ser especificada em projeto a sequência de protensão dos cabos, de acordo com as diversas etapas previstas para a protensão da peça.

10.3.1.11.3 ALONGAMENTO TEÓRICO DOS CABOS

Deverão ser especificados em projeto os alongamentos teóricos dos cabos, os quais deverão ser corrigidos, proporcionalmente, em função do módulo de elasticidade real dos aços utilizados em obra.

Os alongamentos teóricos corrigidos, não poderão deferir dos obtidos, para fins de aceitação, dentro dos seguintes limites:

- Variação, para mais ou para menos, de 10% em um único cabo;

- Variação, para mais ou para menos, de 5% para o conjunto de cabos de cada vão, para cada posição de momento (positivo ou negativo);

10.3.1.11.4 ACESSÓRIOS PARA INJEÇÃO

Deverão ser indicadas em projeto, as posições dos purgadores e respiros para a expulsão do ar no decorrer da operação de injeção.

Também devem ser indicados, se necessários, pontos auxiliares intermediários de injeção.

10.3.1.12 TUBOS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADOS

Para "Piping Jack": Deverão ser projetados e executados de acordo com a norma CEN/TC/165/WG 9 (Comitê Européen de Normalisation). Devem-se seguir as diretrizes "desempenho superior".

Para águas pluviais e esgoto sanitário: Deverão ser projetados e executados atendendo as prescrições da NBR-8890:2007.

10.3.1.13 IDENTIFICAÇÃO DA PEÇA

Deverá ser definido no projeto, o nome identificativo da peça que deverá ser pintado gravado ou fixado na mesma. Esta identificação deverá ser idêntica à constante nos desenhos de montagem, conter a data de moldagem, o número do molde utilizado e a indicação de pertencente ao Poder Concedente.

10.3.1.14 ALÇAS E APOIO PARA ESTOCAGEM

Deverá ser definida em projeto a locação das alças para içamento assim como a locação das regiões de apoio para estocagem e/ou transporte.

10.3.1.15 CORRELAÇÃO ENTRE CORPOS DE PROVA MOLDADOS E AS PEÇAS

Deve-se estabelecer a correlação entre corpos de prova extraídos das peças e corpos de prova moldados sem cura térmica.

10.3.1.16 PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA E DURABILIDADE (PEÇAS ACABADAS)

Para que o controle de aceitação das peças possa ser realizado via controle de corpos de prova moldados, estes devem estar correlacionados com corpos de prova extraídos da peça confeccionada (sem a interferência de armadura).

A correlação deve ser estabelecida em corpos de prova moldados sem cura a vapor mesmo que as peças que estão sendo produzidas estejam sendo submetidas ao vapor.

Esta correlação deve ser confirmada a cada 2 meses de produção ou 500 m^3 de concreto.

10.3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O projeto e a execução dos elementos de concreto pré-moldados deverão atender aos requisitos constantes da Norma Brasileira NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento, e os requisitos estabelecidos nesta Especificação Técnica.

Abaixo são apresentados os parâmetros e os valores mínimos que os elementos de concreto com responsabilidade estrutural devem atender. A idade de controle é de 28 dias.

Caso a Concessionária opte por uma idade de controle diferente de 28 dias, esta deverá ser justificada, cabendo à responsável pelo projeto executivo emitir relatório técnico específico, propondo os limites de resistência do concreto na idade de controle, tomando como referência a resistência básica aos 28 dias especificada no projeto básico e resultados experimentais da evolução da resistência do concreto até a idade de controle ou, caso esta seja inferior a 28 dias, até a idade de 28 dias.

10.3.2.1 QUALQUER CONCRETO COM RESPONSABILIDADE ESTRUTURAL

Todos os requisitos abaixo devem ser atendidos simultaneamente:

- Resistência característica à compressão axial (fck), (método de ensaio segundo NBR 5739): os valores de fck, calculados segundo o item 6.2.3 da NBR 12655, deverão ser maiores ou iguais aos valores especificados no projeto, para cada idade, e nunca menores que os valores especificados no item 10.3.1.2.1 deste Volume II.
- Absorção de água por imersão e fervura (método de ensaio segundo NBR-9778): deverá ser menor ou igual a 8%;
- Penetração de água sob pressão (método de ensaio segundo NBR-10787): deverá ser menor ou igual a 5 cm;
- Absorção capilar (método de ensaio segundo SIA 162/1): plotar a curva de desempenho da absorção capilar x tempo, para o período de 0 a 15 dias após a idade de liberação (28 dias), sendo que a absorção capilar para 24 horas (a24) deve ser menor ou igual a 15,0 $g/m^2/s1/2$;
- Nenhuma armadura estrutural pode estar exposta, e todas as partes metálicas devem possuir um cobrimento maior ou igual a 30 mm;
- Todas as fissuras com infiltração de água ou com abertura superior a 0,3 mm deverão ser consolidadas com resinas duráveis.

- Nenhuma segregação, ninhos, vazios ou juntas frias no concreto devem ser verificados na análise visual da estrutura antes do tratamento superficial de acabamento;
- A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregação, bolhas, lixiviação, fissuras com abertura superior a 0,3 mm e apresentar coloração homogênea e textura lisa.
- A instalação de chumbadores e insertos metálicos não poderá induzir falhas de estanqueidade (gotejamento ou escorrimento superficial) no revestimento. Em caso de falha de estanqueidade na região dos insertos, estes deverão ser tratados com sistema vedante de infiltrações (injeções com resinas duráveis).

10.3.2.2 TEOR DE LIXIVIAÇÃO DO CONCRETO (INCLUSIVE ATRAVÉS DAS FISSURAS)

- Limite: zero

10.3.2.3 CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS

Os valores característicos de resistência residual à flexão (método de ensaio - fator de tenacidade - JSCE SF4) e da resistência à tração na flexão (método de ensaio prescrito na ASTM C-78-02), aos 28 dias de idade, deverão ser maiores ou iguais aos valores especificados no projeto, e nunca menores que os valores especificados no item 10.3.1.4.

O critério para obtenção dos valores característicos da resistência residual à flexão e da resistência à tração na flexão está apresentado na tabela a seguir:

ENSAIO	NÚMERO DE CORPOS-DE-PROVA	CÁLCULO
Resistência residual à flexão	4	fctk,res = fctm,res – 0,3 MPa
Resistência à tração na flexão	4	fctk = fctm – 0,3 MPa

Onde,

fctk,res é a resistência característica residual à flexão;
fctm,res é a resistência média residual à flexão, obtida a partir da média aritmética dos resultados obtidos em quatro corpos-de-prova;
fctk é a resistência característica à tração na flexão;
fctm é a resistência média à tração na flexão, obtida a partir da média aritmética dos resultados obtidos em quatro corpos-de-prova.

Além dos requisitos específicos para concreto com fibras, deverão ser controlados todos os demais requisitos para o concreto convencional, determinados na especificação de concreto convencional.

10.3.2.4 VERIFICAÇÕES NAS PEÇAS CONCLUÍDAS

Após a desforma deverá ser feita uma inspeção criteriosa de cada peça antes da liberação para montagem. Nesta inspeção deverão ser observados:

- Verificação dimensional atendendo no mínimo às disposições constantes na NBR 9062, item 5.2.2;
- Identificação da Peça (obrigatório);
- Ausência de fissuras com abertura superior a 0,3 mm;
- Distorções: flechas/contra-flechas/arqueamentos, conforme limites estabelecidos na NBR 9062;
- Ausência de falhas e/ou defeitos de concretagem como ninhos, vazamentos de pasta, rebarbas, etc;
- O acabamento deve apresentar homogeneidade de coloração, textura lisa, totalmente isento de segregações, bolhas, lixiviação, reparos visíveis e fissuras com abertura superior a 0,3 mm, atendendo às exigências estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes. A aparência do concreto deverá ser compacta, isenta de segregação.
- Nenhuma armadura estrutural pode estar exposta, e todas as partes metálicas devem possuir um cobrimento mínimo de 30 mm.

10.3.3 CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM PARA CONTROLE DO DESEMPENHO

10.3.3.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL (MÉTODO DE ENSAIO PRESCRITO NA NBR-5739)

Deverão ser ensaiados CP's moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, de forma a atender todos os controles de resistência intermediários (fcj) especificados para as peças, como resistência de transferência da protensão, resistência de saque e içamento, etc., conforme definidos em projeto.

Deverão ser ensaiados CP's, moldados por lotes estatísticos, conforme Tabela 1 para o controle de resistência característica do concreto (fck), também definido em projeto.

10.3.3.2 MÓDULO DE DEFORMAÇÃO ESTÁTICA (MÉTODO DE ENSAIO PRESCRITO NA NBR-8522)

Deverão ser ensaiados CP's, moldados conforme lotes apresentados na Tabela 1, de modo a atender os valores mínimos para liberação da transferência de protensão, e/ou levantamento de peça, conforme definido em projeto.

10.3.4 PARÂMETROS E LIMITES DO PROJETO

10.3.4.1 PARÂMETROS E AMOSTRAGEM MÍNIMOS

Caberá à Concessionária, especificar os parâmetros e limites que adotará durante a obra, para assegurar o atendimento ao desempenho final requerido.

a) Materiais:

- Cimento: conforme as especificações brasileiras NBR 5732, NBR 5733, NBR 5735, NBR 5736, NBR 5737 e NBR 11578. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 2;
- Nas regiões de acesso visual do público o cimento empregado na confecção do concreto deve apresentar coloração homogênea atendendo ao item de acabamento descrito na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes;
- Agregados: conforme a especificação brasileira NBR-7211. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 3. Nas regiões de acesso visual do público, estes devem ser controlados, para o concreto apresentar coloração homogênea, atendendo ao acabamento descrito na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes;
- Aditivos: conforme a especificação brasileira NBR-11768. Os parâmetros a serem controlados e os lotes de amostragem estão apresentados na Tabela 4;
- Água: atender aos parâmetros exigidos na NM 137, analisando no início do estudo de dosagem e regularmente a um intervalo de 6 meses ou sempre que houver suspeita.
- Aço: conforme as especificações brasileiras NBR-7480, NBR-7481, NBR-7482 e NBR-7483, sendo o lote de amostragem definido respectivamente nos itens 3.1, 6.3, 6.2 e 6.2 das normas citadas;
- Bainhas: aplicar o disposto na NBR-14931, item A.4.2 (anexo A), sendo recomendada a utilização de bainhas semirrígidas galvanizadas;
- Fibras: conforme a NBR-15530;
- Adições: sílica ativa. Quando do emprego de sílica ativa, esta deverá atender a especificação ASTM C-1240-04. No caso do emprego de polímeros, estes devem ser à base de acrílicos ou metacrilatos e obedecer as especificações dos fabricantes.
- Armadura: deverão ser obedecidas as disposições construtivas conforme NBR-9062, item 9.2, verificadas em todas as peças a executar.
  - Concreto armado: conforme NBR-6118/03, itens 7.4.7, 7.5, 8.3, 9.4 e 9.5 e NBR-14931, item 8.1.
  - Concreto protendido: conforme NBR-6118/03, itens 7.4.5, 7.4.6 e 8.4 e NBR-14931 item 8.2 e Anexos A e C.

- Aparelhos de apoio de elastômero: conforme a especificação brasileira NBR-9783, além das disposições dadas na NBR-9062, item 7.2.1.5, sendo o lote de amostragem dado na NBR 9783 item 3.2.
- Compostos químicos líquidos para cura do concreto: deverão obedecer aos requisitos da norma ASTM C-309-74.

A metodologia de controle deverá considerar os ensaios feitos pela Concessionária ou laboratório contratado, bem como os ensaios de controle feitos pelos próprios fornecedores de materiais.

A cada 6 meses ou quando os valores dos ensaios nos diferentes laboratórios diferirem mais que 10% (em qualquer dos ensaios) entre os resultados dos ensaios, deverá ser feita uma campanha inter-laboratorial, com amostras irmãs, para efeito de comparação e identificação de eventuais distorções.

A sistemática do controle tecnológico para cada material está apresentada na Tabela 5.

b) Formas:

Deverão ser obedecidas as disposições, construtivas conforme NBR-9062, item 9.5, observadas as tolerâncias dadas na NBR-9062 item 5.2.2., para todas as peças a executar.

c) Concreto fresco:

Nas etapas de mistura e transporte deverão ser realizadas inspeções visuais, visando a garantia da homogeneidade e inexistência de segregação dos materiais. Para cada tipo e classe de concreto a ser lançado na estrutura, devem ser realizados os seguintes ensaios:

- Abatimento do tronco de cone (método de ensaio segundo NBR NM-67):
  - Concreto preparado em betoneiras estacionárias:

    - Na primeira amassada;
    - Ao reiniciar a concretagem após uma interrupção de pelo menos 2 horas;
    - Na troca de operadores;
    - Cada vez que forem moldados corpos de prova, conforme dado na Tabela 1.

  - Concreto preparado em betoneiras móveis:

    - Em cada betonada.
- Massa específica (método de ensaio segundo NBR-9833);
- Teor de ar incorporado (método de ensaio segundo NM-47).

d) Concreto endurecido:

- Resistência à compressão axial (método de ensaio segundo NBR-5739): para cada lote, conforme definido na Tabela 1, deverão ser moldados corpos de prova para cada idade intermediária de controle ou liberação;
- Módulo de deformação estática (método de ensaio segundo NBR-8522): para cada lote, conforme definido na Tabela 1, deverão ser moldados corpos de prova para cada idade intermediária de controle ou liberação.

10.3.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- Concreto Convencional Armado ou Protendido.
- Diretrizes Complementares – Item 13

10.3.5.1 ESPECIFICAÇÕES DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

NORMAS ABNT

- NMNBR 137 - Argamassa e Concreto – Água para Amassamento e Cura de Argamassa e Concreto de Cimento Portland;
- NBR 5732 - Cimento Portland Comum;
- NBR 5733 - Cimento Portland de Alta Resistência Inicial;
- NBR 5735 - Cimento Portland de Alto Forno;
- NBR 5736 - Cimento Portland Pozolânico;
- NBR 5737 - Cimento Portland Resistente a Sulfatos;
- NBR 6118/03 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR 7211 - Agregado para Concreto;
- NBR 7480 - Barras e Fios de Aço Destinados a Armaduras para Concreto Armado;
- NBR 7481 - Telas de Aço Soldadas para Armadura de Concreto;
- NBR 7482 - Fios de Aço para Concreto Protendido;
- NBR 7483 - Cordoalhas de Aço para Concreto Protendido;
- NBR 8890 - Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios
- NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado;
- NBR 9935 - Agregados – Terminologia;

- NBR 11172 - Aglomerantes de Origem Mineral;
- NBR 11578 - Cimento Portland Composto;
- NBR 11768 - Aditivos para Concreto de Cimento Portland;
- NBR 12317 - Verificação de Desempenho de Aditivos para Concreto - Procedimento;
- NBR 12654 - Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto - Procedimento;
- NBR 12655 - Preparo, Controle e Recebimento de Concreto – Procedimento;
- NBR 14931- Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento.
- NBR 15530 - Fibras de aço para concreto – Especificação.

NORMAS ASTM (AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS)

- C-309-74 – Liquid membrane-forming compounds for curing concrete;
- C-494-04 - Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete;
- C-1116-03 - Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete and Shotcrete;
- C-1240-04 - Standard Specification for Silica Fume for use in Hidraulic - Cement Concrete and Mortar;
- A-820-04 - Standard Specification for Steel Fibers for Fiber Reinforced Concrete.

NORMAS DA COMUNIDADE EUROPÉIA (EN)

- EN 206-1 – Concrete – Part 1: Specification, Performance, Production and Conformity.
- EN 1990:2002 – Eurocode – Basis of Structural Design;
- EN 1992-1-1 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, para estruturas de estações e edifícios administrativos, operacionais e de manutenção;
- EN 1992-1-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 1-2: General Rules – Structural fire design;
- EN 1992-2 – Eurocode 2: Design of Concrete Structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules, para as estruturas da via em elevado.

OUTROS ÓRGÃOS

- Decreto Estadual No. 56.819 (São Paulo), de 10 de março de 2011;
- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO LRFD Bridge Design Specifications. 5th Edition. 2010, para as estruturas das vias em elevado;

- American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 3rd Edition. 2010, para as estruturas das vias em elevado;
- NFPA130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems.

10.3.5.2 MÉTODOS DE ENSAIO DE ÓRGÃOS NORMATIVOS

NORMAS ABNT

- NBR NM 9 - Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração;
- NBR NM 30 - Agregado miúdo - Determinação da absorção de água;
- NBR NM 33 - Concreto – Amostragem de concreto fresco;
- NBR NM 52 - Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente;
- NBR NM 53 - Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água;
- NBR NM 67 - Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone;
- NBR NM-68 - Concreto - Determinação da consistência pelo espalhamento na mesa de Graff;
- NBR NM-248 - Agregados - Determinação da Composição Granulométrica;
- NBR-5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto;
- NBR 5753 - Cimento Portland Pozolânico – Determinação da Pozolanicidade;
- NBR 5754 - Cimento Portland - Determinação do Teor de Escória Granulada de Alto Forno por Microscopia;
- NBR 7215 - Ensaio de Cimento Portland;
- NBR 7218 - Agregados - Determinação do Teor de Argila em Torrões e Materiais Friáveis;
- NBR 8522 - Concreto - Determinação dos Módulos Estáticos de Elasticidade e de Deformação e da Curva tensão-deformação;
- NBR 8548 - Barras de Aço Destinadas a Armadura para Concreto Armado com Emenda Mecânica ou por Solda - Determinação da Resistência à Tração;
- NBR 9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica – Volumétrica;
- NBR 9773 - Agregado - Reatividade Potencial de Álcalis em Combinação Cimento – Agregado;

- NBR 9774 - Agregado - Verificação da Reatividade Potencial pelo Método Químico;
- NBR 9775 - Agregados - Determinação da Umidade Superficial em Agregados Miúdos por Meio do Frasco de Chapman;
- NBR 9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica;
- NBR 9833 - Concreto Fresco - Determinação da Massa Específica e do Teor de Ar pelo Método Gravimétrico;
- NBR 9936 - Agregados - Determinação do Teor de Partículas Leves;
- NBR 10786 - Concreto Endurecido – Determinação do Coeficiente de Permeabilidade à Água;
- NBR 10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão;
- NBR 10908 - Aditivos para Argamassa e Concreto - Ensaios de Uniformidade;;
- NBR 11579 - Cimento Portland - Determinação da Finura por Meio da Peneira 0,075mm (nº 200);
- NBR 11582 - Cimento Portland - Determinação da Expansibilidade de Le Chatelier;
- NBR 15577-1 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 1: Guia para avaliação da reatividade potencial e medidas preventivas para uso de agregados em concreto;
- NBR 15577-2 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 2: Coleta, preparação e periodicidade de ensaios de amostras de agregados para concreto;
- NBR 15577-3 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 3: Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto;
- NBR 15577-4 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 4: Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado;
- NBR 15577-5 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 5: Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado
- NBR 15577-6 - Agregados - Reatividade álcali-agregado - Parte 6: Determinação da expansão em prismas de concreto;
- NBR NM10 - Cimento Portland - Análise química - Disposições gerais;
- NBR NM 11-2 - Cimento Portland - Análise química - Método optativo para determinação de óxidos principais por complexometria - Parte 2: Método ABNT;
- NBR NM 14 - Cimento Portland - Análise química - Método de arbitragem para determinação de dióxido de silício, óxido férrico, óxido de alumínio, óxido de cálcio e óxido de magnésio;
- NBR NM 15 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de resíduo insolúvel;

- NBR NM-16 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de anidrido sulfúrico;
- NBR NM-18 - Cimento Portland - Análise química - Determinação de perda ao fogo;
- NBR NM-20 - Cimento Portland e suas matérias-primas - Análise química - Determinação de dióxido de carbono por gasometria;
- NBR NM 22 - cimento Portland com adições de materiais pozolânicos - Análise química - Método de arbitragem;
- NBR NM-23 - Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação de massa específica;
- NBR NM 46 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometros por lavagem.;
- NBR NM 47 - Determinação do teor de ar em concreto fresco – Método Pressométrico.
- NBR NM 49 - Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas;
- NBR NM 65 - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega;
- NBR NM 76 - Cimento Portland - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine).

NORMAS ASTM (AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS)

- C-227-03 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement - Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method);
- C-78-02 Standard Test Method for Flexural Strength (Using Simple Beam with Third Point Loading);
- C-1260-05 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method);
- C-1567-04 Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method).

OUTROS ÓRGÃOS

- CEN/TC/165/WG9 (Comité Européen de Normalisation);
- JSCE SF 4 e 5 - Japan Society of Civil Engineers;
- DIN 4030-1:2008-06 - Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete - Part 1: Principles and limiting values (em alemão).

10.3.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

Antes do início das atividades deverá ser emitido o relatório completo de estudo de dosagem. Este relatório deverá ser fornecido ao Poder Concedente com uma antecedência, mínima, de 30 dias do início efetivo de aplicação do concreto convencional.

Este estudo deverá ser confirmado em no máximo 30 dias de produção da estrutura, por meio dos ensaios exigidos nos itens 10.3.1 e 10.3.2 deste Volume II.

A itemização básica deste relatório deverá ser:

- Objetivo;
- Dados de entrada para o estudo de dosagem;
- Metodologia adotada;
- As dosagens experimentais (executadas em laboratórios idôneos, levando em consideração as características de ambiência interna e externa, ou seja, eventual agressividade do meio determinada por ensaios laboratoriais normalizados);
- Dados obtidos durante o estudo (relação água-cimento real para cada mistura experimental aprovada para utilização, curvas de evolução de resistência, etc);
- Traços experimentais aprovados para utilização.

Durante a Execução

Após o início das atividades de execução do concreto convencional deverão ser enviados ao Poder Concedente os relatórios periódicos de controle da obra em execução, com frequência mínima mensal.

Nestes relatórios periódicos da obra em execução, deverão ser fornecidos todos os dados do controle exercido pela Concessionária, com uma sistemática tal que permita ao Poder Concedente de forma ágil, o conhecimento detalhado e atualizado da situação da qualidade da obra.

A itemização básica deste relatório deverá conter:

- Objetivo;
- Controle efetuado no período;
- Concreto (ensaios com corpos de prova moldados);
- Verificações na estrutura concluída;
- Gráficos de acompanhamento e evolução;

- Análise e interpretação dos resultados;
- Aceitação ou rejeição do lote.

Para a apresentação das informações, os relatórios periódicos deverão conter tabelas e gráficos de consolidação, para uma melhor visualização da situação da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle das etapas em andamento. Deverão ser apresentados, no mínimo, os gráficos:

- Crescimento da resistência versus tempo;
- Variabilidade dos parâmetros de durabilidade e resistência dentro do período.

Ao término do processo deverão ser compilados todos os dados obtidos nas etapas serviço em andamento consolidados e serviço concluído, bem como os gráficos de situação da qualidade.

De posse destes dados, a Contratada deverá formular um relatório técnico final de consolidação dos resultados de controle obtidos no revestimento. Este relatório técnico será conclusivo e avaliará a estrutura executada sob os aspectos de estabilidade e durabilidade, com a utilização da totalidade dos valores obtidos para a estrutura, podendo esta consolidação e análise ser feita por trechos claramente definidos da estrutura.

Para a apresentação das informações no relatório, deverão ser apresentados tabelas e gráficos consolidados, para uma melhor visualização global da qualidade dos serviços.

Estes gráficos deverão ser anexados ao relatório e contemplarão todos os resultados obtidos nos ensaios de controle. Deverão ser apresentados no, mínimo, os gráficos:

- Resistência (média, maior, menor e característica) mensal para a da duração da obra;
- Parâmetros de durabilidade (maior, menor e médio) mensal para a duração da obra.

ANEXO I – CONTROLE TECNOLÓGICO DOS MATERIAIS

TABELA 1 - CONTROLE DO SERVIÇO EM EXECUÇÃO E CONCLUÍDO: Nº DE CP'S A MOLDAR POR PEÇA

Volume de Concreto da Peça (Vp)	Ensaio	Nº de CP's à moldar	Aplicação
Vp < 2,00 m³ (*)	Resistência a Compressão Axial	4 CP's por peça ou bateria	Aceitação/controle fck
		2 CP's por peça ou bateria	Liberação (fcj1) (a)
		2 CP's por peça ou bateria	Liberação (fcj2) (a)

		2 CP's por peça ou bateria	Liberação (fcj3) (a)
	Módulo de elasticidade	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de liberação (a)
	Absorção	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Penetração	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Absorção capilar	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação
	Resistividade	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
2,00 m³ ≤ Vp ≤ 5,00 m³	Resistência a Compressão Axial	2 CP's a cada 2 m³ ou fração	Aceitação/controle fck
		2 CP's a cada 2 m³ ou fração	Liberação (fcj1) (a)
		2 CP's a cada 2 m³ ou fração	Liberação (fcj2) (a)
		2 CP's a cada 2 m3 ou fração	Liberação (fcj3) (a)
	Módulo de elasticidade	3 CP's a cada 50m³ ou dia de produção	Controle de liberação (a)
	Absorção	3 CP's a cada 50m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Penetração	3 CP's a cada 50m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Absorção capilar	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação
	Resistividade	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
Vp > 5,00m³	Resistência a Compressão Axial	6 CP's a cada 5 m³ ou fração	Aceitação/controle fck
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	Liberação (fcj1) (a)
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	Liberação (fcj2) (a)
		4 CP's a cada 5 m³ ou fração	Liberação (fcj3) (a)
	Módulo de elasticidade	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de liberação (a)
	Absorção	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Penetração	3 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação (b)
	Absorção capilar	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	Controle de aceitação
	Resistividade	2 CP's a cada 50 m³ ou dia de produção	controle de aceitação (b)

Observações Tabela 1:

(*) No caso de peças de pequeno volume (< 2,00 m³) considerar como peça única, cada conjunto de peças (bateria) executadas simultaneamente, cujo volume não ultrapasse 2,00 m³, utilizar controle para Vp < 2,00m³;
(a) moldagens para idades intermediárias de controle e/ou liberação conforme especificadas em projeto (implantação da protensão/desforma/içamento, etc.);
(b) ensaios a serem realizados em função do tipo e responsabilidade da estrutura, realizá-los para anéis de máquinas tuneladoras (TBM´s), estacas, paredes diafragma e outras estruturas em contato com o solo.

TABELA 2 - CIMENTO / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 5	Finura de peneira 0,075mm	NBR 11579
	Área específica	NBR NM-76
	Tempos de inicio fim de pega	NBR NM 65
	Expansibilidade à quente	NBR 11582
	Resistência à compressão	NBR 7215
Ver Tabela 5	Perda ao fogo	NBR NM 18
	Resíduo Insolúvel	NBR NM 15 (1) NBR NM 22 (2)
	Trióxido de enxofre (SO3)	NBR NM 16
	Óxido de magnésio (Mg) (3)	NBR NM 11-2 NBR NM 14
	Anidrido Carbônico (CO2)	NBR NM 20
	Teor de escória (4)	NBR 5754
	Atividade pozolânica (2)	NBR 5753
	Compostos de Bougue (5)	NBR NM 11-2 NBR NM 10

Notas:
(1) exceto cimento CP IV
(2) para o cimento CP IV
(3) exceto cimento CP III
(4) para os cimentos CP III e CP II E
(5) para o cimento CP V

TABELA 3 - AGREGADOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO	MÉTODO
Ver Tabela 5	Determinação da composição granulométrica	NBR NM-248
	Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis	NBR-7218

	Determinação do teor de materiais pulverulentos	NBR NM-46
	Determinação do teor de partículas leves	NBR-9936
	Determinação de impurezas orgânicas	NBR NM-49
A cada 2 horas	Determinação da umidade superficial	NBR-9775
A cada 3 meses	Reatividade álcali-agregado - Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto	NBR 15577-1 NBR 15577-3
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Derterminação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-4
A cada 6 meses	Reatividade álcali-agregado - Determinação da mitigação da expansão em barras de argamassa pelo método acelerado	NBR 15577-1 NBR 15577-5
Ver Tabela 5	Determinação da massa específica na condição saturada superfície seca - miúdo	NBR NM-52
	Determinação da absorção de água	NBR NM-30
	Determinação da massa especifica na condição saturada - superfície seca	NBR NM-53
	Determinação da absorção de água	NBR NM-53

TABELA 4 - ADITIVOS / CONTROLE

FREQÜÊNCIA	ENSAIO DE RECEBIMENTO	OBSERVAÇÃO
Ver Tabela 5	Tempo de Início e Fim de Pega	ASTM C 266-03 **(a)**
	Desempenho	NBR-12317
	Espectro de Absorção de Infravermelho	ASTM C 494
	Uniformidade	NBR-10908

TABELA 5– FREQÜÊNCIAS DOS ENSAIOS DOS MATERIAIS

Material	Local de Amostragem	Responsável	Frequência	Local de Ensaio
Cimento (por tipo)	Fábrica	Fabricante	Diária	Fábrica
	Silo da central	Fornecedor do concreto	Quinzenal	Laboratório da usina de concreto
	Silo da central	Concessionária	Mensal	Laboratório Concessionária
Agregado miúdo (por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária
Agregado graúdo (por D_{max}. e por fornecedor)	Estoque da central	Fornecedor do concreto	Semanal	Laboratório da usina de concreto
	Estoque da central	Concessionária	Quinzenal	Laboratório Concessionária
Aditivo	Fábrica	Fabricante	por fornecimento (ou partida)	Fábrica
	Canteiro de obras	Concessionária	por fornecimento	Laboratório Concessionária
Água	Central	Fornecedor do concreto	Semestral	Laboratório da usina de concreto
Aço	Fábrica	Fabricante	por partida	Fábrica

10.4 ANÉIS PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO PARA TÚNEIS EM TUNELADORA

Esta Especificação Técnica tem por objetivo estabelecer os requisitos de desempenho para a fabricação e a montagem dos anéis pré-moldados de concreto a serem utilizados na execução de revestimento de túneis em tuneladora.

10.4.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Este capítulo fixa um padrão mínimo de critérios exigidos do Concessionário para a elaboração do projeto dos anéis pré-moldados de concreto a serem utilizados no revestimento de túneis em tuneladora.

10.4.1.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os requisitos exigidos para as resistências características (fck) e efetivas (fcj), durabilidade, grau de agressividade do meio aquoso ao concreto, tipo e consumo de cimento, relação água-cimento, concreto reforçado com fibras (fctk e fctk,res) e demais características de dosagem

relacionadas a projeto de anéis pré-moldados deverão atender as prescrições da Especificação Técnica de Concreto Pré-Moldado.

10.4.1.2 COBRIMENTO

Deverão ser definidos em projeto os valores de cobrimento das armaduras dos segmentos, tanto para as suas faces de intradorso (interna) e extradorso (externa) quanto para as suas faces de juntas longitudinais e radiais.

O cobrimento mínimo na face externa deverá ser de 30 mm.

10.4.1.3 PARAFUSOS E PORCAS

Deverão ser utilizados parafusos A-490 - tipo 3, conforme a especificação ASTM 490-88a - Standard Specification for Heat-Treated Structural Bolts - 150 ksi minimum tensile strength; ou A325 - tipo 3 conforme a especificação ASTM A-325-88a - Standard Specification for High Strength Bolts for Structural Steel Joints.

Os recessos para colocação e aperto de parafusos deverão ter suas dimensões e posicionamento com uma tolerância máxima de 0,25mm em qualquer dimensão. As caixas metálicas de apoio de suporte de pressão dos parafusos deverão ser de aço.

As partes metálicas que não estiverem imersas no concreto deverão receber tratamento de proteção contra a corrosão.

10.4.1.4 SISTEMA DE VEDAÇÃO

Todos os segmentos de anéis deverão ser providos de um sistema de vedação com a função de reter a entrada de água existente no solo para o interior do túnel.

Os detalhes dos materiais, componentes e dimensionamento deste sistema deverão ser desenvolvidos em projeto e deverão garantir a perfeita estanqueidade do revestimento do túnel como um todo. A estanqueidade deverá ser absoluta tanto para as juntas entre segmentos e juntas entre anéis, quando submetidas a uma pressão constante não inferior a 4 bar durante 30 minutos.

O sistema deverá ser constituído por um selo de vedação constituído de um anel contínuo em volta de cada segmento e deverá ser fixado em recesso previsto para este fim, nas faces de concreto perimetrais do segmento. A fixação deste selo deverá ser feita previamente ao transporte dos segmentos ao túnel e deverá ser assegurado que não haverá movimentos do selo nas várias etapas de seu transporte e montagem.

O material a ser especificado no projeto para os selos de vedação deverá apresentar características de resistência e durabilidade frente à ação de agentes físicos e químicos presentes no solo e de qualquer produto a ser utilizado no túnel durante a sua execução.

10.4.1.5 ORIFÍCIOS PARA GRAUTEAMENTO DA PERIFERIA

A Concessionária deverá projetar as dimensões dos orifícios a serem deixados nos segmentos para execução do grauteamento da periferia.

Todos os orifícios devem ter aproximadamente 50 mm de diâmetro e serem perpendiculares à face do segmento. Os insertos para parafusamento dos bujões deverão ter rosca paralela tipo Rd 48 x 1/6" DIN 405.

10.4.1.6 CONDIÇÕES DE TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

Deverão ser definidas no projeto o detalhamento das alças e apoio para estocagem, de acordo com a Especificação Técnica de Concreto Pré Moldado.

10.4.1.7 TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

Deverão ser estabelecidas pelo projeto as tolerâncias dimensionais de execução e montagem dos anéis, observando os valores de controle fixados nos itens 10.4.2.1.3 e 10.4.2.1.4 deste documento e também conforme item 5.2.2 da norma NBR-9062/2006.

10.4.1.8 ACABAMENTO

Seguir as diretrizes estabelecidas na Especificação Técnica de Concreto Pré-Moldado.

10.4.1.9 RESISTÊNCIA AO FOGO

O projeto executivo deverá apresentar o dimensionamento estrutural dos anéis em situação de incêndio, de maneira que a estrutura do túnel em couraça tenha tempo requerido de resistência ao fogo – TRRF superior ao TRRF exigido pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, conforme Decreto Estadual 46.076/2001.

O projeto executivo também deverá prever medidas tecnológicas do concreto, com relação à dosagem e materiais constituintes (por exemplo, fibras poliméricas), de maneira a evitar o lascamento explosivo - spalling – dos segmentos pré-moldados, quando submetidos à ação do fogo, em situação de incêndio.

10.4.1.10 INSTRUMENTAÇÃO

Para controle das tensões e deformações em serviço, os anéis segmentados pré-moldados de concreto do revestimento dos túneis em couraça (shield) deverão ser instrumentados com no

mínimo 3 extensômetros de corda vibrante imersos no concreto, para medição de tensões e deformações.

A instrumentação deverá ser concebida de maneira a permitir leituras periódicas durante a operação dos túneis.

A instrumentação deve seguir as diretrizes estabelecidas na Especificação Técnica de Instrumentação.

10.4.1.11 ESTANQUEIDADE À ÁGUA

Com relação à estanqueidade a água, os anéis pré-moldados de concreto deverão seguir as diretrizes estabelecidas na Especificação Técnica de Sistemas Impermeabilizantes.

10.4.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os anéis pré-moldados deverão apresentar as condições mínimas de desempenho estabelecidas a seguir, em complementação aos requisitos de desempenho fixados na Especificação Técnica de Concreto Pré Moldado.

10.4.2.1 PEÇAS ACABADAS - SEGMENTOS

10.4.2.1.1 RESISTÊNCIA E DURABILIDADE DO CONCRETO

Os parâmetros de resistência, resistência residual (para o caso de concreto com fibras metálicas) e durabilidade mínimos, bem como a amostragem e limites admissíveis a serem avaliados para aceitação das peças acabadas de concreto são os estabelecidos na Especificação Técnica de Concreto Pré-Moldado.

10.4.2.1.2 VERIFICAÇÃO DAS PEÇAS

Os parâmetros para verificação das peças acabadas, bem como a amostragem e limites admissíveis são os estabelecidos na Especificação Técnica de Concreto Pré-Moldado.

10.4.2.1.3 CONTROLE DAS DIMENSÕES DOS SEGMENTOS

Deverão ser controladas as dimensões dos segmentos de acordo com as indicações descritas a seguir. A base a partir da qual as dimensões da unidade serão medidas deverá ser o intradorso do segmento.

A superfície básica exata para medição deverá ser a superfície cilíndrica com raio igual ao raio nominal do intradorso da unidade; o eixo desta superfície cilíndrica deverá ser o eixo de referência das medidas.

Deverão ser admitidas, para aceitação dos segmentos, cujas dimensões deverão ser verificadas para a totalidade das unidades produzidas, as seguintes tolerâncias em relação às dimensões estabelecidas em projeto:

- **Comprimento:** ± 0,5 mm, medido no intradorso e dentro da tolerância de + 2 mm ;
- **Largura:** ± 2,0 mm;
- **Profundidade: ± 5,0 mm, compreendendo ±2 mm no intradorso e ± 3,0 mm no extradorso;**
- **Superfície da junta:**

  Longitudinal:

  ± 2 minutos de arco num plano radial;

  ± 2 minutos de arco num plano paralelo ao eixo de referência;

  Circunferencial:

  ± 1,0 mm plano normal ao eixo de referência;
- **Chanfros:** - 0,0 mm + 2,0 mm
- **Orifícios dos parafusos:** ± 1,0 mm, no diâmetro;

  ± 1,0 mm, na posição correspondente ao diâmetro do círculo de furação;
- **Ranhura para calafetagem:** ± 2,0 mm, na profundidade.

10.4.2.1.4 CONTROLE DAS DIMENSÕES DOS CONJUNTOS MONTADOS E INTER-CAMBIALIDADE DOS SEGMENTOS PARAFUSADOS DE CONCRETO (ANEL PADRÃO)

Para o recebimento dos anéis, deverão ser verificadas as dimensões e a intercambialidade dos segmentos de concreto, parafusados, que compõem a seção em anel, através do processo de verificação por meio do anel padrão.

A Concessionária deverá montar e parafusar segmentos, numa base plana de maneira a serem formados três anéis sobrepostos. Os parafusos para montagem destes anéis deverão

proporcionar uma folga máxima admissível de 3mm em relação ao diâmetro dos orifícios de fixação dos segmentos de concreto.

Os anéis deverão ser montados um sobre outro com juntas defasadas de meio segmento de um anel para o seguinte. Os segmentos que formarão o anel inferior poderão ser previamente selecionados, porém os segmentos dos demais anéis serão tomados aleatoriamente.

Os anéis montados deverão ser inspecionados, sendo verificados com relação à precisão das suas dimensões. Após a inspeção deverão ser desmontados os dois anéis superiores. O anel inferior deverá ser fixado na sua posição à base plana e mantido como anel padrão até o final da fabricação dos segmentos.

Para a inspeção da precisão dimensional dos segmentos acabados, deverá ser montado um anel sobre o anel padrão, num intervalo de amostragem referente a cada 200 anéis produzidos.

Os segmentos componentes do anel de teste deverão ser escolhidos aleatoriamente.

Deverão ser observados as seguintes tolerâncias nas dimensões indicadas em projeto para o anel padrão:

- Diâmetro interno e círculo de furação dos parafusos do anel padrão: ± 2,0 mm;
- Flange circunferencial: ± 2,0 mm em um plano;
- Diâmetro interno dos anéis montados sobre o anel padrão: ± 6,0 mm

10.4.2.1.5 RESISTÊNCIA EM SERVIÇO

A Concessionária deverá submeter um ou mais segmentos de um mesmo anel a um programa de ensaios de resistência mecânica para verificação do seu comportamento mecânico com relação aos esforços (momentos fletores, esforços cortantes e esforços normais) e deformações em serviço, bem como esforços e deformações durante seu transporte, armazenamento e montagem (reações de empuxo dos atuadores da máquina tuneladora). Serão ensaiados os segmentos mais solicitados de um anel, de acordo com as estimativas dos esforços no projeto executivo.

O programa de ensaios deverá considerar:

Os carregamentos e esforços que um anel será submetido em serviço;

Os esforços durante seu transporte, armazenamento e montagem; e

Parâmetros e condições de contorno utilizados no projeto executivo para o dimensionamento dos anéis.

Os resultados de resistência mecânica e deformação dos segmentos, obtidos nos ensaios, deverão atender aos requisitos fixados em Projeto.

Estes testes deverão ser realizados num intervalo de amostragem referente a cada 400 anéis produzidos.

Após os testes de resistência mecânica, os segmentos deste conjunto serão avaliados quanto à durabilidade e resistência através de testemunhos extraídos dos segmentos ensaiados. Os segmentos escolhidos para extração de corpos de prova deverão ser posteriormente descartados.

Os ensaios a serem realizados, os requisitos mínimos a serem atendidos e o número de corpos de prova deverão ser vistos na Tabela 1.

TABELA 1 - ENSAIOS A SEREM REALIZADOS EM TESTEMUNHOS EXTRAÍDOS DOS SEGMENTOS

ENSAIO	**LIMITES(2)**	**Nº MÍNIMO DE CP / LOTE(1)**
Compressão (NBR-5739)	45 MPa ≤ fck_{est} < 80 MPa (NBR-12655)	6
Módulo de Deformação Estática (NBR-8522)	Conforme estabelecido em projeto	6
Absorção e Densidade (NBR-9778)	Absorção ≤ 8% densidade ≥ média do traço - 0,1 t/m^3	2
Penetração de água sob pressão (NBR-10787)	≤ 5 cm	2
Absorção capilar em ensaio de 24 horas (SIA 162/1)	a24 ≤ 15,0 g/m^2/s$^{1/2}$	2
Tração na flexão (ASTM C-78) (3)	≥ 4 MPa	4
Resistência residual à flexão (JSCE SF-4)(3)	≥ 3 MPa	4

Total de Ensaios por Lote	18 (concreto simples) 26 (concreto com fibras)
Notas: 1 - Lote de amostragem : a cada 400 anéis produzidos; 2 - Idade de controle: 28 dias; 3 - Ensaios adicionais para concreto com fibras.	

10.4.3 CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM

As condições mínimas necessárias relativas a parâmetros e amostragem para o controle do concreto durante a produção das peças deverão seguir na íntegra todos os requisitos estabelecidos na Especificação Técnica de Concreto Pré-Moldado.

10.4.3.1 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- Concreto Pré-Moldado;
- Requisitos Complementares - Item 13

10.4.3.2 OUTRAS

Todos os documentos referenciados no Item 10.3.5.

10.4.4 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

Procedimento Executivo

Procedimento Executivo deverá ser elaborado pela Concessionária, contemplando:

- Desenhos das Formas de Fabricação dos Segmentos;
- Desenhos das Formas de Fabricação dos Segmentos;
- Memória de Cálculo e Desenhos dos Anéis e dos seus Componentes;
- Detalhes Executivos:
    - Detalhes dos segmentos, incluindo selos (ou cintas) de vedação e selos hidroexpansivos, posições de içamento e pontos de apoio;

- Detalhes dos métodos propostos para as etapas de manuseio dos segmentos de concreto do revestimento, até a sua montagem e as providências de proteção dos mesmos contra danos e fraturas.
- Detalhes e informações técnicas da instrumentação: posicionamento dos extensômetros em cada segmento, identificação dos anéis que serão instrumentados e demais especificações conforme Especificação Técnica de Instrumentação.

Demais Documentos

Conforme especificação técnica de concreto pré-moldado.

Durante a Execução

Conforme especificação técnica de concreto pré-moldado.

10.4.5 IDENTIFICAÇÃO DOS SEGMENTOS

Todos os seguimentos deverão ser identificados. Na identificação das peças deverão constar, no mínimo:

- Diâmetro interno do anel;
- Tipo do segmento;
- Data de moldagem;
- Número do molde;
- Gravação do nome CMSP.

10.4.6 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Para cada um dos serviços previstos nos itens 10.1 a 10.4 a Concessionária deverá emitir um Procedimento Executivo, o qual deverá descrever a metodologia de execução das etapas referentes aos serviços de implantação dos serviços, elementos construtivos e seus subsistemas. Esta descrição deverá conter informações detalhadas sobre o desenvolvimento das obras e serviços, no mínimo no que se refere à:

Materiais

Caracterização prévia dos materiais, apresentando:

– fichas técnicas;

- certificados de conformidade e respectivas normas em que se baseiam os certificados;
- requisitos de desempenho requeridos;
- ensaios e testes necessários para a comprovação dos requisitos;
- marcas, tipos, procedência e fornecedores; e
- controle tecnológico dos materiais - plano de amostragem e critérios de aceitação;
- Descrição dos serviços, com etapas, processos e métodos construtivos;
- Requisitos de controle dos processos;
- Procedimentos de controle e aceitação dos serviços;
- Procedimentos para os casos de não conformidade;
- Procedimentos de engenharia de segurança e medicina do trabalho, quando pertinente;
- Procedimentos de controle de impactos ao meio ambiente, quando pertinente;
- Avaliação e mitigação de riscos, quando pertinente;
- Rastreabilidade dos controles.

10.5 ESTRUTURAS METÁLICAS

10.5.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos técnicos e de desempenho exigidos para materiais, projeto, fabricação, inspeção, fornecimento, transporte, armazenamento, montagem, métodos e procedimentos, bem como estabelecer as diretrizes para a elaboração dos documentos a serem fornecidos, necessários para a implantação de estruturas metálicas acabadas para a Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo.

10.5.2 REQUISITOS TÉCNICOS

O projeto estrutural deverá atender em todas as fases as prescrições estabelecidas na norma ABNT-NBR 8800 e todas as demais nela referidas, nas suas últimas revisões, complementadas pelas normas ABNT - NBR-6120; NBR-6123; NBR-8681 e AISC - American Institute of Steel Construction - Manual of Steel Construction e AWS - American Welding Society.

Sempre que for omitido algum dado no projeto, ficam válidas as prescrições das normas. Os desenhos deverão ser elaborados no padrão preconizado pelo AISC.

A memória de cálculo deverá ser elaborada segundo os critérios estabelecidos pelo AISC e AWS e complementada pela NBR 8800.

O projeto de detalhamento deverá estar compatibilizado com o levantamento "as built" da estrutura suporte da estrutura metálica, já comprovadamente aceita.

Chumbadores, Insertos e acessórios embutidos deverão ser zincados por imersão a quente conforme NBR 6323 e todas as outras nela referidas, e sujeitos a todos os critérios de rejeição previstos nestas normas.

Não utilizar material com limite de escoamento inferior a 25 Kgf/mm^2 para chumbadores e insertos.

Não utilizar chumbadores de expansão em estruturas submetidas a esforços dinâmicos e em fixações de estruturas principais.

Parafusos e porcas deverão ser zincados por imersão a quente, com deposição mínima de 380 g/m^2 de área desenvolvida no mesmo banho e em conformidade com a NBR 6323. As porcas deverão ser repassadas (roscas) depois de zincadas, pelo diâmetro mínimo especificado pela norma ASTM-A563.

Parafusos ASTM A 307 só serão admitidos para ligações secundárias, com baixos esforços, atendendo também os limites da NBR 8800 e deverão estar especificados no projeto.

Grelhas deverão ser zincadas por imersão a quente conforme NBR 6323.

Não serão admitidas soldas de obra ou descontinuas.

Não utilizar soldas horizontais em tubos redondos, quadrados ou retangulares. Todas as seções tubulares devem ser hermeticamente fechadas. Os gases do processo de soldagem devem ser retirados do seu interior por meios adequados.

O projeto de drenagem da cobertura deverá atender às diretrizes de Projeto de drenagem do Poder Concedente e deverá estar compatibilizado com o projeto de drenagem geral da obra.

Todas as peças deverão sair de fábrica com as mesmas marcas definidas nos diagramas de montagem e deverão permanecer visíveis mesmo após aplicação dos sistemas de pintura, permitindo a sua identificação a qualquer momento na estrutura instalada. Estruturas zincadas deverão ter suas marcas sulcadas ou com chapas soldadas, com solda contínua a toda volta.

Materiais de diferentes módulos de elasticidade trabalhando conjuntamente deverão ter suas deformações compatibilizadas.

Esquemas de proteção contra a corrosão deverão ser previstos quando utilizado materiais que formam par galvânico.

As cores para tintas de acabamento deverão ser definidas no sistema RAL, preferencialmente, ou no Sistema Munsell e deverão constar do projeto de arquitetura.

O material para telhas e calhas poderá ser em aço carbono ou alumínio. Para o caso do aço deverá ser empregado chapa de aço zincada por imersão a quente com revestimento mínimo tipo B (média do ensaio triplo de 260 g/m^2 de zinco por superfície desenvolvida), conforme NBR 7008. Não utilizar espessuras menores que 0,65mm para telhas de aço e 0,70mm para telhas de alumínio.

Não deverá ser feita pintura no local da obra. Pequenos reparos poderão ser executados no campo desde que com o mesmo esquema de proteção anticorrosiva aplicado na fábrica.

Os tubos de drenagem para águas pluviais deverão ser de aço zincado por imersão a quente, classe média DIN 2440 e estar em conformidade com a NBR 5580 da ABNT e todas as normas nela referidas.

Deverão ser fornecidas, no projeto executivo todas as deformações teóricas dos elementos/conjunto de elementos e da estrutura global que serão verificadas nas diversas etapas de montagem previstas no Procedimento Executivo, para comprovação do desempenho do serviço em andamento.

Deverá ser previsto que todas as partes ou áreas da estrutura assim como todos os acessórios, grelhas, tubulações, caixas de pressão, etc, possam ser livremente acessados para inspeção, limpeza, manutenção e facilidade de troca de elementos comprometidos.

Deverão estar previstos no projeto de fabricação todos os elementos soldados às peças da estrutura principal que receberão as peças das estruturas secundárias (caixilharia, comunicação visual, iluminação, sonorização, dispositivos de proteção contra descargas atmosféricas, dutos elétricos ou hidráulicos e outros). A furação para as ligações parafusadas deverá estar incluída no projeto.

Qualquer dispositivo tipo braçadeira fixado na estrutura não deverá danificar a pintura na área de contato.

Deverá ser fornecido projeto executivo e de fabricação para toda a caixilharia fixada na estrutura metálica e deverá seguir os mesmos requisitos desta Especificação Técnica.

Áreas da estrutura inacessíveis após a montagem devem pintadas de acordo com as especificações de pintura, antes de se tornarem inacessíveis.

10.5.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

A estrutura final acabada deverá:

- traduzir o projeto em sua totalidade;
- absorver todos os carregamentos a que estará sujeita dentro dos limites permitidos das normas citadas nesta Especificação Técnica e previstos no projeto;
- estar nivelada, alinhada e no prumo com relação a todos os elementos/conjunto de elementos que a compõem e a estrutura final como um todo;
- apresentar variação de dimensões globais dentro dos limites de tolerância definidos na NBR 8800, considerando os efeitos cumulativos devido a laminação, fabricação e montagem;
- apresentar deformações de cada elemento, conjunto de elementos e da estrutura como um todo dentro dos valores preconizados nas normas e previstos no projeto;
- ter todas as ligações parafusadas devidamente torqueadas;
- atender o estabelecido pela NBR 8800, Anexo N – Vibrações em pisos;
- ter todos os aparelhos de apoio funcionando conforme deslocamentos previstos em projeto. Estes deslocamentos deverão ser comprovados;
- ser estanque com relação ao sistema de drenagem da cobertura até sua ligação com o sistema global da obra civil, para o período de recorrência imposto no projeto;
- apresentar estanqueidade total em todos os elementos de vedação tais como telhas, tapamentos laterais, caixilharia, portas, portões;
- a pintura final não deverá apresentar desempenhos abaixo dos mínimos especificados, bolhas, empolamento, falhas, descontinuidades, aparência do tipo "casca de laranja", porosidade, escorrimento, danos e outros que comprometam a integridade do sistema de pintura;
- apresentar seu sistema de pintura de proteção anti-corrosiva e de acabamento atendendo os requisitos de desempenho de resistência, aderência e durabilidade conforme exigências desta Especificação Técnica;
- apresentar as cores conforme preconizadas no projeto;
- apresentar segurança estrutural dos elementos construtivos em conformidade com os tempos requeridos de resistência ao fogo;

- apresentar perfeito funcionamento de toda a estrutura e sistemas acoplados à ela e que dela fazem parte dentre outros caixilharia, portões, portas, estruturas auxiliares de limpeza;
- permitir que os sistemas que serão instalados posteriormente, como por exemplo pontes-rolantes, monovias, tenham sua funcionalidade devidamente comprovada no que diz respeito a interface com a estrutura metálica suporte.

Todos os materiais deverão ser novos e apresentar características físicas, químicas e mecânicas que atendam às imposições do projeto dentro das normas específicas, devendo o aço apresentar grau de corrosão tipo A, conforme classificação da NBR 8800:

- aço estrutural - conforme NBR-8800, anexo A e normas ASTM A36, A572, A242 e A588;
- parafusos, porcas e arruelas - conforme NBR 8800, anexo A e as normas nela citadas - ASTM A 307, A 325 e A 490;
- barras redondas - conforme NBR 8800, anexo A e as normas ASTM A36 e A588;
- aparelho de apoio - elastômero fretado - conforme NBR-9783;
- solda - conforme ANSI - AWS – D1.1;
- tinta:

Requisitos mínimos de desempenho para o sistema de pintura de proteção anti-corrosiva e de acabamento:

- resistência à névoa salina (horas) ..... 1000, conforme ASTM B117
- resistência à S02:
  - tintas em pó e líquidas especiais (rondas) ..... 20, conforme DIN 50018

    (mínimo 80 unidades de brilho)

  - tintas líquidas (rondas) ..... 4, conforme DIN 50018

    (55 unidades de brilho max.)
- resistência a 100% de unidade relativa (horas) .....1000, conforme ASTM D 2247
- resistência a Q.U.V. artificial (horas) .....350, conforme ASTM G 53
- aderência .....Gr 1A, conforme NBR 11003
- dureza Sward (oscilações) ..... 40, conforme ASTM D 2134

Requisitos mínimos de desempenho para a pintura de proteção anti-corrosiva para calhas (ensaio de desempenho para filme de tinta, película seca, de 400 - quatrocentos micrometros):

- resistência à névoa salina (horas) ..... 720, conforme ASTM B117
- resistência à SO2 (rondas) ..... 6, conforme DIN 50018
- resistência à 100% de umidade relativa (horas) .....1000, conforme ASTM D2247
- aderência .....Gr1A, conforme NBR 11003

Os ensaios de desempenho deverão ser realizados sete dias após a aplicação da tinta. Durante este período as placas deverão ser mantidas a 25 ± 1ºC e 55 ± 5% de umidade relativa.

Imediatamente após o término dos ensaios de resistência à Névoa Salina, resistência à umidade relativa, resistência ao SO_2, a película de tinta não deverá apresentar bolhas, enrugamento ou início de corrosão na superfície. Caso haja necessidade de quantificar as bolhas ou a ferrugem, a avaliação deverá ser segundo ASTM D714 e ASTM D610 respectivamente.

Decorrido o tempo de ensaio de resistência ao intemperismo artificial, não deve haver alteração na integridade do filme de tinta como por exemplo: empolamento, calcinação, perda de brilho superior a 30 (trinta) unidades.

Os materiais que compõem o esquema de pintura deverão, preferivelmente ser de fácil aplicabilidade, de linha comercial e de fácil manutenção.

As placas para teste de desempenho deverão ser de aço-carbono laminado a frio (composição química grau EM da NBR 5915), com dimensões de 100 x 200 mm e espessura mínima de 1 mm, jateadas ao metal branco, padrões visuais SSPC-VIS-Sa3, devendo a tinta ser aplicada diretamente sobre a placa com o mesmo esquema do sistema de pintura proposto no projeto.

Esquema de pintura deverá apresentar grau de jateamento, conforme SSPC e padrão de rugosidade, e ser compatível com o esquema de pintura apresentado.

Tintas líquidas deverão apresentar de 45 a 55 unidades de brilho na escala Gardner.

Tintas em pó deverão apresentar mínimo de 80 unidades de brilho na escala Gardner.

10.5.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

10.5.4.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO

- Concreto Pré-Moldado;
- Diretrizes Complementares – item 13;

Normas ABNT

- NBR-5580 Tubos de Aço - Carbono para Rosca Whitworth Gás para usos Comuns na Condução de Fluidos
- NBR-5915 Chapas Finas a Frio de Aço-Carbono
- NBR-6120 Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações - Procedimento
- NBR-6123 Forças Devidas ao Vento em Edificações - Procedimento
- NBR-6323 Aço ou Ferro Fundido - Revestimento de Zinco por Imersão a Quente
- NBR-7008 Chapas de Aço-Carbono Zincadas pelo Processo Continuo de Imersão a Quente
- NBR-7013 Chapas de Aço-Carbono Zincadas por Imersão a Quente
- NBR-7195 Norma de Cor na Segurança do Trabalho
- NBR-7679 Termos Básicos Relativos a Cor
- NBR-8800 Projeto e Execução de Estrutura de Aço de Edifício e as normas nela referidas
- NBR-8681 Ações e Segurança nas Estruturas
- NBR-9783 Aparelhos de Apoio de Elastômero Fretado
- NBR-10106 Inspeção de Aceitação de Elementos de Fixação
- NBR-11003 Tintas - Determinação da Aderência - Método A
- NBR-14432 Exigências de Resistência ao Fogo de Elementos Construtivos de Edificações

Corpo de Bombeiros

- Instrução Técnica nº 08 Segurança Estrutural nas Edificações - Resistência ao Fogo nos Elementos de Construção

Internacionais

- AISC American Institute of Steel Construction - Manual of Steel Construction
- AISC Detailing for Steel Construction
- ANSI American National Standards Institute

- AWS American Welding Society
- ANSI-AWS- D1.1 Structural Welding Code
- ANSI-B 18.2.1 Square and Hex Bolts and Screws
- ANSI-B 18.2.2 Square and Hex Nuts
- ASTM American Society for Testing Materials
- ASTM-A6/A6M General Requirements for Delivery of Rolled Steel Plates, Shapes, Sheet Piling and Cars for Structural use
- ASTM-A36 Structural Steel
- ASTM-A242 High Strength Low-Alloy Structural Steel
- ASTM-A563/A563M Carbon and Alloy Steel Nuts
- ASTM-F436 Hardened Steel Washers
- ASTM-A153 Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM-A194/A194M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts (for bolts) for High - Pressure/Temperature Service
- ASTM-A242/A242M Specification for High - Strength Low-Alloy Structural Steel, with Enhanced Atmospheric Corrosion Resistance
- ASTM-A307 Specification for Carbon Steel Externally Treated Standards Fasteners
- ASTM-A325/A325M Specification for High - Strength Bolts for Structural Joints
- ASTM-A490/A490M Specification for Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints
- ASTM-B117 Salt Spray (fog) Testing
- ASTM-D523 Specular Gloss of Nonmetallic Specimens, Test
- ASTM-D610 Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces, Method
- ASTM-D714 Method for Evaluating Degree of Blistering of Paints
- ASTM-D2134 Test Method for Softening of Organic Coatings by Plastic Compositions
- ASTM-D2247 Testing Water Resistance of Coatings at 100% Relative Humidity, Pratice
- ASTM-D1729 Practice for Visual Evaluation of Color Differences of Opaque Materials
- ASTM-G53 Operating Light Water Exposure Apparatus (Fluorescent UV Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials, Pratice
- ASTM-SSPC-VIS 1 Pictorial Surface Preparation Standards for Painting Steel Structures - Steel Structures Painting Conci

- DIN - Deutsches Institut Für Norming
- DIN-50018 Balansprunchung in Schwitzwasser - Wechselklima Mit Schwefeldioxydhaltiger Atmosphäre (Kesternich) - Determinação da Resistência ao SO2 - Aparelho Kesternich.
- SAE Society of Automotive Engineers.

10.5.5 REQUISITOS PARA A ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO EXECUTIVO

Dos procedimentos executivos devem constar todos os itens a seguir relacionados, acrescidos de todo e quaisquer outros que forem necessários à conclusão da obra:

- descrição de todos os materiais e suas características junto com suas fichas técnicas, normas em que se baseiam e todos os certificados, ensaios e testes necessários para a comprovação destas características;
- descrição de todos os processos envolvidos na fabricação incluindo-se processos de pintura, preparação de superfície e aplicação;
- plano de inspeção e teste, contendo:
  - materiais a serem inspecionados, nas diversas fases (recebimento, fabricação, produto acabado, pré-montagem, pintura);
  - agente inspetor;
  - local de inspeção;
    - tipo de inspeção: visual;
    - dimensional;
    - ensaios previstos nesta especificação técnica e quaisquer outros que se fizerem necessários;
    - qualificação dos processos de soldagem e dos respectivos soldadores;
  - normas, especificações e procedimentos de inspeção aplicáveis;
  - amostragem;
  - documentos que serão emitidos.
- plano de montagem onde estarão detalhados todos os meios e métodos a serem empregados na execução e deverão incluir os seguintes itens:
  - definição de métodos de verificação de alinhamentos, nivelamentos e prumos para aparelhos de apoio, estrutura e outros;
  - seqüência de montagem da estrutura: incluindo a interface com a estrutura de concreto,
  - concretagem dos chumbadores, placas de base, insertos, embutidos e critérios de aceitação;
  - técnicas executivas;
  - seqüência de montagem dos elementos, módulos, sub-conjuntos, conjuntos;
  - movimentação e colocação de módulos, sub-conjuntos e conjuntos;
  - seqüência de técnica de parafusamento;
  - equipamentos;

- ferramental;
- etapas de montagem em que serão feitas as verificações de desempenho da estrutura quanto a alinhamento, nivelamento, verticalidade, estanqueidade, deformabilidade e outros;
- mão de obra.

- procedimento de teste para aparelhos de apoio;
- procedimento de segurança, higiene e medicina do trabalho detalhando todas as ações preventivas e corretivas;
- procedimento de movimentação, transporte e armazenagem de cargas contendo meios e métodos visando a preservação da integridade física, geométrica, de tratamento anti-corrosivo e acabamento de toda a estrutura ou elementos que a compõem;
- procedimento de teste de instalação contendo meios e métodos para aferir a obediência da montagem aos parâmetros definidos em projeto, nas normas citadas e exigências estabelecidas nesta especificação técnica, inclusive com pré-montagem;
- procedimento de avaliação de desempenho do serviço em andamento;
- procedimento de avaliação de desempenho do serviço concluído, para a estrutura metálica propriamente dita e todos os elementos de acabamento, elementos de vedação, caixilharia, sistemas de aterramento, proteção contra descargas atmosféricas, drenagem e outros.

10.5.6 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE

Antes do início das atividades

- procedimentos executivos;
- projeto de detalhamento e fabricação da estrutura principal;
- projeto deverá complementar e detalhar o projeto básico, acrescentando as situações geradas devido as fases de montagem e içamento da estrutura inclusive as geradas devido ao acúmulo de material, carga de equipamentos, dutos e outros. Estas complementações devem ser acompanhadas das respectivas memórias de cálculo.
- todos os elementos que servirão de parâmetro para as verificações parciais e final de desempenho da estrutura (serviço em andamento e serviço concluído), com seus respectivos cálculos;
- projeto executivo e de fabricação da caixilharia;
- projeto de sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- projeto de estruturas secundárias fixadas na estrutura metálica principal para suporte de sistemas de comunicação visual, iluminação e sonorização;
- fornecimento de todas as normas utilizadas não constantes desta especificação;

- procedimento de acompanhamento e manutenção dos aparelhos de apoio;
- relatório de comprovação dos desempenhos exigidos no serviço concluído;
- os desenhos de fabricação devem ser acompanhados da respectiva lista de material, podendo ser fornecidas no próprio desenho ou em documento separado conforme padrão fornecido pelo Poder Concedente e deverá conter todas as peças, conjuntos e sub-conjuntos com a marca do elemento, quantidade, material, peso unitário e peso total. Para a listagem dos parafusos, porcas e arruelas deverá constar o item, a quantidade, descrição e tipo de conexão, tipo e designação ASTM do parafuso, diâmetro, gripe, comprimento do parafuso e tipo de revestimento.
- O código das cores das tintas de acabamento utilizadas, no sistema Munsell.
- Resultados dos ensaios realizados
- manual de manutenção contendo:

  - relação de itens com previsão da periodicidade que deverão sofrer inspeção, manutenção e recuperação ou troca, limpeza, tipo de ferramenta e estrutura auxiliares de apoio provisório (que não poderão interferir com a utilização da área), compatível com a vida útil de cada material. Todos estes serviços deverão ser acompanhados de seus respectivos procedimentos;

  - desenhos esquemáticos no tamanho A4, prevendo a troca ou recuperação de peças/conjunto de peças, aparelhos de apoio, elementos de caixilharia, drenagem e outros.

11 PROJETO EXECUTIVO DE ACABAMENTO E COMUNICAÇÃO VISUAL

11.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos técnicos e de desempenho exigidos para os materiais e projeto, bem como estabelecer as diretrizes para o desenvolvimento do projeto executivo de arquitetura das edificações a Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo.

11.1.1 REQUISITOS TÉCNICOS

11.1.1.1 GERAL

Todos os elementos do projeto de acabamento que compõem o revestimento de paredes, pisos e tetos deverão ser definidos de acordo com critérios de funcionalidade, segurança, harmonia

entre os elementos arquitetônicos e de comunicação visual, sustentabilidade, durabilidade, facilidade de manutenção e reposição (equivalência de outros produtos no mercado) e custo, atendendo ao conceito arquitetônico proposto.

Os materiais escolhidos para o revestimento deverão reproduzir fielmente as cores pretendidas em projeto, apresentando resistência às intempéries, limpeza e atos de vandalismo, de acordo com as normas e requisitos do item 13 deste documento, de modo a manter suas características físicas originais.

Com relação à escolha das cores, deve ser levada em conta a ação da poluição e da fuligem, incidência do sol, etc.; estes agentes colaboram para que as cores escureçam ou calcinem com o passar do tempo. Da mesma forma, as cores claras devem ser usadas com parcimônia: a exposição desses elementos à sujeira em geral faz com que eles percam suas características originais, prejudicando a proposta do projeto.

As cores escolhidas também deverão garantir contraste e legibilidade com a cor da linha utilizada nas placas de comunicação visual.

As cores devem ser especificadas no projeto preferencialmente com códigos de referência do sistema Munsell. Para estruturas metálicas ainda será admitida a codificação no sistema de cores RAL.

Nas áreas públicas, a fim de ocultar as instalações não embutidas, poderá ser utilizado um revestimento afastado suficientemente da parede, de forma a ficar compatível com o local de instalação, observando-se o dimensionamento mínimo de cada ambiente.

Para possibilitar a manutenção das instalações não embutidas citadas no parágrafo acima, o revestimento deverá ser modulado, prevendo-se fixação que permita a sua sucessiva e constante remoção, considerando-se ainda que o peso das peças seja suportável por uma pessoa.

Nas áreas públicas, quando houver a necessidade de acesso às instalações, dutos ou outros elementos aparentes no teto, deverá haver forro aberto vertical (tipo baffle). Quando não houver esta necessidade, o teto poderá ser revestido com outros tipos de forros modulados.

Deverá haver compatibilização da modulação dos forros com as luminárias, placas de comunicação visual, sonofletores, câmeras de CFTV, dutos de ventilação, etc.

Com relação ao conforto acústico dos ambientes – inclusive das áreas públicas – deve ser avaliada a necessidade de aplicação de tratamento acústico para redução de ruídos.

Nas áreas públicas, o material de revestimento das paredes deverá considerar também que alguns locais estarão sujeitos a impactos, riscos e outros danos causados pela proximidade do público – dessa forma, nessas áreas não deverão ser aplicadas placas de alumínio composto, chapas metálicas sem estruturação ou com espessura inadequada e/ou pintura esmaltada comum, vidro comum, chapas perfuradas, laminados e policarbonatos sem proteção superficial e outros.

As esquadrias (portas, fechamentos para hidrantes, painéis de luz e painéis verticais) devem ter, sempre que possível, a mesma linguagem: material, acabamento, componentes.

Equipamentos como hidrantes, extintores e painéis de luz, sempre que possível, deverão ficar agrupados.

O projeto dos revestimentos para fechamentos laterais das escadas rolantes bem como seus corrimãos deverão atender às diretrizes de dimensionamento e instalação fornecidas pelo fabricante do equipamento, incluindo às relativas a segurança dos usuários como anteparo para proteção de cabeça nos encontros dos vãos e outros.

Preferencialmente as paredes de fechamento dos elevadores (caixa de corrida e a cabine) deverão ser executadas com vidro laminado de segurança, permitindo a máxima transparência, exceto quando houver algum impedimento.

Há um conjunto de elementos de acabamento, tanto nas áreas técnicas e operacionais, que deverão ser aplicados em todos os projetos mantendo uma mesma linguagem e facilitando os serviços de manutenção:

- armários para telefones técnicos, spaps e equipamentos de combate a incêndio
- lixeiras
- bancos de plataforma
- alçapões
- corrimãos
- cancelas de bloqueio e fechamento para separação de fluxo
- cancelas de plataforma (quando não houver portas de plataforma)
- bilheterias
- salas de supervisão operacional
- ferragens de portas
- equipamentos de sanitários e vestiários
- divisórias para sanitários e vestiários
- faixa amarela

Normas

Todos os materiais utilizados deverão atender às seguintes normas:

- Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo – IT 10 em sua última versão com classificação para paredes e divisórias, tetos e forros e os seus revestimentos Casse I ou II-A. Os pisos e seus revestimentos, nas áreas de circulação públicas e rotas de fuga, devem atender às Classes I ou II-A. Nas demais áreas os pisos poderão atender às

Classes I a IV-A. Os demais materiais empregados, equipamentos, mobiliários, comunicação visual e outros devem atender aos requisitos às exigências do Corpo de Bombeiros quanto ao grau de inflamabilidade e toxidade.

- Todos os materiais empregados devem atender aos requisitos técnicos e de desempenho deste Volume II e às Normas Brasileiras válidas na data da elaboração do projeto.

Todos os elementos de alumínio devem ser anodizados, com acabamento fosco acetinado, ou receber pintura eletrostática. Todos os elementos de aço carbono devem ser galvanizados e/ou receber pintura contra corrosão. Elementos de aço inoxidável devem ter acabamento escovado acetinado (ST). Não devem ser usadas chapas metálicas perfuradas como revestimento nas áreas públicas ao alcance das pessoas.

Todos os materiais de acabamento, comunicação visual, obras de arte e painéis de propaganda deverão ser fixados de modo a resistirem aos efeitos do vento de 60km/h, ocasionados pela movimentação dos trens, denominado efeito pistão.

11.1.1.2 ALVENARIAS

- As alvenarias deverão ser projetadas atendendo ao item 13.16
- Os seguintes elementos, abaixo relacionado, poderão ser utilizados na execução das alvenarias:
- Tijolo cerâmico laminado

  Utilizado como elemento de acabamento em paredes externas devendo receber tratamento protetor não-pigmentado (verniz).

- Tijolo de barro maciço

  Utilizado em alvenarias de ambientes com rede hidráulica, tais como sanitários, vestiários, cozinhas, copa e primeiros socorros, revestido com argamassa pintada ou cerâmica.

- Bloco cerâmico furado

  Destinado a alvenarias sem função estrutural, internas ou externas. Deve ser revestido.

- Bloco estrutural

  Fabricado em cerâmica ou em concreto pré-moldado. Quando exercer efetivamente função estrutural, o elemento deve ser detalhado e quantificado no projeto específico de Estrutura. Caso o bloco seja utilizado por suas características acústicas, sem função estrutural, ele deve constar e ser quantificado no projeto de arquitetura.

- Blocos de concreto pré-moldado

Destinados tanto para alvenarias internas como externas, com junta a prumo ou amarrada. Podem ser revestidos com argamassa ou ficar aparentes, com tratamento protetor pigmentado ou não (pintura ou verniz).

- Elementos vazados pré-moldados de concreto

  Utilizados como acabamento de aberturas e divisórias, quando se pretende ventilação permanente.

- Blocos de concreto celular

  Tem características que o tornam leve, isolante acústico e térmico, utilizado como vedação em paredes de pequenas dimensões, sem função estrutural. Devem ser revestidos com argamassa. Sua utilização é recomendada em áreas de apoio operacional como escritórios, por facilitar possíveis necessidades de adequação de layout

- Bloco de vidro com ventilação

  Usado em aberturas quando se pretende entrada de luz e ar ao mesmo tempo.

- Tijolo de vidro sem ventilação

  Utilizado como divisória entre ambientes, quando se pretende a entrada de luz.

11.1.1.3 ACABAMENTOS VERTICAIS

Todas as alvenarias das áreas públicas devem receber proteção visando sua melhor conservação.

Estruturas de concreto aparente devem ser pintadas com verniz incolor; em áreas sujeitas a vandalismo as estruturas de concreto receberão verniz incolor antipichação. Não revestir estruturas de concreto com placas cerâmicas assentadas.

Nas áreas externas e nas áreas internas sujeitas a insolação, os revestimentos aplicados devem resistir às intempéries, sem descolorir, desbotar ou manchar.

Para pinturas comuns poderá ser utilizada tinta acrílica, desde que a base de água por não possuir elementos que causem emissão de gazes tóxicos.

Não utilizar placas de gesso acartonado nas áreas públicas.

Deve ser previsto perfil de aço carbono embutido nos cantos vivos das paredes com acabamento em pintura sobre argamassa.

Deve ser previsto perfil de alumínio (embutido ou aparente) nos cantos vivos das paredes com acabamento cerâmico em vestiários, sanitários, depósitos de lixo, lavanderias, oficinas de manutenção, de lavagem de trens, salas de baterias e demais áreas molhadas.

Tipos de acabamentos

– Pintura pigmentada

  Utilizada em ambientes internos e externos, conforme Tabela 1 – Acabamentos e Tabela 2 - Acabamentos.

– Verniz

  Utilizado como proteção, tanto em áreas externas como internas, sobre o concreto e alvenaria aparentes, padrão semi-brilho. Em superfícies externas (concreto e blocos aparentes) sujeitas a vandalismo, deverá ser utilizada proteção antipichação. Em áreas internas a aplicação de verniz para proteção de concreto deve considerar a IT10 do Corpo de Bombeiros, em sua última versão, ou seja em sua composição não poderá haver compostos que possam causar emissão de gases tóxicos.

– Cerâmica

  Por apresentar facilidade de manutenção, primordialmente é especificado em ambientes que necessitam lavagem constante. Pode ser adotado para revestimento como proteção e elemento decorativo. Deve apresentar sistema de garras no tardoz (verso).

– Painéis decorativos

  Painéis apostos (salientes das paredes), com estrutura auxiliar e placas removíveis. Deverão ser modulados, prevendo-se fixação que permita a sua sucessiva remoção. O material eleito para o revestimento das placas deve ser compatível com o observado no item 11.1.1.1.

11.1.1.4 DIVISÓRIAS

– Divisória em laminado de alta pressão

  É constituída de estrutura em alumínio anodizado ou aço inox e painéis de laminado fenol melamínico balanceado de alta pressão, acabamento texturizado em ambas as faces. Essa divisória é utilizada como separação entre chuveiros, sanitários e mictórios, nos sanitários e vestiários públicos, operacionais e administrativos.

– Divisórias revestidas em laminado

  Divisórias removíveis em chapa dura de fibra de madeira prensada, com miolo do tipo colmeia (MSO), revestidas em laminado melamínico e estrutura em alumínio anodizado. Podem ser usadas em áreas administrativas ou operacionais.

11.1.1.5 PISOS E COMPLEMENTOS

Todos os ambientes públicos internos das estações devem ser revestidos com placas de granito que atendam integralmente ao item 13.19 deste documento. Devem ter acabamento levigado nas áreas internas e apicoado ou flameado nas escadas e acessos.

Os pisos táteis das áreas públicas internas deverão ser de porcelanato embutidos no piso. Nas áreas técnicas e operacionais pode ser aplicado piso tátil de borracha ou cimentício, conforme o piso adotado nas circulações dessas áreas. Qualquer que seja o material adotado para os pisos táteis, a cor definida para todo o sistema metroviário é o azul Munsell 10B 5/10, excetuando-se apenas a faixa tátil na borda da plataforma que deve ser o amarelo Munsell 2,5Y 8/12.

A localização do piso tátil deverá seguir a NBR 9050.

Deverá ser previsto direcionamento tátil no piso das áreas públicas de forma a encaminhar a pessoa com deficiência desde a rua até a segunda porta do primeiro carro em cada plataforma (de cada via), passando pela linha de bloqueio. Os pisos devem se direcionar sempre para os elevadores - nunca para escadas fixas ou rolantes. Os pisos tátil direcional devem ser instalados próximos ao eixo dos corredores e a no mínimo 1,00 m de paredes e obstáculos conforme NBR 9050. Deve haver, ainda, encaminhamento com piso direcional até as bilheterias e mapas táteis. O encaminhamento para os elevadores deve direcionar o usuário em direção à botoeira, geralmente no lado direito da porta do elevador.

Devem ser previstos elementos de acabamento das juntas de piso para dilatação das estruturas de concreto. Verificar necessidade de juntas de movimentação ou solidarização dos revestimentos de piso. Também devem ser previstas juntas nos encontros de revestimentos de materiais distintos.

As soleiras devem ser de material antiderrapante.

Deverá ser previsto perfil de aço carbono em furos da laje ou nas extremidades livres onde o acabamento for cimentado desempenado comum. Somente nas salas de média tensão usar perfis de borracha.

Deverão ser previstos rodapés em todas as paredes de alvenarias, inclusive sóculos, com altura mínima de 10 cm. Utilizar o mesmo material de acabamento do piso junto a esse rodapé, ou outro material compatível.

Tipos de acabamentos

– Granito

  O material, normalmente utilizado em áreas públicas, deve atender os requisitos exigíveis para as áreas de grande solicitação, conforme parâmetros descritos no item 13.20 - alta resistência à abrasão, baixa permeabilidade, facilidade de limpeza e de manutenção - e deve ser escolhido entre jazidas próximas e de grande produção.

– Borracha

O piso especificado deve ser livre de emissão de gazes tóxicos, como PVC e outros, e compatível com o uso: deve ser resistente ao impacto, a escorregamento, a desgaste superficial, além de prover facilidade de limpeza e reposição. Utilizado em salas operacionais e técnicas, conforme Tabela 1 – Acabamentos.

– Cerâmica

Material de grande resistência à abrasão e impacto, fácil manutenção e aplicação. Utilizada como piso em algumas salas técnicas e operacionais, conforme quadro anexo. A cerâmica especificada é do tipo industrial de alta resistência com sistema de fixação tipo "garras" (no tardoz).

– Piso cimentado

Por sua simplicidade de execução e baixo custo, esse tipo é especificado para revestimento de degraus de escadas internas em áreas técnicas, salas técnicas e áreas externas em geral, conforme quadro anexo.

– Piso elevado

Utilizado em salas que exigem passagem de cabos e instalações cuja manutenção é constante e onde não há porão de cabos sob o ambiente em questão, tais como sala de equipamentos eletrônicos, SSO, etc. As placas devem ser moduladas em chapa metálica e revestidas com borracha lisa, livre de emissão de gazes tóxicos como PVC e outros, conforme quadro anexo.

11.1.1.6 ACESSÓRIOS DE PISO

Devem ser previstos ralos nos sanitários, nos vestiários (um por box de chuveiro), nas cozinhas, nas copas, nas salas de primeiros socorros, nas salas e depósitos de lixo, nas oficinas do bloco de manutenção de trens dos pátios e junto a todos hidrantes e torneiras de lavagem.

Onde não houver desnível entre uma área interna e uma área externa, deve ser prevista grelha de drenagem no piso do lado externo.

11.1.1.7 TETOS E FORROS

Nas áreas públicas a altura dos forros suspensos deve garantir um pé direito mínimo de 3,50 m. Em ambientes fechados como sanitários públicos, salas de primeiros socorros e outros, o pé direito poderá ter o mínimo de 2,60m.

Devem ser previstos elementos de acabamento das juntas de teto para dilatação das estruturas de concreto. Verificar necessidade de juntas de movimentação ou solidarização dos revestimentos de teto.

A localização dos forros deverá garantir sua condição de estabilidade, evitando sua instalação em áreas sujeitas ao empuxo por diferença de pressão entre os volumes de ar isolados pelo forro. Não deverão ser instalados forros sob claraboias, lanternins e aberturas com ventilação.

Verificar estanqueidade do fechamento acima do plano de forros (especialmente dos forros de lã mineral). Evitar inseri-los no local se sujeitos a chuva, vento e umidade.

O sistema de fixação e estruturação dos forros deverá ser resistente ao manuseio constante e ao processo de manutenção dos sistemas mecânicos, elétricos, hidráulicos, de sonorização e demais estruturas que passam sobre ele, devendo ser evitado o tipo clipin nos locais onde esteja prevista a instalação de sistemas.

– Forro horizontal linear aberto

Pode ser perfurado ou liso, em painéis metálicos modulares. A finalidade principal é cobrir todas as instalações elétricas, de ventilação ou hidráulica que correm junto ao teto. Esse tipo de forro não necessita de grande espaço vertical para sua instalação. Todo o sistema de iluminação e sonofletores podem ser embutidos nesse sistema. Ele pode, também, ser associado a revestimento acústico a fim de melhorar o conforto nas áreas públicas.

– Forro vertical tipo baffle

Deve ser constituído por painéis metálicos lisos, com altura e espaçamento definidos no projeto. O espaçamento entre as lâminas possibilita a colocação de luminárias, sonofletores e outros equipamentos, bem como a passagem dos tirantes das placas de comunicação visual.

– Domos

Opção para os casos em que não há possibilidade de se abrir janela para o exterior. Nesses casos, a solução é a colocação de domo no teto, com ou sem ventilação permanente. A superfície de entrada de luz pode ser em fibra de vidro, policarbonato ou vidro laminado, dependendo do local.

11.1.1.8 ACESSÓRIOS E VEDOS

Para a elaboração e aplicação dos guarda-corpos e corrimãos nas áreas públicas e operacionais dos edifícios metroviários devem ser observadas as seguintes diretrizes técnicas:

– Painéis de fechamento de vãos e guarda-corpos no limite de pavimentos que avançam sobre via de tráfego de trens ou outros veículos, bem como para fechamento de vãos com altura superior a dois pavimentos deverão ter altura mínima de 2,10 m. No interior das estações, o fechamento deverá ser de vidro laminado e temperado para assegurar a iluminação e controle visual dos ambientes.

– Nas áreas públicas deverão ser utilizados elementos em aço inox ou aço carbono galvanizado e pintado. Nas áreas públicas cobertas, são usados os elementos com fechamento de vidro ou chapa de aço com esmaltação vítrea. Nas áreas sujeitas a

vandalismo, devem ser de aço carbono galvanizado e pintado. Guarda-corpos utilizados para fechamento de lajes planas não necessitam corrimãos.

- Em todos os casos, para as áreas públicas, os corrimãos deverão ser de aço inox, independente do material que compõe sua estrutura.
- Quando não houver parede ou mureta edificada, deverá ser construída uma mureta para base com, no mínimo, 20cm de altura.
- No interior das estações, as escadas e rampas com largura maior que 2,40m deverão ter corrimãos intermediários, de maneira a não haver nenhum vão com largura maior do que este valor, respeitando-se a largura útil mínima de 1,20m, conforme NBR 9050.
- Deverá ser verificada a necessidade de fechamento complementar nas laterais das escadas rolantes, no piso acabado entre duas escadas rolantes ou entre uma escada fixa e uma rolante.
- Prever fechamento total dos vãos sob escadas fixas e rolantes das áreas públicas das estações, ou na área de projeção horizontal das mesmas, onde a altura livre seja inferior a 2,10m.
- Prever guarda corpo em escadas marinheiro com altura superior a 3,00m. Garantir vão livre de 2,10m sob o guarda-corpo. Verificar necessidade de alça para engate nas escadas marinheiros. Verificar necessidade de pega mão nos acessos a portinholas, alçapões e escadas marinheiro. As escadas marinheiro para acesso às áreas internas das caixas d'água, reservatórios subterrâneos de água potável, de água servida, e outros devem, também ser confeccionadas em aço inox.
- Deverá ser previsto acesso e trânsito seguro para manutenção e limpeza de todos os ambientes, incluindo coberturas, porões, forros e fachadas, através de alçapões, portinholas, painéis móveis, ou outras soluções. Garantir que o trânsito nesses espaços seja seguro. Nas coberturas - onde não houver guarda-corpo, anteparo ou outra proteção. Prever a instalação de tubo para fixação de cinto de segurança, para manutenção e limpeza dessas áreas.
- Nas passarelas das vias e nas salas técnicas, deverá ser previsto guarda-corpo específico da relação de acabamentos.
- As soluções de vedos, gradis e esquadrias devem ser padronizadas quanto à modulação, dimensões, materiais e acabamentos e devem atender o conceito arquitetônico proposto no projeto básico.
- Nos locais em que forem instalados guarda-corpos ou corrimãos isolados prever mureta de alvenaria ou concreto para fixação dos montantes, com altura mínima de 12 cm e largura de 20 cm.
- Prever barras de apoio em inox nos sanitários e vestiários PCD, copas, refeitórios e salas de primeiros socorros, junto às portas e aos equipamentos sanitários.

- Os alçapões das áreas públicas devem ser revestidos com o mesmo material de acabamento do piso no qual estão inseridos. Os alçapões devem conter ganchos para sua remoção com mínimo esforço.
- Deve ser previsto alçapão de acesso aos cabos sob as linhas de bloqueios e contadores de passagem.

11.1.1.9 EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E SANITÁRIOS

Devem ser previstos sanitários públicos acessíveis separados por sexo, independentes dos sanitários principais, preferencialmente dentro da área paga.

Devem ser previstos, também, sanitários públicos acessíveis anexos à sala de primeiros socorros preferencialmente na área livre.

Nos sanitários, deve ser previsto um papeleiro e um cabide metálico por bacia, um porta papel toalha por bancada a cada 3 cubas (mínimo de 1 por ambiente). O número de saboneteiras deve ser igual ao número de cubas menos um (no mínimo uma saboneteira). E, conforme o Código de Obras, prever uma cuba ou lavatório por bacia sanitária.

Os espelhos dos sanitários devem ter a mesma largura que a bancada. Nos sanitários reservados e cabines PCD, o espelho deve atender a NBR9050.

As salas de primeiros socorros devem ter uma bancada de aço inox para procedimentos médicos e um lavatório acessível.

Devem ser previstos sanitário, vestiário (com área de troca) e refeitório acessíveis para os funcionários. Nesse caso, não há necessidade de separação dos ambientes comuns dos acessíveis. Nesta situação o box do sanitário e vestiário acessível deve ser posicionado junto a porta principal do ambiente para se evitar conflito de fluxo.

Todas as louças sanitárias (bacia, lavatório e mictório individuais) devem ser de linha comercial, esmaltadas, cor branca. Deve ser atendida a NBR 9050, prevendo louças sem coluna e peças com alturas adequadas, nos sanitários e vestiários PCD, nas copas, nos refeitórios e nas salas de primeiros socorros, objetivando bom direcionamento de fluxo.

Nos sanitários públicos das estações deverão ser previstas bacias comuns com caixas embutidas na alvenaria e dispositivo anti-vandalismo. Nos sanitários em áreas não-públicas deverão ser previstas bacias com caixa acoplada. Nos sanitários acessíveis, prever caixa de descarga embutida na alvenaria.

11.1.1.10 ESQUADRIAS

Portas, painéis especiais, caixilhos e janelas, dentro do possível, devem apresentar a mesma linguagem, componentes e acabamento, constituindo uma unidade no espaço da estação.

Devem ser previstas esquadrias de fechamento para nichos/armários de hidrantes, quadros de controle, quadros elétricos e de telefone, intercomunicadores, nichos/armários de macas, nichos/armários de guarda de material de resgate e acesso à via, controles da porta de plataforma, passagem de cabos, hidrômetros e demais nichos.

Conforme NR 24, a área dos caixilhos nos sanitários deve corresponder a, no mínimo, 1/8 (um oitavo) da área do piso. A parte inferior dos caixilhos dos sanitários deve estar no mínimo a 1,50m do piso.

Tipos de fechamento

– Em aço

Toda esquadria exposta à condição de solicitação mecânica intensa – inclusive vandalismo - deve ser confeccionada em aço (chapa dobrada), com acabamento galvanizado e/ou pintado.

– Em alumínio

Em geral, as esquadrias das edificações são confeccionadas em alumínio anodizado, acabamento fosco acetinado.

– Madeira compensada revestida com laminado melamínico

Adotada somente em portas de áreas administrativas em que o conforto acústico é um fator determinante.

– Vidros

Em todo caixilho móvel, fechamento de vidro fixo de áreas públicas, de áreas externas não-públicas e das áreas internas não-públicas elevadas (como sacadas, painéis elevados, claraboias, coberturas, entre outros) deve ser utilizado vidro laminado. Elementos de vidro definidos por projeto como não encaixilhados devem ser previstos com vidro temperado e laminado. Elementos de vidro nos quais são previstos furos também devem ser temperados e laminados. De acordo com a NBR 7199, o envidraçamento de caixas de escada deve ser em vidro aramado.

Para envidraçamento de fachadas e de vãos e para determinação de janelas para condições específicas deverão ser observadas as normas NBR7199, NBRNM293, NBR 19821-1 e NBR 10821-2. Deverão ser descritos no projeto o tipo de vidro, espessura, acabamento das bordas, gaxetas de fixação, calços, selantes, fixadores, obturadores, escovas de vedação, pinturas, baguetes, ferragens, bandeiras, montantes, travessas e demais componentes da esquadria. Deverão ser evitados contatos bimetálicos sem proteção, como entre alumínio e ferro.

Nos caixilhos de vestiários e sanitários posicionados em nível térreo ou com fácil visualização por área externa deverá ser previsto vidro impresso (tipo mini-boreal), aramado ou serigrafado.

Grandes panos de vidro para fechamentos deverão ter película auto-limpante (polímero hidrofóbico) e película incolor de proteção solar. Em volumes de difícil acesso para manutenção e limpeza deverão ser previstos escadas retráteis, passarelas de serviço, linhas de vida para permitir o acesso seguro conforme NR 35.

– Portas

Nas áreas técnicas e operacionais deverão ser usadas preferencialmente portas de alumínio do tipo venezianas com ventilação permanente, com exceção de alguns ambientes cuja especificidade requer outros fechamentos, tais como:

porta-fogo: antecâmaras de escadas enclausuradas, rotas de fuga, rotas especializadas, salas com carga de incêndio elevadas, etc.

Corta-fogo insonorizada e hermética: sala do grupo gerador diesel.

Estanque: salas de baterias, dutos de ventilação (quando não fornecido pelo Sistema de Ventilação), etc.

Vedada: sala de equipamentos eletrônicos, ambientes climatizados em geral.

Acústica: sala dos trafos (fornecida juntamente com os painéis acústicos pela Gerência de Projetos e Concepção de Sistemas).

De Enrolar: quando há necessidade de fechamento de grandes vãos, sem interferências. Elas devem ser automatizadas, com acionamento remoto e trava anti-queda. Quando voltadas para áreas públicas, devem ser de perfis reforçados, resistentes a vandalismo.

– Caixilhos e janelas

Caixilhos do tipo maxim-ar (projetante), não devem ser utilizados no nível térreo das edificações; nos demais pavimentos, não devem ser utilizados junto a áreas de passagem, inclusive terraços, varandas e passadiços elevados.

Quando houver caixilhos projetantes ou basculantes altos, prever no detalhamento acionamento de abertura a 1,50 m do piso.

Evitar esquadrias com ventilação permanente em ambientes como escritórios e oficinas. Se utilizado, verificar condições de ventilação e de insolação direta, proteção à chuva e a intempéries.

Prever os meios de acesso a todos os caixilhos para manutenção e limpeza.

11.1.1.11 EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Devem ser previstas lixeiras de aço inox a cada 10m, aproximadamente. Nas áreas pagas, junto a cada linha de bloqueios, deverá ser previsto um conjunto de lixeiras para coleta seletiva. Nas plataformas, deverão ser previstas lixeiras transparentes e passíveis de serem inspecionadas pela equipe de segurança, caso seja identificada a presença de objetos estranhos. Para a

locação destes equipamentos deve ser usado o mesmo critério das lixeiras de aço inox. Deve ser verificado também qual o tipo de fixação é mais adequado em cada situação – se na parede ou no piso. Nas áreas isoladas ou sujeitas a vandalismo das estações e terminais urbanos, as lixeiras devem ser mais robustas, com cesto em chapa de aço inox.

Devem ser previstos dois armários para SPAP, telefone técnico e de emergência por plataforma, posicionados um na cabeceira e o outro a dois terços, aproximadamente, do armário da cabeceira.

Devem ser previstos suportes para extintores. Analisar qual tipo de fixação, se em piso ou em parede, é mais adequada em cada situação.

Os bancos devem ser dispostos em conjuntos de, no mínimo, quatro assentos, mais um assento especial para obesos, nas extremidades das plataformas, fixados de preferência à parede para facilitar a limpeza.

Deve ser prevista caixa de sugestão, na área livre, próximo à SSO.

Deve ser previsto um armário em cada plataforma para guarda de equipamentos de resgate na via e socorro (maca, EPI e outros).

- **Cabines**

As bilheterias blindadas são compostas por módulos de serviço e de trabalho, com dois ou mais guichês, de acordo com a demanda. Cada estação possui uma ou mais bilheterias dispostas no mezanino. Os componentes são modulares e possuem blindagem certificada. O acesso de funcionários se dá através de eclusa com portas blindadas voltadas para a área de circulação livre do mezanino para garantir maior controle visual a partir da linha de bloqueio e SSO. As bilheterias devem ter fechamento lateral, posterior e superior em concreto. A altura livre do pé direito ambiente deverá ser de 2,60 m, devendo ser considerada a instalação de equipamentos auxiliares, como ar condicionados e outros, sobre o forro.

A Sala de Supervisão Operacional (SSO) deverá ser composta de módulos de serviço e de trabalho padronizados e estar junto à linha de bloqueios.

11.1.1.12 SALAS OPERACIONAIS

- Nos escritórios das estações e salas de reunião deverão ser observados os níveis de iluminamento estabelecidos na NBR 5413, os níveis de ruído dB e NC estabelecidos na NBR10152, índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23ºC, velocidade do ar não superior a 0,75m^2/s e umidade relativa do ar não inferior a 40%, de acordo com a NR 17. Nos ambientes operacionais, sempre que possível, garantir ventilação e iluminação naturais. A iluminação suplementar a ser instalada deve evitar ofuscamento, reflexos, sombras e contrastes excessivos.

- Os sanitários, vestiários e refeitórios deverão atender à NR 24. Os refeitórios deverão ter uma pia com tampo de granito e um lavatório acessível.
- Na sala de material de limpeza, deverão ser previstas prateleiras e tanque de lavagem.
- Nas salas de material de consumo e nos depósitos , deverão ser previstas prateleiras.
- Para os acabamentos de parede, piso e teto/forro, deve ser seguida a Tabela 1 - Acabamentos.

11.1.1.13 SALAS TÉCNICAS

Não deverão ser previstos acabamentos de áreas não acessíveis, como poços de elevador e dutos de ventilação.

Não deverá ser colocado forro nas salas técnicas.

As portas das salas técnicas deverão se abrir no sentido da rota de fuga.

As salas de baterias (SBA) deverão ter caixilho que permita ventilação permanente voltado para área externa, portas de acesso estanques, revestimentos cerâmicos resistentes a ataque químico, ralos ou grelhas no piso e um desnível de 3cm da área interna em relação à externa para evitar saída de água, bem como um pé-direito mínimo de 2,75m.

As salas de grupo gerador diesel (SGD) deverão ser executadas com paredes duplas de alvenaria estrutural. Prever porta corta-fogo hermética e insonorizada e tanque de contenção com revestimento em pintura epóxi.

As salas de equipamentos elétricos média tensão (SMT) deverão ter revestimentos de borracha livre de emissão de gazes tóxicos no piso e na parede, até no mínimo 2,50 m do piso acabado, para o isolamento elétrico.

Como se tratam de ambientes climatizados, as salas de equipamentos eletrônicos (SEE) deverão ter portas vedadas, sem ventilação natural. Além disso, caso não haja porão de cabos sob estes ambientes, deverão receber piso elevado.

Todo ambiente onde houver tráfego de veículos ou equipamentos pesados (através de monovias) - como as salas dos trafos e as dos ventiladores, por exemplo - deverá ter acabamento de piso em cimentado de alta resistência.

Para revestimento das paredes, piso e teto/forro dos ambientes das salas técnicas, seguir a Tabela 1 – Acabamentos abaixo:

		PISO					TETO/FORRO			PAREDE					
		cerâmico tipo industrial ou porcelanato técnico antiderrapante	cimentado desempenado	cimentado de alta resistência	borracha lisa sem PVC	granito	forro acústico de lã mineral	vertical tipo "baffle"	verniz sobre laje de concreto a base de água	laminado fenomelamínico	cerâmica comum	pintura sobre argamassa	borracha lisa sem PVC	cerâmica tipo industrial	verniz incolor sobre bloco / concreto
SALAS TÉCNICAS	baterias (SBA)	*							*					*	
	gerador diesel (SGD)			*					*			*			
	trafos			*					*			*			*
	painéis / sinalização (SEE)				*				*			*			
	baixa tensão (SBT)				*				*			*			
	média tensão (SMT)				*				*			*	*		
	ventiladores / atenuadores			*											
	retificadoras e equipamentos de tração				*				*			*			
	Escadas técnicas e rotas de fuga especializadas			*					*			*			
	porão de cabos		*						*						*
SALAS OPERACIONAIS	bicicletário			*		*									
	áreas comerciais		*						*			*			
	sanitário público	*					*				*				
	sanitário/vestiário	*							*		*				
	primeiros socorros	*					*				*				
	sala SG/SL	*					*					*			
	escritório	*					*					*			
	copa / refeitório	*					*				*	*			
	lixo	*							*		*				
	material de limpeza (DML)	*							*		*				
	material de consumo	*							*			*			

		PISO					TETO/FORRO			PAREDE					
		cerâmico tipo industrial ou porcelanato técnico antiderrapante	cimentado desempenado	cimentado de alta resistência	borracha lisa sem PVC	granito	forro acústico de lã mineral	vertical tipo "baffle"	verniz sobre laje de concreto a base de água	laminado fenomelamínico	cerâmica comum	pintura sobre argamassa	borracha lisa sem PVC	cerâmica tipo industrial	verniz incolor sobre bloco / concreto
	sala de via permanente	*					*					*			
	sala da manutenção	*					*		*			*			
	SSO				*										
	bilheteria	*				*									
	escadas internas		*			*			*			*			
	rotas de fuga especializada	*							*			*			

11.1.1.14 ACABAMENTO DE PÁTIOS DE MANUTENÇÃO E ESTACIONAMENTO

Na situação em que as plataformas de manutenção acessam apenas uma via, deve ser previsto gradil de segurança na lateral da plataforma oposta à via.

Nas oficinas de manutenção pesada, deverão ser previstos ralos ou grelhas de drenagem.

As paredes das oficinas do bloco de manutenção devem ter a altura limitada para passagem da ponte rolante.

No almoxarifado, as portas devem permitir a passagem de empilhadeira. Os elevadores e monta-cargas devem ser cercados solidamente em toda sua altura, exceto as portas e cancelas necessárias para sua movimentação, conforme a NR 11.

Nos depósitos de materiais inflamáveis e de resíduos inflamáveis, prever portas corta-fogo e esquadrias com ventilação permanente. Conforme a NR 20, os tanques de armazenagem de líquidos inflamáveis instalados no interior de edifícios devem ser enterrados, as salas devem ser revestidas de material resistente ao fogo e que não provoque centelha por atrito de sapatos e ferramentas, as passagens e portas devem possuir soleiras ou rampas com ao menos 15 cm de desnível ou valetas abertas e cobertas com grade de aço para escoamento.

Nos depósitos de líquidos combustíveis e salas de armazenagem de líquidos inflamáveis, atender as condições de armazenagem estabelecidos da NR 20, quanto à distância entre os tanques, a distância entre depósito e os lotes urbanos e as vias públicas adjacentes.

Nas oficinas de manutenção de equipamentos eletrônicos, prever piso dissipativo.

Para as demais salas técnicas, ver item 11.1.1.16 – Salas Técnicas.

A cozinha deve ser sempre adjacente ao refeitório, pé direito mínimo de 3 m, portas de no mínimo 1 m de largura e ventilação e iluminação natural, conforme estabelecido na NR24.

Deverá ser previsto depósito climatizado para lixo, próximo à cozinha. O ambiente deve ter acabamento em piso cimentado e pintura de tetos e paredes de alvenaria em verniz incolor. A cabine climatizada, inclusive o revestimento de teto, paredes e pisos será fornecido pelo projeto de sistemas.

No depósito de lixo deverá ser previsto tanque de lavagem.

O ambulatório deve possuir rodapé curvo especial de borracha. Devem ser garantidas as condições de iluminamento estabelecidas pela NBR5413. Os caixilhos devem ser móveis, e permitir a iluminação e a ventilação naturais de todos os ambientes.

Para as salas operacionais, ver item 11.1.1.15 – Salas Operacionais

O encaminhamento através de piso tátil direcional deve ser previsto apenas nas áreas internas dos blocos de administração, de treinamento e da portaria, levando a pessoa com deficiência desde a porta de entrada do edifício até a área de recepção, balcão de informações ou elevador de acesso ao pavimento superior, a partir dos quais a pessoa poderá ser assistida, e apenas onde não houver condições para circulação autônoma com bengala de rastreamento (considerando que corredores podem ser tateados). Nas demais áreas de trânsito de pessoas, deverá ser prevista sinalização de alerta junto às escadas, elevadores e plataformas de acesso para cadeirantes. Não é necessário piso tátil de alerta nas escadas de acesso às valas de manutenção de trens.

O acabamento de paredes, pisos e teto/forro das áreas operacionais e técnicas dos pátios de manutenção e estacionamento, deverá estar em conformidade com a **Tabela 2 - Acabamentos**

Tabela 2 - Acabamentos

	PISO					TETO/FORRO				PAREDE			
	cerâmico	cimentado desempenado	cimentado de alta resistência	borracha lisa	piso dissipativo	forro modular liso	forro acústico de lã mineral	verniz sobre laje concreto	forro isolante térmico	cerâmica	pintura sobre argamassa	borracha lisa	verniz incolor sobre bloco/concreto
valas e plataformas de manutenção			*										*
oficinas mecânicas			*					*			*		*
oficinas elétricas			*					*			*		*
oficina de eletrônicos					*			*			*		*
pintura/serralheria/marcenaria			*					*			*		*
guarda demateriais/ferramentaria			*					*			*		*
lavagem de peças / veículos	*							*		*			
estaleiro de solda			*					*			*		*
CPQ provisionamento		*						*			*		*
CCV			*					*			*		*
almoxarifado - recebimento/docas			*					*			*		
almoxarifado - "pallets"			*					*			*		
almoxarifado climatizado				*				*			*		
depósito de inflamáveis			*						*				
depósito de lixo	*							*		*			
casa de bombas		*						*					*
portaria (crachá/segurança/transporte)				*			*				*		*
subestação retificadora - painéis				*				*			*		*
subestação retificadora - trafos			*					*			*		*
GGD				*				*			*		
SBA	*							*		*			
SMT				*				*			*	*	
SBT				*				*			*		*
SEE				*				*			*		

	PISO					TETO/FORRO				PAREDE			
	cerâmico	cimentado desempenado	cimentado de alta resistência	borracha lisa	piso dissipativo	forro modular liso	forro acústico de lã mineral	verniz sobre laje concreto	forro isolante térmico	cerâmica	pintura sobre argamassa	borracha lisa	verniz incolor sobre bloco/concreto
cozinha	*					*				*			
câmaras frias - cozinha		*						*					*
refeitório	*						*				*		
escritórios				*			*				*		
lavanderia / DML	*							*		*			
sanitários / vestiários / copas	*						*			*			
almoxarifados (áreas administrativas)				*			*				*		
áreas de atendimento médico				*			*				*		
lazer (tv/leitura/jogos)				*			*				*		
treinamento / salas de apoio				*			*				*		

11.1.1.15 ACABAMENTO DAS VENTILAÇÕES E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Para determinação das rotas de fuga e saídas de emergência, cumpre verificar a NBR9077. Todas as portas de saída de emergência devem abrir no sentido da rota de fuga, sem obstruir a passagem de pessoas ou diminuir o vão livre do corredor. Todas as rotas de fuga e equipamentos de emergência devem ser sinalizados.

De acordo com a NR23, as saídas de emergência não podem ter escadas em espiral.

Deverá ser previsto elemento de fechamento com tela nas aberturas de entrada e de saída de ar.

Os vedos localizados no limite de pavimentos que avançam sobre vias, em locais que se configuram como áreas de circulação pública (rotas de fuga), devem ter altura mínima igual a 1,60 m em relação ao piso acabado. Onde for área técnica ou de acesso restrito, 1,10 m.

Nas áreas dos equipamentos de ventilação (ventiladores e atenuadores) e onde houver tráfego de veículos ou passagem de equipamentos pesados através da monovia deverá ser previsto ter piso em cimentado de alta resistência.

Deverá ser previsto passagem segura até poço de macas.

As salas técnicas e dutos de ventilação não necessitam de acabamento fino das alvenarias. Prever acabamento das paredes apenas onde houver circulação de pessoas (rota de fuga).

As escadas de emergência devem ter corrimãos em ambos os lados. O corrimão deverá ser contínuo ao longo de todo poço. Aberturas de portas em pavimentos intermediários da escada de emergência devem ter corrimão-cancela. Prever placa de sinalização visual de degraus e piso tátil de alerta no início e no final da escada e nos pavimentos intermediários que possuam acessos e portas.

11.1.1.16 COMUNICAÇÃO VISUAL

O projeto de comunicação visual deverá atender integralmente ao Manual do Sistema de Comunicações das Estações.

Nos desenhos deverá ser indicada e cotada a localização do totem de identificação das estações e das estruturas de suporte e painéis de comunicação visual.

Os prismas deverão ser locados o mais próximo possível de cada acesso respeitando a passagem necessária ao fluxo de pessoas, conforme NBR9050. Quando locados no passeio público, deverão distar, no mínimo, 60 cm do meio fio e atender ao Decreto Municipal 45.904 (Padronização dos Passeios Públicos). Além disso, uma das arestas do prisma deverá apontar em direção ao acesso correspondente.

As testeiras deverão ser locadas e cotadas em todas as portas de acesso público. Elas devem conter o nome da estação, a marca síntese do Poder Concedente e o Símbolo Internacional de Acesso (SIA) - quando pertinente.

A sinalização de direcionamento de fluxo deverá partir dos acessos da estação até o embarque nas plataformas, passando pelos equipamentos de transposição de níveis – escadas fixas, escadas rolantes, elevadores e rampas.

As faixas contínuas de comunicação visual poderão ser suspensas - afixadas a elementos verticais, tais como paredes, pilares, tirantes, etc. – ou autoportantes. Nelas deverá constar cor da linha, informações principais e complementares, direcionais, pictográfica e de segurança. As faixas contínuas são divididas em sua altura em duas faixas menores - a superior ocupa o primeiro terço e contém as informações complementares; a segunda ocupa os dois terços restantes e recebem as informações principais – incluindo os pictogramas. Não se admite qualquer tipo de publicidade mesmo nas placas cegas.

Ao detalhar a fixação dos conjuntos de placas suspensos por tirantes, evitar suportes mais longos que 5 m. Sempre que possível, estender os conjuntos e fixá-los entre dois pilares da estação ou usar algum tipo de estrutura secundária/auxiliar. Há ainda a possibilidade de uso de placas transversais do tipo bandeira, fixadas em paredes de concreto e alvenaria.

Deverão constar pictogramas de "Não Fume" em todos os pavimentos, de acordo com a Lei Estadual 13.541 – garantindo nas áreas públicas ao menos duas placas em cada plataforma (próximo às escadas), uma em cada acesso e uma por pavimento.

Na faixa contínua da plataforma, deverá constar o come da estação a cada 12 m aproximadamente, ou seja, duas incidências por carro do trem.

Deverão ser instalados dois painéis de destino por plataforma, locados a um quarto e a três quartos do comprimento da plataforma.

No projeto, no nível das plataformas, deverá constar a aplicação de sinalização no piso e em placa vertical dos seguintes pictogramas:

bicicleta: sinalização em frente à primeira porta do último carro

SIA (Símbolo Internacional de Acessibilidade): sinalização em frente à primeira porta do primeiro carro.

Todos os painéis e suas estruturas devem ser cotados e ter os respectivos códigos inseridos no desenho.

Os conjuntos de mapas e de painéis operacionais devem ser compostos e instalados da seguinte forma:

- plataforma: considerar 2 conjuntos em cada plataforma, locados próximos às escadas. O conjunto nessa área é composto por: 1 suporte para mapa da Região Metropolitana, 1 suporte para mapa da Rede de Transporte, 1 suporte para mapa de arredores, 1 suporte para mapa da linha, 1 painel para informações operacionais e 1 painel para informações institucionais.
- Mezanino área paga: deverá ser previsto um conjunto. O conjunto nessas áreas é composto por: 1 suporte para mapa da Região Metropolitana, 1 suporte para mapa da Rede de Transporte, 1 suporte para mapa de arredores, painel para informações operacionais e 1 painel para informações institucionais.
- Mezanino área livre: deverá ser previsto um conjunto. O conjunto nessas áreas é composto por: 1 suporte para mapa da Região Metropolitana, 1 suporte para mapa da Rede de Transporte, 1 suporte para mapa de arredores, 1 painel para informações operacionais e 1 painel para informações institucionais.

O projeto deverá incluir painéis de instrução e advertência para orientar o uso adequado e seguro de equipamentos e serviços, além de alertar sobre riscos em condutas indevidas (ex.: painéis tarifários, bloqueios, escadas rolantes, elevadores, etc.), bem como suas respectivas estruturas de suporte.

O projeto deverá contemplar as estruturas de suporte e painéis de emergência para orientação das rotas de fuga e instruir sobre a localização e uso de equipamentos de apoio, como extintores e hidrantes – conforme NBR 13434 partes 1, 2 e 3 e ISO 16069.

Caso no projeto não esteja prevista a instalação de portas de plataforma, deverá ser prevista sinalização da mensagem "Aguarde o Trem Antes da Faixa Amarela" - distribuída estrategicamente ao longo da plataforma num total de seis inserções por plataforma, uma por carro

Deverá ser prevista placa com a mensagem "não entre, perigo à vida", fixada na cancela de acesso à passarela de emergência, quando não houver porta de plataforma. Caso contrário, essa mensagem será fixada na porta do conjunto que dá acesso à via.

As informações ao operador do trem e de segurança operacional, tais como sigla da estação, tempo de parada e lado de abertura da porta deverão ser localizadas em placa com película reflexiva nas cabeceiras das plataformas, de maneira que sua visualização fique clara para o operador de trem.

Com relação ao trem, deverão ser rigorosamente respeitados os projetos padronizados e específicos de comunicação visual, contemplando todas as sinalizações operacionais, institucionais e sistêmicas, externa e internamente, descritas nesses projetos.

Deverão ser contempladas outras placas que acompanharão os equipamentos tanto para sua identificação, quanto para sua numeração e/ou uso. Neste grupo, encontraremos as placas de identificação e numeração de portas, painéis operacionais e institucionais, bloqueios, bloqueio desligado, fenda do bilhete, escadas fixas e rolantes, informações de segurança e uso das escadas, bilheterias, painel tarifário, além daquela de acesso fechado e horário de funcionamento nos acessos.

As salas operacionais e de manutenção receberão placas de identificação.

As salas técnicas das estações deverão ser sinalizadas com uma placa de "Não Entre" quando voltadas para áreas públicas.

A sinalização de orientação das rotas de saída deverá ser alocada conforme NBR 13434 partes 1, 2 e 3. Essa sinalização deverá ser utilizada nas áreas técnicas e operacionais, mezaninos e plataformas das estações. A sinalização de rota de fuga nas vias, deverá estar em conformidade com as diretrizes de Comunicação Visual de Segurança do Volume III - Elementos Básicos de Projeto de Sistemas e Material Rodante.Nos pátios, o projeto deverá conter a identificação dos blocos, sinalização vertical e horizontal (solo) e identificação dos equipamentos de via e trens.

Nesta fase deverá haver o detalhamento gráfico dos pictogramas e do conteúdo informativo dos painéis.

11.1.2 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

11.1.2.1 DO PODER CONCEDENTE CONSTANTES DESTE DOCUMENTO

- Diretrizes Complementares - Item 13.

- Manual dos Sistemas de Sinalização das Estações (Anexo I – Volume IIc do Edital).

11.1.2.2 NORMAS E CÓDIGOS

- NBR 5413 - Iluminância de interiores
- NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos
- NBR 9077 -Saídas de emergência em edifícios
- NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico
- NBR 13434-1 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.

  Parte 1: Princípios de projeto
- NBR 13434-2 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico

  Parte 2: Símbolos e suas formas, dimensões e core
- NBR 14021 - Transporte - Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano
- NBR 15873 - Coordenação modular para edificações
- NR 24 - Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho
- Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo
- Decreto Federal Nº 5.296
- ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 15837 – Equipamento de proteção individual contra queda de altura
- NR 35 – Trabalho em altura – Ministério do Trabalho e Emprego – M.T.E
- NBR NM 293 - Terminologia de vidros planos e dos componentes acessórios a sua aplicação
- NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos
- NBR 6137 - Pisos para revestimento de pavimentos
- NBR 6460 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência à compressão
- NBR 7199 - Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil
- NBR 9283 - Mobiliário Urbano - Classificação
- NBR 9284 - Equipamento urbano - Classificação
- NBR 9442 ou ASTM E 162 – com relação à propagação superficial da chama, com índice inferior a 20, na classe A;
- NBR 10821-1 - Esquadrias externas para edificações Parte 1: Terminologia

- NBR 10821-2 - Esquadrias externas para edificações Parte 2: Requisitos e classificação
- NBR 10821-3 - Esquadrias externas para edificações Parte 3: Métodos de ensaio
- NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência
- NBR 11702 - Tintas para construção civil – Tintas para edificações não industriais – Classificação
- NBR 12516 - Pisos elevados - Simbologia
- NBR 12544 - Pisos elevados – Terminologia
- NBR 12554 - Tintas para edificações não industriais - Terminologia
- NBR 13816 - Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia
- NBR 13817 - Placas cerâmicas para revestimento – Classificação
- NBR 13818 - Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios
- NBR 14715-1 - Chapas de gesso para drywall - Parte 1: Requisitos
- NBR 14715-2 - Chapas de gesso para drywall - Parte 2: Métodos de ensaio
- NBR 14718 - Guarda-corpos para edificação
- NBR 14833-1 - Revestimento de pisos laminados melamínicos de alta resistência - Parte 1: Requisitos, características, classes e métodos de ensaio.
- NBR 14833-2 - Revestimento de pisos laminados melamínicos de alta resistência - Parte 2: Procedimentos para aplicação e manutenção
- NBR 15097-1 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Parte 1: Requisitos e métodos de ensaios
- NBR 15097-2 - Aparelhos sanitários de material cerâmico - Parte 2: Procedimento para instalação
- NBR 15215-1 - Iluminação natural - Parte 1: Conceitos básicos e definições
- NBR 15215-2 - Iluminação natural - Parte 2 - Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural
- NBR 15215-3 - Iluminação natural - Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos
- NBR 15215-4 - Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição
- NBR 15220-1 - Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.

- NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Método de célula da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações
- NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social
- NBR 15220-4 - Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida
- NBR 15220-5 - Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico
- NBR 15270-1 - Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos
- NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos
- NBR 15270-2 - Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaios
- NBR 15463 - Placas cerâmicas para revestimento - Porcelanato
- NBR 15491 - Caixa de descarga para limpeza de bacias sanitárias - Requisitos e métodos de ensaio
- NBR 15758-1 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem
- Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes
- NBR 15758-2 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem
- Parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros
- NBR 15758-3 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem
- Parte 3: Requisitos para sistemas usados como revestimentos
- NBR 15812-1 - Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos
- Parte 1: Projetos Em Vigor
- NBR 15812-2 - Alvenaria estrutural — Blocos cerâmicos
- Parte 2: Execução e controle de obras
- NBR 15844 - Rochas para revestimento – Requisitos para granitos
- NBR 15845 - Rochas para revestimento – Métodos de ensaio

- NBR 15846 - Rochas para revestimento – Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachadas de edificações com placas fixadas por insertos metálicos.
- ASTM E 662 – Fumaça
- ASTM D 5865 – Determinação de poder calorífico pelo método da bomba calorimétrica.

12 VIA PERMANENTE

12.1 TRAÇADO

O traçado da via permanente deverá ser desenvolvido ao longo da diretriz definida no Volume I – Estudo Funcional, passando por pontos obrigatórios de interesse no tecido urbano, objetivando o melhor atendimento a população. Deverá ser concebido para atender as velocidades previstas na estratégia operacional a fim de suprir a demanda de usuários prevista na linha. Será desenvolvido de acordo com normas técnicas específicas, características do material rodante, métodos construtivos dos túneis e limitações impostas pelas interferências ocorrentes.

Para a elaboração do projeto planialtimétrico da Via Permanente deverão ser seguidas as diretrizes e premissas contidas nos próximos itens.

12.1.1 CONDIÇÕES GERAIS

O desenvolvimento dos projetos geométricos de via permanente deverá observar, sem a elas se limitar, os seguintes requisitos e condições gerais:

- Atender as características e imposições descritas na estratégia operacional e de manutenção;
- Garantir a segurança de inscrição, rolamento e tração do trem;
- Evitar restrições de velocidade civil, buscando sempre atender a velocidade diretriz da Linha;
- Garantir o menor vão entre o trem e plataforma das Estações, com avaliações criteriosas para os ajustes e definições dessa geometria, considerando o prescrito na norma ABNT 14021(Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano), e suas atualizações;
- Garantir o gabarito de livre passagem ao longo da linha;
- A geometria do traçado deverá garantir segurança de tráfego e conforto aos usuários, mediante o atendimento às premissas e parâmetros mínimos estabelecidos neste documento, sem a ele se restringir. Nos casos omissos, atender as normas técnicas internacionais ENV 13803-1, EN 13803-2 e UIC 703R, e suas atualizações, ou outras normas mais restritivas.

12.1.2 PONTOS NOTÁVEIS E ELEMENTOS DE TRAÇADO

Pontos notáveis

Os pontos notáveis são os seguintes, e tem as abreviações e nomenclaturas a seguir:

- PC- Ponto de Começo da curva circular
- PT- Ponto de Término da curva circular
- CC- Centro da curva Circular
- VC- Vértice da Curva circular
- PI - Ponto de Interseção das tangentes
- TS - Ponto de mudança de tangente para curva de transição
- ST - Ponto de mudança de curva de transição para tangente
- SC - Ponto de mudança de curva de transição para curva circular
- IC - Início da Curva circular com transição
- FC - Final da Curva circular com transição
- CS - Ponto de mudança de curva circular para curva de transição
- IR - Início da Rampa de superelevação no começo da curva
- FR - Final da rampa de superelevação no começo da curva
- RI - Início da rampa de superelevação no final da curva
- RF - Final da rampa de superelevação no final da curva
- CMV - Começo da Mudança de Via do AMV
- FMV - Final da Mudança de Via do AMV na via principal
- FMV'- Final da Mudança de Via do AMV na via desviada
- VMV - Vértice das tangentes do AMV
- MDC - Ponto de Mudança no Desvio da Curva circular para tangente

Elementos de traçado

Os elementos do traçado são os seguintes, e tem as abreviações e nomenclaturas a seguir:

- AZ - Azimute da tangente principal
- AT - Ângulo formado pelas tangentes principais
- AC - Ângulo entre os pontos SC e CS, relacionado no CC
- Sci - Ângulo entre os pontos IC e SC, relacionado no CC

- Scf - Ângulo entre os pontos CS e FC, relacionado no CC
- R - Raio da curva circular
- DC - Comprimento da curva circular
- TC - Distância entre os pontos de SC/CS e VC
- Ti - Distância entre os pontos de TS e PI
- Tf - Distância entre os pontos de PI e ST
- Lxi - Distância entre os pontos TS e a projeção ortogonal do ponto SC na tangente principal
- Lxf - Distância entre os pontos ST e a projeção ortogonal do ponto CS na tangente principal
- Yci - Distância ortogonal a tangente principal e SC
- Ycf - Distância ortogonal a tangente principal e CS
- Pi - Distância entre tangente principal e IC
- Pf - Distância entre tangente principal e FC
- Lci - Comprimento da curva de transição no início da curva
- Lcf - Comprimento da curva de transição no final da curva
- Lri - Comprimento da rampa de superelevação no início da curva
- Lrf - Comprimento da rampa de superelevação no final da curva
- S - Superelevação

12.1.3 PREMISSAS E PARÂMETROS MÍNIMOS DE DESEMPENHO

Visando o atendimento dos requisitos constantes das condições gerais, são estabelecidas as seguintes premissas e parâmetros mínimos a serem considerados no desenvolvimento do projeto planialtimétrico de via permanente.

Premissas e Parâmetros para o Projeto Geométrico Horizontal

- Bitola: 1.435mm (Standard)
- Máxima Velocidade Civil de Projeto: 90km/h
- Entrevia mínima em Vias em Fixação Direta ou em lastro.

  - A ser definida considerando:

    - O gabarito dinâmico de livre passagem dos trens;
    - Geometria dos travessões a serem utilizados, em função da necessária velocidade de manobra e atendendo as exigências das normas

internacionais para o comprimento mínimo da reta intermediária entre as curvas reversas das vias derivadas dos AMV's;
- Pressão aerodinâmica induzida pelo tráfego simultâneo de trens em vias com sentidos opostos;
- Espaço necessário às atividades de manutenção e armazenamento de sobressalente e ferramentas;
- Instalação de equipamentos de superestrutura de via, sinalização e eletrificação;
- Drenagem do *invert* dos túneis ou da infraestrutura da via em lastro e demais necessidades.

– Superelevação Máxima: 150mm

  - Para R < 275m, conforme critério da ORE: Smáx = (R-50)/1,5
    S=[mm] R=[m]

– Raio Mínimo de curvatura

  - Vias principais: 300m
  - Vias secundárias (pátio e estacionamentos): 100m

– Valores para o comprimento mínimo de uma curva circular:

  - Recomendado: V/3
  - Permitido: V/5

  – Curvas de Transição: Clotóide ou Parábola Cúbica

  – Valores para o comprimento mínimo da curva de transição (Lc).

    - A ser definido considerando:
      - Máxima Aceleração Centrífuga não compensada - η [m/s^2]
      - Via em fixação direta: 0,85 m/s^2
      - Via em lastro: 0,65 m/s^2

– Máxima Variação da Aceleração Transversal "Jerk" - ψ [m/s^3]

  - Via em fixação direta: 0,30 m/s^3
  - Via em lastro: 0,30 m/s^3

– Velocidade de torção do truque considerando a inclinação da Rampa de Superelevação

- Velocidade vertical preferencial: 28 mm/s
- Velocidade vertical máxima: 46 mm/s

– Valores para o comprimento mínimo da reta intermediária entre curvas circulares com ou sem transição:

- Recomendado: 10m
  - Permitido: V/10 e no mínimo 6m, onde V=km/h

– Para a condição de curvas circulares reversas, com transição entre elas, e sem reta intermediária.

- Considerar rampa de superelevação cruzada atendendo as seguintes condições:
  - S=0 em ST ≡ TS
  - $Lc_1 / Lc_2 = K_1 / K_2$, onde K=1/R
  - $Lr_1 / Lr_2 = S_1 / S_2$
  - O comprimento das curvas de transições devem atender individualmente os valores limites estabelecidos para velocidade de torção do truque e a mesma taxa de variação da aceleração não compensada, conforme exposto anteriormente.

– O comprimento da rampa de superelevação (Lr) deverá coincidir com o comprimento da curva de transição (Lc).

Parâmetros para o Projeto Geométrico Vertical

Raios Mínimos de curvatura vertical (Rv) para concordância de duas rampas:

– $Rv \geq V2/4$ (Rv em m; V em km/h)

- Respeitando-se os seguintes limites:
  - Via corrida: $Rv \geq 500$ m

Coincidência de rampa de superelevação e curva vertical.

– Tal condição não é recomendada. Caso seja inevitável esta coincidência, a geometria planialtimétrica deverá ser analisada considerando:

- A segurança de tráfego;
- As características do material rodante;
- A torção nos truques dos carros;

- A velocidade de tráfego;
- Valores dos raios verticais ocorrentes.

Em curvas horizontais com superelevação, o perfil longitudinal da via é definido no projeto pela cota do topo do boleto do trilho interno (trilho mais baixo), e a superelevação se dará por rotação em torno deste.

Inclinação Longitudinal em vias de estacionamento:

– Deverá ser contra o sentido da via principal, eliminando o risco de que um trem estacionado, com falha nos freios, venha a invadir a via principal;

– Deverá ser definida considerando as características do material rodante.

Premissas e Parâmetros Geométricos para Aparelhos de Mudança de Via – AMV

A disposição dos AMV's ao longo da Linha deverá estar compatível com as necessidades operacionais e de sinalização das vias.

Deverá ser implantado um conjunto com quatro Aparelhos de Mudança de Via – AMV (Travessão Universal), a cada três estações no máximo.

Nas estações terminais deverão ser implantados dois conjuntos de quatro AMVs (Travessão Universal) na frente e atrás e o mais próximo delas.

Nos AMV's considerar:

– Máxima Aceleração Centrífuga não-compensada - η [m/s^2]

  - AMV em fixação direta (no desvio): 0,65 m/s^2
  - AMV em fixação em lastro (no desvio): 0,50 m/s^2

Máxima Variação da Aceleração Transversal "Jerk" - ψ [m/s^3]

– AMV em fixação direta: 0,30 m/s^3

– AMV em lastro: 0,30 m/s^3

Reta intermediária mínima nos travessões: r = V/3,6

– Condições de instalação dos AMV's:

  - Devem ser instalados fora da região das curvas verticais
  - Devem manter afastamento dos PCv/PTv da curvas verticais:
    - Recomendado: 10 m

- Permitido: V/10 e no mínimo 6m, onde V=km/h

– Em casos excepcionais, em que não seja possível instalar os AMV's fora da região das curvas verticais, deverá ser respeitado o seguinte:

  - Em curvas verticais côncavas: Rv mín.= 1000m
  - Em curvas verticais convexas: Rv mín.= 5000m

– Devem ser instalados fora da região de curvas horizontais atendendo no mínimo o que segue:

  - Afastamento dos AMV's para as curvas horizontais:
  - Recomendado: 10 m
  - Permitido: V/10 e no mínimo 6m, onde V=km/h

– Devem manter o afastamento das plataformas das estações de acordo com o projeto de sinalização.

– Admite-se FMV'≡PC/PT das curvas, caso estas possuam o mesmo sentido de curvatura do Raio de desvio do aparelho (curvas compostas).

– Nas Inclinações Longitudinais (rampas): ambos os aparelhos que compõem travessões devem ser instalados no mesmo plano.

12.1.4 PREMISSAS DO GABARITO DINÂMICO DE LIVRE PASSAGEM DOS TRENS

Para o cálculo do Gabarito Dinâmico de Livre Passagem são estabelecidos os seguintes premissas e parâmetros mínimos a serem considerados:

– O cálculo deverá obedecer aos critérios estabelecidos na norma UIC 505-4 e UIC 505-5

– Este gabarito deverá ser calculado e representado por seções transversais à via contendo os valores do polígono da envoltória do carro, geometricamente descritos para todos os Raios das curvas ocorrentes nas vias, considerando suas transições espirais e as superelevações. Nessas seções transversais deverá, também, estar representada a passarela de emergência, projetada de acordo com o item 5.3.8 da norma *NBR 15661 – Proteção contra incêndio em túneis*.

– No cálculo do gabarito dinâmico não serão inclusas as tolerâncias de execução da construção e de instalação de equipamentos fixos da obra civil. Estas tolerâncias deverão ser consideradas nos projetos específicos de obra civil, conforme o método construtivo adotado.

– A aplicação do gabarito deverá indicar em planta:

- A locação contínua da borda das passarelas de emergência;
- A locação contínua da borda das plataformas acabadas das estações;
- A locação contínua da borda das plataformas dos estacionamentos;
- A projeção do limite do gabarito dinâmico aplicado continuamente à via;
- A representação das seções de gabarito dinâmico e os seus trechos de validade, para cada Raio e condições geométricas ocorrentes ao longo das vias.

– Nas plataformas das estações, o gabarito deverá obedecer os critérios de acessibilidade, considerando embarque e desembarque de passageiros, conforme estabelecido na norma ABNT14021.

– A borda do piso da passarela de emergência deverá ser ajustada de forma a respeitar o limite do gabarito dinâmico de livre passagem dos trens. Deverá estar locada ao lado da via, com a sua cota ajustada em relação ao topo do boleto mais baixo, de modo que, mesmo em região interna à curva horizontal com superelevação, o piso do carro sempre fique acima do piso da passarela de emergência.

12.1.5 PREMISSAS PARA AS INFORMAÇÕES CARACTERÍSTICAS E RESTRIÇÃO DE VELOCIDADE CIVIL

– Das características geométricas da via, expressas pelo traçado planialtimétrico, resultam os valores máximos de Velocidade Civil, que serão utilizados para a elaboração dos diagramas de marcha e sinalização. As informações a serem produzidas nos desenhos unifilares devem conter:

- A representação unifilar das plataformas de estações e dos AMV's;
- Os diagramas de curvatura (1/R) dos raios e transições espirais;
- O gráfico de superelevação da via e suas rampas de transição;
- As informações da inclinação longitudinal da via e indicação das curvas verticais;
- As máximas velocidades civis permitidas.
  - Calculadas considerando tão somente as características geométricas das vias.

- As velocidades devem ser representadas pelo "meio" e pelas "extremidades" do trem, descrevendo geometricamente as linhas de velocidade máxima.

12.2 SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

A superestrutura da via permanente deverá objetivar uma operação comercial com segurança e confiabilidade.

Deverá basear-se na experiência hoje disponível e de uso consagrado por operadoras de metrô, com headway e carga por eixo semelhantes as da Linha 6 – Laranja, de tal forma a garantir baixo custo e facilidade de manutenção, atendendo as exigências ambientais, com controle da propagação de ruídos e vibrações para os imóveis lindeiros, tudo de acordo com os parâmetros e desempenhos especificados e em atendimento às normas técnicas e legislação vigentes.

Para a elaboração do projeto de superestrutura de via permanente, deverão ser seguidas as diretrizes, premissas, os dados básicos, bem como os seus desempenhos. Inclui ainda premissas para fabricação de componentes, montagem de vias e obras civis.

Deverá garantir também a atenuação das vibrações e de ruídos primários e secundários, isolação elétrica, facilidade de fornecimento, de instalação e de manutenção.

12.2.1 TERMINOLOGIA EMPREGADA

Aparelho de Mudança de Via (AMV)

Dispositivo destinado a mudar um veículo ferroviário ou metroviário de uma via para outra. Alguns dos itens que compõem ou são relacionados ao AMV são:

- **Agulha:** componente móvel do AMV, destinado a direcionar as rodas dos veículos ferroviários.
- **Contratrilho:** é o perfil metálico, fixado ao trilho externo do AMV, situado na região do jacaré fixo, destinado a manter o trajeto dos veículos ferroviários na sua rota.
- **Jacaré fixo:** é o componente do AMV que permite o cruzamento de dois trilhos, possibilitando a passagem das rodas numa ou noutra linha de bitola.
- **Jacaré Móvel:** componente móvel do AMV, destinado a direcionar e apoiar as rodas dos veículos, sem interrupção, no cruzamento de dois trilhos.
- **Travessão:** é o conjunto de dois AMVs que interligam duas vias.
- **Trilho de Encosto:** é o trilho em que a agulha encosta.

Componente: parte elementar de um conjunto.

Conjunto: reunião dos componentes que formam um todo.

Elemento Amortecedor: são todos os conjuntos e/ou componentes do sistema em fixação direta, ou lastro, com ou sem massa-mola, cuja função é de atenuar a transmissão de vibrações e ruídos secundários, oriundos da passagem dos trens.

Fixação: conjunto de peças que apoiam e fixam os trilhos e placas de apoio.

Invert: enchimento do arco invertido dos túneis.

Linha: conjunto de duas vias com sentidos operacionais contrários.

Materiais: matéria-prima dos componentes utilizados, distinguida pelas suas características químicas, físicas e mecânicas que permitam o desempenho especificado.

Passarela de emergência: serve para a evacuação e condução dos passageiros do trem, no caso de emergência operacional, conforme norma NBR 15.661, até a próxima estação ou saída de emergência com a circulação dos trens interrompida.

Sistemas: disposições dos conjuntos coordenados entre si e que definem, de forma organizada, a superestrutura da via permanente.

Superestrutura de Via Permanente: compõe-se de conjuntos e componentes coordenados entre si, de forma a permitir o tráfego de composições ferroviárias e metroviárias, dentro de parâmetros e desempenhos especificados, assim como as instalações e serviços complementares necessários para a perfeita operação comercial e prestação de serviço de transporte de passageiros.

Sistema de Via Em Fixação Direta: a fixação das placas de apoio dos trilhos é feita diretamente sobre o concreto, sem a utilização de lastro de pedra britada. Compõe-se de trilhos, AMVs, seus apoios, fixações, drenagem, estrutura de concreto armado e camada de regularização, a partir da superfície executada durante a obra bruta.

Fixação Direta sem Massa-Mola: os trilhos são assentados sobre placas resilientes, fixadas diretamente sobre lajes ou vigas de concreto armado.

Fixação Direta com Massa-Mola: sistema que, por meio da relação adequada entre as massas do trem e da laje de concreto e a rigidez de um material elástico situado sob esta laje, tem como objetivo atenuar a transmissão de vibrações e ruídos decorrentes da excitação provocada pelo material rodante. O sistema é destinado a suportar as cargas da via permanente, apoiar e possibilitar as fixações dos trilhos e dos aparelhos de mudança de via.

Sistema de Via em Lastro: compõe-se dos trilhos, aparelhos de mudança de via, seus apoios, fixações, dormentes, drenagem e camada de apoio e regularização (lastro e sublastro), a partir da superfície do terrapleno ou camada anticontaminante executada durante a obra bruta.

Tratamento Acústico: é o elemento empregado para atenuar a propagação de ondas sonoras (ruídos primários) provocadas pelo tráfego dos trens e veículos de manutenção, podendo ser constituídos de:

Revestimento Acústico: tratamento acústico utilizado para revestir as superfícies de estruturas existentes de frente para as vias.

Barreiras Acústicas: tratamento acústico, constituído por painéis estruturais auto portantes, ou providos de estrutura suporte, à semelhança de paredes, levantadas entre a via e as áreas a serem protegidas.

Via: conjunto de dois trilhos que suportam e guiam o veículo ferroviário.

Via Principal: via destinada à operação comercial.

Via Secundária: via situada em pátios, seus acessos e estacionamentos.

12.2.2 ELEMENTOS BÁSICOS PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

Os sistemas de superestrutura de via permanente projetados nos túneis deverão ser compatíveis com e atender:

- Gabarito dinâmico de livre passagem dos veículos;
- Equipamentos a serem instalados ao longo das vias, tais como máquinas de chave, lubrificadores de trilho, sinaleiros, equipamentos de sinalização e controle etc;
- Passarela de emergência, escadas de acesso à via e travessias de passageiros;
- Banco e travessia de dutos;
- Alimentação elétrica dos trens;
- Drenagem das águas de infiltração e lavagem das vias;
- Outras interfaces decorrentes das características dos projetos.

12.2.2.1 VIA PRINCIPAL

A via principal deverá ser construída em túnel, conforme o projeto civil.

Os sistemas de superestrutura de via permanente são:

- Sistema de via em fixação direta sem massa-mola em via corrida;
- Sistema de via em fixação direta sem massa-mola em AMV;
- Sistema de via em fixação direta com massa-mola em via corrida;
- Sistema de via em fixação direta com massa-mola em AMV.

A superestrutura da via permanente em túnel, com Método Convencional (NATM), Tuneladora e ou Vala a Céu Aberto - VCA, assim como nas entradas e saídas de túneis e transições entre estruturas diversas, deverá ser projetada dentro de um espaço de 0,85 m abaixo do topo do

boleto do trilho mais baixo. Esta cota define o limite entre o nível da laje do túnel (enchimento do arco invertido do túnel -invert), executada durante a obra bruta e a superestrutura da via permanente.

A superestrutura da via permanente em fixação direta, na via corrida e AMVs deverá ser assentada sobre laje de concreto.

A bitola da via deverá ser de 1435 mm.

12.2.2.2 VIA NO PÁTIO E SEUS ACESSOS

O Pátio deverá ser construído em superfície a céu aberto

Os sistemas de superestrutura de via permanente no pátio são:

- Sistema de via em lastro em via corrida;
- Sistema de via em lastro em AMV;
- Sistema de via em fixação direta (valas de manutenção).

12.2.2.3 DRENAGEM DAS ÁGUAS

A drenagem deverá ser desenvolvida dentro do espaço disponível para a superestrutura da via permanente, de forma a conduzir as águas de lavagem das vias e de infiltração até os pontos de captação da drenagem dos túneis, definidos no projeto civil e construídos durante a obra bruta no enchimento do arco invertido dos túneis (invert) conforme item 9.1-Requisitos Técnicos.

12.2.2.4 PERFIL GEOLÓGICO LONGITUDINAL

Documentos necessários para estudos da transmissão de ruídos e vibrações gerados pela passagem dos trens na via permanente.

12.2.2.5 CONCRETO

O projeto deverá prever o desempenho específico desejado, o controle tecnológico e os cuidados durante a concretagem.

12.2.2.6 BORDAS DAS PLATAFORMAS DAS ESTAÇÕES

Deverá satisfazer aos valores de gabarito dinâmico de livre passagem dos trens.

12.2.2.7 ESCADA DE MARINHEIRO NA PASSARELA DE EMERGÊNCIA

Deverá ser prevista escada de marinheiro instalada na passarela de emergência para acesso às vias por parte de funcionários da manutenção/operação ou evacuação de usuários em caso de emergência.

12.2.2.8 TRAVESSIA PARA VEÍCULOS RODOVIÁRIOS NO PÁTIO

São áreas no Pátio onde estão previstas travessias de veículos rodoviários sobre a superestrutura da via permanente, no nível do topo do boleto dos trilhos.

Os elementos a serem utilizados para garantir o nível da passagem deverão ser concebidos de materiais e fixações que permitam a sua remoção sem o uso de equipamentos especiais e não interfiram na isolação elétrica dos trilhos.

12.2.2.9 TRATAMENTO ACÚSTICO

A sua necessidade e utilização deverão ser definidas no projeto executivo, compatibilizando as cargas diretas e indiretas oriundas de sua aplicação sobre as estruturas, bem como o seu sistema de fixação, que deverá ser isolado eletricamente e com Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

12.2.2.10 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Para o desenvolvimento do projeto de Via Permanente deverá ser considerada as condições climáticas ocorrentes na região, com a definição da temperatura neutra do trilho e sua faixa de trabalho.
Deverá ser definida a extensão de via nas entradas dos túneis, cujo valor de temperatura e umidade do ar serão iguais aos definidos para os trechos em superfície.

12.2.3 PREMISSAS DOS SISTEMAS DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

12.2.3.1 PREMISSAS GERAIS

A Via Principal em todo o trecho deverá ser assentada em fixação direta sobre laje de concreto armado, sem a utilização de pedra britada em nenhuma das camadas da superestrutura.

A via principal, incluindo a região de AMVs, deverá ser plana para permitir o seu uso como rota de fuga para os usuários, incluindo pessoas com cadeiras de roda. No caso de equipamentos instalados na via, deverão ser previstas travessias e rampas que não interrompam o fluxo. Para isto, o leito das vias deverá ter piso nivelado, incluindo a região do entrevias entre as lajes das vias principais, para permitir a evacuação de pessoas em segurança e rapidez, incluindo funcionários da manutenção.

O piso deverá ser projetado e executado conforme as seguintes premissas:

- Ser do tipo tablado ou estrado, móveis;
- Deverá ser concebido de acordo com normas específicas e atender as exigências do Corpo de Bombeiros;

- Ser estável e livre de obstáculos de maneira a permitir a evacuação de pessoas em segurança e rapidez e o caminhamento de funcionários de manutenção;
- Sua estrutura de sustentação deverá ser apoiada e fixada no enchimento do arco invertido dos túneis, sem interferência ou contato com as lajes do sistema massa mola;
- Permitir o perfeito funcionamento do sistema massa mola e não deverá ter a função de contenção lateral deste sistema;
- Proporcionar espaço contínuo livre sob o piso, ao longo dos túneis, para a instalação do sistema de drenagem no enchimento do arco invertido dos túneis;
- Permitir o escoamento das águas de lavagem das vias para o sistema de drenagem no enchimento do arco invertido dos túneis;
- Ser de fácil remoção, por apenas um funcionário da manutenção e sem o uso de equipamentos especiais, para acessar a drenagem contínua do enchimento do arco invertido dos túneis;
- Permitir, sem pontos de restrição, a inspeção sob as lajes do sistema massa mola, bem como o posicionamento de equipamentos para a substituição dos elementos elastoméricos;
- Deverá ser dimensionado para resistir o armazenamento de equipamentos e insumos para a manutenção das vias;
- O material deverá atender os requisitos de isolação elétrica e ser anti chamas;
- Suas fixações deverão garantir estabilidade ao conjunto e que nenhuma de suas partes venha a se soltar com a passagem dos trens;
- Não emitir ruído e deslocar-se com a passagem dos trens;
- Não interferir com o gabarito dinâmico inferior dos trens.

Os trilhos, na via corrida, deverão ser fixados por grampos elásticos e apoiados sobre:

- placas metálicas assentadas em lajes de concreto armado e presas a elas por ancoragens engastadas ou;
- dormentes monobloco ou bibloco de concreto armado engastados monoliticamente às lajes de concreto armado. Neste caso, deverá ser solucionada a ligação concreto novo/ concreto velho (junta fria), garantindo a segurança e a durabilidade da estrutura, impedindo a corrosão da armadura devido a infiltração de águas pelas fissuras nestas juntas e demais locais das lajes.

Os componentes dos sistemas e conjuntos deverão ser padronizados.

Não serão permitidos, na superfície da superestrutura da via permanente, descontinuidades, desníveis e buracos, que dificultem a rota de fuga para usuários no caso de evacuação pela via.

Deverá ser previsto espaço para depósito temporário e facilidade de manuseio de barras de trilhos e componentes de AMVs e via, quando nas suas substituições pela manutenção.

Em qualquer abertura na superfície da superestrutura da via permanente deverá estar prevista tampa que atenda as características do piso nivelado, citadas neste item.

Os nichos previstos para instalação de equipamentos e ou para outras finalidades deverão ser drenados para não ocorrer acúmulo de água. O dreno deve possuir grelha ou outro dispositivo que impeça a sua obstrução por sujeira. Não deverá impedir a passagem de água de drenagem, nem acumular sujidade.

12.2.3.2 PREMISSAS PARA O SISTEMA DE VIA EM FIXAÇÃO DIRETA, COM MASSA-MOLA

Nas juntas entre lajes flutuantes deverá ser utilizados dispositivos que impeçam deformações diferenciais entre elas, evitando tensões adicionais nos trilhos, nas suas fixações e nas ancoragens das placas de apoio e demais componentes. A tensão máxima admitida nos trilhos é de 180N/mm2.

Nas transições entre sistemas com e sem massa-mola, deverão ser previstos dispositivos para evitar tensões adicionais nos trilhos e fixações.

Os elementos amortecedores sob as lajes, quando elastoméricos e discretos (tiras e placas), deverão ser monoblocos, não sendo permitidos elementos compostos de camadas e colados entre si. Para o posicionamento dos elementos amortecedores sob as lajes não será permitido o uso de cola.

O sistema deverá ser concebido em lajes de concreto armado com locais devidamente dimensionados, para a instalação de atuadores hidráulicos de acionamento simultâneo e sincronizado, destinados ao levantamento das lajes do sistema massa-mola para o posicionamento dos elementos elastoméricos amortecedores, durante a montagem, bem como para as suas substituições, no período exigüo de manutenção noturna.

As lajes dos sistemas massa-mola deverão ser concretadas sobre a laje de regularização e posteriormente levantadas para a instalação dos elementos elastoméricos.

O sistema deverá ser projetado de modo a evitar a entrada e acúmulo de sujidade sob a laje.

O sistema de amortecimento para os AMVs deverá garantir a estabilidade da via durante a passagem dos trens simultaneamente nas vias principais e, quando na passagem pela via desviada, considerando as características construtivas e operacionais dos AMVs, com suas tolerâncias e níveis de desgaste.

Não serão permitidas a entrada de água sob a laje, mesmo nos pontos baixos.

12.2.3.3 VIA NO PÁTIO

O Pátio deverá ser construído em superfície a céu aberto e o terrapleno deverá estar preparado para receber a superestrutura da via.

No Pátio, a via corrida e AMVs deverão ser apoiados sobre dormentes de concreto monobloco protendido, assentados em lastro de pedra britada e sobre sublastro.

A superestrutura da via permanente em terrapleno deverá ser projetada dentro de um espaço de aproximadamente 1,00 m abaixo do topo do boleto do trilho mais baixo. Esta cota define a superfície superior da camada anticontaminante.

A superestrutura das vias de acesso ao pátio deverá ser em fixação direta e investigada a necessidade de implantação de sistema amortecedor de ruídos e vibrações. Os espaços disponíveis para a implantação da superestrutura nestas vias serão de 0,85 m nos túneis.

No projeto do Pátio, deverão ser definidas as funções das vias, de acordo com o programa do Pátio, e aquelas que deverão ser assentadas em condições especiais, tais como valetas de manutenção, vias com pavimento ao nível do boleto do trilho, via com máquina de lavagem de trens, via com torno rodeiro etc.

No caso de transição de infraestrutura sobre concreto em túnel para terrapleno em céu aberto, a retenção dos esforços inerentes ao trilho continuamente soldado deverá ser solucionada. Deverão ser previstas lajes de transição sob o terrapleno, para solucionar a mudança de rigidez entre os sistemas de superestrutura (lastro e fixação direta).

Todas as vias do Pátio (via principal, estacionamento, valetas, lavagem e oficinas) deverão possuir isolamento elétrico.

12.2.3.4 ESTABILIDADE DO SISTEMA DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

12.2.3.4.1 ABERTURA DINÂMICA DE BITOLA

Para todas as soluções propostas de superestrutura da via, inclusive AMVs, os limites máximos de aberturas dinâmicas da bitola deverão ser definidos e comprovada de maneira a garantir a segurança do sistema global veículo/ via, em operação normal e acidental (ex.: ruptura do trilho ou fixação).

12.2.3.4.2 ELASTICIDADE DA VIA

No trecho de sistema de via corrida e AMVs em fixação direta, a deflexão vertical máxima dinâmica do sistema, em condições operacionais de carga e velocidade máximas, especificamente na região de juntas de lajes, passíveis de deformação relativas, não deverá exceder à tensão de fadiga admissível no trilho.

Nos trechos de via em fixação direta – com e sem massa-mola – deverá ser garantida a segurança operacional, mesmo em condições de ruptura do trilho. Para tanto, o desnível entre as extremidades dos trilhos e o seu deslocamento lateral, deverão ser limitados, de forma a garantir a segurança do tráfego. No caso de sistema com massa-mola, estas deformações deverão ser limitadas a valores que garantam a segurança do sistema.

A elasticidade da via em cada sistema deverá ser homogênea e não poderá variar mais que 5% em relação à nominal.

Entre diferentes sistemas de superestrutura da via, a extensão da transição de rigidez de via deverá ser dimensionada em função da velocidade máxima neste percurso, num tempo de 0,5 s, em que a rigidez da via poderá alterar, no máximo, 12,5 kN/mm. Caso a diferença de rigidez entre os dois sistemas seja maior que 12,5 kN/mm, deverão ser previstos tantos trechos de graus de rigidez quantos forem necessários para vencer a transição.

12.2.3.4.3 RESISTÊNCIAS LONGITUDINAL E TRANSVERSAL DA VIA

A superestrutura da via permanente deverá ter resistência longitudinal adequada, para atender às frenagens e acelerações do material rodante e à tensão decorrente da variação máxima de temperatura no trilho.

A resistência longitudinal do sistema de superestrutura da via, considerando todas as interfaces – fixação do trilho, deformações dos elementos elásticos, deslizamentos dos apoios – nas condições limites de variação de temperatura, forças de frenagem e aceleração, deverá ser tal que, num rompimento acidental de trilho, não haja abertura maior que 30 mm entre faces do trilho, na direção longitudinal. Os deslocamentos transversais deverão ser limitados de forma a garantir a segurança de tráfego.

Para as vias em fixação direta, a resistência transversal deverá garantir a operação comercial, mesmo em caso de rompimento de um trilho.

12.2.3.4.4 RESISTÊNCIA LONGITUDINAL DO TRILHO

A redução da resistência longitudinal das fixações, devido a fenômenos vibratórios, carga, deformações, desgaste e fadiga não poderá permitir o caminhamento dos trilhos, sob a ação das forças térmicas, de frenagem e de aceleração.

Na entrada do túnel e nos terminais de vias, os trilhos deverão ser travados no sentido longitudinal.

12.2.3.4.5 COMPROVAÇÃO DE DESEMPENHO E HOMOLOGAÇÃO

Deverá ser comprovado o desempenho de cada sistema de superestrutura de via permanente proposto para via corrida e AMV, conforme descrito nos demais subitens a seguir.

12.2.3.4.6 MEMORIAIS DE CÁLCULOS

Deverão ser calculados os esforços de solicitação, tensões e deformações do trilho e de todos os componentes dos sistemas.

Deverão ser demonstradas, por memorial de cálculo, as elasticidades vertical e transversal, a resistência longitudinal de via, com a atuação das cargas combinadas (frenagem, aceleração do material rodante, variação de temperatura etc.), convenientemente, de acordo com a rigidez dos diversos sistemas.

Comprovar a estabilidade e segurança contra descarrilamento, no caso de rompimento acidental do trilho, considerando-se as condições mais desfavoráveis. Nos trechos de via em fixação direta, com massa-mola, esta comprovação deverá ser feita na junta da laje.

Deverão ser demonstrados por memoriais de cálculos, definindo e comprovando, a estabilidade e segurança do sistema da superestrutura da via permanente com AMVs em massa-mola, por meio de simulação de passagem de trens nas duas vias.

O memorial de cálculo deverá considerar a freqüência natural dos trens em relação às freqüências naturais dos sistemas de via em fixação direta.

Para as vias do Pátio, deverão ser apresentados cálculos e comprovações da resistência à flambagem da via corrida e das regiões de AMVs.

12.2.3.4.6.1 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO EM LABORATÓRIO

Deverá ser comprovado, por meio de ensaios em laboratório, o desempenho de todos os sistemas, materiais, conjuntos e componentes que constituem os sistemas de superestrutura da via permanente, com base em normas específicas e pertinentes relacionadas no item 12.2.10-Normas. Não será permitida a implantação da via sem antes a homologação em laboratório dos sistemas, conjuntos, componentes e materiais.

Deverão ser definidas no projeto, os procedimentos, as condições de ensaios, critérios de medições e avaliações, bem como as cargas a serem empregadas, de acordo com as normas vigentes.

12.2.3.4.6.2 HOMOLOGAÇÃO NA VIA COM A PASSAGEM DOS TRENS

Depois da instalação da superestrutura da via permanente deverão ser instrumentados os locais de aplicação de cada sistema, para serem efetuados ensaios com a passagem dos trens, em velocidades operacionais máximas admissíveis de cada trecho.

Deverão ser medidos por instrumentação:

- Abertura dinâmica da bitola;
- Tensão no patim do trilho;

- Deslocamento vertical e lateral do conjunto de apoio e fixações da placa e do trilho;
- Deslocamento vertical, lateral e longitudinal da laje da massa-mola;
- Deslocamento diferencial relativo entre lajes da massa mola;
- Deslocamento diferencial entre sistemas com massa-mola e sem massa-mola.

Os resultados obtidos nos ensaios na via, com a passagem dos trens, deverão ser comparados com os valores determinados nos memoriais de cálculos e nos ensaios de laboratório, demonstrando compatibilidade.

12.2.3.5 CONTROLE DAS VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS

12.2.3.5.1 PREMISSAS PARA O PROJETO

O projeto da superestrutura deverá ser desenvolvido de forma a garantir os limites de vibrações e ruídos secundários estabelecidos nas Tabelas 1 e 2, decorrentes da passagem do trem, transmitidos por via sólida, às edificações lindeiras à linha e na região das estações.

Para a definição dos parâmetros necessários ao desenvolvimento do projeto executivo da superestrutura da via, deverá ser executado levantamento das edificações ao longo de toda linha, mapeando e enquadrando de acordo com a sua ocupação, às categorias especificadas nas tabelas 1 e 2.

Para avaliar os níveis de vibrações que ocorrerão nas edificações com a passagem dos trens, deverão ser analisados o tipo de infraestrutura da via (métodos construtivos), perfil geológico na região lindeira, presença de água subterrânea, distância radial em relação à fonte de vibração, estrutura do imóvel, características do material rodante entre outras.

Para definir o nível de amortecimento necessário, as investigações poderão ser realizadas da seguinte forma:

- Prospecções e sondagens, com ensaio sísmico, para avaliar a capacidade de propagação de ondas de choque no solo e obter o seu coeficiente de amortecimento; ou
- Excitação da infraestrutura da via permanente, com medições simultâneas das vibrações no invert, paredes do túnel e edificações lindeiras críticas.
- Os projetos dos sistemas de superestrutura amortecedores de vibração deverão caracterizados pelos seguintes parâmetros:
- rigidez da via (kN/mm);
- curva de impedância mecânica (dB x Hz) dos sistemas massa mola e placas resilientes;
- freqüência natural (Hz) dos sistemas;
- coeficiente de amortecimento em relação ao crítico, com o gráfico mostrando o decremento do sistema (amplitude de vibração x tempo).

12.2.3.5.2 LIMITES MÁXIMOS PERMISSÍVEIS DE VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS

12.2.3.5.2.1 VIBRAÇÕES E RUÍDOS SECUNDÁRIOS

Nas tabelas 1 e 2 estão especificados os limites máximos permissíveis de ruídos e vibrações aceitáveis nas edificações lindeiras ao longo da linha e estações, provocados pela operação dos trens, veículos e equipamentos de manutenção.

Nos imóveis, que de acordo com a sua ocupação, tenham instalados equipamentos de ressonância magnética, radioterapia, gravação sonora, microscópios eletrônicos, dentre outros, os níveis máximos de vibrações admissíveis deverão ser de acordo com os estabelecidos pelos seus fabricantes.

Na tabela 1 os níveis de ruídos são expressos em decibéis (dBA) referentes a 20x10-2 Pascal (Pa) (0,0002 micro-bar), medidos em instrumento padrão para determinação de nível de som, na escala A. Todos os níveis ou medições de ruídos especificados se referem ao uso da ponderação A e resposta lenta de um instrumento que satisfaz aos requisitos Tipo 2 da revisão mais recente da ANSI S 1.4 - 1993, "Especificações de medidores de nível de som".

Na tabela 2, os níveis de velocidade de vibração estão expressos em decibéis (dB, referentes a 25,4x10-6 mm/s), em termos do valor RMS - "root mean square". A análise dos sinais de vibração deverá ser feita em bandas de 1/3 de oitava, na faixa de 1Hz a 500Hz. As vibrações a serem analisadas deverão ser captadas com transdutor de velocidade ou acelerômetro, neste caso, integrando-se adequadamente o sinal de aceleração.

As medições de vibração deverão ser realizadas na direção vertical sobre o piso da edificação, nos locais e pontos de maior intensidade. Em uma mesma edificação poderão ocorrer medições em vários locais e pontos.

12.2.3.5.3 COMPROVAÇÃO DE DESEMPENHO E HOMOLOGAÇÃO

Deverá ser comprovado o desempenho de cada sistema de superestrutura de via permanente proposto, quanto ao amortecimento de vibrações e ruídos secundários, conforme abaixo descrito.

12.2.3.5.3.1 MEMORIAIS DE CÁLCULOS

Deverá ser demonstrada por memorial de cálculo, a necessidade de uso de cada sistema de superestrutura de via permanente, de acordo com sua capacidade amortecedora de ruídos secundários e vibrações, levando-se em consideração os seguintes aspectos:

- Tipo das edificações lindeiras, de acordo com seu uso e ocupação, identificando as críticas em função de sua distância da fonte emissora e suas características construtivas;
- Características de transmissibilidade do solo;

- Espectros típicos da circulação de trem metroviário, de veículos e equipamentos de manutenção em via rígida, numa faixa de 1 a 500 Hz, bem como a freqüência natural de cada veículo e;
- Métodos construtivos da infraestrutura da via, (tipos de túneis, elevados etc.).
- Deverão, ainda, ser apresentados nos memoriais:
- Os níveis de vibrações Globais previstos em cada imóvel crítico investigado, com e sem o sistema amortecedor;
- A curva de impedância mecânica de cada sistema amortecedor prescrito;
- Comparação dos níveis de vibrações e ruídos secundários previstos e remanescentes com os limites prescritos nas tabelas 1 e 2.

12.2.3.5.3.2 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO EM LABORATÓRIO

Deverá ser comprovado, por meio de ensaios em laboratório, o desempenho de todos os sistemas, materiais, conjuntos e componentes que constituem os sistemas de amortecimento de vibrações e ruídos secundários, com base em normas específicas e pertinentes relacionadas no item 12.2.10-Normas. Não será permitida a implantação da via sem antes a homologação em laboratório.

Deverão ser definidas, no projeto, as condições de ensaios, critérios de medições e avaliações, bem como as cargas a serem empregadas.

12.2.3.5.3.3 ENSAIOS DE HOMOLOGAÇÃO NA VIA COM A PASSAGEM DE TRENS

Após a implantação dos sistemas de superestrutura da via definidos e homologados em laboratório, deverão ser executadas campanhas de ensaios nas vias e edificações lindeiras para a comprovação da eficiência atenuadora de cada sistema de superestrutura de via permanente instalado. A instrumentação obedecerá aos seguintes critérios:

- Serão medidos os níveis de vibrações e ruídos secundários gerados pela passagem do trem nas velocidades operacionais do trecho, considerando frenagem, aceleração e códigos de velocidades;
- Os locais e pontos a serem instrumentados deverão ser os mesmos avaliados na fase de levantamento dos parâmetros para elaboração do projeto, ou seja:

    a) Nos túneis: trilho, base do apoio e fixação do trilho, invert, parede e teto;

    b) Nos elevados: trilho, base do apoio e fixação do trilho, tabuleiro e base do pilar; e

    c) Nos imóveis lindeiros avaliados anteriormente.

Além disso, deverão ser medidas pelo menos 4 (quatro) edificações na região de cada sistema implantado (independente da freqüência natural ser a mesma para trechos distintos) para verificação dos níveis de vibração e ruídos secundários remanescentes.

Em todos os imóveis lindeiros que, por ventura, apresentarem reclamações pertinentes destes efeitos indesejáveis, após o início da operação comercial.

Os níveis de vibrações e ruídos secundários remanescentes deverão satisfazer aqueles constantes da tabela 1 e 2, bem como normas específicas para obtenção da Licença Operacional, relacionadas no item 12.2.10-Normas.

Na execução dos ensaios de campo, para obtenção da Licença Operacional, a Secretária do Meio Ambiente – SMA exige o acompanhamento dos técnicos da CETESB.

TABELA 1			
CRITÉRIOS PARA RUÍDOS SECUNDÁRIOS MÁXIMOS PROVOCADOS PELA OPERAÇÃO DE TREM			
A – RESIDÊNCIAS E EDIFÍCIOS COM ÁREAS DE PERNOITE			
Categoria da Área da Comunidade	**Nível Máximo de Ruído Secundário (dBA)**		
	Moradia Unifamiliar	**Edifício Multifamiliar**	**Hotel**
I Residencial de baixa densidade	30	35	40
II Residencial de média densidade	35	40	45
III Residencial de alta densidade	35	40	45
IV Comercial	40	45	45
V Industrial/Rodovia	40	45	50
B – EDIFICAÇÕES DE USO ESPECIAL E ÁREAS EXTERNAS			
Tipo de Edificação ou Sala	**Nível Máximo de Ruído Secundário (dBA)**		
Salas de concerto e estúdios de TV	25		
Auditórios e Salas de Música	30		
Igrejas e teatros	30-35		

Dormitórios de Hospitais	35-40
Tribunais	35
Escolas e Bibliotecas	35-40
Edifícios de Universidades	35-40
Escritórios	35-40
Edifícios Comerciais	45-55
Fonte: "Diretrizes para projeto de instalações de Trânsito Rápido", 1979, APTA (American Public Transport Association)	

TABELA 2			
CRITÉRIOS PARA VIBRAÇÕES MÁXIMAS PROVOCADAS PELA OPERAÇÃO DE TREM			
A – RESIDÊNCIAS E EDIFÍCIOS EM ÁREAS DE PERNOITE			
Categoria da Área da Comunidade	**Níveis Máximos de Vibração Transmitida por via sólida (dB re: 25,4x10^{-6}mm/s) (2)**		
	Moradia Unifamiliar	**Edifício Multifamiliar**	**Hotel**
I Residencial de baixa densidade	70	70	70
II Residencial de média densidade	70	70	75
III Residencial de alta densidade	70	75	75
IV Comercial	70	75	75
V Industrial/Rodovia	75	75	75
B - EDIFICAÇÕES COM FUNÇÕES ESPECIAIS			
Tipo de Edificação ou Sala	**Níveis Máximos de Vibração Transmitida por via sólida (dB re: 25,4x10^{-6}mm/s) (2)**		
Salas de concerto e estúdios de TV	65		

Auditórios e Salas de Música	70
Igrejas e teatros	70-75
Dormitórios de Hospitais	70-75
Tribunais	75
Escolas e Bibliotecas	75
Edifícios de Universidades	75-80
Escritórios	75-80
Edifícios Comerciais e Industriais	75-85
Laboratórios Industriais ou de Pesquisa (sensíveis a vibrações)	60-70
(1) Os critérios se aplicam a vibração vertical de superfícies de piso dentro dos edifícios	
(2) Referência padrão para níveis de velocidade apresentada logaritmicamente em decibéis	
Fonte: Wilson, Ihring & Associates	

Os níveis RMS globais, de vibração e de ruídos secundários, para serem comparados com os das tabelas acima, são calculados por meio de:

– Nível RMS global = 10.log (∑(10 Lj/10))

onde Lj são os níveis RMS, de vibração (em dBV) e de ruídos secundários (em dBA) nas bandas de 1/3 de oitava.

Todos os espectros em bandas de terços de oitava deverão ser determinados com o tempo de integração de 1 segundo.

12.2.3.6 CONTROLE DOS RUÍDOS PRIMÁRIOS

Deverá ser estudada a necessidade de tratamento acústico para garantir que os níveis ocorrentes de ruídos primários provenientes da passagem dos trens, veículos de manutenção, equipamentos e ferramentas de manutenção de via, satisfaçam as normas técnicas e a legislação vigente, bem como as normas específicas para obtenção da Licença Operacional, relacionadas no item 12.2.10-Normas.

12.2.3.7 PROVISÕES CONSTRUTIVAS PARA O CONTROLE DE CORRENTES DE FUGA

12.2.3.7.1 REQUISITOS TÉCNICOS

12.2.3.7.1.1 DRENAGEM DE VIA

Todo e qualquer esforço no sentido de minimizar e controlar as correntes de fuga tornam-se nulos quando a drenagem da via não é eficaz. Assim, é requerida uma via com drenagem de forma a não permitir que a água, seja ela de lavagem de via ou mesmo de infiltração, fique empoçada nas fixações, tornando-as úmidas e diminuindo a isolação dos trilhos contra a terra.

12.2.3.7.1.2 TRILHOS

A minimização da resistência elétrica longitudinal dos quatro trilhos de rolamento (condutores de retorno das correntes de tração), deverá ser alcançado utilizando-se trilho UIC 60.

O valor da resistência elétrica para cada via deverá ser de aproximadamente 0,015 Ω/km por via a ser comprovado através de ensaios na via de acordo com o Anexo A da norma EN 50122-2 de 2010 e com a recomendação VDV 501/2.

12.2.3.7.1.3 FIXAÇÕES

Com a finalidade de maximizar a resistência elétrica transversal entre os trilhos de rolamento (condutores de retorno das correntes de tração) e as estruturas adjacentes, o conjunto de apoio e de fixação dos trilhos deverá ter as seguintes características:

- construtivamente, deverão permitir facilidade de limpeza dos elementos isolantes, ou seja, não deverão existir lugares de difícil acesso, onde a sujeira e a umidade poderão alojar-se;
- os elementos isolantes deverão ser de fácil substituição.

As ancoragens das placas de apoio e fixação dos trilhos deverão ser isoladas com um material resistente à fricção e batidas.

As fixações deverão ser ensaiadas de acordo com a norma EN 13146-5 de 2002. Antes de cada medição em condições úmidas deverá ser feita uma medição com o conjunto seco. A média das três medições a seco não deverá ser menor que 1,07 MΩ.

Para o ensaio na condição úmida, de acordo com a norma EN 13146-6:2002, a média das três medições de R33 (conjunto úmido) não deverá ser menor que 10 kΩ.

12.2.3.7.1.4 TÚNEIS, PONTES, VIADUTOS E SUPERESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Cada trilho deverá ser isolado eletricamente da via corrida com relação à superestrutura, túnel, ponte e viaduto de modo a garantir o funcionamento do sistema de sinalização e controle de trens. Conexões metálicas entre os trilhos e quaisquer outras estruturas metálicas deverão ser excluídas.

Deverá ser garantida a estanqueidade entre a superestrutura da via permanente e túnel, evitando a infiltração e percolação de água na interface dos mesmos, condição fundamental para uma boa isolação elétrica entre eles.

No caso de túneis com estruturas em concreto armado ou outras estruturas que podem conduzir corrente elétrica, é possível que as correntes de fuga circulem nelas e a partir delas outras estruturas lindeiras também sejam afetadas. Neste caso, o efeito de tal influência deverá ser reduzido por meio da equipotencialização de túneis em estruturas em concreto armado ou outras estruturas que podem conduzir corrente elétrica de forma a garantir que os valores estabelecidos na norma EN 50162 de 2004, tabela 1, seja satisfeitos. Esta equipotencialização pode ser conseguida por meio da interconexão transversal e longitudinalmente de:

- ferros estruturais de secção suficiente;
- partes estruturais condutivas;
- condutores adicionais instalados ao longo do túnel.

Tendo-se como base as normas EN 50122-2 de 2010 e EN 50162 de 2004 e a recomendação VDV 501/1, as condições de tráfego previstas e uma distância média de 1,5 km entre subestações retificadoras, a secção mínima total de ferro estrutural eletricamente contínuo, interconectado transversal e longitudinalmente e instalado longitudinalmente na armadura do túnel, no invert, e superestrutura da via permanente deverá ser de 4500 mm^2 por via singela. Esta continuidade deverá ser comprovada através de medições de acordo com a recomendação VDV 501/2 cuja resistência não deverá ser superior a 0,035 Ω/km por via.

Para garantir a continuidade elétrica entre as secções do túnel, deverão ser instaladas nas suas juntas cordoalhas flexíveis ou cabos interligando os ferros estruturais. Não será permitida ligação rígida. A cordoalha ou cabo e os elementos de fixação deverão resistir aos deslocamentos diferenciais das lajes estruturais e as solicitações dinâmicas e vibratórias, garantindo a sua integridade. Os elementos que garantem a continuidade deverão ser acessíveis para a manutenção e troca e protegidos contra corrosão ambiental, impactos mecânicos, sujidade e empoçamento de água.

Deverão ser previstos acessos a este ferro estrutural eletricamente contínuo, interconectado transversal e longitudinalmente, denominado terra estrutural de acordo com a norma EN 50122-1, ao longo da linha próximos ao dorso do túnel em ambas as via a cada 100 m.

Quando existirem, as barras de transferência entre as lajes do sistema massa mola deverão não deverão conduzir o potencial elétrico de uma laje para a outra, ou seja, deverão ser eletricamente isoladas entre si através de uma luva de teflon revestida de uma bucha de neoprene.

A resistência elétrica transversal da via permanente em relação ao túnel, ponte ou viaduto em concreto armado, considerando a possibilidade de degradação elétrica e/ou envelhecimento das partes isolantes, deverá apresentar o valor mínimo de 200 Ω.km por via (0,005 S/km por

via) a ser comprovado conforme ensaio preconizado pela norma EN 50122-2:2010 e pela recomendação VDV 501/2.

As tubulações embutidas na estrutura em concreto armado do túnel, ponte ou viaduto ou superestrutura deverão ser de material isolante, para não comprometer as características elétricas exigidas, ou deverão ter segmentos isolados que garantam a não condutância longitudinal à via.

12.2.3.7.1.5 VIAS EM LASTRO

Cada trilho, deverá ser isolado eletricamente na via corrida com relação à superestrutura de modo a garantir o funcionamento do sistema de sinalização e controle de trens. Conexões metálicas entre os trilhos e quaisquer outra estrutura metálica deverão ser excluídas.

A resistência elétrica transversal da via permanente em à superestrutura considerando a possibilidade de degradação elétrica e/ou envelhecimento das partes isolantes, deverá apresentar o valor mínimo de 200 Ω.km por via (0,005 S/km por via) a ser comprovado conforme ensaio preconizado pela norma EN 50122-2 de 2010 e pela recomendação VDV 501/2.

As tubulações embutidas na superestrutura deverão ser de material isolante, para não comprometer as características elétricas exigidas, ou deverão ter segmentos isolados que garantam a não condutância longitudinal à via.

12.2.3.7.1.6 JUNTAS ISOLANTES COLADAS

Com o propósito de medição, deverão ser previstas a instalação de juntas isolantes segundo critérios listados abaixo. Todas as juntas deverão possuir uma conexão elétrica removível entre os dois trechos de trilho separados pela junta (jumper) e ter pelo menos um lado de fácil desmontagem que garanta a manutenção da resistência do conjunto após inúmeras desmontagens.

A instalação das juntas deverá seguir os seguintes critérios:

- um par de juntas no ponto central entre estações na via comercial para trechos entre estações sem AMVs;
- um par de juntas na entrada e saída do AMV, um par de juntas nas agulhas em desvio e um par no travessão, ou seja, 12 juntas em AMVs simples e 16 juntas para cruzamentos com 2 AMVs na via comercial para trechos entre estações com AMVs.
- um par de juntas na entrada de cada AMV no pátio;
- dois pares de juntas, distanciadas de 3 m, na entrada de cada via no Bloco A do pátio;
- dois pares de juntas por via, distanciadas de 3 m, por via na interface pátio / via comercial.

É recomendado que estas juntas isolantes sejam instaladas em marcos topográficos próximos da interrupção das lajes de assentamento no caso de túneis com estruturas em concreto armado.

As juntas isolantes deverão atender as seguintes exigências:

- as juntas isolantes deverão ser coladas;
- a resistência de isolação elétrica deverá ser superior a 10 MΩ em estaleiro e 1 MΩ, após instalação na via, medida com uma tensão de 1000 Vcc. A resistência de isolação elétrica medida na via aplicando-se 50 V RMS, para as freqüências de sinalização (faixa entre 5 e 40 KHz), de tal forma que a corrente de fuga não exceda em mais que 5% da corrente nominal entre trilho a trilho;
- no boleto o corte deverá ser a 45º em relação ao eixo do trilho, sendo que no patim deverá ser a 90º. O boleto deverá ser tratado contra desgaste prematuro;
- o material isolante, entre trilhos, deverá ter espessura e resistência adequada a sua utilização e deverá facear o boleto do trilho, independente da sua tolerância;
- o conjunto deverá ser unido e fixado por meio de talas conforme o perfil do trilho, por no mínimo 4 (quatro) parafusos auto-travantes;
- após colagem e apertos definitivos dos parafusos, as talas não devem apresentar folgas entre a superfície de contato com o trilho e material adesivo;
- em função do corte a 45º no boleto, existirão juntas direita e esquerda, as quais deverão ser instaladas de forma que a ponta de 45º do boleto do trilho, no lado da bitola, esteja orientada no mesmo sentido da movimentação dos trens na via;
- as juntas isolantes não poderão ter interferência com as talas, a placa de apoio, sua fixação e fixação do trilho;
- a distância mínima entre eixo da junta e a solda de trilho mais próxima, deverá ser de no mínimo 4 (quatro) metros;
- as juntas isolantes devem ter a sua durabilidade compatível com a durabilidade dos trilhos.

Deverão ser fornecidas a resistência mecânica da junta isolante colada e suas comprovações por meio de ensaios. A resistência à tração do conjunto deverá ser dimensionada para a temperatura de trabalho de 45º C, além das solicitações operacionais.

12.2.3.7.1.7 INSTALAÇÕES PARA PROTEÇÃO CATÓDICA

Deverá ser avaliada a presença de estruturas metálicas contínuas como adutoras, gasodutos e oleodutos em paralelo ao traçado da linha e pátios e providenciar a instalação de uma tubulação em eletroduto rígido de PVC Classe A com diâmetro maior que 50 mm (2") entre estas estruturas e o porão de cabos da sala técnica de média tensão mais próxima.

Caso seja comprovada a necessidade da instalação de um sistema de proteção catódica destas estruturas metálicas lindeiras por meio de medições e análise dos resultados de acordo com as normas EN 50162 de 2004 e EN 13509 de 2003.

Os equipamentos que compõem os sistema de proteção catódica deverão ser cedidos às partes afetadas pelas correntes de fuga, que serão responsáveis pela sua conservação e manutenção.

12.2.3.7.2 REQUISITOS DE ACEITAÇÃO

Deverá ser comprovado o desempenho da via permanente proposta de acordo com os requisitos especificados no item 12.2.3.7.1.

12.2.3.7.2.1 GERAL

A homologação da via ocorrem em duas etapas. A primeira etapa são os ensaios em laboratório para a aprovação das fixações para a instalação na linha. Aprovada esta primeira etapa, a segunda etapa são os testes em campo para a via toda.

12.2.3.7.2.2 ENSAIOS EM LABORATÓRIO

As fixações devem ser submetidas a testes em laboratório, conforme especificado no item 12.2.3.7.1 e aprovadas para a instalação na via segundo os requisitos expostos também no item 12.2.3.7.1.

12.2.3.7.2.3 TESTES EM CAMPO

Durante a construção, deverão ser executadas medições parciais de acompanhamento da evolução da obra.

Finalizada a obra, deverá ser realizada uma medição final para a homologação da via permanente.

São requeridas as medições parciais listadas a seguir.

12.2.3.7.2.3.1 TRILHOS

Os trilhos deverão ser medidos conforme o item 12.2.3.7.1.

12.2.3.7.2.3.2 PLACAS DE FIXAÇÃO

Utilizando-se um megômetro para leituras de isolação para tensão de 500 V em corrente contínua, medir a resistência das placas de fixação contra a armadura quando estas placas estão instaladas sem concretar e após a concretagem, sem a instalação do trilho. O valor destas medições deverá ser superior a 2 MΩ por placa.

12.2.3.7.2.3.3 ARMADURAS E LAJE DO INVERT

A armadura e as lajes do invert em concreto armado, quando aplicável, deverão ter a sua continuidade elétrica e resistência longitudinal medidas por secção de acordo com o item 12.2.3.7.1 antes e depois da concretagem.

12.2.3.8 TOPOGRAFIA PARA A IMPLANTAÇÃO DA SUPERESTRUTURA DE VIA PERMANENTE

12.2.3.8.1 VIA PRINCIPAL COM FIXAÇÃO DIRETA

Para a locação topográfica e acompanhamento dimensional da implantação da superestrutura da via permanente deverá ser obedecido o projeto de norma da ABNT, Projeto 02:133.17-011 e demais referências normativas nele contidas. O levantamento topográfico planimétrico deverá ter como referência o sistema SAD 69, com origem nas coordenadas do plano topográfico no ponto P1- USP.

No caso de túneis de via singela sem massa mola, os Marcos Topográficos de Locação (MTL's) deverão ser locados próximos ao eixo da via e as Referências de Níveis (RN's) na lateral do túnel, no lado oposto à passarela de emergência.

No caso de túneis com via singela com massa mola, os MTL's e RN's deverão ser locados na lateral do túnel, no lado oposto à passarela de emergência.

A identificação das MTL's e RN's, deverá ser feita de uma forma alfanumérica e deverá ser constituída pela sigla da Estação mais próxima, composta de três letras, seguidas de sequencial numérico composto por dois dígitos. A sigla de cada Estação e o início da numeração deverá começar no meio do trecho entre duas Estações.

12.2.3.8.1.1 MARCOS TOPOGRÁFICOS (MT)

A partir dos MTL's deverão ser densificados novos pontos denominados de Marcos Topográficos (MTs) com espaçamento definido conforme engenharia de montagem:

- Via corrida: poderá variar de 3,6 a 4,2 m, ou múltiplo do espaçamento entre apoio dos trilhos.
- AMVs: poderá estar em torno de 3,6 m, na via principal e no desvio, além dos pontos notáveis do AMV.
- Deverão ser locados ainda os pontos notáveis do projeto de traçado da via.

Os MTs servem para materializar o eixo da via, e são utilizados na implantação e manutenção da superestrutura da via permanente.

Os MT´s deverão ser identificados conforme o desenvolvimento do projeto, seguindo uma seqüência numérica, devendo dar continuidade à numeração existente. A numeração da via 1 deverá ser em seqüência ímpar e, na via 2, em seqüência par.

12.2.3.8.2 VIA EM LASTRO - PÁTIO

Para a locação topográfica e acompanhamento dimensional de obra da implantação da superestrutura da via permanente sobre lastro de pedra britada, deverá ser obedecido o projeto de norma da ABNT, Projeto 02:133.17-011 e demais referências normativas nele contidas.

a) Identificação das MTL's e RN's:

A identificação das MTL's e RN's, deverá ser feita de uma forma alfanumérica e deverá ser constituída pela sigla do Pátio, composta de três letras seguidas de sequencial numérico composto por dois dígitos.

O projeto dos MTs , deverá ser executado conforme descrito em fixação direta com espaçamento de aproximadamente 3,9m em curvas e 20m em reta, além dos pontos notáveis da via.

A caracterização, implantação, verificações e liberações deverão ser executadas conforme descrito no projeto de norma.

b) Identificação dos MTs:

Deverá ser identificada conforme o desenvolvimento do projeto, iniciando com o número da via seguindo a seqüência numérica iniciada em 001.

12.2.3.8.3 RECEBIMENTO DA VIA

Para recebimento final da via permanente, deverá ser executado um levantamento contínuo - "As Built", para verificação da instalação da via, confirmando o projeto geométrico conforme as tolerâncias geométricas de instalação especificadas.

12.2.3.9 GABARITAGEM DA VIA

Após a conclusão da instalação da via permanente, da passarela de emergência, do acabamento da borda da plataforma nas estações, das plataformas nas vias de estacionamento do Pátio, das travessias e os equipamentos instalados ao longo da via, deverá ser executada gabaritagem da via, a fim de verificar se a posição das instalações fixas atendem o gabarito dinâmico de livre passagem dos trens.

O gabarito inferior deverá ser definido e calculado com os limites máximos e conferido na via nos diversos sistemas. Além deste gabarito, não deverão ser ocupadas, por nenhum tipo de instalação, as áreas necessárias para a instalação e manutenção normal da via como, por exemplo, depósito e troca de trilhos, fôrma para soldagem aluminotérmica, equipamento provisório para quebra de trilho (talas e sargentos), equipamentos para esmerilhamento de trilhos, entre outros.

12.2.3.10 INTERFACE COM MATERIAL RODANTE

Os sistemas, conjuntos e componentes da superestrutura da via permanente deverão ser dimensionados e comprovados os seus desempenhos, considerando as situações mais desfavoráveis e severas por ocasião da passagem dos trens, veículos e equipamentos de manutenção, nas condições operacionais normais e acidentais, considerando os seguintes aspectos:

- atendimento às características técnicas e geométricas da via permanente, como as especificadas no presente documento, nas condições limites de utilização;
- o contato roda/trilho;
- os valores nominais, tolerâncias de manutenção e limites de uso da roda e rodeiro em conformidade com a superestrutura da via permanente, inclusive as cotas de salvaguardas dos AMVs do trecho;
- freqüência natural dos trens em relação às freqüências naturais dos sistemas de via em fixação direta; e
- a carga estática acumulada anual.

Os equipamentos de montagem e de manutenção deverão estar compatíveis com o gabarito dinâmico de livre passagem, assim como com o "trem-tipo" definido em projeto.

12.2.4 PREMISSAS DOS CONJUNTOS E COMPONENTES DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

12.2.4.1 BITOLA DA VIA, INCLINAÇÃO DO TRILHO E SUA TRANSIÇÃO

A bitola da via, medida a 14 mm dos topos dos boletos dos trilhos pelos lados internos, deverá ser de 1.435 mm.

Os trilhos na via corrida terão inclinação 1:40 para o lado interno da via e os trilhos dos AMVs 1:40 ou 1:∞. A transição de 1:40 para 1:∞ deverá ser solucionada em, pelo menos, seis placas de apoio.

A inclinação dos trilhos deverá ser garantida pela placa metálica de apoio e fixação dos trilhos ou pela superfície dos dormentes de concreto monobloco ou bibloco. Não será permitido o uso de palmilhas para garantir esta inclinação.

12.2.4.2 TRILHO

O trilho utilizado nas vias corridas na Via Principal, no Pátio e AMVs deverá ser de perfil UIC 60, definido pela norma UIC-861, e especificado pela norma UIC-860, grau 900 A.

Não será permitido furar o trilho em nenhuma fase da montagem, exceto os necessários para o Sistema de Sinalização e Controle e para o Sistema Elétrico de Tração (conexão dos cabos de corrente de retorno).

As barras de trilho de 18m serão soldadas entre si pelo processo de caldeamento, num comprimento mínimo de 72m, sem furos nas suas extremidades.

Os trilhos serão isentos de defeitos internos e inspecionados por ultrassom em processo contínuo, abrangendo toda a seção.

Nas vias principais, Pátio e AMVs, os trilhos deverão ser soldados continuamente.

12.2.4.3 SOLDAS

O processo de soldagem deverá ser aluminotérmico ou caldeamento. Deverão ser desenvolvidos os citados processos para as diversas qualidades de trilhos, entre si e cada um com todos os demais. No caso de AMV, de perfil UIC 60 tratado termicamente, o processo de soldagem utilizado deverá garantir que não ocorra desperlitização na região da solda e nas zonas afetadas termicamente. No caso da solda aluminotérmica, sua porção deverá ser adequada às características físicas e mecânicas dos trilhos a serem soldados.

Os trilhos deverão ser soldados e instalados de maneira que suas marcas de laminação estejam no mesmo sentido em todas as vias, inclusive nas do Pátio.

As soldas dos trilhos não deverão coincidir com as interrupções das lajes da superestrutura da via permanente e nem com as juntas de dilatação das estruturas. Quando executadas na mesma via não poderão estar alinhadas transversalmente na mesma seção. A distância mínima entre estas juntas e o eixo da solda deverá ser ≥ 1,80 m ou três espaçamentos de placas de apoio, prevalecendo aquela de maior dimensão.

Os trilhos devem ser soldados com a mesma inclinação (1:40 ou 1:∞).

As soldas deverão ser executadas e homologadas de acordo com as normas específicas e pertinentes relacionadas no item 12.2.10-Normas.

Todas as soldas executadas deverão ser inspecionadas.

Requisito de desempenho das soldas aluminotérmica:

- Cada solda concluída e acabada deverá ter penetração plena e fusão completa, ficando inteiramente livre de trincas;
- No ensaio com ultrassom as indicações de descontinuidades serão avaliadas a partir de curvas de referência de correlação distância-amplitude, construídas a partir de defeitos simulados por furos cilíndricos com diâmetro de 5 mm e pelo deslocamento do transdutor. Serão considerados defeitos as indicações abaixo, cujas juntas serão rejeitadas:
- descontinuidades ou agrupamento de descontinuidades que atinjam ou ultrapassem a curva de referência, e cuja área equivalente corresponda ou ultrapasse a 200 mm2;
- A superfície de rolamento, na zona fundida, deverá estar livre de porosidades, inclusões de escórias, areia ou marcas de retração;

- Diferenças na superfície de rolamento, provocadas por desalinhamento, desnivelamento ou esmerilhamento, oriundas da soldagem, serão aceitas apenas quando não ultrapassarem ± 0,2 mm, para um comprimento de 1.000 mm.

Requisito de desempenho das soldas por caldeamento:

- cada solda acabada e concluída deverá ser verificada quanto à qualidade, conforme itens que seguem:

  - registro gráfico: os gráficos de cada solda de produção, deverão ser comparadas com o gráfico de solda padrão obtido na aferição do processo. Este gráfico será realizado para cada solda devidamente identificada e fornecida.

  - verificação dimensional: conforme Norma AREMA, capitulo 4, item 4.2.6.

- Uma solda a cada 100 executadas deverá ser submetida à flexão estática.
- De todas as barras longas, uma solda deverá ser verificada com líquido penetrante, não devendo apresentar defeitos superficiais de qualquer natureza.
- No ensaio com ultrassom, os defeitos serão avaliados conforme o padrão de aceitação estabelecido para as soldas aluminotérmicas.
- Serão submetidos a ensaio:

  - as 50 primeiras soldas;

  - 25 das 50 soldas seguintes;

  - 10% das soldas restantes.

Requisito de desempenho para todos os tipos de solda:

- a região da solda deve apresentar características mecânicas compatíveis com as do trilho e variação de dureza inferior a 10% em relação à original;
- após a soldagem a tensão residual na zona afetada não deverá ser superior a 180 N/mm^2 em qualquer direção. A verificação da tensão residual consistirá de ensaio de homologação, por meio de teste das 05 (cinco) primeiras soldas feitas e de ensaio de rotina em 01 (uma) a cada 100 (cem) soldas executadas;
- No caso de uma rejeição de solda as extremidades dos trilhos deverão ser cortadas de forma a retirar o material do trilho na zona afetada termicamente, para a execução de nova solda. A zona afetada termicamente deverá ser definida em projeto. A distância mínima entre soldas, em caso de rejeição, será de 4 metros.

12.2.4.4 PLACAS DE APOIO DOS TRILHOS, SEU CALÇAMENTO E ANCORAGEM

O espaço entre patim do trilho e a laje de concreto, deve ser no mínimo de 40 mm, para permitir manutenção, soldagem de trilho, sargenteamento e outras atividades de manutenção.

O espaçamento entre os apoios dos trilhos deverá ser dimensionado em função do sistema de superestrutura a ser adotado, respeitando os limites de tensão no trilho e estabilidade da via.

As placas de apoio dos trilhos deverão ser metálicas e permitir ajuste de bitola de acordo com a engenharia de montagem. Os degraus de ajuste deverão garantir a tolerância de bitola.

O sistema ou conjunto deverá ser projetado para permitir correção vertical de cota por meio de calçamento.

No caso da utilização de palmilhas amortecedoras, elas deverão ser projetadas de forma a garantir a atenuação das vibrações e ruídos secundários, evitar o deslocamento de sua posição original, e ter coeficiente de atrito compatível com o sistema adotado, o qual deverá ser especificado em projeto.

As deformações diferenciais das palmilhas, deverão ser em valores que garantam a estabilidade do trilho.

Nas placas de apoio, a fixação delas à sua base deverá ser independente da fixação do trilho.

O conjunto deverá ter características de isolamento elétrico compatíveis com o item 12.2.3.7.

Os componentes dos sistemas e conjuntos deverão ser padronizados.

A posição das placas de apoio em relação aos trilhos deverá ser perpendicular. Não será permitido esconsidade das placas de apoio em relação aos trilhos.

Para verificação da bitola, alinhamento e curvatura, os patins dos trilhos, deverão estar posicionados nos seus limites externos, determinados por ombros das placas ou dispositivo de anteparo e perfeitamente assentados nos seus apoios.

As superfícies inferiores e superiores das placas de apoio devem ser planas e sem variação, para garantir uma inclinação de trilho uniforme e assentamento de placa perfeita, sem sobrecarregar os elementos de fixação das placas de apoio.

12.2.4.4.1 ELEMENTOS DE ANCORAGEM

Entende-se como ancoragem, o elemento que alojará o parafuso de fixação das placas de apoio dos trilhos.

A ancoragem é um elemento com rosca interna, engastado na laje durante a concretagem.

A centralização do elemento de ancoragem em relação ao furo da placa de apoio deverá ser garantida, assim como a sua perfeita perpendicularidade em relação à placa de apoio, por meio de dispositivos de ajuste.

Não será permitida a utilização de barras roscadas e ancoradas no concreto para fixação da placa de apoio do trilho.

Deverá ser definido o engastamento mínimo da ancoragem considerando, além das tolerâncias dos componentes e de montagem, o máximo calçamento vertical permitido.

O conjunto de ancoragem (chumbador/parafuso), deverá ser o mesmo, em quantidade e características, nas retas e curvas independente do valor do raio.

O mesmo parafuso de um conjunto de ancoragem, usado na montagem deverá permitir o calçamento máximo.

12.2.4.4.1.1 ANCORAGEM MECÂNICA CONCRETADA

A ancoragem deverá estar devidamente aderida ao concreto, não devendo permitir nenhum movimento ou falha na sua aderência.

Deverá garantir a isolação elétrica especificada no item 12.2.3.7.

A isolação elétrica entre a ancoragem e o sistema de apoio e fixação do trilho deverá ser garantida. Deverá ser adotado revestimento para isolação elétrica e que resista ao impacto mecânico, durante o seu manuseio, instalação e utilização.

A ancoragem deverá estar totalmente isolada da armação da estrutura da laje, devendo o seu entorno estar afastado de, no mínimo, 50 mm.

12.2.4.5 DORMENTES MONOBLOCO OU BIBLOCO DE CONCRETO ARMADO ENGASTADOS MONOLITICAMENTE AS LAJES DE CONCRETO ARMADO

Deverá ser solucionada a ligação concreto in situ/concreto pré-moldado (junta fria), garantindo a segurança e durabilidade da estrutura, impedindo a corrosão da armadura devido a infiltração de águas pelas fissuras nestas juntas e demais locais das lajes.

O conjunto de fixação dos trilhos deverá permitir:

- ajuste de bitola;
- ajuste de nivelamento;
- isolamento elétrico contra corrente de fuga;
- uso de palmilha resiliente amortecedora de vibrações, quando necessário.

Suas ancoragens deverão ser concretadas durante a execução dos dormentes e atender os pré-requisitos do item 12.2.4.4.1 – Elementos de Ancoragem.

A inclinação do trilho deverá ser dada pelos conjuntos de fixação/dormentes de concreto armado.

12.2.4.6 FIXAÇÃO DO TRILHO

A fixação dos trilhos deverá ser por elementos elásticos (mola, clipe, etc.).

O conjunto deverá garantir uma fixação de fácil manuseio na sua instalação, manutenção e reposição, quando necessária.

Os componentes que precisarem ser removidos na troca de trilho, devem ser montados e desmontados com o emprego de ferramentas manuais.

Cada tipo de fixação de trilho deverá atender aos critérios de estabilidade de via, assim como a sua comprovação de desempenho e homologação especificados.

12.2.4.7 VIA EM FIXAÇÃO DIRETA

No sistema de superestrutura da via permanente em fixação direta, na região de via corrida, as placas ou dormentes de apoio dos trilhos deverão ser fixadas em lajes de concreto armado.

Os AMVs deverão ser assentados sobre lajes específicas, por meio das placas de apoio dos trilhos, que deverão ser fixadas às lajes. Para o seu projeto, deverão ser consideradas as características construtivas e operacionais do AMV e suas respectivas partes móveis, tolerâncias de montagem, posicionamento, assentamento e fixação dos equipamentos auxiliares com suas tubulações, barramentos, e varões com as movimentações e deslocamentos operacionais necessários.

12.2.4.7.1 COM MASSA-MOLA – LAJE E AMORTECEDOR

A laje do sistema massa mola será apoiada sobre elemento amortecedor de vibração e ruído secundários com propriedades elásticas e atenuação adequadas.

Neste sistema as placas metálicas de fixação dos trilhos serão assentadas e ancoradas sobre lajes flutuantes de concreto armado e os dormentes de concreto armado (monobloco ou bibloco) engastados monoliticamente a elas por meio de armadura.

Nos AMVs, as juntas das lajes de concreto deverão estar posicionadas fora da região das agulhas e jacarés.

A continuidade elétrica entre lajes deverá ser garantida e passível de verificações na instalação e manutenção.

A espessura do elemento elastomérico discreto deverá ser uniforme, não sendo permitida a variação da sua espessura para correção das superfícies de assentamento. Irregularidades e incorreções deverão ser sanadas na obra.

A tensão total atuante no elemento elastomérico discreto não deverá ultrapassar 0,6 MPa. Esta ordem de grandeza da tensão assegura a integridade mecânica do material e a necessária capacidade amortecedora ao longo do tempo.

A espessura do elemento elastomérico discreto deverá ser menor que as outras dimensões:

- espessura do elemento ≤ dl/6
- espessura do elemento ≤ dt/6
- espessura do elemento ≤ dt/6 (no caso de forma circular).

  - onde:

  dl: dimensão longitudinal;

  dt: transversal, ou d: diâmetro, no caso de forma circular.

Deverá ser comprovado em laboratório, o desempenho e vida útil do elemento atenuador de vibrações e ruído. Os testes deverão ser realizados no caso de elementos elastoméricos discretos, com as dimensões reais da peça a ser instalada, ou seja, sem a utilização de amostras que podem ter seus resultados alterados devido ao fator de forma.

Para garantir a transferência de esforços e eliminar deflexões diferenciais entre lajes adjacentes deverão ser previstos dispositivos de transferência, de forma a evitar tensões adicionais nos trilhos e suas fixações;

Os equipamentos auxiliares devem ser instalados na laje, garantindo os deslocamentos em conjunto com o AMV, na passagem do trem.

O sistema massa-mola deverá garantir a segurança total do tráfego de trens, mesmo em situação de elementos amortecedores danificados.

12.2.4.7.2 SEM MASSA-MOLA

Neste sistema as placas metálicas de fixação dos trilhos serão assentadas e ancoradas sobre lajes de concreto armado e os dormentes de concreto armado (monobloco ou bibloco) engastados monoliticamente a elas por meio de armadura. O sistema deverá ser compatível com a carga e freqüência natural do material rodante, com a segurança da operação, bem como garantir que os limites de ruídos e vibrações especificados e da estabilidade da via não sejam ultrapassados, além de obedecer aos seguintes requisitos:

- A elasticidade da via e o amortecimento dos ruídos e vibrações, poderão ser solucionados por meio de palmilhas amortecedoras ou placas de apoio especiais com seus elastômeros;
- A espessura do elastômero deverá ser uniforme e constante, não sendo permitido o seu uso para a correção da altimetria da via, ou de irregularidades no assentamento;
- A continuidade elétrica deverá ser garantida e de possível verificação na instalação e manutenção.

12.2.4.8 APARELHO DE MUDANÇA DE VIA - AMV

Os AMVs nas vias principais deverão seguir todas as exigências e comprovações anteriores especificadas para os sistemas, conjuntos e componentes, nos seus respectivos itens.

Os tipos e localização dos AMVs estão definidos nos projetos do traçado atendendo necessidades e estratégias operacionais.

12.2.4.8.1 CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Deverão ser considerados que:

- Nos AMVs localizados nos finais de linha (incluindo aqueles em situação de final de linha provisória), a operação será para manobra dos trens nas vias retas e desviadas. Nestes AMVs deverão ser consideradas no mínimo 1.000 operações de máquina de chave por dia. Nos AMVs, a previsão do tempo de deslocamento da agulha/jacaré pelas máquinas de chave será inferior a 4 segundos;
- Nos AMVs intermediários das vias principais, a operação normal somente será para passagem dos trens nas vias retas dos AMVs, e em uma só direção. Em caso de emergência operacional, serão utilizados os desvios em condições operacionais como nos AMVs localizados nos finais de linha.

12.2.4.8.2 PREMISSAS DOS AMVS

Nas vias Principais, secundárias, do Pátio e seus acessos os AMVs deverão ser do tipo UIC, atendendo as exigências abaixo relacionadas:

Nas vias principais todos os AMVs deverão ser assentados em fixação direta e, de acordo com a necessidade, com e sem sistema massa mola nas vias principais.

O AMV deverá ser assentado em placas de apoio metálicas diretamente sobre a laje de concreto.

No Pátio os AMVs deverão ser apoiados sobre dormentes monobloco protendido, e estes assentados em lastro de pedra britada sobre sublastro.

12.2.4.8.2.1 TRILHOS E PERFIS ESPECIAIS

a) Trilho:

- O trilho padrão dos AMVs deverá ser o trilho UIC 60.

b) Perfis Especiais:

- Os demais perfis deverão atender as Normas UIC.

c) Agulha:

– Zu1-60, conforme Norma UIC-861-2, assimétrico, correspondente ao trilho UIC-60.

12.2.4.8.2.2 AGULHAS E TRILHOS DE ENCOSTO

As agulhas deverão tangenciar os respectivos trilhos de encosto na linha de bitola, no CMV.

As agulhas deverão ser flexíveis.

No caso da existência de solda de fabricação na agulha, esta deverá localizar-se na região a ser fixada às placas de apoio, e ser efetuada em seção com perfis iguais.

As agulhas deverão ser equipadas com retentores de dilatação e estas ligadas aos respectivos trilhos de encosto.

As agulhas deverão possuir furos para fixação das barras das máquinas de chave e detectores de posicionamento de agulha, sendo sua locação definida pelo fabricante de AMV.

12.2.4.8.2.3 JACARÉS DOS AMVS

Os jacarés dos AMVs da via principal, vias secundárias e acesso ao Pátio poderão ser móveis ou fixos.

No caso de jacarés móveis estes deverão:

– ser flexíveis na parte central, não será aceito o jacaré móvel do tipo articulado, ou de pernas móveis;

– poderão ter seus núcleos obtidos a partir da usinagem de blocos de aço forjado ou de perfis laminados.

No caso de jacaré fixo seus núcleos poderão ser obtidos a partir da usinagem de blocos de aço forjado ou de perfis laminados.

Para os AMVs do Pátio os jacarés serão fixos e seus núcleos deverão ser obtidos a partir de perfis laminados ou de aço manganês fundido.

No caso de núcleo de aço manganês fundido seu endurecimento deverá ser por explosão ou martelamento, na superfície de rolamento e nas laterais, até 25mm abaixo do seu topo. A dureza na região tratada deverá ser de 340 a 400 HB. Na extensão de 400 mm da ponta prática do jacaré, deverá ser Classe 1, não sendo permitido recuperação, e no restante da superfície de rolamento deverá ser Classe 3, segundo norma ASTM. Deverão ser realizados, obrigatoriamente em 100% das peças acabadas dos jacarés, ensaios de verificação para: dimensional, dureza e integridade com o uso de líquido penetrante e radiografia industrial (raios X e Gama).

A união por solda da parte central do jacaré aos trilhos de rolamento deverá ser efetuada em seções com perfis iguais.

As porcas dos parafusos utilizados deverão ser auto-travantes;

Os encostos dos jacarés móveis poderão ser fabricados com aço laminado com resistência mecânica igual ao do núcleo, ou seja no mínimo 1.100N/mm2;

Não será permitido o uso de solda para a união de perfis laminados para a fabricação do núcleo do jacaré móvel.

Os jacarés móveis deverão possuir furos para fixação das barras das máquinas de chave, sendo sua locação definida pelo fabricante de AMV.

12.2.4.8.2.3.1 DISPOSITIVO AUXILIAR PARA MOVIMENTAÇÃO DA PARTE MÓVEL DO JACARÉ

Deverão ser previstos dispositivos auxiliares para a movimentação da parte móvel dos jacarés, com a função de diminuir o contato entre o patim e as placas de assentamento, reduzindo o desgaste dos componentes e minimizando os esforços de movimentação.

Com relação aos dispositivos auxiliares para movimentação:

- deverão garantir o deslocamento da parte móvel sem a necessidade de lubrificação periódica do conjunto;
- deverão permitir a regulagem da altura do dispositivo, não apenas por calçamento do mesmo;
- não serão admitidos equipamentos auxiliares eletromecânicos e/ou hidráulicos que tenham a função de auxiliar a movimentação e o travamento vertical da parte móvel do jacaré;
- não poderão ser resilientes, ou possuir componentes resilientes;
- deverão ser projetados de forma a garantir que na região da parte móvel do jacaré seja mantida a mesma rigidez que no restante do AMV.

12.2.4.8.2.4 PLACAS DE APOIO

As placas de apoio serão fixadas diretamente na laje de concreto ou dormente de concreto.

As placas das agulhas e partes móveis do jacaré deverão ser providas de materiais auto lubrificantes, caso as agulhas e partes móveis do jacaré deslizem sobre elas. As agulhas poderão ser providas de equipamento mecânico para deslocamento e travamento delas, sem a necessidade de placas de apoio com materiais auto lubrificantes.

Não deverão ser utilizadas placas de apoio (comum ou de deslizamento) soldadas.

As placas deverão ser nervuradas para o apoio lateral e fixação dos trilhos e componentes.

No caso de haver deslizamento das agulhas e partes móveis do jacaré sobre as placas de fixação, estas deverão ser providas de dispositivos mecânicos que permitam e facilitem a movimentação, com a função de diminuir o atrito e reduzir o desgaste dos componentes.

No caso dos dispositivos mecânicos das placas das agulhas, estes:

- não poderão ser resilientes, ou possuir componentes resilientes;
- deverão garantir o deslocamento da agulha sem a necessidade de lubrificação periódica do conjunto;
- deverão permitir a regulagem da altura da placa, que não apenas por calçamento da mesma;
- deverão ser projetados de forma a garantir que na região da agulha seja mantida a mesma rigidez que no restante do AMV.

Independentemente das diversidades das áreas das placas de apoio, em função dos elementos elásticos sob elas, as deformações verticais, laterais e longitudinais, deverão ser as mesmas durante a passagem dos trens.

Os trilhos de transição anteriores e posteriores do AMV, deverão ser apoiados e fixados com o mesmo tipo de conjunto das placas dos AMVs.

Os elementos de ancoragem de fixação das placas de apoio deverão garantir a isolação elétrica.

A isolação elétrica entre a ancoragem e o sistema de apoio e fixação dos trilhos do AMV deverá ser garantida. Deverá ser adotado revestimento para isolação elétrica, resistente ao impacto mecânico, durante o seu manuseio, instalação e utilização.

A variação da inclinação dos trilhos, assim como eventual variação de rigidez entre AMV e via corrida, deverá ser solucionada na região destes trilhos.

Para os AMVs do Pátio devem-se observar os seguintes requisitos:

- O contratrilho deverá ser laminado ou de perfil especial, tipo ajustável;
- A fixação do trilho deverá ser elástica, exceto nas placas de apoio com escoras da região da agulhagem, e ser adequado para vias com trilho continuamente soldado. As escoras laterais deverão ser ajustáveis. A uniformidade da pressão da fixação elástica exercida no trilho deverá ser controlada nas placas de apoio;
- O espaçamento mínimo das placas de apoio deverá ser adequado à manutenção mecânica;
- As placas de apoio serão assentadas sobre dormentes de concreto, sendo que sob elas deverá ser inserida uma palmilha anti-contaminante. A fixação das placas de apoio deverá ser rígida. Para a fixação das placas de apoio não será permitida a execução de furos posteriores à fabricação dos dormentes;
- A combinação das tolerâncias entre trilho / perfil, placa de apoio, sua fixação e dormente de concreto deverá atender os limites de instalação e montagem.

12.2.4.8.2.5 FIXAÇÃO DOS TRILHOS E COMPONENTES

Os componentes de fixação dos trilhos devem ser independentes das fixações das placas de apoio, de modo que nas substituições de trilhos e/ou perfis, as fixações das placas permaneçam instaladas.

Entre os trilhos e as placas de apoio deverão ser instaladas palmilhas amortecedoras. O projeto geométrico das palmilhas deverá garantir a retenção longitudinal delas sobre o apoio.

A fixação padrão dos trilhos deverá ser elástica, e ser de um único tipo em todo o AMV.

Os trilhos de encosto das agulhas deverão ter no lado externo da bitola fixação padrão em todas as placas de apoio, e no lado interno, fixados por elementos elásticos conjugados às placas de deslizamento, com facilidade para sua substituição quando necessária sendo, no entanto, providos de segurança para o caso de quebra e obstrução da livre movimentação da agulha.

12.2.4.8.2.6 TRATAMENTO PARA ENDURECIMENTO

Para se obter a resistência especificada de 1100N/mm2 (correspondente a 310HB de dureza), com variação máxima de 5% ao longo de toda seção transversal, os trilhos/ perfis dos jacarés e das agulhagens, deverão ser submetidos a um beneficiamento (tratamento térmico), de forma que a estrutura final obtida seja uma Perlita Fina homogênea.

12.2.4.8.2.7 SOLDAS

Dentro dos AMVs todas as junções deverão ser obtidas por meio de soldas caldeadas ou aluminotérmicas, de modo que não ocorram interrupções nas seções de guia e apoio das rodas. Não deverá ser permitida a união por meio de juntas coladas e parafusadas. Durante a fabricação, os perfis/trilhos devem ser unidos por soldagem por caldeamento. Durante a montagem é permitida a solda por processo aluminotérmico, localizada no centro do vão entre duas placas adjacentes.

Todas as soldas de um mesmo processo deverão ser executadas conforme o mesmo procedimento e material utilizado nos trilhos dos AMVs.

Somente serão aceitas soldas de instalação em trilhos com a mesma inclinação.

12.2.4.8.2.8 FUROS PARA BONDEAMENTO

Para bondeamento, os trilhos e perfis do AMV deverão ser furados nos seus eixos neutros, na fábrica, em aproximadamente 26 (vinte e seis) localizações por AMV. Os furos deverão ter diâmetro de em torno de 25,4 a 27,5 ± 0,5 mm. A localização, diâmetro e quantificação exata dos furos serão definidos no projeto.

12.2.4.8.2.9 TRATAMENTO ANTICORROSIVO

Os componentes deverão ter tratamento anticorrosivo.

12.2.4.8.2.10 PRÉ MONTAGEM

Os AMVs deverão ser pré-montados na fábrica para sua inspeção.

12.2.4.8.2.11 MÁQUINA DE CHAVE

As máquinas de chave deverão ser compatíveis com os AMVs adotados e de acordo com o número de movimentações diárias prevista.

12.2.4.8.2.12 DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA

Deverá ser prevista a instalação de detectores eletrônicos de posicionamento e encosto da agulha ao seu encosto e suas posições, bem como a quantidade que garanta a segurança operacional.

12.2.4.8.2.13 FERRAGENS DAS AGULHAS E PARTES MÓVEIS DOS JACARÉS

As ferragens farão parte integrante do AMV, as quais não deverão encostar em nenhum componente, exceto nas suas extremidades de ligação.

12.2.4.8.2.14 TRAVAMENTOS E RETENÇÕES DA AGULHA E PARTE MÓVEL DO JACARÉ

Considerando que o assentamento do AMV é sobre placas resilientes, o projeto do AMV deverá definir o grau de resiliência de modo que não seja necessária a utilização de dispositivos de travamento vertical para agulhagem e para o jacaré móvel, e não comprometa a segurança de tráfego dos trens.

As máquinas de chave possuirão sistema que deverá garantir o travamento e retenções (acompanhar os deslocamentos elásticos) laterais e verticais da agulha e parte móvel do jacaré, quando encostadas em seus respectivos trilhos de encosto, por meio de dispositivos mecânicos. Os travamentos não poderão ser prejudicados pela vibração do trilho. O fornecedor do AMV deverá avaliar o sistema de travamento e retenção das máquinas de chave, e verificar se tal sistema garante a segurança de tráfego. Em caso negativo, tanto o fornecedor da máquina de chave como o de AMV deverão propor conjuntamente outro sistema compatível entre os diferentes equipamentos.

Deverá ser definida a quantificação, localização, interface geométrica/mecânica, força de movimentação, retenção e deslocamentos, das máquinas de chave necessárias para os AMVs.

Os travamentos deverão ter a perfeita integração com a máquina de chave, de forma a garantir a segurança operacional.

Deverão ser especificadas as recomendações da interface entre os travamentos e a máquina de chave.

Os conjuntos deverão possuir recursos para a regulagem das aberturas entre as agulhas ou partes móveis do jacaré e seus respectivos trilhos de encosto, de modo que seja garantido o encosto pleno entre os componentes fixos e móveis.

Os conjuntos deverão permitir o deslocamento longitudinal das agulhas, devido as dilatações de suas partes soltas, em seus pontos de acionamento.

As barras não deverão receber encurvamentos.

As partes articuladas e deslizantes, sujeitas a desgastes, deverão ser protegidas contra poeira e choques acidentais.

12.2.4.8.2.15 FERRAGENS DE LIGAÇÃO DOS DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA

Os barramentos deverão ter a perfeita integração com os detectores eletrônicos de posicionamento e encosto da agulha ao seu encosto, de forma a garantir a segurança operacional.

Deverão ser especificadas as recomendações da interface entre os dispositivos de sinalização de encosto da agulha ao seu encosto, e o AMV.

As ferragens e os suportes para fixações dos detectores eletrônicos de posicionamento, escopo de outro fornecimento, devem possuir isolação elétrica maior que 8MΩ aplicando-se a tensão de 500Vcc.

Os barramentos e suas ligações com os detectores, deverão garantir as deformações elásticas e dinâmicas da via.

12.2.4.8.2.16 FERRAGENS DE LIGAÇÃO DAS MÁQUINAS DE CHAVE

São os componentes que interligam:

- as "Ferragens das Agulhas e Partes Móveis dos Jacarés", com o acionamento das máquinas de chave;
- as ferragens para detecção das agulhas e partes móveis dos jacarés, com as máquinas de chave.
- Deverão ter as seguintes características:
    - as barras não deverão receber encurvamentos em campo;
    - as partes articuladas e deslizantes, sujeitas a desgastes, deverão ser protegidas contra chuva, poeira e choques acidentais;

- a concepção dos conjuntos deve ser compatível com os deslocamentos vertical, lateral e longitudinal elásticos do AMV, e do sistema massa-mola e da máquina de chave;
- as partes fixas do conjunto, devem ser instaladas sobre a mesma laje que o AMV;
- os barramentos não deverão encostar em nenhum componente, exceto nas suas extremidades de ligação;
- deverão ser especificadas as recomendações da interface entre os equipamentos e o AMV;
- os equipamentos devem ser dimensionados de maneira a possibilitar a quantidade das movimentações operacionais.

12.2.4.8.2.17 SUPORTE DA MÁQUINA DE CHAVE DA AGULHA E DA PARTE CENTRAL DO JACARÉ E DETECTORES ELETRÔNICOS DE POSICIONAMENTO E ENCOSTO DA AGULHA

Os suportes, suas localizações e fixações, devem ser compatíveis com os sistemas que serão instalados, ou seja, com e sem massa mola.

Deverão ser especificadas as recomendações da interface entre os equipamentos e o AMV dependendo inclusive do sistema de instalação, com e sem massa-mola.

A isolação elétrica dos suportes deverá ser maior que 8 MΩ, aplicando-se tensão de 500 Vcc.

As máquinas de chave e os dispositivos de sinalização de encosto da agulha e jacaré móvel, devem permitir sua instalação tanto a direita como a esquerda dos AMVs.

12.2.4.9 TRAVESSIAS NA VIA PRINCIPAL

Estão previstas travessias nas vias, destinadas à passagem do pessoal da Manutenção, Operação e, eventualmente, de usuários.

As travessias poderão ser compostas de:

- escadas de acesso, tipo marinheiro, com corrimão vertical, fixadas nas passarelas de emergência, que dão acesso aos leitos das vias;
- tablados ou estrados nos leitos das vias e perpendicular a estas. O material do tablado ou estrado deverá ser desenvolvido em projeto, atendendo requisitos do item 12.2.3.1;
- demarcações indicando o caminhamento do pessoal de manutenção delimitadas pelo Gabarito Dinâmico de Livre Passagem, nos casos onde não haja desnível da laje ou do leito da via;
- tablados ou estrados, nas entrevias, nos casos onde haja desnível da laje ou do leito.

Tipo e caracterização das travessias em função das suas localizações:

b1) nas extremidades das Estações, nas duas plataformas;

b2) nas regiões com interrupções das passarelas de emergência:

As passarelas de emergência deverão estar interligadas, transversalmente às vias, no nível do topo dos boletos dos trilhos, através de tablados ou estrados com largura de 1,5 metros. O acesso às passarelas de emergência nesta região se dará por escadas tipo marinheiro.

b3) Nos AMVs.

Os tablados ou estrados deverão ser projetados e executados atendendo-se no mínimo as seguintes exigências:

- a fixação de trilho ou placa não poderá ser modificada;
- deverão ser fixados, permitindo a sua instalação e remoção rápida;
- não deverão interferir na isolação elétrica entre os trilhos de uma via ou vias;
- deverá ser estudada e garantida a folga para passagem do friso das rodas;
- deverá ser garantida que nenhuma parte venha a se soltar por ocasião da passagem do trem e invada o gabarito dinâmico.

As escadas marinheiro, suas fixações e corrimão deverão respeitar o gabarito dinâmico de livre passagem.

Deverão ser instaladas escadas de acesso à via sempre que houver equipamentos no entrevia.

12.2.4.10 TRAVESSIA DE ELETRODUTOS PARA CABOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS

Os cabos elétricos e eletrônicos deverão ser instalados longitudinalmente às vias, fora da área da superestrutura da via permanente. Estes cabos serão de baixa tensão, energia de tração e de comando (sinalização).

Quando for necessária a travessia destes cabos pela via, esta deverá ser compatibilizada com a superestrutura da via permanente. Nestes casos, os cabos deverão ser protegidos por meio de eletrodutos, embutidos na superestrutura da via permanente, tendo seção e curvaturas apropriadas, em função da quantidade e bitola dos cabos.

No Pátio as travessias de eletrodutos serão sob o sublastro, ou seja, fora da superestrutura da via permanente.

Em todos os casos deverão ser considerados, por meio de cálculo estrutural, os efeitos da redução de seção transversal pelas travessias de eletrodutos, garantindo a integridade dos eletrodutos com os cabos, assim como a integridade das camadas superiores e inferiores da via e da própria superestrutura da via permanente, com seus conjuntos e componentes.

Deverão ser obedecidas no mínimo as seguintes exigências:

- projeto e execução da via permanente deverão contemplar todas as travessias de eletrodutos existentes nos projetos de sistemas elétricos e sinalização;
- os cabos serão passados nos eletrodutos após a construção da superestrutura de cada trecho, e para isto, a concepção do projeto deverá possibilitar este serviço;
- os eletrodutos deverão ser protegidos durante a execução da via permanente, para evitar entrada de água e/ou entupimento por resíduos de concreto ou outro material qualquer;
- Qualquer ferragem não deverá distar menos que 25 mm dos eletrodutos;
- As travessias de eletrodutos não poderão comprometer a drenagem das águas;
- Nas travessias, os eletrodutos deverão ser estanques, de modo a evitar a entrada e permanência de água em seu interior;
- As caixas de lançamento dos cabos deverão ser protegidas com tampa removível ou porta.

12.2.4.11 PÁRA-CHOQUES

Serão do tipo autofrenante móvel nas extremidades das vias principais e das vias de estacionamentos do Pátio.

Serão instaladas sapatas frenantes nos finais das vias com valetas localizadas nos blocos de manutenção e nas vias destinadas a veículos auxiliares.

O desempenho dos pára-choques autofrenantes móveis deverá garantir o amortecimento do impacto da composição do trem, sem prejuízo da integridade tanto do pará-choque, quanto do trem, dentro do curso de deslizamento previsto em projeto.

A massa de impacto a ser considerada é a de um trem inteiro e vazio, sendo a velocidade a ser prevista no momento do impacto de no mínimo 15 km/h.

O coeficiente de segurança a ser adotado deverá ser de no mínimo 1,5.

O projeto dos pára-choques deverá ser elaborado de acordo com as características do trem.

Os pára-choques móveis deverão ter ainda as seguintes características:

- deverão ser instalados e fixados sobre os trilhos;
- o espaço necessário a instalação do pará-choque e para o seu deslizamento deverá ser fornecido pelo projetista ou fabricante;
- no seu projeto deverá ser prevista a demarcação da sua posição inicial na via, bem como deverá ser permitido o seu reposicionamento, por meio de trator de manobra terra/via.

Numa das extremidades da via de teste do Pátio deverá ser previsto, além dos pará-choques, um caixão de areia.

Os pára-choques e sapatas frenantes deverão receber tratamento adequado por um produto anti-ferruginoso.

12.2.4.12 LUBRIFICADORES DE TRILHOS

Para diminuir o desgaste lateral dos trilhos das vias e dos AMVs, deverá ser prevista a instalação de aparelhos lubrificadores. Poderão ser dos tipos embarcados (no material rodante) ou estacionários (fixos nas vias).

No caso de lubrificadores de trilhos estacionários, o critério para definição de local e quantidade dos lubrificadores deverá considerar o traçado geométrico das vias e as condições operacionais, de forma a minimizar o desgaste lateral dos trilhos.

12.2.4.13 DRENAGEM DA VIA PRINCIPAL E PÁTIO

O sistema de drenagem deverá garantir a captação e o escoamento das águas até os poços de captação definidos no projeto civil (invert dos túneis), sem empoçamento e extravasamento, de forma a evitar o seu contato com os componentes da superestrutura da via, incluindo os elementos amortecedores sob as placas de apoio dos trilhos e sob as lajes flutuantes.

A drenagem deverá ser instalada longitudinalmente às vias, na área da superestrutura da via permanente e conduzida até os pontos de captação na infra-estrutura. A drenagem deverá estar compatível com as soluções de superestrutura da via permanente.

Quando necessária a travessia dos tubos de drenagem, deverá ser compatibilizada com a superestrutura da via permanente. Em todos os casos deverão ser considerados, por meio de cálculo estrutural, os efeitos da redução de seção transversal pelas travessias de tubulações nas lajes, berço, viga suporte da superestrutura da via permanente, garantindo a integridade das tubulações, assim como a integridade das camadas superiores e inferiores da via e da própria superestrutura da via permanente, com seus conjuntos e componentes.

No Pátio, a drenagem deverá ser solucionada de modo a afastar as águas pluviais e de lavagem dos trens da camada de lastro, garantindo o rápido escoamento das águas. Em caso de necessidade, as travessias de tubulações deverão ser instaladas sob o sublastro.

12.2.4.14 VIA EM LASTRO

No Pátio, a via corrida e AMVs deverão ser apoiados sobre dormentes de concreto monobloco protendido, assentados em lastro de pedra britada sobre sublastro.

O Pátio será construído em superfície, a céu aberto, e o terrapleno deverá estar preparado para receber a superestrutura da via.

No caso de transição de superestrutura em fixação direta em túnel para superestrutura em lastro a céu aberto, a retenção dos esforços inerentes ao trilho continuamente soldado deverá

ser solucionada. Deverão ser previstas lajes de transição sob o terrapleno, para solucionar a mudança de rigidez entre os sistemas de superestrutura (lastro e fixação direta).

A superestrutura da via permanente em terrapleno deverá ser projetada dentro de um espaço de aproximadamente 1,00 m abaixo do topo do boleto do trilho mais baixo. Esta cota define a superfície superior da camada anticontaminante.

No projeto do Pátio, estão definidas as vias que deverão ser assentadas em condições especiais, tais como valetas de manutenção, vias com pavimento ao nível do boleto do trilho, via com máquina de lavagem de trens, via com torno rodeiro etc.

12.2.4.14.1 LASTRO

O lastro deverá ter as seguintes características, ensaios de verificação e comprovação:

a) O material do lastro deverá obedecer as especificações constantes na NBR 5564 da ABNT, exceto a sua curva granulométrica, que deverá atender o item d) adiante;

b) A qualidade e quantidade de substâncias nocivas presentes não devem exceder os seguintes limites em % de peso de material:

- teor de fragmentos macios e friáveis, de acordo com norma da ABNT - 5%
- teor de material pulverulento, de acordo com NBR NM 46:2003 da ABNT, passando na peneira 200 - 1%
- teor de argila em torrões, de acordo com NBR-7218 da ABNT - 0,5%;

c) Características mecânicas e físicas do material:

- forma cúbica, de acordo com NBR-6954 da ABNT, para graduação acima da peneira 19 deve ser ≥ 90%;
- abrasão “Los Angeles”, de acordo com NBR NM 51:2001 da ABNT, a percentagem do desgaste do material ensaiado, não deve exceder a 30% do peso da amostra;
- massa específica aparente, de acordo com NBR-7418 da ABNT, deve ser maior que 2,5 kgf/dm3;
- absorção de água, de acordo com NBR-7418 da ABNT, deve ser menor que 1%;
- porosidade aparente, de acordo com NBR-7418 da ABNT, deve ser menor que 1%;
- resistência ao choque, de acordo com norma da ABNT, deve ser menor que 20%;
- resistência à compressão axial, corpo de prova cortado na rocha matriz, de acordo com NBR 5564:2011 da ABNT, deve ser maior que 1000 kgf/cm2;
- durabilidade (solução de sulfato de sódio), de acordo com NBR 5564:2011 da ABNT, com 5 ciclos, a perda média de peso deve ser menor ou igual a 10%, e

– peso da brita por unidade de volume, de acordo com NBR NM 45:2006 da ABNT, deve ser maior que 1,25 kgf/dm3 .

d) Graduação do lastro:

A determinação da composição Granulométrica, deverá ser determinada com auxílio de peneiras de laboratório, com malhas quadradas, de 22,4 mm, 31,5 mm, 40,0 mm, 50,0 mm e 63,0 mm.

A pedra britada para lastro deverá apresentar uma composição granulométrica dentro dos limites da tabela a seguir:

Composição granulométrica do lastro						
Abertura de peneiras (mm)	**22,4**		**31,5**	**40,0**	**50,0**	**63,0**
Porcentagens acumuladas, em massa, que passam pelas peneiras	3% na pedreira	5% na obra	0 a 20%	38% a 62%	70% a 100%	100%

e) Depois da aprovação do lastro e antes do início da obra, deverá ser coletado pelo menos 50 kg de lastro por um laboratório idôneo, e este guardado até o final da obra, sendo que esta amostra deverá ser representativa do material explorado e definida como padrão;

f) Durante a execução do lastro, deverão ser recolhidas amostras representativas de cada 150m de extensão de via singela executada, ou a cada 400m3 de material solto, produzido para lastro, para a execução dos seguintes ensaios:

– granulometria
– forma cúbica
– teor de material pulverulento
– teor de argila e torrões. abrasão “Los Angeles”, quando houver mudança de frente de lavra ou mudança significativa de qualidade do material explorado.

g) Para garantir a resistência lateral necessária da via, o ombro de lastro (medida excedente da extremidade do dormente até o lastro) deverá ter largura de, no mínimo, 0,30 m em reta, e 0,40 m em curva. A camada de lastro sob o dormente deverá ser no mínimo de 0,30 m, na região do apoio do trilho mais baixo. Nas entrevias deverá ser prevista 0,20 m de espessura de lastro sobre o sublastro, sem compactação;

h) O lastro deverá ser compactado, incluindo os ombros.

12.2.4.14.2 SUBLASTRO

O sublastro deverá ter as seguintes características, ensaios de verificação e comprovação:

a) O material para sublastro poderá ser obtido em uma única jazida ou por solos de diversas jazidas, sendo que, neste caso, a mistura deverá ser obrigatoriamente procedida em usina e com aprovação do Poder Concedente;

b) Características mecânicas e físicas do material para verificação do enquadramento do material do sublastro, por meio dos métodos de ensaios, prescritos pela ABNT, com os seguintes requisitos de qualidade:

- limite de liquidez, de acordo com NBR-6459 da ABNT. A fração de material passando na peneira N.º 40, deverá apresentar LL ≤ 25;
- limite de plasticidade, de acordo com NBR-7180 da ABNT. A fração de material passando na peneira N.º 40, deverá apresentar IP ≤ 6;
- ensaio de CBR, de acordo com o Método DNER-M-50-64. A energia de compactação usada será a intermediária (129,4 kg.m/m3), de acordo com o método DNER-M-48-64. A expansão será determinada simultaneamente com o ensaio CBR. A capacidade de suporte deverá ser de 42%;
- abrasão “Los Angeles”, de acordo com NBR NM 51:2001 da ABNT. O material retido nas peneiras N.º 10 e anteriores, deverá apresentar uma percentagem de desgaste inferior a 40% do peso da amostra;
- teor de argila em torrões, de acordo com NBR-7218 da ABNT ou ASTM-C-117.

c) O material do sublastro deverá obedecer às especificações NBR 5564 da ABNT, exceto a granulometria, que deverá atender o item e) deste;

d) O sublastro deverá ser isenção de substâncias orgânicas e torrões de argila, nocivas que prejudicam o seu desempenho. Não serão admitidos materiais que causam desagregação quando submetido alternadamente à molhagem e secagem;

e) O material do sublastro deverá apresentar uma composição granulométrica que se enquadre na faixa recomendada abaixo executado de acordo com NBR NM 248:2003 da ABNT;

SUBLASTRO	PERCENTAGENS ACUMULADAS DE MATERIAL QUE PASSA, EM PESO NAS PENEIRAS DE ABERTURAS NOMINAIS (mm)						
GRADUAÇÃO	2” (50)	1” (25)	3/8” (9,5)	nº 4 (4,75)	nº 10 (2,00)	nº 40 (0,425)	nº 200 (0,075)
FAIXA	100 - 100	95 - 100	80 - 95	40 - 85	10 - 50	0 - 15	0 - 5

f) A graduação do sublastro deverá atender a teoria de filtros de Terzaghi com finalidade de distribuir a carga no terrapleno e impedir a penetração das pedras do lastro no terrapleno ou camada anticontaminante, evitando que em condições de saturação, aliada à carga repetitiva, haja o bombeamento das partículas finas do material do terrapleno ou subleito, e consequentemente a colmatação do lastro;

g) Depois da aprovação do sublastro e antes do início da obra, deverá ser coletado pelo menos 50 kg de sublastro por um laboratório idôneo, e este guardado até o final da obra, sendo que esta amostra deverá ser representativa do material explorado pelo Fornecedor e definida como padrão;

h) Deverão ser recolhidas amostras representativas para cada 100m de extensão de via singela, ou 800 m2 de sublastro executado, para a execução de todos os ensaios, a exceção do ensaio de CBR, que deverá ser realizado a cada 500 metros de via singela ou 4000 m2.

i) A espessura da camada de sublastro deverá ser de no mínimo 0,15 m.

12.2.4.15 TERRAPLANAGEM NO PÁTIO

A superestrutura das vias do Pátio será assentada sobre terrapleno. A terraplanagem será executada prevendo a raspagem necessária, para a execução das inclinações laterais da via para a drenagem.

12.2.4.16 DORMENTE DE CONCRETO

No Pátio, os trilhos das vias corridas e AMVs deverão ser assentados sobre dormentes de concreto.

Nos AMVs, o comprimento dos dormentes é variável, devendo apoiar e fixar as placas de apoio dos AMVs.

Os dormentes deverão seguir todas as exigências anteriores especificadas para os sistemas, conjuntos e componentes, nos respectivos itens e, também, deverão obedecer normas vigentes, além das seguintes exigências:

a) os dormentes deverão ser de concreto monobloco e protendido (pré tensionado).

b) as dimensões deverão obedecer aos seguintes limites:

- comprimento máximo do dormente é de 2,60 m, nas vias corridas;
- largura variando de 0,26 m a 0,30 m;
- altura, na parte central do dormente de concreto, deverá ser no mínimo igual a 85% da altura dele, sob o apoio do trilho, ou no máximo 0,25 m;
- a bitola da via deverá ser garantida na região de via corrida e AMV, com a utilização de componentes padronizados;

c) os dispositivos inseridos no concreto, destinados à ancoragem das fixações poderão ser fixos ou removíveis, nesse último deverá permitir sua fácil substituição. Estes dispositivos deverão ser de material resistente, possuir isolação elétrica, capazes de garantir a força de retenção, permitindo a posição exata dos trilhos e a manutenção da bitola da via durante a operação.

d) A resistividade elétrica do concreto deverá ser no mínimo de 600 Ω.m.

e) A armadura empregada, nos sistemas de ancoragem e protensão, deverá ser protegida contra corrosão eletrolítica e oxidação. A cobertura mínima da armadura deverá ser de 30 mm na base e de 20 mm nas demais faces do dormente.

f) no apoio do trilho deverá ser prevista palmilha de material amortecedor que garanta a distribuição da carga de roda e a atenuação do impacto da mesma sobre o concreto e com resistência à abrasão;

g) O concreto deverá ser especificado, por meio do seu traço e especificações de seus agregados, aglomerantes, adições e aditivos, bem como seus tratamentos e curas.

h) a superfície dos dormentes deve estar isenta de defeitos como poros, nichos ou vazios. Não deverá ter enchimento com argamassas ou pinturas de qualquer natureza, visando corrigir possíveis defeitos;

i) todos os dormentes deverão ter identificação do seu fornecedor, número do lote e data de fabricação;

j) nos AMVs, além da identificação acima, deverão ter também definidas e identificadas as suas posições;

k) nos dormentes dos AMVs deverão fazer parte do memorial de cálculo as posições das fixações das placas de apoio, máquinas de chave e os outros equipamentos auxiliares dos AMVs, com as respectivas coordenadas locais;

l) deverá haver marca no dormente, indicando o eixo da via, tanto nos dormentes da via corrida, quanto no AMV, sendo que no caso dos AMVs, a marca será para a via reta;

m) deverão ser definidas no projeto executivo as cargas destinadas aos ensaios previstos nas normas vigentes.

12.2.4.17 VIAS ESPECIAIS NO PÁTIO

Para as vias especiais no Pátio, deverão ser obedecidas e viabilizadas todas as interferências com outros sistemas.

As vias especiais são as seguintes:

a) valetas de manutenção;

- As placas de apoio e fixação dos trilhos a serem instaladas nas valetas (construídas em concreto armado ou estrutura metálica) deverão ser isoladas eletricamente.

b) via de lavagem de trens:

- deverá ser solucionada com sistema de assentamento em fixação direta, ou seja, sem a utilização de lastro ferroviário de pedra britada;
- a capacidade de drenagem deverá estar de acordo com o volume de água do equipamento de lavagem de trens;
- toda a água proveniente da lavagem deverá ser drenada, ou seja, a largura da superestrutura deverá ser compatível com a aspersão da água da máquina de lavar, sem deixar empoçar a água lateralmente;
- a isolação elétrica deverá ser igual às demais vias.

c) vias nas áreas pavimentadas nas edificações:

- As vias deverão ser assentadas e fixadas com a solução padrão do Pátio. A interface entre os trilhos da via permanente com a pavimentação deverá ser solucionada, garantindo o gabarito dinâmico de livre passagem dos rodeiros e o gabarito inferior.

12.2.4.18 TRAVESSIA PARA VEÍCULOS RODOVIÁRIOS NO PÁTIO

As travessias deverão ser projetadas e executadas prevendo-se o trânsito de veículos rodoviários de passeio e carga, tendo ainda as seguintes exigências:

- garantir a transmissão das cargas dos veículos rodoviários ao subsolo sem prejudicar a superestrutura ferroviária;
- garantir a drenagem eficiente da área plana da travessia;
- possuir a superfície do pavimento plana, regular e antiderrapante;

- ter seus elementos removíveis e de fácil acessibilidade para intervenção da manutenção da via permanente;
- garantir que as fixações da via permanente sejam protegidas durante e após sua execução e não serem diferentes da solução geral;
- a face superior da travessia deverá estar no mesmo nível do topo do boleto dos trilhos;
- deverá ser garantida a isolação elétrica entre os dois trilhos da via permanente;
- a folga para passagem do friso da roda dos veículos ferroviários deverá ser estudada e garantida, atendendo o gabarito inferior;
- a área pavimentada da travessia deverá estar nivelada em relação aos pavimentos contíguos;
- não serão utilizados madeira ou aço para sua execução.

12.2.4.19 PREMISSA PARA MATERIAIS NÃO FERROSOS

a) Os materiais deverão ser anti-chama e na queima não deverão liberar gases tóxicos;

b) Os materiais deverão ter resistência aos raios ultravioletas e ao ozônio;

c) Os materiais não deverão ter suas características físicas e químicas alteradas quando em contato com água pluvial, água proveniente de infiltrações, detergentes químicos, óleos e graxas;

d) Os materiais não devem sofrer variação em suas propriedades físicas e mecânicas que prejudiquem suas características funcionais, quando expostos à máxima e mínima temperaturas das condições ambientais.

12.2.4.20 PREMISSA PARA MATERIAIS FERROSOS

a) A proteção anticorrosiva deverá ser compatível com a matéria-prima, processo de fabricação, função, destino, local de instalação, embalagem, transporte e armazenagem prevista;

b) Os componentes menores, como parafusos, porcas, arruelas, etc. deverão ter desempenho compatível de proteção com o equipamento ou conjunto principal;

c) A proteção anticorrosiva dos conjuntos e componentes, deverá se enquadrar numa das exigências abaixo:

- Componentes de fixação dos trilhos e dos perfis especiais e fixação das placas de apoio, parafusos, porcas, arruelas e molas, etc. dos AMVs e passarela de emergência:
  - 72 horas de resistência à névoa salina, conforme ASTM B 117.
- Placas de apoio, e calços dos AMVs:

- laminada, soldada ou não: tinta, conforme item (d) deste.

– Trilhos usinados e perfis especiais dos AMVs :

- óleo protetor, conforme item (e) deste;

– Pára-choque, sapatas frenantes, lubrificador de trilho, travessia em nível, ferragem e barras dos AMVs :

- tinta conforme item (d) deste.

– Barras Chatas:

- zincagem por imersão a quente –500gr/m2.

d) Proteção anticorrosiva de tinta:

A preparação da superfície deverá estar de acordo com o sistema de pintura e tinta utilizada, caracterizada pelo padrão SSPC, perfil e rugosidade.

A tinta deverá ter no mínimo os seguintes desempenhos:

– resistência à névoa salina: 200 horas mínimas, conforme ASTM B 117;

– resistência a 100% de umidade: 250 horas mínimas, conforme ASTM D 2247;

– resistência a SO2: 3 rondas mínimas, conforme DIN 50018;

– aderência: GR 1A, conforme NBR 11003

– e) Óleo Protetor para Trilhos Usinados e Perfis Especiais dos AMVs , destinados à instalação:

– tipo de película: oleosa transparente;

– resistência a 100% de umidade: 20 ciclos mínimos, conforme norma DIN;

– resistência à névoa salina: 60 horas mínimas, conforme norma DIN.

12.2.4.21 TRATAMENTO ACÚSTICO

O tratamento acústico deverá ser solucionado por meio de barreira e revestimento de paredes por meio de elementos que reduzam as reflexões sonoras.

O seu aspecto estético deverá estar ambientado ao projeto arquitetônico das estruturas onde estará inserida.

A caracterização construtiva do tratamento acústico deverá obedecer a norma NBR 14313, da ABNT.

A superfície externa dos painéis deve receber tratamento antipichação. A solução de tratamento acústico deve permitir acesso para remoção de pichações.

Os painéis e elementos de fixações deverão permitir sua manutenção, limpeza e substituição por meio da utilização de equipamentos metro-ferroviários de manutenção normal.

Deverão ser previstas passarelas de acesso a todas as regiões das barreiras e tratamentos acústicos para a sua limpeza.

O espaçamento dos apoios e as cargas exercidas por estes, devem ser compatíveis com a infra-estrutura.

12.2.5 PREMISSAS SOBRE A FABRICAÇÃO DOS MATERIAIS, CONJUNTOS E COMPONENTES

Cada unidade fabril deverá possuir controle de qualidade e inspeção, para cada conjunto, componente, material e equipamento. Antes da liberação para fabricação em série, o conjunto/componente deverá ser homologado, conforme abaixo:

- Os componentes/conjuntos deverão ter suas características definidas e comprovadas em laboratório, bem como sua instalação comprovada em testes de campo;
- Na fábrica, deverão ser definidos os processos e procedimentos de fabricação, inspeção, controle e rastreabilidade, de forma que se tenha um programa de garantia da qualidade de fabricação dos lotes, os quais deverão manter o padrão de qualidade, em relação ao lote piloto e o material homologado.

Os conjuntos, componentes e materiais utilizados deverão ser identificados de forma inviolável, indelével e duradoura, com:

- nome ou logotipo do fabricante;
- mês e ano de fabricação;
- número do lote;
- data de validade.

Todos os componentes e materiais, na ocasião de sua liberação, deverão ser acompanhados de seus respectivos Planos de Inspeção e Testes (PI), Relatórios Técnicos (RT) e Dossiês (DS), de cada produto.

12.2.6 TRANSPORTE, MOVIMENTAÇÃO, EMBALAGEM, ARMAZENAGEM, CARGA E DESCARGA

Os trilhos, AMVs e dormentes deverão ser transportados, embalados, armazenados e manuseados conforme as especificações e recomendações dos fabricantes, e Procedimentos de Movimentação, Armazenagem e Cargas (PV). O transporte dos demais conjuntos/componentes/materiais deverá ser especificado dentro de seus respectivos documentos (EM´s, ET´s).

Deverão ser garantidos, durante todo o processo de fabricação, armazenagem, transporte e montagem, meios, métodos e ambientes que proporcionem a preservação da integridade física, química, mecânica, geométrica e do acabamento de todos os conjuntos/componentes/materiais, bem como proteção contra corrosão dos materiais metálicos.

Não serão aceitos conjuntos/componentes/materiais montados na via, com suas características degradadas.

12.2.7 INSTALAÇÃO E MONTAGEM

Deverão ser atendidas sem, contudo, a elas se restringir, as exigências abaixo:

12.2.7.1 PREMISSAS

O projeto geométrico da via deverá estar calculado e definido nos Marcos Topográficos (MT´s), para cada sistema de superestrutura de via permanente, com um espaçamento conveniente à instalação da via, que garanta as tolerâncias geométricas previamente aqui especificadas, por meio de métodos, equipamentos, ferramentas, gabaritos de instalação da via desenvolvida pela engenharia de montagem.

O sistema/ método/procedimento de instalação adotado e desenvolvido deverá garantir que, entre os MT's, esteja de acordo com a geometria da via projetada. Para a sua verificação, antes da concretagem da laje, deverá ser efetuado o levantamento contínuo da via por meio de equipamento registrador da geometria da via, com emissão de gráficos que demonstrem que a via encontra-se na geometria de projeto e que atenda as tolerâncias máximas admissíveis de montagem constantes do item 12.2.7.3.

a) A superestrutura da via permanente, somente poderá ser instalada e montada após:

- homologações e aceitações dos projetos dos sistemas, conjuntos, componentes e materiais;
- aceitações dos projetos de instalação e montagem da via;
- homologações e aceitações dos procedimentos, ferramentas e equipamentos de instalação e montagem da via e aplicação dos materiais;
- inspeção e liberação dos conjuntos, componentes, materiais e equipamentos.

b) As soldagens aluminotérmicas não devem prejudicar as características físicas, químicas e mecânicas dos elastômeros e outros materiais poliméricos aplicados na via.

c) A posição das soldas dos trilhos não deverá coincidir com as juntas estruturais dos túneis, lajes de massa mola, regiões específicas dos AMVs.

12.2.7.2 EXIGÊNCIAS DURANTE A INSTALAÇÃO E MONTAGEM

A partir dos projetos geométricos de traçado, deverá ser materializado e identificado o eixo da via por meio de marcas topográficas (MT), com a precisão de 0,1 mm.

Antes do posicionamento, fixação e nivelamento definitivo dos trilhos, deverá ser efetuada a passagem do equipamento registrador da geometria da via, com emissão de gráficos contínuos para a verificação dos seguintes parâmetros: bitola, inclinação dos trilhos, alinhamento, nivelamento, superelevação, torção e flechas de acordo com as tolerâncias aqui especificadas.

Estes MTs deverão ser concebidos de forma a terem sua integridade garantida ao longo do tempo, para posterior utilização pela manutenção.

a) As passarelas de emergência e o acabamento das plataformas das estações poderão ser construídos após a implantação da via permanente.

b) Em qualquer fase da implantação, a drenagem do túnel deve ser garantida.

c) A especificação de instalação da via permanente deverá prever fases intermediárias de verificação dos trabalhos de campo.

d) Deverá ser feito um mapeamento dos lotes de materiais e componentes aplicados nas vias, para garantir a rastreabilidade no caso de não-conformidades.

12.2.7.3 TOLERÂNCIAS GEOMÉTRICAS PERMITIDAS PARA A INSTALAÇÃO DA VIA PERMANENTE

Para verificação da geometria da via, o trilho, placa de apoio, dormente, palmilha, laje e ou qualquer camada da superestrutura da via permanente deverão ter apoio pleno vertical, conforme o projeto, e os patins dos trilhos devem estar posicionados nos seus possíveis limites externos e estarem perfeitamente assentados nos seus apoios, lateralmente sem esconsidade.

12.2.7.3.1 TOLERÂNCIAS MÁXIMAS DA VIA PRINCIPAL EM FIXAÇÃO DIRETA

As tolerâncias geométricas máximas deverão ser as seguintes:

- Alinhamento: ± 2 mm; no alinhamento do eixo da via ao trilho, a variação de 2 mm não poderá ser detectado em espaço inferior a 8m;
- Bitola: ± 2 mm em relação ao projeto; a variação de 2 mm não poderá ser detectada num espaço menor que 4 m;
- Nivelamento longitudinal: ± 2 mm em relação ao projeto; a variação de 2 mm na tolerância não poderá ser detectada num espaço inferior a 4 m;
- Nivelamento transversal e superelevação: ± 2 mm em relação ao projeto; a variação (torção) de 2 mm na tolerância não poderá ser detectada num espaço inferior a 4 m;
- Inclinação de trilho: 0,5 mm em relação ao projeto: a variação de 0,5 mm de tolerância não poderá ser detectada num espaço inferior a 2 m, exceto nas transições projetadas.

– Espaçamento das placas de apoio: 20 mm.

12.2.7.3.2 TOLERÂNCIAS MÁXIMAS DA VIA EM LASTRO NO PÁTIO

Serão permitidas as seguintes tolerâncias de instalação das vias:

– Espaçamento dos dormentes: 20 mm;

– Posição do dormente no esquadro: 10 mm;

– Bitola: ± 2 mm em relação ao projeto; a variação de 2 mm não poderá ser detectada num espaço menor que 4 m;

– Curvatura e alinhamento: nas curvas circulares, as flechas do arco, medidas no centro de uma corda de 16 m, em dois pontos seguidos, com uma distância de 4 m, não podem diferir de valor superior de 4 mm. Nas curvas de transição, a diferença das flechas medidas, no centro de uma corda de 16 m, tomadas em dois pontos seguidos, espaçados de 4 m, não deverão diferir em mais de 4 mm, das diferenças calculadas. Se o controle for efetuado com o uso de gráfico levantado por aparelho corretor de curva, as tolerâncias aqui descritas devem ser transformadas de acordo com o comprimento (corda) do aparelho.

– Alinhamento nas retas: ± 2 mm; no alinhamento do eixo da via ao trilho, a variação de 2 mm não poderá ser detectada em espaço inferior a 4 m;

– Nivelamento longitudinal: 2 mm, para uma base de 5 m; 10 mm para 50 m; não mais do que +20 mm e –10 mm, em relação a altura calculada;

– Nivelamento transversal: ± 2 mm. A variação de + 2 mm a –2 mm não pode se dar em comprimento inferior a 5 m;

– Aparelhos de mudança de via: além dos itens acima especificados, não há tolerância para a distância entre dormentes, mas estes deverão estar conforme as plantas de assentamento. Deverão atender ainda as cotas de salvaguarda.

12.2.8 ACEITAÇÃO DA SUPERESTRUTURA DA VIA PERMANENTE

Para a aceitação da superestrutura da via permanente deverão ser executadas medições e instrumentações nos sistemas instalados em todos os trechos das vias, conforme procedimentos específicos, para comprovar que o sistema corresponde ao projetado.

a) Deverão ser comprovados pelo menos os seguintes itens nas fases diversas:

– marcas topográficas e geometria da via instalada;

– instalação dos sistemas, conjuntos, componentes e equipamentos;

– soldagem;

– isolação elétrica;

– eficiência do sistema de drenagem da fuga de corrente elétrica;

- eficiência do sistema de drenagem de águas;
- travessia de dutos;
- gabarito dinâmico de livre passagem, superior e inferior;
- funcionamento dos AMVs com as máquinas de chave, detectores de encosto e travamento, incluindo as forças máximas de acionamento das agulhas e jacaré móvel;
- funcionamento dos equipamentos de lubrificadores de trilho.

b) Estabilidade do sistema, conjunto e componentes da superestrutura da via permanente.

Deverão ser comprovados os diversos desempenhos conforme os respectivos itens anteriores.

c) Amortecimento de vibrações e ruídos secundários e os remanescentes nas edificações/instalações lindeiras.

Deverão ser comprovados os diversos desempenhos conforme os respectivos itens.

d) Atenuação de ruído primário ou aéreo e os remanescentes nas edificações/instalações lindeiras

Deverão ser comprovados, com passagem de trem, equipamentos e veículos de manutenção.

e) Para aceitação da superestrutura de via permanente, a obra deverá estar limpa.

12.2.9 MANUTENÇÃO

12.2.9.1 MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS FIXOS DA VIA PERMANENTE

Para definição do projeto e para o planejamento das atividades de manutenção (incluindo-se recursos, materiais e mão-de-obra necessários), deve-se considerar que:

- as instalações e os equipamentos, em seus componentes vitais, deverão oferecer facilidades de acesso e espaço disponível para execução de manutenção;
- todos os componentes da superestrutura deverão ter condições para serem inspecionados e avaliados para o acompanhamento e verificação dos seus desempenhos;
- a substituição dos componentes e equipamentos passíveis de manutenção, deverá ser viável no horário disponível à manutenção.

12.2.9.2 RECURSOS PARA MANUTENÇÃO

"Recursos" são os dispositivos e ferramentas necessários para a manutenção dos sistemas, conjuntos e componentes em via corrida e AMVs nas vias principais e Pátio.

12.2.10 Normas, Requisitos Técnicos e de Desempenho, Regulamentos e Legislações a serem Atendidadas

12.2.10.1 Do Poder Concedente Constantes deste Documento

Diretrizes Complementares - Item 13.

12.2.10.2 Normas

As normas a serem obedecidas no projeto, construção, fornecimento e ensaios de componentes da via permanente, são as da:

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- UIC - Union International des Chemins de Fer
- ERRI - European Rail Research Institute
- DIN - Deutsche Industrie Normen
- ISO - International Standard Organization
- CEN - European Committee for Standardization

Nos casos em que as normas acima não contemplem todos os aspectos a serem analisados, poderão ser empregadas as normas:

- AREMA - American Railway Engineering and Maintenance of Way Association
- ASTM - American Society for Testing Materials

A seguir são relacionadas Normas e recomendações, sem a elas se restringir, a serem atendidas:

ABENDE – Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção

- Norma ABENDE Nº 01.

ABNT - Associação brasileira de normas técnicas

- NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- NBR 5733:1991 - Cimento Portland de alta resistência inicial
- NBR 5736:1991 Versão Corrigida:1999 - Cimento Portland pozolânico
- NBR 5738:2003 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova
- NBR 5739:2007 - Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
- NBR 5741:1993 - Extração e preparação de amostras de cimentos

- NBR 5854 – Arruelas de pressão simples com extremidades dobradas ou retas – Formas e dimensões;
- NBR 5927 – Arruelas de pressão – Determinação das características mecânicas;
- NBR 6004:1984 - Arames de aço - Ensaio de dobramento alternado
- NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 6349:2008 - Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão - Ensaio de tração
- NBR 6392 – Arruelas de pressão;
- NBR 6916 – Ferro Fundido nodular ou ferro com grafita esferoidal.
- NBR 7211:2005 Emenda 1:2009 - Agregados para concreto – Especificação
- NBR 7215:1996 Versão Corrigida:1997 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão
- - NBR 7218:2010 - Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis
- NBR 7222:2011 - Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos
- NBR 7465:1982 - Mecanismo da servo-direção hidráulica integral tipo sem-fim - Verificação da durabilidade e fadiga
- NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação
- NBR 7482:2008 - Fios de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação
- NBR 7483:2008 - Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação
- NBR 7484:2009 - Barras, cordoalhas e fios de aço destinados a armaduras de protensão - Método de ensaio de relaxação isotérmica
- NBR 7590:2012 - Trilho Vignole — Requisitos
- NBR 8855 - EB 168 – Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros;
- NBR 9062:2006 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado
- NBR 9209 – Preparação de superfície para pintura – Processo de pintura a base de epóxi;
- NBR 11709:2010 - Dormente de concreto - Projeto, materiais e componentes
- NBR 12655:2006 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento

- NBR 13284:1995 - Preparação de corpos-de-prova para análise metalográfica – Procedimento;
- NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 11709:2010 - Dormente de concreto - Projeto, materiais e componentes.
- NBR 12655:2006 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento
- NBR 13284:1995 - Preparação de corpos-de-prova para análise metalográfica – Procedimento;
- NBR 14313:1999 - Barreiras acústicas para vias de tráfego - Características construtivas
- NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 15661 – Proteção contra incêndio em túneis
- NBR 5410:2008 - Instalações elétricas de baixa tensão
- NBR 5426:1985 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos;
- NBR 5564:2011 - Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio
- NBR 5564:2011 - Via férrea – Lastro ferroviário – Requisitos e métodos de ensaio
- NBR 5733:1991 - Cimento Portland de alta resistência inicial
- NBR 5736:1991 Versão Corrigida:1999 - Cimento Portland pozolânico
- NBR 5738:2003 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova
- NBR 5739:2007 - Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos
- NBR 5741:1993 - Extração e preparação de amostras de cimentos
- NBR 5854 – Arruelas de pressão simples com extremidades dobradas ou retas – Formas e dimensões;
- NBR 5927 – Arruelas de pressão – Determinação das características mecânicas;
- NBR 6004:1984 - Arames de aço - Ensaio de dobramento alternado
- NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 6349:2008 - Barras, cordoalhas e fios de aço para armaduras de protensão - Ensaio de tração
- NBR 6392:1988 – Arruelas de pressão;
- NBR 6459:1984 - Solo - Determinação do limite de liquidez
- NBR 6916 – Ferro Fundido nodular ou ferro com grafita esferoidal.
- NBR 7180:1984 Versão Corrigida:1988 -Solo - Determinação do limite de plasticidade

- NBR 7211:2005 Emenda 1:2009 - Agregados para concreto – Especificação
- NBR 7215:1996 Versão Corrigida:1997 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão
- NBR 7218:2010 - Agregados — Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis
- NBR 7222:2011 - Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos
- NBR 7465:1982 - Mecanismo da servo-direção hidráulica integral tipo sem-fim - Verificação da durabilidade e fadiga
- NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação
- NBR 7482:2008 - Fios de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação
- NBR 7483:2008 - Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação
- NBR 7484:2009 - Barras, cordoalhas e fios de aço destinados a armaduras de protensão - Método de ensaio de relaxação isotérmica
- NBR 7590:2012 - Trilho Vignole — Requisitos
- NBR 8855 - EB 168 – Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros;
- NBR 9062:2006 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- NBR 9209 – Preparação de superfície para pintura – Processo de pintura a base de epóxi;
- NBR NM 248:2003 - Agregados - Determinação da composição granulométrica
- NBR NM 26:2009 - Agregados – Amostragem
- NBR NM 45:2006 - Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios NBR 7251
- NBR NM 46:2003 - Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem
- NBR NM 51:2001 - Agregado graúdo - Ensaio de abrasão "Los Ángeles"
- NBR-NM 88:1996 - Aço - Determinação de inclusões não metálicas - Método micrográfico;

ACI – American Concrete Institute

- ACI 318-11: Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary -2011

- ACI 517-70 - Recommended Practice for Atmospheric Pressure Steam Curing of Concrete – 197

ANSI – American National Standards Institute

- ANSI S 1.4 - 1993, "Especificações de medidores de nível de som".
- IEC 62128-1- Railway applications - Fixed installations - Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing -2003
- IEC 62128-2- Railway applications - Fixed installations - Part 2: Protective provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems

AREMA

- 2012 Manual for Railway Engineering Cap. 4
- 2012 Manual for Railway Engineering Cap. 30

ASME - American Society of Mechanical Engineers

- Norma ASME – Seção V;

ASTM - American Society for Testing and Materials

- ASTM B 117 - 11 Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.
- ASTM B 633 – Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel;
- ASTM D 1238 – Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion;
- ASTM D 1248 – Standard Specification for polyethylene plastics extrusion materials for wire and cable;
- ASTM D 1505 – Standard Test Methods for Density of Plastics;
- ASTM D 785 – Standard test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials;
- ASTM D 789 – Standard Test Methods for Determination of Relative Viscosity and Moisture Content of Polyamide;
- ASTM D 792 – Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement;
- ASTM D129 - 11 - Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products (General High Pressure Decomposition Device Method);

- ASTM D156 - 07a - Standard Test Method for Saybolt Color of Petroleum Products (Saybolt Chromometer Method);
- ASTM D808 - 11 - Standard Test Method for Chlorine in New and Used Petroleum Products (High Pressure Decomposition Device Method);
- ASTM D 2247- 11 Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity.

ASTN – The American Society for Nondestructive Testing

- Norma ASNT, SNT – TC – 1 A

BSi- British Standards

- BS 903-0:2003 - Physical testing of rubber. General

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

- Decisão de diretoria no 215/2007/E, de 07-11-2007. Critérios para as ações de controle ambiental das atividades poluidoras que emitam vibrações contínuas.
- Decisão de Diretoria nº 389/2010/P, de 21-12-2010. Regulamentação de níveis de ruído em sistemas lineares de transportes.

CEN – Comite Européen de Normalisation

- BS EN 14587-2:2009 Railway applications. Track. Flash butt welding of rails. New R220, R260, R260Mn and R350HT grade rails by mobile welding machines at sites other than a fixed plant;
- EN 13146-1:2012 - Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Part 1: Determination of longitudinal rail restraint;
- EN 13146-4: 2012 - Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Part 4: Effect of repeated loading;
- EN 13146-5:2002 - Railway applications – Track – Test methods for fastening systems Part 5: Determination of electrical resistance;
- EN 13146-7: 2012 - Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Part 7: Determination of clamping force;
- EN 1337-3 - Structural bearings – Part 3: Elastomeric bearings -2005
- EN 13481-6:2012 - Railway applications - Track; Performance requirements for fastening systems - Part 6: Special fastening systems for attenuation of vibration;

- EN 13674-1 - Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46 kg/m and above – 2011
- EN 14730-1:2006+A1:2010 - Railway applications - Track - Aluminothermic welding of rails - Part 1: Approval of welding processes;
- ENV 13481-2:2012 (Anexo A) - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 2: Fastening systems for concrete sleepers;
- ENV 13481-5:2012 (Anexo B) - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 5: Fastening systems for slab track with rail on the surface or rail embedded in a channel;
- ENV 13481-6:2002 - Railway applications - Track; Performance requirements for fastening systems- Part 6: Special fastening systems for attenuation of vibration;
- ENV 13481-6:2002/AC:2004 - Berichtigung 1 - Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 6: Special fastening systems for attenuation of vibration;
- EN 50122-1- Railway applications - Fixed installations - Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing – 1997;
- EN 50122-2 - Railway applications - Fixed installations - Part 2: Protective provisions against the effects of Stray currents caused by d.c. traction systems – 1998;
- EN 50162:2004 - Protection against corrosion by stray current from direct current system.

DIN – Deutsche Industrie Normen

- DIN 1048-1 - Testing concrete; testing of fresh concrete -1991
- DIN 1048-2 - Testing concrete; testing of hardened concrete (specimens taken in situ) - 1991
- DIN 1048-4 - Test methods for concrete; determination of the compressive strength in hardened concrete in structures and components; application of reference lines and evaluation with special methods - 1991
- DIN 2093 – Dimensions and quality of conical disc springs.
- DIN 50018 - Sulfur dioxide corrosion testing in a saturated atmospher.
- DIN 53479 – Testing of Plastics and Elastomers; Determination of Density;
- DIN 54120 - Non Destructive Testing; Calibration Block 1 And Its Use For The Adjustment And Control Of Ultrasonic Echo Equipment;
- DIN 54122 - Non-destructive testing; reference block 2 and its use for the adjustment and control of ultrasonic echo equipment;

ISO - International Organization for Standardization

- ISO 1827 - Rubber, vulcanized or thermoplastic -- Determination of shear modulus and adhesion to rigid plates -- Quadruple-shear methods

Petrobrás

- Norma Petrobrás N1594f – Ensaio não destrutivo – Ultra-som;
- Norma Petrobrás N1596b – Ensaio não destrutivo – Líquido Penetrante;

UIC – Union Internationale des Chemins de Fer

- UIC – 713 - Design of monoblock concrete sleepers- 2004
- UIC-860 - Technical specification for the supply of rails (em revisão na EN-13674)
- UIC-861 - Standard 54 kg/m rail profiles - Types UIC 54 and 54E (em revisão na EN-13674)

UNI - Italian Organization for Standardization

- UNI 11059 (2003) “Materassini elastomerici per armamenti ferrotranviari – Indagini di qualifica e controllo delle caratteristiche meccaniche e delle prestazioni”
- UNI 10570 (1997) “Determinazione delle caratteristiche meccaniche di materassini e piastre”

Recomendações

- DNER-ME-50-64
- DNER-ME-48-64
- VDV 507 - Schriften 507 "Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen an Strecken von Gleichstrom - Nahverkehrsbahnen
- VDV 506 - VDV Schriften 506 "Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischeEnergieanlagen in Betriebshöfen und Werkstätten von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen"
- VDV 501/1 - VDV Recommendation 501/1 "Reduction of the corrosion danger due to stray currents in tunnels of DC traction systems with return current via running rails – Provisions and bases for calculation"
- VDV 502/2 - VDV Recommendation 501/2 "Reduction of the corrosion danger due to stray currents in tunnels of DC traction systems with return current via running rails – Measuring methods"

13 REQUISITOS COMPLEMENTARES

As diretrizes complementares estabelecem os requisitos técnicos e de desempenho específicos dos elementos que compõem as obras enterradas e subterrâneas, suas estruturas e acabamento e a Via permanente,

13.1 SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES

13.1.1 ESTRUTURAS SUBTERRÂNEAS

13.1.1.1 SELEÇÃO

Para as estruturas subterrâneas, os elementos e processos podem ser empregados agrupados ou isoladamente conforme o tipo de maciço, a quantidade de água, o método construtivo empregado e o desempenho especificado para a obra, e são classificados conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Elementos e processos empregados nos sistemas impermeabilizantes

Tipo	Elementos e Processos
1	Concreto Projetado de Estancagem Primária – CPE.
2	Drenagem e Tratamento Provisório do Maciço e do Revestimento Primário.
3	Geotêxtil Não Tecido.
4	Calda de Preenchimento de Vazios – "Coulis"
5	Geomembrana Polimérica de PVC, PEAD, PEBDL.
6	Concreto Projetado de baixa permeabilidade – CPP.
7	Concreto convencional armado e/ou protendido, ou concreto pré-moldado de baixa permeabilidade – CCP.
8	Perfil Extrudado para juntas de estruturas de concreto.
9	Injeção de fissuras com resinas à base de epóxi, poliuretanos, acrílico ou micro cimento.
10	Injeção ou preenchimento empregando calda ou argamassa de cimento ou micro cimento e bentonita
11	Barreira Geossintética de Bentonita (GCL- Geosynthetic Clay Liners)
12	Acabamento de Proteção das Estruturas de Concreto Aparente.

Os componentes dos sistemas impermeabilizantes deverão ser definidos em função do método construtivo e deverão atender os requisitos de desempenho estabelecidos conforme item 13.1.1.2

Para túneis em Método Convencional (NATM), os componentes dos sistemas impermeabilizantes também deverão ser definidos considerando o tipo de sistema de impermeabilização (sem geomembrana, com geomembrana selado - "submarino" ou com geomembrana – aberto - "guarda-chuva").

Para túneis de estações, a definição do tipo de sistema de impermeabilização deverá seguir o critério apresentado na Tabela 2.

Para túneis de via e de ventilação executados em Método Convencional (NATM), a definição do tipo de sistema de impermeabilização deverá seguir o critério apresentado na Tabela 3.

Para poços e túneis executados em Vala a Céu Aberto (Cut-and-Cover) o tipo de sistema de impermeabilização será com geomembrana selado - "submarino".

Quando um túnel estiver localizado em regiões com diferentes condições do maciço quanto à permeabilidade ou agressividade da água, prevalecerá em todo o trecho do túnel o sistema para a condição mais restritiva, ou seja, água com pressão e/ou água do maciço agressiva.

Tabela 2 – Critério para túneis de estações

<table>
<tr><td rowspan="2">Grau de agressividade no concreto da água e solo do maciço</td><td rowspan="2">Maciços de baixa permeabilidade (1)</td><td colspan="2">Maciços permeáveis (2)</td></tr>
<tr><td>Água de infiltração (sem pressão)(3)</td><td>Água com pressão (4)</td></tr>
<tr><td>Nulo ou fraco (DIN 4030-1:2008-06)</td><td rowspan="2">Sistema com geomembrana aberto - "guarda-chuva"</td><td>Sistema com geomembrana ou GCL, aberto - "guarda-chuva"</td><td rowspan="2">Sistema com geomembrana selado - "submarino"</td></tr>
<tr><td>Média a muito forte (DIN 4030-1:2008-06)</td><td>Sistema com geomembrana ou GCL, selado - "submarino"</td></tr>
</table>

Tabela 3 – Critério para túneis de via e de ventilação

Grau de	***Maciços de baixa permeabilidade***	***Maciços permeáveis*** (2)

agressividade no concreto da água e solo do maciço	**(1)**	***Água de infiltração (sem pressão)*** **(3)**	***Água com pressão*** **(4)**
Nulo ou fraco (DIN 4030-1:2008-06)	Sistema sem geomembrana	Sistema com geomembrana ou GCL, aberto - "guarda-chuva"	Sistema com geomembrana selado - "submarino"
Média a muito forte (DIN 4030-1:2008-06)		Sistema com geomembrana ou GCL, selado - "submarino"	

(1) – Maciços de baixa permeabilidade: toda a seção do túnel mais a área anelar situada a 1,5 metros do extradorso do túnel deverão estar situados em maciço argiloso, homogêneo, sem fraturas e com coeficiente de permeabilidade (k) inferior a 1×10^{-7}. Qualquer elemento construtivo do túnel (estacas, tirantes, tratamentos, etc.) não poderá ligar o túnel e a área anelar a outros estratos do maciço que sejam permeáveis.
(2) – Maciços permeáveis: túneis localizados nos maciços que não atendam ao observado na nota (1)
(3) – Água de infiltração (sem pressão): o nível d´água (nível piezométrico + 2 metros) deverá estar abaixo da cota situada a 1,0 metro acima do topo do boleto mais baixo ou quando a pressão piezométrica for igual a pressão atmosférica.
(4) – Água com pressão: nível d´água (nível piezométrico + 2 metros) deverá estar igual ou acima da cota situada a 1,0 metro acima do topo do boleto mais baixo.

As diretrizes estabelecidas a seguir devem ser atendidas nos projetos da Concessionária:
A Tabela 4 apresenta os sistemas impermeabilizantes compostos dos tipos de elementos e processos, combinados conforme indicação em projeto:

Tabela 4 – Combinação de elementos e processos do sistema impermeabilizante de acordo com o método construtivo

Elemento Construtivo	***Sistema de Impermeabilização, indicado no projeto.***	***Combinação de Elementos e Processos (Tabela 1)***
Túneis de Estações, Ventilações e de Vias Executados	Seções com	1, 2, 3, 5 (ou

em Método Convencional (NATM)			geomembrana e revestimento final em concreto convencional de baixa permeabilidade.	11), 7, 9(1), 10(2) e 12
			Seções sem geomembrana e com revestimento final em concreto projetado de baixa permeabilidade.	1, 2, 6, 8 e 9(1)
			Seções sem geomembrana e com revestimento final em concreto convencional de baixa permeabilidade	1, 2, 7, 8, 9(1), 10(2) e 12
Estrutura de túneis executados em couraça				7, 8 , 9(1) e 12
Túneis executados em Vala a Céu Aberto (Cut and Cover)	Estrutura definitiva composta de paredes diafragma ou parede de estacas secantes moldadas no local, complementadas por parede justaposta de concreto convencional de baixa permeabilidade, também moldada no local.	Parede diafragma ou parede de estacas secantes, combinados ou não.	Seções com geomembrana ou GCL	3 e 5 (ou 11) e 9(1)
			Seções sem geomembrana ou GCL	4(3) e 9(1)
		Parede de concreto convencional justaposta	Seções em concreto convencional de baixa permeabilidade	7, 8 , 9(1) e 12
	Poços Circulares em Concreto Projetado e Concreto Convencional Moldado no Local	Parede de concreto convencional	Seções com geomembrana	3, 5, 7, 8, 9(1) e 12
	Teto e piso em contato com o solo		Seções com geomembrana	3, 5 (com proteção mecânica), 7, 8 e 9(1)

Observações da Tabela 4:
(1) O processo 9 será empregado em caso de falhas de estanqueidade;
(2) O processo 10 será empregado no caso de preenchimento de vazios entre o revestimento primário e revestimento secundário na geratriz superior do túnel;
(3) O processo 4 será empregado no caso de preenchimento de vazios entre a parede diafragma ou parede de estacas secantes e a parede de concreto convencional justaposta.

13.1.1.2 REQUISITOS

13.1.1.2.1 Tipo 1 - Concreto Projetado de Estancagem Primária – CPE

Serviço Concluído: Estancagem das infiltrações provenientes do maciço, de forma a permitir a execução dos serviços provisórios posteriores de concretagem sem a presença de umidade ou infiltrações. Serão tolerados drenos instalados no solo desde que não extraiam qualquer componente do concreto ou do solo quando da passagem da água.

Serviço em Andamento: Conforme Especificação Técnica de Revestimento em Concreto Projetado.

13.1.1.2.2 Tipo 2 - Drenagem e Tratamento Provisório do Maciço e do Revestimento Primário

Sistema de tratamento, coleta e condução de águas infiltradas através de selagens ou injeções, drenos (barbacãs), instalação sistemática de meias canas, condutores ou geodrenos de material plástico flexível, ou mantas drenantes aplicados no revestimento primário. Deverá atender os requisitos a seguir:

- Ter capacidade e durabilidade para minimizar, coletar e conduzir todas as águas infiltradas, permitindo uma superfície seca para os serviços posteriores de aplicação da geomembrana de impermeabilização (quando aplicável) e concretagem do revestimento secundário;
- O critério de escolha do sistema de drenagem ou tratamento deverá ser em função da intensidade das infiltrações, conforme Tabela 5:

Tabela 5 – critérios para escolha do sistema de drenagem ou tratamento

Tipo de infiltração	***Características***	***Tipo de Tratamento***
Manchas de umidade	Sem gotejamentos	Drenagem eventual
Pontos de fluxo descontínuo	Gotejamentos (pingos esparsos)	Drenagem e Geodrenos eventuais

Pontos de fluxo contínuo	Surgências ou escorrimentos (Vazão ≤ 10 l/min)	Drenagem, Geodrenos, selagens eventuais e injeções eventuais
Jatos concentrados	(Vazão > 10 l/min)	Drenagem, Geodrenos, selagens, injeções eventuais

Observações da Tabela 5:

I - Os geodrenos, meias-canas ou condutores não devem estar muito próximos uns dos outros a ponto de prejudicar a aderência entre os revestimentos primário e secundário ou provocar aduelamento do revestimento. Cuidados devem ser tomados também com relação a espessura do geodreno, meia-cana ou condutor para não diminuir a seção transversal do revestimento a ponto de induzir fissuras localizadas. No procedimento executivo deverão estar definidas as distâncias mínimas entre geodrenos e espessura máxima dos geodrenos, para garantia da integridade estrutural do revestimento definitivo;
II – Drenos provisórios e DHP´s, utilizados durante o processo de execução das estruturas de túneis, poços e estações, deverão ser desativados e selados através dos processos Tipo 9 ou 10 após a execução da estrutura definitiva.

13.1.1.2.3 Tipo 3 – Geotêxtil Não-Tecido

Deve funcionar como componente de camada drenante tanto no sistema tipo Oberhasli, como associado às mantas de impermeabilização de túneis, ou mesmo de proteção. Deverá atender os requisitos a seguir:

- Deverá ser composto por fibras sintéticas não biodegradáveis e resistentes aos álcalis do cimento e à agressividade da água e do solo.
- Devem atender às condições de manta não tecida, flexível e permeável constituída por filamentos contínuos de material sintéticos, unidos mecanicamente, que atendem aos seguintes requisitos físicos e químicos:
  - Gramatura (peso unitário) (método de ensaio conforme ABNT-NBR-12568): mínima de 600 g/m^2;
  - Resistência à tração em ensaio de faixa larga (método de ensaio conforme ABNT-NBR-12824): mínimo de 30 kN/m;
  - Alongamento na ruptura, corrigido (método de ensaio conforme ABNT-NBR-12824): máximo de 30%;
  - Resistência ao puncionamento (método de ensaio conforme ABNT-NBR-13359): mínima de 4,3kN;
  - Permeabilidade normal ao plano (método de ensaio conforme ABNT-NBR-15223): 0,35 cm/s
  - Resistência a agentes químicos (método de ensaio conforme norma SN 640558)

- Resistência a agentes biológicos (método de ensaio conforme norma ASTM G 22-76)

– A tolerância de rugosidade da superfície de aplicação do geotêxtil se dará em função da especificação do fabricante.

13.1.1.2.4 Tipo 4 – Calda de Preenchimento de Vazios – "Coulis"

Material de preenchimento dos vazios, que pode ser empregado entre as paredes diafragmas pré-moldadas ou paredes de estacas secantes e o solo escavado.

Antes do início das atividades, a Concessionária deverá especificar no Procedimento Executivo os requisitos de desempenho, conforme o método construtivo, para os seguintes parâmetros: Teor de ar incorporado, exsudação, vida útil, temperatura, fluidez, tempo de pega, densidade e resistência a 30 horas, 3 e 28 dias.

Deverão ser atendidos os requisitos a seguir:

– Serviço em Andamento: Teor de ar incorporado, exsudação, temperatura, fluidez, tempo de pega, densidade e resistência a 30 horas, 3 e 28 dias, conforme requisitos do Procedimento Executivo e conforme as necessidades de projeto.

– Imposições de projeto:
  - A diferença de densidade entre a lama bentonítica e o coulis deve ser superior a 0,12 t/m^3.
  - A exsudação deve ser inferior a 1,0 %.
  - O teor de areia deve ser inferior a 1%.
  - A resistência aos 28 dias deverá ser superior a 5 MPa.

13.1.1.2.5 Tipo 5 – Geomembrana Polimérica de PVC, PEAD, PEBDL e Tipo 11 - Barreira Geossintética de Bentonita (GCL- Geosynthetic Clay Liners) GCL(1)

Deverão ser atendidos os requisitos a seguir:

– Solda (exceto no caso de GCL) e teste de estanqueidade das emendas: As soldas das emendas deverão ser executadas de maneira termoplástica, em costura dupla, e testadas com ar comprimido à pressão de 2 x 105 Pa (2 bares). A solda dupla da emenda será aprovada se durante 5 minutos a pressão não diminuir em mais de 20%, devido à flexibilidade da manta;

– Geomembrana polimérica de Policloreto de Vinila (PVC) bicolor (para controle dos pontos de furo durante a execução) ou translúcida; ou Polietileno de alta densidade (PEAD), ou ainda Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL):
  - Espessura:

- Mínima de 3 mm ± 5%, para as impermeabilizações do tipo fechada - "submarino";
- mínima de 2 mm ± 5%, para as impermeabilizações do tipo aberta - "guarda-chuva";

- Alongamento na ruptura à tração (SIA Standard-280/2) mínimo de 200% não reforçado e mínimo de 10% para reforçados;
- Dilatação térmica (SIA Standard-280/4): menor que 2%, sem formação de bolhas;
- Resistência ao rasgamento sob pressão - (SIA Standard-280/5): mínimo 0,5N/mm^2 para o período de 1 hora.
- Envelhecimento acelerado em estufa (SIA Standard-280/8): mudança de massa menor que 2%; e redução do alongamento na carga de ruptura menor que 30%;
- Resistência ao fogo: Classe de fogo V e Classe de fumaça 1 (SIA Standard-280/12); Classe B1 (DIN EN 13782:2005)
- Absorção de água (SIA Standard-280/13): mudança de massa máxima de: 3% em 1 mês; 4,5% em 2 meses; 5,5% em 4 meses; 6% em 8 meses;
- Resistência à perfuração sob carga permanente / superfície rugosa (SIA Standard-280/13): estanque até 7 N/mm^2;
- Resistência a Punção (SIA Standard-280/14): estanque para altura de queda de 750 mm da ponteira padrão;
- Resistência frente a microrganismos (método de ensaio SIA Standard-280/16) e líquidos agressivos (método de ensaio SIA Standard-280/17): redução do alongamento na carga de ruptura à tração menor que 20% (DIN 16726) (2) ;
- Resistência ao asfalto: em conformidade com os requisitos da DIN 16937- Plastic Sheets for Waterproofing made of Plasticized Polyvinylchloride (PVC-P), Compatible With Bitumen (3).

Observações:

(1) No caso de utilização de GCL (Geosynthetic Clay Liners) ou Barreira Geossintética de Bentonita, algumas das normas citadas não se aplicam. Neste caso, a Norma EN 13491 deverá ser observada.
As espessuras serão adequadas ao GCL, mas de efeito equivalente.
Os GCL serão testados para estabelecer sua durabilidade de acordo com as especificações acima, com exceção dos seguintes, que não serão exigidos:

– o teste para a resistência ao intemperismo;

– o teste para a resistência ao trincamento, aos micro-organismos, à lixiviação, e à oxidação

Adicionalmente será exigido o teste de do efeito dos ciclos de hidratação/desidratação, conforme EN 14417. Em todos os casos o critério de aceitação será a retenção pelo menos de 75 por cento da permeabilidade de água da amostra de controle.

(2) As concentrações e condições para microrganismos e líquidos agressivos aos quais a manta deverá resistir deverão ser especificados no Projeto Executivo e deverão considerar as condições de agressividade do subsolo lindeiro às estruturas que serão impermeabilizadas. As condições de agressividade deverão ser avaliadas previamente, através de análise da água e do material do maciço da região lindeira às estruturas;

(3) A resistência ao asfalto é exigida para geomembranas de Policloreto de Vinila (PVC) em locais nos quais as estruturas estiverem em contato com solo contaminado por hidrocarbonetos derivados de petróleo;

(4) No caso de locais onde a estrutura estiver em contato com solo e água agressivos ou solos contaminados por hidrocarbonetos derivados de petróleo, a geomembrana polimérica deverá ser constituída de:

- Polietileno de Alta Densidade (PEAD); ou
- Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL); ou
- Policloreto de Vinila (PVC) com plastificante polimérico ou blendas com elastômero de borracha nitrílica (NBR) ou blendas com copolímeros de etileno acetato de vinila (EVA), de modo a conferir ao material maior resistência química e maior resistência à extração e migração do plastificante. Neste caso pode ser dispensada a utilização de geomembrana bicolor, em função dos materiais disponíveis no mercado.
    - A superfície de aplicação deverá estar regularizada conforme exigência do fabricante, sendo obrigatória à colocação de um geotêxtil não tecido de gramatura de, no mínimo, 500 g/m^2 sobre o substrato regularizado;
    - A Geomembrana deverá ser instalada de tal forma que possa ser dividida em compartimentos de 300 a 500 m^2 e em distâncias não maiores que 10 metros, de forma a criar áreas confinadas estanques, com o objetivo de permitir a detecção, localização e reparo de quaisquer infiltrações que possam ocorrer;
    - A Geomembrana deverá ter dispositivos que permitam execução de posterior injeção, quando da necessidade de interromper eventuais infiltrações que possam ocorrer após a obra concluída;
    - Deverá ser especificada uma camada de proteção da manta, em geotêxtil ou em manta de polietileno quando em túneis; em argamassa ou concreto, quando para laje de teto de VCA, adequadamente instalada e dimensionada para suportar as pressões da execução do concreto definitivo, pressões de reaterros e de tráfego de veículos sobre as lajes de teto das estruturas em VCA, sem causar danos à manta.

13.1.1.2.6 Tipo 6 – Concreto Projetado de baixa permeabilidade – CPP e Tipo 7 - Concreto convencional armado e/ou protendido, ou concreto pré-moldado de baixa permeabilidade - CCP

Quando o concreto é um elemento colaborador ou principal do sistema impermeabilizante, este deve apresentar características de baixa permeabilidade, ou seja, atendimento das exigências a seguir:

- Concreto Projetado de baixa permeabilidade – CPP: deverão ser atendidos os requisitos para estrutura definitiva da especificação técnica de revestimento em concreto projetado;
- Concreto convencional armado e/ou protendido de baixa permeabilidade – CCP: especificação técnica de concreto convencional armado ou protendido;
- Concreto pré-moldado de baixa permeabilidade - CCP: conforme especificação técnica de concreto pré-moldado;

13.1.1.2.7 Tipo 8 – Perfil Extrudado para juntas de estruturas de concreto

- Conforme item 13.1.5

13.1.1.2.8 Tipo 9 – Injeção de fissuras com resinas à base de epóxi, poliuretanos, acrílico ou micro cimento

Empregado como serviço complementar do concreto projetado, concreto convencional armado ou protendido e concreto pré-moldado de baixa permeabilidade.

Antes do início das atividades, a Concessionária deverá especificar no Procedimento Executivo os requisitos de desempenho, conforme sistema de injeção adotado e especificação do fabricante, para os seguintes parâmetros: viscosidade, pot life (tempo em aberto) e polimerização na presença de umidade.

Deverão ser atendidos os requisitos a seguir:

- Serviço Concluído: total isenção de percolação de água pelas fissuras tratadas, durante a vida útil do empreendimento;
- Serviço em Andamento: Deve ser controlado no mínimo:
  - Resinas: pot kife, viscosidade e polimerização na presença de umidade, conforme a especificação do fabricante e as necessidades de projeto;
  - Injeção: Instalação dos bicos para injeção, controle de pressão e volume de Injeção.

13.1.1.2.9 Tipo 10 – Injeção ou preenchimento empregando calda ou argamassa de cimento ou micro cimento e bentonita

Serviço especificado para preenchimento de vazios do maciço dentro do Sistema Impermeabilizante Primário. A injeção poderá ser de calda de cimento ou micro cimento; ou argamassa de cimento ou micro cimento e bentonita. Deverão ser atendidos os requisitos a seguir:

- Serviço Concluído: nenhum tipo de gotejamento ou infiltração na região tratada, 15 dias após a injeção do último furo;
- Serviço em Andamento: Deve ser controlado no mínimo:
  - Calda ou Argamassa: Densidade, viscosidade, exsudação, tempo de início de pega, expansão, trabalhabilidade, fluidez;
  - Injeção: Instalação dos bicos para injeção, controle de pressão e volume de Injeção.
  - Os parâmetros de desempenho dependem do tipo de serviço a executar. Assim sendo a Concessionária deverá especificar os valores que irá adotar;
- Imposições de Projeto: Exsudação ≤ 2,5%.

13.1.1.2.10 Tipo 12 - Acabamento de Proteção das Estruturas de Concreto Aparente.

- Conforme item 13.1.6.

13.1.2 ESTRUTURAS SUJEITAS ÀS INTEMPÉRIES OU LAVAGENS (ÁREAS MOLHÁVEIS)

13.1.2.1 Requisitos Gerais

O sistema Impermeabilizante para lajes de coberturas das estações ou outras estruturas sujeitas às intempéries, bem como para impermeabilização de lajes de pisos frios, submetidas a intempéries ou lavagens (áreas molháveis), deverá ser do tipo flexível com manta asfáltica modificada com polímeros, estruturada com não-tecido de filamentos contínuos de poliéster, previamente resinado ou termofixado, com as características prescritas pela Norma NBR 9952 - Manta Asfáltica para Impermeabilização.

13.1.2.2 Serviço Concluído

Garantir a estanqueidade das estruturas.

Resistir ao envelhecimento, ao ataque de microrganismos, aos álcalis e ácidos presentes nas águas pluviais e de lavagem, por, no mínimo, 20 anos.

13.1.2.3 Serviço em Andamento

No mínimo deverão ser obedecidas as recomendações da NBR 9574 - Execução de Impermeabilização - Procedimento.

13.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS:

- Manta asfáltica modificada com polímeros, estruturada com não-tecido de filamentos contínuos de poliéster, previamente resinado ou termofixado, com as características prescritas pela Norma NBR 9952 - Manta Asfáltica com Armadura, para Impermeabilização – Requisitos e Método de Ensaio, e requisitos mínimos seguir discriminados:
  - Espessura (NBR 5698): mínima 4mm;
  - Resistência à Tração (NBR 7462):
    - Longitudinal - mínima 780 N/50mm;
    - Transversal - mínima 780 N/50mm;
  - Alongamento na Ruptura (NBR 7462)
    - longitudinal - mínima 8%;
    - transversal - mínima 8%;
  - Absorção de Água (ASTM D-570) a 50 °C em 5 dias - variação de massa máxima 1 g;
  - Flexibilidade a Baixa Temperatura (NBR 9952/9956) a temperatura de -5°C: não deve apresentar fissuras e deve permanecer estanque após o ensaio;
  - Resistência ao Impacto (NBR 9952/9956) - Classe 2: deve permanecer estanque após o ensaio a uma temperatura de 0°C;
  - Puncionamento Estático (NBR 9952/9956): deve permanecer estanque após o ensaio;
  - Envelhecimento Acelerado em Estufa (NBR 9952): não deve apresentar sinais de fissuração ou bolhas. Após envelhecimento, para os ensaios 2) e 3) não deverá apresentar resultado inferior a 80% do valor inicial (antes do envelhecimento);
  - Escorrimento (100°C / 2h): não deve apresentar escorrimento.

13.1.4 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA

13.1.4.1 REQUISITOS GERAIS

O sistema impermeabilizante para reservatórios de água enterrados e elevados será constituído por um revestimento semi-flexível (Base acrílica ou poliuretano), o qual deverá atender os requisitos a seguir:

- Ter estanqueidade total, verificada após a execução da impermeabilização, como segue:
  - Encher o reservatório com 1,00m de coluna d'água e observar se o nível d'água é mantido durante 48 horas;

- Dar sequência ao enchimento, sempre em etapas de metro em metro, observando um intervalo mínimo de 48 horas entre as mesmas;
- Atingido o nível máximo este deverá ser mantido por quatro dias;
- O nível d'água deverá ser medido diariamente;
- Eventuais vazamentos deverão ser mapeados para realização de reparos localizados;
- Deve-se realizar o teste de estanqueidade quantas vezes se fizerem necessário, até a garantia da estanqueidade total do mesmo;

– Deverá ser composto por cimento impermeabilizante e polímero, atendendo aos requisitos da NBR 11905 - Sistema de Impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros; ou Membrana de poliuretano, atendendo os requisitos da NBR 15487 – Membrana de poliuretano para impermeabilização;

– Os materiais utilizados não poderão alterar a potabilidade da água, comprovado por meio de ensaio segundo método prescrito pela NBR-12170 - Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização;

– Para se garantir a aderência entre a superfície e o revestimento deve-se prever o apicoamento com ponteira, raspagem com escova de aço e lavagem com jato de água para eliminação do todas as partículas soltas;

– No caso de reservatórios elevados, a face externa deverá ser protegida por um sistema de acabamento impermeabilizante nos elementos em concreto aparente, conforme item 13.1.7 deste Volume II.

13.1.5 JUNTAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

13.1.5.1 REQUISITOS GERAIS

O sistema de vedação das juntas de controle de estruturas de concreto moldado deverá proporcionar à junta total retenção das infiltrações e apresentar resistência química à ação de quaisquer agentes agressivos e à ação de derivados de petróleo;

O projeto de vedação da junta deverá assegurar que:

– O sistema de vedação tenha facilidade de recuperação e manutenção;

– O material empregado para a sua confecção tenha durabilidade frente à agressividade do meio;

– As regiões onde o sistema de vedação for aplicado deverão apresentar-se estanques, não se admitindo nenhum tipo de infiltração.

No caso de utilização de perfis extrudados, estes deverão atender os requisitos da Norma NBR NM 7 - Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estruturas de concreto – Especificação;

No caso de utilização de perfil elastomérico extrudado, à base de elastômero de policloropreno (neoprene) ou EPDM (Etileno Propileno Dieno Monocomponente), aderido ao substrato com resina epoxídica bi-componente, este deverá atender aos requisitos da Norma NBR 12624 - Perfil de elastômero para vedação de junta de dilatação de estruturas de concreto ou aço – Requisitos.

13.1.6 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila - PVC para juntas de estruturas de concreto

Deve apresentar as seguintes características mínimas:

- Pressão hidrostática de até 2 m: a largura do perfil deverá ser igual ou superior 12 cm;
- Pressão hidrostática de 2 m até 30 m: a largura do perfil deverá ser igual ou superior a 22 cm;
- Pressão hidrostática de 30 m até 100 m: a largura do perfil deverá ser igual ou superior a 35 cm;
- Resistência à tração ≥ 12 MPa (NBR NM 7);
- Alongamento de ruptura 280 % (NBR NM 7);
- Dureza Shore A = 80 ± 5 (NBR NM 7);
- Resistência aos álcalis:
  - Variação de massa após 7 dias entre -0,10% a +0,25% (NBR NM 7);
  - Variação de dureza máxima ± 5% (NBR NM 7);
- Emenda: resistência à tração mínima de 7,0 MPa (NBR NM 7).

Perfil elastomérico extrudado à base de elastômero de policloropreno (neoprene) ou EPDM (Etileno Propileno Dieno Monocomponente), aderido ao substrato com resina epoxídica bi-componente

Deve apresentar as seguintes características mínimas:

Dureza Shore A = 55 ± 5 (NBR 7318);

Tensão de ruptura ≥ 12,0 MPa (NBR 7462);

Alongamento de ruptura ≥ 350% (NBR 7462);

Deformação permanente à compressão por 22h@100°C - Procedimento B < 25% (NBR 10025);

Envelhecimento acelerado em estufa por 70h@100°C (NBR 6565)

- Variação de dureza (NBR 7318) ≤ 10%;

- Variação de tensão de ruptura ≤ -20%;
- Variação de alongamento ≤ -25%;
- Tração de emenda (NBR 7318) ≥ 8,4 MPa;
- Aderência - método A (ASTM D-429) ≥ 1,4 MPa;

Envelhecimento acelerado em ozônio por 100h@1ppm/40oC

- Método A (NBR 8360) ≥ 100%.

13.1.7 ACABAMENTO DE PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO APARENTE

Para proteção das estruturas, deverá ser aplicado um sistema de acabamento impermeabilizante nos elementos em concreto aparente das vias em elevado, faces externas de reservatórios enterrados e estruturas internas e externas das estações e edifícios. Este sistema deverá atender aos requisitos a seguir:

Garantir a proteção do substrato contra a penetração de gases agressivos, chuvas ácidas, fuligem, penetração de sais, desenvolvimento de fungos, vandalismo (pichações) e intemperismos, não alterando a cor e a tonalidade do concreto;

Para áreas sujeitas a intemperismos e vandalismo (pichações), deverá ser aplicado verniz à base de poliuretano alifático bi componente;

Para as outras áreas, deverá ser aplicado verniz à base de acrílico puro, isento de estireno, sendo o primer uma base em dispersão aquosa e o acabamento em base solvente;

A aplicação do verniz deverá ser feita, respeitando-se as seguintes condições ambientais:

- Umidade relativa do ar inferior a 85%;
- Temperatura entre 10°C e 35°C;
- Velocidade de vento inferior a 30 km/h;
- Inexistência de pó em suspensão nas fases de aplicação e secagem do verniz;

O consumo mínimo de produto, sem a diluição indicada pelo fabricante antes da aplicação, deverá ser de:

- Áreas internas, aplicando o verniz acrílico base aquosa: 0,35 l/m^2;
- Áreas externas, aplicando o verniz de poliuretano alifático bi componente em 3 demãos (incluindo o primer): 0,5 l/m^2.

13.1.8 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR9574 - Execução de Impermeabilização – Procedimento;
- NBR9575 – Impermeabilização – Seleção e Projeto;
- NBR9952 - Manta Asfáltica para Impermeabilização;
- NBR11905 - Sistema de Impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros;

- NBR12170 - Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização;
- NBR 12624 - Perfil de elastômero para vedação de junta de dilatação de estruturas de concreto ou aço – Requisitos;
- NBR15487 – Membrana de poliuretano para impermeabilização;
- NBR NM7 - Perfil extrudado à base de cloreto de polivinila (PVC) para juntas de estruturas de concreto – Especificação.
- EN 14488- (all parts):2006 - Testing sprayed concrete.
- NBR 13070 - Moldagem de Placas para Ensaio de Argamassa e Concreto Projetados – Procedimento;
- SIA 280 (Swiss Society of Civil Engineers and Architects): Polymer Membranes - Materials Testing and Requirements;
- DIN 16937 - Plastic Sheets for Waterproofing made of Plasticized Polyvinylchloride (PVC-P), Compatible With Bitumen, Requirements;
- DIN 16726 - Plastic Roofing Felt and Waterproofing Sheet, Testing.
- EN 13491 Geosynthetic barriers - Characteristics required for use as a fluid barrier in the construction of tunnels and underground structures
- EN 14417 Geosynthetic barriers - Test method for the determination of the influence of wetting-drying cycles on the permeability of clay geosynthetic barriers
- DIN EN 13782:2005 - Temporary structures - Tents - Safety
- NBR-12568 - Geossintéticos: Determinação da Massa por Unidade de Área
- NBR-12824 - Geossintéticos: Determinação da Resistência à Tração Não-confinada – Ensaio de Tração de Faixa Larga
- NBR-13359 - Geossintéticos: Determinação da Resistência ao Puncionamento Estático – Ensaio com Pistão CBR
- NBR-15223 - Geossintéticos e Produtos Correlatos: Determinação das Características de Permeabilidade Hidráulica Normal ao Plano e sem Confinamento
- SN 640558-2:2000-03 - Anti-glare systems for roads - Part 2: Test methods
- ASTM G22-76 - Standard Practice for Determining Resistance of Plastics to Bacteria (Withdrawn 2002)
- NBR 5739 - Ensaio de Compressão de Corpos-de-Prova Cilíndricos de Concreto;
- NBR 9778 - Argamassa e Concreto Endurecidos - Determinação da Absorção de Água por Imersão - Índice de Vazios e Massa Específica;

- NBR 9779 - Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade;
- NBR 10787 - Concreto Endurecido - Determinação da Penetração de Água sob Pressão;
- European Federation of Producers and Applicators of Specialist Products for Structures (EFNARC).
- NBR 9204 - Concreto Endurecido - Determinação da Resistividade Elétrica – Volumétrica;
- ASTM C-78-02 - Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (using Simple Beam with Third-Point Loading);
- JAPAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS - JSCE-SF4 - Method of tests for flexural strength and flexural toughness of steel fiber reinforced concrete.
- DIN 4030-1:2008-06 - Assessment of water, soil and gases for their aggressiveness to concrete - Part 1: Principles and limiting values (em alemão).

13.2 TUNELADORA E SISTEMAS AUXILIARES

13.2.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos exigidos para projeto e fabricação das máquinas TBM em couraça (*Tunnel Boring Machines*), necessárias à construção dos túneis de vias da Linha 6 - Laranja do de São Paulo.

13.2.2 GERAL

A máquina deverá ser projetada para operar em modo fechado de forma a promover um adequado e seguro suporte do maciço, garantindo a estabilidade global e local da escavação, assim como minimizar os recalques induzidos na superfície e nas edificações lindeiras. Deverá ainda permitir a escavação em modo aberto, caso as condições locais do maciço permitam ou requeiram.

As dimensões e pesos dos elementos constituintes da máquina deverão estar de acordo com as normas brasileiras em vigor para o dimensionamento de pavimentos, estruturas e pontes, com vista ao seu transporte. As peças a transportar deverão também ter dimensões compatíveis com os gabaritos do sistema viário da cidade de São Paulo e com as exigências dos órgãos responsáveis pelo gerenciamento do trânsito ao longo do percurso de transporte.

13.2.3 COURAÇA

A couraça da máquina deverá ser projetada para resistir às pressões totais dos trechos a serem escavados, conforme o projeto, além de incorporar as características abaixo:

- dispositivos adequados no interior da máquina para tratamentos do maciço e sondagens exploratórias;
- eclusa dupla de ar comprimido, para acesso à câmara de pressão do cabeçote, para uma pressão de trabalho máxima adequada às solicitações do trecho;
- permitir acesso ao cabeçote para execução de serviços essenciais, referentes a eletricidade, hidráulicas, água e trocas de ferramentas;

13.2.3.1 CABEÇA DE CORTE

A cabeça de corte deverá ser equipada com uma superfície de dentes raspadores/escarificadores e discos de corte projetados para escavar as formações de solos e rochas identificadas nos dados geológicos do trecho.

Os dentes raspadores/escarificadores e discos cortadores deverão ser fixados em condições de serem facilmente trocados, se necessário, de dentro da câmara da cabeça de corte, por razões de segurança.

13.2.3.2 CAUDA DA COURAÇA

A couraça deverá ser protegida da entrada de água do maciço e da argamassa sob pressão, pela cauda, através de linhas de selos de escovas de aço ou sistema equivalente adequadamente projetados para as pressões requeridas. Deverá haver acesso para inspeção e troca dos selos.

13.2.3.3 SISTEMA DE CONTROLE DE PRESSÃO

A máquina deverá ter capacidade para manter a estabilidade da frente em todas as condições geotécnicas existentes ao longo do traçado. Deverá ter capacidade de balancear a pressão de água e de terra, atendendo as condições extremas possíveis ao longo do trecho.

Sensores de pressão deverão ser montados na câmara de escavação, adequadamente distribuídos, para promover o monitoramento efetivo do suporte de face durante operação no modo fechado da máquina.

13.2.3.4 RENDIMENTOS DE AVANÇO

O rendimento de avanço da máquina deverá ser compatível com o projeto, com o cronograma da obra e com as características geomecânicas e geotécnicas do trecho, sendo a máquina projetada com valores adequados e seguros de torque, pressão e velocidade de rotação.

13.2.3.5 SISTEMA DE CONTROLE GERAL DA MÁQUINA

Deverão ser incluídas instalações e dispositivos para monitorar e registrar os principais parâmetros operacionais da máquina:

- potências gerais e torques aplicados;pressões de terra, ou de lama, na câmara de corte;pressões e volumes de injeção (condicionadores);parâmetros de montagem do anel e de injeção de preenchimento do vazio anelar;número do anel;
- data e hora do início de montagem do anel;
- data e hora do término de montagem do anel;
- tempo total de montagem do anel;
- tempo total da máquina parada entre cada avanço;
- níveis de oxigênio, gases tóxicos e inflamáveis.

13.2.3.6 SISTEMAS DE SEGURANÇA

A couraça e os reboques auxiliares assim como, as estruturas de apoio deverão ser equipados com sistema de combate a incêndios, em conformidade com as normas de segurança vigentes. Deverá ser incluído Sistema de Iluminação de Emergência.

13.2.4 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES AO PODER CONCEDENTE

13.2.4.1 APÓS A CONCLUSÃO DAS ATIVIDADES

Relatório de consolidação das atividades de montagem, manutenção e desmontagem da máquina assim como, ocorrências relevantes durante o período de operação da mesma, enfocando todos os parâmetros de adequabilidade, dirigibilidade, escavabilidade, desgaste de ferramentas e controles da máquina.

13.3 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE OBRAS SUBTERRÂNEAS

13.3.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos para os seguintes elementos:

a) Paredes Diafragma Moldadas "in loco" ou Pré-Moldadas;
b) Tirantes Injetados em Solo;
c) Tirantes e Chumbadores em Rocha;
d) Enfilagens de Túneis;
e) Colunas de Solo-Cimento - "Jet Grouting".

13.3.2 REQUISITOS GERAIS

Os elementos construtivos instalados deverão estar em conformidade com o projeto.

Todas as etapas executivas deverão se desenvolver de forma a não comprometer a integridade do maciço, do viário, das edificações e redes de utilidades públicas situadas dentro da área de influência dos serviços. Portanto, deverão estar previstos em projeto e serem realizados monitoramentos das deformações induzidas nestas estruturas, com início anterior às atividades de execução.

Nas paredes diafragmas a serem incorporadas à estrutura definitiva as juntas entre painéis deverão estar instaladas e a parede estanque.

Após a conclusão das obras, todas as edificações e estruturas situadas dentro da área de influência de execução dos serviços deverão apresentar suas deformações estabilizadas.

Cuidados especiais devem ser tomados na execução de tirantes sob edificações e redes de utilidades públicas, garantindo sua integridade e manutenção das condições de utilização.

A finalidade de utilização dos tirantes e chumbadores em rocha, sistemática ou eventual, e os seus critérios de aplicação deverão estar claramente definidos no projeto.

Todos os tirantes injetados em solo e os tirantes e chumbadores em rocha deverão ser provisórios e, portanto, não deverão ser considerados no dimensionamento das estruturas permanentes. Os tirantes injetados em solo deverão ser desativados depois de cumprida a sua finalidade.

Todos os materiais e equipamentos utilizados na execução dos serviços deverão atender as definições e exigências do projeto e requisitos deste Volume II.

O armazenamento dos materiais deverá ser feito de forma a:

- não interferir com as condições de tráfego;
- não obstruir acessos de terceiros;
- permitir a sua remoção sem risco de segurança para pessoas e danos às estruturas adjacentes.
- não agredir ou colocar em risco o meio ambiente e a integridade física das redes de utilidades públicas e das funcionárias da obra.
- Nos locais de escavação próximos à edificações e passagens de pedestres, deverão ser tomadas providências adequadas para contenção de materiais oriundos da escavação.
- Em hipótese alguma é permitido o encaminhamento de materiais escavados ou excessos de lama de escavação para galerias de águas pluviais e redes de esgoto.

13.3.3 Normas, Requisitos Técnicos e de Desempenho, Regulamentos e Legislações a serem Atendidadas

Paredes Diafragma Moldadas "in loco" ou Pré-Moldadas

- NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações - procedimento
- Para concreto e armadura deverão ser atendidos os requisitos estabelecidos no item 10.2 - Concreto Convencional Armado ou Protendido e no item 10.3 - Concreto Pré-Moldado e para juntas entre painéis no item 13.1 - Sistemas Impermeabilizantes.

Tirante Injetados em Solo

- NBR-5629 - Execução de Tirantes Ancorados no Terreno
- NBR-7681 - Calda de Cimento para Injeção

Tirantes e Chumbadores em Rocha

- ISRM 1981 "Rock Characterization Testing and Monitoring" - Suggested Method for Rock Caracterization, Testing and Monitoring - ISRM Comission on Testing Methods, E.T. Brown, Ed. (Pergamon, Oxford, 1981), 161-169 pp.
- ISRM 1985 "Suggested Method for Rock Ancorage Testing", ISRM Comission on Testing Methods, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, vol 22, number 2, 71-83 pp (1985).

Enfilagens de Túneis

- NBR 7681 - Calda de Cimento para Injeção.

Colunas de Solo Cimento - "Jet Grouting"

- NBR 7681- Calda de Cimento para Injeção

13.3.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO

O Procedimento Executivo a ser emitido pela Concessionária deverá descrever a seguinte metodologia de execução:

Paredes Diafragmas com função de estrutura permanente

- Sequência construtiva dos painéis;
- Método de escavação dos painéis;
- Processo de instalação das juntas entre os painéis;
- Processo de instalação da armadura, tipo de emendas, insertos, etc.;
- Método de concretagem;
- Método e frequência de controle do concreto.

Paredes Diafragmas provisórias

- Sequência construtiva dos painéis;
- Método de escavação dos painéis.

Colunas de Solo-Cimento - "Jet Grouting".

- Sequência executiva contemplando, quando for o caso, desvios de tráfego.

13.4 SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS

Para os serviços topográficos, deverão ser atendidos os requisitos a seguir:

13.4.1 REQUISITOS GERAIS

A locação das estruturas definitivas e instalações (sistema viário, sistema de drenagem e outros) deverão respeitar as tolerâncias indicadas nos respectivos projetos.

O levantamento topográfico planimétrico deverá ter como referência o sistema SAD 69, com origem nas coordenadas do plano topográfico no ponto P1- USP. Estes pontos formarão uma poligonal de lados orientados, hierarquizados de forma a possibilitar a execução das poligonais secundárias.

Rede de referência de nível (RN): a implantação dos marcos de referência de nível (RN) deverá ter um espaçamento em torno de 500m, fora da área de influência da obra, com precisão de ± 10 mm. $\sqrt{K}$ (onde K é o número de quilômetros do circuito) e monografia de localização;

Poligonal Principal a ser implantada com ajustamento previsto conforme classificação e precisões estabelecidas na NBR 13133/94, contendo monografia de localização de marcos, referenciados ao ponto P1-USP, conforme documento "Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS" IBGE 2008 e NBR 13133/94.

Poligonal Principal classe I PRC:

- A Concessionária deverá manter os vértices da poligonal principal utilizada para execução das obras, até a conclusão dos serviços;
- Todos os transportes de altitude deverão ter início e fechamento em pontos distintos da rede de RN do Metrô de São Paulo;
- Deverá ser feita verificação das locações a cada etapa de implantação das obras;
- Em todas as tolerâncias relativas, citadas nesta especificação, não será admitida a variação contrária nas medidas sequenciais, a fim de se evitar erros acumulados;

- Quando forem exigidas tolerâncias em especificações ou projetos específicos, deverão ser adotadas as mais restritivas;
- Os equipamentos utilizados nos levantamentos topográficos deverão possuir relatório de aferição para os medidores eletrônicos e de classificação para os teodolitos, estações totais, receptores GPS e níveis, emitidos pela Universidade de São Paulo (USP) ou representante autorizado dos equipamentos, obedecendo aos parâmetros da NBR 13133/94 e NBR 14166/98.

13.4.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

13.4.2.1 TÚNEIS

O transporte de direção para o interior do túnel deverá ter início na poligonal principal e o transporte de altitude (nivelamento e contranivelamento) terá início na rede de RN do Metrô de São Paulo, conforme classificações e precisões estabelecidas na NBR 13133 e restrições contidas nesta especificação:

- Critérios de medição de poligonal classe II P;
- Nivelamento Geométrico classe I N, deverá ter início e fechamento em RN da rede do Metrô;

O sistema de transporte de direção e nivelamento para o interior dos túneis deverá ser mantido até a utilização pelo Poder Concedente;

Após a execução de um trecho em que, de suas extremidades tenha-se acesso à superfície, deverá ser implantada poligonal classe II P, com início e fechamento em vértices distintos da poligonal principal, com lados de no máximo 150 m, de acordo com a visibilidade. Seu posicionamento deverá ser em locais que possa ser acessado a qualquer hora, independentemente das atividades em execução no túnel e deverá ser mantida até a conclusão dos serviços.

13.4.2.2 VALA A CÉU ABERTO (VCA) / ESTAÇÕES / EDIFICAÇÕES

A Concessionária deverá implantar poligonal com lados máximos de 150 m e referências de níveis (RN's), conforme classificações e precisões estabelecidas na NBR 13133 e diretrizes contidas nesta especificação:

- Poligonal classe II P.
- Nivelamento geométrico classe I N.

A Concessionária deverá verificar topograficamente: os gabaritos de arranques deferragens, embutidos, chumbadores, estacas e formas em geral (paredes, pilares, lajes, blocos e outros);

Serão permitidas as seguintes tolerâncias:

- Para cravação de estacas e perfis: respeitar a NBR6122;
- Para paredes diafragmas: locação horizontal de ± 20 mm, desvios vertical transversal máximo de 1,0%.h e longitudinal máximo de 0,5%.h, onde h é a altura da vala;
- Para interface lastro/radie: ± 10 mm;
- Para radie, piso, laje e teto: ± 5 mm;
- Para pilares e paredes: ± 5 mm na horizontal, tanto no arranque como no topo;
- Para ferragem de espera para pilares e paredes: ± 5 mm;
- Para chumbadores: ± 5 mm, tanto na horizontal, como na vertical.

13.4.2.3 PÁTIOS

A Concessionária deverá implantar poligonal e referências de níveis (RN's), conforme classificações e precisões estabelecidas na NBR13133 e restrições contidas nesta especificação:

- Poligonal classe II P.
- Nivelamento Geométrico classe I N.

Serão permitidas as seguintes tolerâncias:

- Espessura de camadas drenantes: ± 20 mm;
- Redes por gravidade: ± 20 mm na locação horizontal e ± 10% da declividade projetada, a cada 50 m ou entre dispositivos;
- Do topo do terrapleno: ± 20 mm, exceto nos vértices de cumeeiras, que deverá ser de ± 30 mm em uma faixa de 1 m para cada lado, ao longo do vértice;
- Deslocamento máximo de chumbadores: ± 5 mm, tanto na horizontal, como na vertical.

13.4.2.4 SISTEMA VIÁRIO

Deverá ser implantada poligonal com lados, no máximo de 150 m, de acordo com a visibilidade e rede de RN's com pontos espaçados de até 300 m;

O estaqueamento do eixo deverá ser detalhado a cada 20 m e nos pontos notáveis das pistas com transição de superelevação e superlargura, nariz físico e nariz teórico. Em regiões de curvas verticais com K<8, deverão ser detalhados a cada 10 m;

Serão permitidas as seguintes tolerâncias:

- Desalinhamento do eixo na horizontal: ± 15 mm;
- Desalinhamento do eixo na vertical: ± 5 mm;
- Estacas testemunhas na horizontal: ± 15 mm;
- Estacas testemunhas na vertical: ± 5 mm;
- Redes por gravidade: ± 20 mm na locação horizontal e ± 10% da declividade projetada, a cada 50m ou entre dispositivos;
- Variação de espessura nas camadas intermediárias: + 10 mm;

– Variação de espessura no pavimento acabado: + 5 mm.

13.4.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

As seguintes Normas, Especificações Técnicas e recomendações, sem a elas se restringir, devem ser atendidas:

– NBR6122 – Projeto e execução de fundações;
– NBR13133 - Execução de Levantamento Topográfico;
– NBR15309 – Locação Topográfica e Acompanhamento Dimensional de Obra Metroviária e Assemelhada – Procedimento.
– NBR 14166 – Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento;
– Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS – IBGE 2008.

13.5 REMANEJAMENTO DE UTILIDADES PÚBLICAS

13.5.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos para materiais, execução, aceitação e aprovação dos serviços de remanejamento das redes de utilidades públicas que interferem direta ou indiretamente com a implantação das obras da Linha 6 – Laranja.

13.5.2 REQUISITOS TÉCNICOS

Os projetos do remanejamento das instalações, acompanhados dos “as built”, deverão atender rigorosamente as normas, especificações técnicas e os procedimentos executivos pertinentes a cada instalação específica das Concessionárias, permissionárias e Prefeitura do Município de São Paulo, devendo ser submetidos à aprovação dos respectivos proprietários das instalações.

Para a execução dos remanejamentos, deverão ser previamente obtidos junto aos órgãos públicos, as autorizações, permissões e planejamento de execução das instalações, conforme a legislação vigente.

Os materiais a serem utilizados deverão ser inspecionados pelas proprietárias das instalações, condicionado aos planos de inspeção de qualidade de cada uma em particular.

Os serviços públicos não poderão ter seu fornecimento interrompido ou restringido, quer em caráter provisório ou permanente exceto os programados, atendendo procedimentos da respectiva proprietária da instalação.

Toda sustentação em vala das instalações de redes públicas estará condicionada à aprovação do projeto pelas proprietárias das instalações envolvidas.

A execução dos serviços de remanejamento deverá ser precedida de prospecções ou detecção por equipamentos que garantam sua locação com exatidão. Os projetos deverão ser aprovados junto às Concessionárias e Permissionárias dos Serviços Públicos e aos órgãos Municipais.

Durante a execução dos serviços, deverão ser preservadas e garantidas a circulação de veículos e pedestres, a segurança das edificações lindeiras às redes de utilidades públicas adjacentes, bem como a regularidade dos serviços prestados por estas.

A indução de tráfego por vias públicas, onde a infra-estrutura em termos de utilidades públicas não esteja dimensionada para tal, deverá ser objeto de avaliação técnica e soluções preventivas que deverão ser submetidas à aprovação das Concessionárias envolvidas e da PMSP.

Deverá ser garantido às Concessionárias, por meio de planejamento de ocupação do solo e subsolo, espaço físico para acesso, manutenção e expansões previstas de seus equipamentos durante e após o evento obra.

A execução da sustentação provisória das redes de utilidades públicas, deverá garantir o serviço fornecido e a integridade dessas instalações.

13.5.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os serviços serão considerados concluídos quando da verificação da não existência de defeitos que impeçam o seu funcionamento e operacionalidade aos fins que se destinam, e da aceitação da Concessionária, proprietária da instalação, com a apresentação do “as built”.

13.5.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- Normas Brasileiras NBR, normas internacionais, normas específicas das Concessionárias e permissionárias, uso e ocupação do subsolo.

13.5.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

- sequência e metodologia executiva;
- especificações dos materiais e formas de controle para aceitação dos mesmos.

13.5.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS AO P0DER CONCEDENTE

Antes do Início das Atividades

- procedimentos executivos.

Durante a Execução das Obras

- certificados dos materiais empregados;
- relatório justificativo de eventuais alterações.

Após a Conclusão das Obras

- termo de Aceitação da Obra, assinado pelas Concessionárias, Permissionárias e pela PMSP.

13.6 PAVIMENTAÇÃO

13.6.1 OBJETIVO

Fixar critérios de desempenho das estruturas de pavimentos a serem implantados na Linha 6 - Laranja, em áreas operacionais internas e externas, bem como nas áreas não operacionais com intervenção da obra. São estabeleçidos nesta especificação parâmetros mínimos de desempenho dos pavimentos, enquanto sistemas estruturais, bem como nas etapas executivas das várias camadas que o constituem.

13.6.2 REQUISITOS TÉCNICOS

Nos pavimentos flexíveis, semi-rígidos e pavimentos restaurados deverão ser atendidas a deformabilidade individual naquelas camadas determinadas em projeto como críticas, através de acompanhamento deflectométrico, bem como a deformabilidade final do sistema de camadas, medidas no topo do revestimento previstas em projeto.

Nos pavimentos rígidos deverão ser atendidos, durante a execução, a homogeneidade de módulos de ruptura do concreto de acordo com as resistências consideradas em projeto.

Quanto ao método construtivo, nos pavimentos rígidos, deverão ser programados em seqüência que permita o desenvolvimento completo dos procedimentos de cura do concreto, compatíveis com a execução de juntas, de forma a controlar o trincamento não previsto durante o processo de endurecimento, particularmente nas primeiras idades.

As camadas deverão ter acabamento de superfície compatível com o desempenho esperado.

Nos pavimentos articulados, o acabamento da camada de rolamento deverá proporcionar confinamento e rejuntamento adequado aos blocos, de forma que o revestimento se

mantenha como uma camada coesa e permita certa transferência de carga entre blocos adjacentes;

Deverá ser utilizado pavimento rígido em terminais de integração e baias de parada de ônibus.

Para o dimensionamento de restaurações de pavimentos deverão ser utilizados os métodos dos órgãos responsáveis.

13.6.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

A definição dos procedimentos de controle de desempenho, em cada modelo de estrutura, deverá ser estabelecida em todas as camadas constituintes do pavimento, com maior destaque à camada crítica da estrutura de forma que, durante o processo executivo, os principais parâmetros atribuídos em projeto sejam garantidos em cada camada individualmente e permitam que, posteriormente, a estrutura responda em conjunto ao comportamento esperado. As camadas críticas em cada modelo estrutural deverão ser determinadas e explicitadas em projeto. É entendido que a camada crítica depende do modelo de estrutura que será proposto e que, o parâmetro definidor da camada (seja este a deformação resiliente, a rigidez ou seu índice de penetração CBR), deverá ser selecionado em função do modelo específico que estiver sendo projetado para cada local.

As pistas a serem pavimentadas deverão, depois de concluídas, preconizar as premissas previstas em projeto, ou seja:

- deverão atender a geometria projetada;
- deverão ter espessuras totais e parciais, por camadas, compatíveis com:
    - as condições locais de subleito;
    - as solicitações de cargas e volumes de tráfego a que estes pavimentos serão submetidos;
    - sua finalidade principal de utilização.
- deverão ser livres de empoçamento;

As estruturas deverão ser compatíveis com as deformações previstas em projeto.

As estruturas de pavimentos restauradas, deverão ter desempenho que atendam, durante o "período de projeto" (vida útil), aos critérios de evolução de defeitos representados por trincamentos e afundamentos, e mantenham o nível de deformação previsto no revestimento restaurado.

Para fins desta especificação, entende-se por:

- pavimentos flexíveis - estruturas em camadas com comportamento dito flexível, função do nível de deformabilidade que apresentam quando carregados, pode-se dizer que trabalham com grandes deformações;
- pavimentos rígidos - pavimentos caracterizados pelo comportamento estrutural de sua camada de revestimento composta por material de grande módulo de elasticidade, no caso, o concreto de cimento Portland. Neste tipo de estruturas, a camada crítica é o revestimento que tem também a função de atuar como base;
- pavimentos semi-rígidos - estruturas que possuem comportamento estrutural que permitem classificá-los como de média deformabilidade. Tem como característica principal que uma das camadas responde por boa parte da absorção total das tensões impostas a estrutura;
- pavimentos articulados - estruturas consideradas flexíveis quanto a seu comportamento estrutural e os revestimentos são em peças pré-moldadas em concreto de cimento Portland.

13.6.4 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- Norma DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura
- Manual de Pavimentação 2006 – Publicação IPR-71
- PMSP (Prefeitura Municipal de São Paulo)
- Outras normas, manuais e especificações dos órgãos envolvidos, não citados, poderão ser utilizados, desde que tenham aprovação da PMSP - Prefeitura do Município de São Paulo.

13.6.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Para cada serviço a Concessionária deve apresentar procedimento específico onde serão indicados os recursos a serem mobilizados, constando basicamente das seguintes informações para todas as camadas:

13.6.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Antes da execução dos serviços

Procedimentos executivos;

Normas a serem utilizadas;

Relatório de investigações e ensaios realizados.

Durante a execução dos serviços

Registro de todos os dados relativos ao controle tecnológico da execução, com a organização adequada, agrupados por etapas, com o tratamento estatístico compatível com as características urbanas das obras, que permitam uma avaliação das condições de desempenho exigidas.

Após a execução dos serviços

Antes do início da operação, a Concessionária deverá apresentar relatório das deformações no topo da camada acabada dos pavimentos implantados.

13.7 DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAIS

13.7.1 REQUISITOS TÉCNICOS

Os sistemas de drenagem definitivos deverão ser projetados de forma a coletar e escoar convenientemente as águas pluviais precipitadas nas áreas ocupadas pelo empreendimento, as que atinjam estas áreas superficialmente ou as que as atravessem através de redes tronco, galerias enterradas e/ou canais a céu aberto .

Deverá ser elaborada análise de risco tempo de recorrência x vida útil do empreendimento para TR = 25, 50, 100 e 300 anos, como subsídio para tomada de decisão da cota do projeto a ser adotado.

Estes sistemas deverão estar compatibilizados com as redes de drenagem locais, dos futuros projetos da PMSP e dos Planos de macrodrenagem do DAEE, de maneira que sejam mantidas as condições de funcionamento originais ou redimensionadas para garantir a proteção contra enchentes das áreas do empreendimento sem afetar o seu entorno.

As valas para implantação de dispositivos de drenagem deverão garantir durante o decorrer da obra a estabilidade e a integridade de edificações, utilidades públicas e demais estruturas lindeiras, bem como a segurança dentro das mesmas. Para tanto, deverá ser prevista em projeto a necessidade de escoramento e o tipo mais adequado em função das dimensões da vala, profundidade, características do solo, presença de lençol freático e cargas acidentais.

Os remanejamentos necessários, definitivos ou provisórios, deverão ser executados conforme projeto. Estes serviços deverão respeitar a Especificação Técnica de Remanejamento de Utilidades Públicas.

Desvios de tráfego deverão ser executados conforme projeto e obedecendo o conteúdo da Especificação Técnica de Sinalização e Desvio de Tráfego.

Concreto para estruturas moldadas "in loco" e elementos pré-moldados e/ou pré-fabricados de concreto deverão atender às Especificações Técnicas de Concreto Convencional Armado e Protendido e de Concreto Pré-moldado.

13.7.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Na entrega das obras, os sistemas de drenagem deverão estar totalmente desimpedidos de obstruções de qualquer natureza e livres de danos e avarias.

13.7.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

As seguintes Normas, Especificações Técnicas e recomendações, sem a elas se restringir, devem ser atendidas:

- NBR8890 - Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios;
- NBR10158 - Tampão Circular de Ferro Fundido – Dimensões;
- NBR10160 - Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil - Requisitos e método de ensaios;
- NBR10514 - Redes de aço com malha hexagonal de dupla torção, para confecção de gabiões;
- NBR12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana;
- NBR8216 - Irrigação e Drenagem – Terminologia;
- Decreto n. 41.814 de 15 de março de 2002 que regulamenta a Lei n. 13.276 de 04 de janeiro de 2002, que torna obrigatória a execução de reservatórios para águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00 m^2;
- Visando aspectos de operação, manutenção, execução, segurança, custos e/ou problemas futuros, a PMSP e o DAEE deverão ser consultados quanto às recomendações e compatibilizações a serem adotadas.
- Outras normas, manuais e especificações dos órgãos envolvidos, não citados, poderão ser utilizados, desde que tenham aprovação da PMSP - Prefeitura do Município de São Paulo. Além do cumprimento das Normas e Especificações, deverá ser atendida a Legislação vigente na época da execução da obra.

13.8 SINALIZAÇÃO E DESVIO DE TRÁFEGO

13.8.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos para a sinalização viária provisória, definitiva e desvios de tráfego, com vista à segurança e circulação de veículos e pedestres assim como a acessibilidade aos domicílios, em todo o sistema viário municipal interferente com a implantação da Linha 6 Laranja

13.8.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os requisitos de desempenho serão estabelecidos por meio da total implantação dos projetos executivos, atendendo à legislação vigente do órgão municipal tanto para os serviços concluídos, como durante sua execução.

13.8.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

Os desvios de tráfego e a sinalização provisória e definitiva deverão ser implantados pela Concessionária e atender os requisitos dos projetos de sinalização horizontal, vertical de orientação, regulamentação e advertência, semafórica e dispositivos de bloqueio e segurança, com a aplicação dos materiais especificados.

Deverão preceder à implantação dos desvios e da sinalização definitiva, a informação e divulgação ao público. Após a implantação haverá monitoração e, caso necessário, seus correspondentes ajustes.

13.8.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO

13.8.2.2.1 DESVIOS DE TRÁFEGO

A Concessionária deverá apresentar em função do método e da sequência construtiva da obra, os projetos de desvio de tráfego e sinalização provisória e definitiva visando a não degradação das condições de tráfego local, garantindo a circulação de pedestres e acesso às edificações lindeiras.

Na fase que antecede o desvio de tráfego, deverão ser criados dispositivos de informação e de divulgação aos usuários da região abrangida, minimizando com isso os problemas decorrentes.

A operacionalização, bem como a manutenção pertinentes ao desvio, deverão ser permanentes de modo a não causar perturbações aos usuários e habitações lindeiras.

Caso seja necessária a construção de novas vias, estas deverão atender as respectivas especificações técnicas e garantir a drenagem e funcionalidade local.

13.8.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

Deverão ser atendidas as Normas da Prefeitura Municipal de São Paulo e demais Especificações Técnicas dos órgãos relacionados a esses serviços (sub-prefeituras, ABNT, ASTM e outras) com anuência do Órgão de Trânsito – CET.

Manuais, Especificações, legislações vigentes à época da execução da Linha 6 - Laranja, e Normas não citadas nesta especificação poderão ser utilizadas desde que tenham fé pública, devendo, neste caso, serem fornecidas ao PODER CONCEDENTE em português ou inglês.

Nos casos de diferenças existentes entre normas valerá o prescrito nas normas citadas nesta especificação.

13.8.4 IMPOSIÇÕES DE PROJETO

Os projetos de sinalização definitiva, desvio de tráfego e outros necessários para implantação e recomposição das vias públicas, deverão atender às especificações técnicas e normas de cada órgão envolvido.

13.8.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Deverá contemplar todas as etapas referentes aos serviços para a implantação de desvios de tráfego bem como da sinalização definitiva, a saber:

- Processos executivos e sequências de implantação;
- operacionalização, monitoração, manutenção e desativação dos desvios de tráfegos provisórios.

13.8.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do início das atividades

- Procedimento executivo;
- documentação necessária para emissão de autorização visando a execução de obras e serviços nas vias públicas do município de São Paulo, conforme decretos citados nesta especificação e/ou vigentes na época da execução;
- projetos de desvio de tráfego e sinalização definitiva e provisórias;
- projetos de adequação geométrica, pavimentação, remanejamento de interferências, drenagem e outros necessários para implantação e recomposição das vias públicas;
- resultados de ensaios de materiais conforme normas.

13.9 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA

13.9.1 OBJETIVO

Esta especificação tem por objetivo estabelecer os requisitos de desempenho para utilização de áreas de bota-fora, armazéns, exploração de jazidas e transporte de terra, rocha e materiais remanescentes de demolições, necessários à implantação das obras da Linha 6 - Laranja

13.9.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.9.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

13.9.2.1.1 PERCURSOS DE TRANSPORTE

Ao final das atividades as vias e acessos públicos e/ou privados utilizados, especialmente nas imediações da obra, deverão estar limpos, desimpedidos e perfeitamente trafegáveis, não caracterizando em nenhuma circunstância prejuízos à municipalidade e à sociedade.

13.9.2.1.2 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA

Nas suas configurações finais, os cortes e/ou aterros deverão se apresentar estáveis, protegidos contra erosões e convenientemente drenados.

Os caminhos e acessos dentro das áreas deverão estar limpos, desimpedidos, transitáveis e o sistema de drenagem em perfeito funcionamento, nas redes de captação e seus efluentes.

13.9.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO

Antes do início de exploração e/ou ocupação das áreas, a Concessionária deverá verificar a possibilidade de existência de utilidades públicas e demais instalações subterrâneas e em superfície, que possam interferir ou vir a serem afetadas com o desenvolvimento dos trabalhos previstos. Quando constatadas interferências com utilidades públicas deverão ser atendidos os requisitos da especificação técnica de Remanejamentos de Utilidades Públicas.

13.9.2.2.1 TRANSPORTE DE TERRA

Os veículos/equipamentos deverão estar dimensionados aos tipos de pavimento do percurso.

Os trajetos utilizados deverão estar aprovados por órgão competente, não deverão sofrer prejuízos e/ou danos devido ao tráfego e na ocorrência, deverão receber manutenção imediata quanto à limpeza, pavimentação e outros.

As cargas e descargas de material na obra, armazéns, jazidas e bota-fora deverão ser feitas dentro dos seus respectivos limites geométricos.

13.9.2.2.2 JAZIDAS, ARMAZÉNS E BOTA-FORA

Em todas as etapas executivas de exploração de jazidas deverão ser tomadas precauções com relação à estabilidade do terreno. Deverão estar previstas no projeto de exploração as adequadas proteções contra erosões e deslizamentos.

Nos armazéns e bota-fora, o terreno original deverá ter condições de suporte para receber o carregamento do aterro previsto.

As movimentações de material, veículos e equipamentos em jazidas, armazéns e/ou bota-foras não deverão causar alterações nos sistemas de utilidades públicas e/ou privadas situadas nas proximidades da área.

13.9.3 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

O procedimento executivo a ser emitido pelo Concessionário deverá descrever a metodologia de execução das etapas referentes aos serviços de exploração de áreas de jazidas, armazéns e bota-fora. Esta descrição deverá conter informações detalhadas sobre o desenvolvimento dos serviços previstos, no que se refere à:

– Trajetos a serem utilizados para o transporte dos materiais

13.10 DESMONTE DE ROCHAS COM EXPLOSIVOS

13.10.1 OBJETIVO

Esta especificação tem por finalidade estabelecer os requisitos de desempenho, que deverão ser atendidos durante o desmonte de rocha por explosivos, nas escavações necessárias à implantação das obras da Linha 6- Laranja.

13.10.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.10.3 SERVIÇO CONCLUÍDO

O desmonte de rocha com explosivos deverá ser executado nos limites estabelecidos no projeto, de forma a atender a locação, gabaritos e geometria das estruturas, sem comprometer o maciço remanescente, o revestimento de concreto, as edificações lindeiras, as redes de utilidades públicas e o conforto da população em relação a ruído, poeira e vibração.

13.10.4 SERVIÇO EM ANDAMENTO

A utilização de explosivos deverá ser conduzida de maneira sistemática, segundo desenhos de perfuração e fogos pré definidos e adaptados às características do maciço rochoso, ao longo do desenvolvimento dos trabalhos.

A Concessionária é a única responsável pelos planos de fogo e, portanto, terá liberdade no seu dimensionamento, respeitados os parâmetros limites de deslocamento de ar e vibrações sobre todas estruturas vizinhas dentro da área de influência.

Os planos de fogo deverão ser dimensionados com cargas de explosivo por espera, tempos de retardo e outros parâmetros, devidamente ajustados para minimizar o desconforto

causado pela detonação e garantir a segurança das edificações lindeiras às escavações. Os planos de fogo também deverão atender os níveis limites de velocidade de partículas "v", a seguir:

- quanto ao desconforto:
  - quando há deslocamento de ar evidente (ambiente confinado): v<= 0,5 cm/s;
  - quando não há deslocamento de ar evidente (ambiente a céu aberto): v<=1,0 cm/s.
- quanto à segurança das estruturas:
  - estruturas sãs (sem quaisquer vestígios de danos estruturais, inclinações ou deslocamentos):

    - freqüência de vibração natural > 40 Hz : v < = 5 cm/s;
    - freqüência de vibração natural entre 10 e 40 Hz : v < = 3 cm/s;
    - freqüência de vibração natural < 10 Hz : v < = 2 cm/s.

  - estruturas com danos (apresentando deformações visíveis, trincas, quedas de revestimento ou outras ocorrências):

    - freqüência de vibração natural > 40 Hz : v < = 3 cm/s;
    - freqüência de vibração natural entre 10 e 40 Hz : v < = 2 cm/s;
    - freqüência de vibração natural < 10 Hz : v < = 1 cm/s.

O sistema de ventilação deverá ter capacidade para restabelecer as condições ambientais mínimas, definidas na Instrução Complementar e Norma de Segurança, após cada desmonte, removendo os gases resultantes das detonações. O sistema de ventilação deverá apresentar as seguintes capacidades mínimas, junto às frentes de escavação:

- 2.5 m3/min.HP para equipamentos;
- 5.0 m3/min para pessoal;
- velocidade de 0.5 m/s na frente de escavação.

Limites máximos para a concentração de gases nocivos:

- monóxido de carbono (CO) 100 p.p.m.;
- gás carbônico (CO2) 500 p.p.m.;
- aldeídos 5 p.p.m.;
- compostos nitrogenados 25 p.p.m..

13.10.5 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR-9653/93 Minerações de Áreas Urbanas com Uso de Explosivos: Redução de Riscos
- SFIDT do Ministério do Exército (R-105), definido pelo Decreto 55.649 de 28 de janeiro de 1965, para o manuseio, transporte e estocagem dos explosivos e acessórios devem atender o Regulamento.
- Segurança na Mineração e no uso de Explosivos - FUNDACENTRO - Ministério do Trabalho.

13.10.6 IMPOSIÇÕES DE PROJETO

Deverão ser utilizados explosivos de menor formação de gases, o que corresponde à classe 1 da classificação adotada pelo Instituto de Fabricantes de Explosivos dos Estados Unidos (Manual de Explosivos Dupont de Nemours, 1966).

Deverão ser utilizados métodos de desmonte do tipo fogo cuidadoso, "smooth blasting", de pré corte ou pós corte no contorno das escavações, usando furos adequadamente distribuídos e, consumo de explosivos, devidamente ajustado às condições restritivas de escavações em meio urbano, densamente habitado.

No mínimo 80% das meias canas resultantes das perfurações para colocação dos explosivos, deverão estar visíveis nas paredes da escavação, após a detonação.

13.10.7 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO

A Concessionária deverá elaborar a descrição do Procedimento Executivo contemplando os itens:

- "equações" de propagação de vibrações para cada tipo de maciço;
- levantamento das interferências importantes para o desmonte à fogo, tipo redes de utilidades públicas, galerias, edificações e outras estruturas relevantes;
- medidas de proteção das interferências quando necessário;
- sistemática para monitoração da escavação e do alerta à população vizinha ou passageira.

13.10.8 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início dos Serviços

- procedimento executivo

Durante a Execução dos Serviços

- projeto executivo e método construtivo detalhado da escavação;
- o projeto e a memória justificativa da instrumentação dos fogos e deformações, mencionando velocidades de vibração de partícula esperadas, faixa das frequências naturais das edificações existentes, analise de probabilidade de ressonância, etc;
- relatório com análise dos efeitos das detonações nas estruturas e utilidades lindeiras;
- relatório com o resultado dos testes de campo para ajuste dos planos de fogo;
- boletins de campo das etapas de escavação;
- boletins com os resultados das instrumentações de vibrações e deformações;
- relatório de vistoria das edificações e utilidades lindeiras;
- apresentar experiência e qualificação da equipe para o trabalho em desmonte de rocha com uso de explosivos.

13.11 FUNDAÇÕES

13.11.1 OBJETIVO

Esta especificação técnica tem por objetivo estabelecer os requisitos de desempenho de elementos de fundação de estruturas, necessários à implantação das obras da Linha 6– Laranja do Metrô de São Paulo.

13.11.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O projeto e a execução de fundações deverão atender os requisitos constantes da norma brasileira NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações - Procedimento, além dos requisitos estabelecidos nesta especificação técnica.

Os requisitos de desempenho serão estabelecidos por meio de padrões executivos e/ou parâmetros técnicos mínimos , para o serviço concluído e em andamento.

13.11.2.1 SERVIÇO EM ANDAMENTO

Todas as etapas de implantação das fundações deverão ser executadas de forma a não comprometer a integridade do maciço, edificações e redes de utilidades públicas situadas dentro da área de influência de execução dos serviços. Deverão ser previstas em projeto e serem executadas instrumentações dessas estruturas, de acordo com os requisitos da especificação técnica de Instrumentação.

A armadura e concreto dos elementos de fundação rasa e profunda, deverão atender os requisitos de desempenho estabelecidos nas especificações técnicas de Concreto Pré-Moldado e Concreto Convencional Armado e Protendido.

A execução de tubulões não poderá ser feita com o uso de ar comprimido.

Nos locais de escavação próximos à edificações e passagens de pedestres, deverão ser tomadas providências adequadas para contenção dos materiais oriundos da escavação. Em hipótese alguma é permitido o encaminhamento de materiais escavados ou excessos de lama para galerias de águas pluviais e redes de esgoto.

Quando de utilizar de lama bentonítica na escavação, o tempo máximo de permanência da armadura dentro da lama, antes da concretagem, é de 2.0 (duas) horas.

13.11.2.2 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

A carga admissível sobre as estacas, conforme definição da NBR-6122, para o comprimento final, deverá ser comprovada tecnicamente por engenheiro especialista de fundações. Provas de carga estática, de acordo com a NBR-6121, deverão ser realizadas e devidamente interpretada., para comprovação do parâmetro desejado.

13.11.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR-6121 Estacas - Prova de Carga Estática - procedimento
- NBR 6484 Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento
- NBR-6489 Prova de Carga Direta sobre Terreno de Fundação - procedimento
- NBR-12131 Estacas- Prova de Carga Estática- método de ensaio
- NBR 13208 Estacas – Ensaio de Carregamento Dinâmico
- NBR-9061 Segurança de Escavações à Céu Aberto

13.12 REBAIXAMENTO E CONTROLE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

13.12.1 OBJETIVO

Esta especificação técnica tem a finalidade de estabelecer os requisitos de desempenho que deverão atender os projetos, a implantação e a operação dos sistemas de rebaixamento e controle do nível d'água do subsolo, necessários à implantação das obras da Linha 6 - Laranja.

13.12.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.12.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

Os sistemas de controle e rebaixamento do nível d'água deverão atender as finalidades preconizadas no projeto, principalmente em relação à posição do nível d'água e vazão de água

bombeada. Deverão ser executados de forma adequada, auxiliando a escavação e complementando os métodos construtivos propostos.

13.12.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO

Instalação

O projeto e a implantação dos sistemas de rebaixamento do nível d'água deverão apresentar cuidados que evitem a interferência com as redes de utilidade pública existentes, enterradas ou aéreas e com imóveis na região de influência dos serviços.

As perfurações deverão ser precedidas de poços de prospecção com o objetivo de garantir a integridade das redes de utilidade pública ou estruturas enterradas, bem como utilizar revestimentos superficiais para evitar o desmoronamento das paredes dos furos e infiltrações indesejáveis da água de perfuração, junto à superfície.

As perfurações executadas e não concluídas por qualquer motivo, deverão ser preenchidas com solo-cimento até a superfície.

Nos locais de perfuração e descarga de materiais, próximos de edificações, passagem de pedestres e vias públicas, deverão ser tomadas providências adequadas para limpeza e contenção de materiais oriundos das perfurações e/ou necessários à execução dos serviços.

Operação

Deverão ser previstos esquemas de emergência para suprir situações de colapso da rede elétrica ou de equipamentos e esquemas permanentes e eficientes de manutenção corretiva e preventiva do sistema.

A operação do sistema de rebaixamento deverá ser monitorada através de instrumentos de medidas dos níveis d'água no subsolo e nos poços de bombeamento, vazões de água afluente do maciço, pressões de injeção de água, pressões de vácuo e outros controles complementares.

Após o desligamento e desmontagem completa do sistema os furos deverão ser preenchidos com areia ou mistura de solo cimento.

13.12.3 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO

A Concessionária deverá apresentar nos Procedimentos Executivos:

- processos de perfuração, instalação, limpeza e operação, bem como os respectivos equipamentos;
- seqüência construtiva detalhada das etapas de implantação;

– equipamentos e itinerário para transporte do material oriundo da perfuração e limpeza, etc.

13.12.4 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do Início dos Serviços

– procedimento Executivo;
– seqüência construtiva e logística de implantação;

Durante a Execução dos Serviços

– Relatório completo da instalação dos elementos do sistema de rebaixamento;
– Boletins de instalação de campo de todos elementos.

13.13 INFRAESTRUTURA DE VIA PERMANENTE

13.13.1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos de desempenho para a infra-estrutura das vias permanentes em lastro para Pátio de Manobras, Manutenção e Estacionamento.

13.13.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Infra-estrutura de via permanente é o sistema formado pelo subleito e reforço de subleito, executados na fase de implantação de obra bruta.

13.13.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

A infra-estrutura executada deverá atender as premissas geométricas previstas no projeto, com relação às espessuras e declividades de cada camada e total. Estas espessuras e declividades deverão estar compatíveis com as condições locais de subleito, com as solicitações e repetições de carga, bem como com as deformações previstas em projeto.

Os sistemas de drenagem da infra-estrutura, previstos no projeto para esta etapa, deverão estar concluídos e em funcionamento.

Deverá ser prevista camada de proteção da infra-estrutura contra a ação de intempéries, tráfego de pessoas e equipamentos, até a implantação da superestrutura das vias. Esta camada não deverá apresentar depressões e/ou saliências que propiciem a percolação ou acúmulo de águas em locais não previstos no projeto.

13.13.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO

13.13.2.2.1 SUBLEITO

O subleito deverá apresentar as características de suporte definidas em projeto. Deverão ser efetuados ensaios de controle "in-situ" a cada 500 m^2 de superfície de subleito, conforme definições de projeto.

13.13.2.2.2 REFORÇO DE SUBLEITO

Será constituído por solos de qualidade geotécnica superior a do subleito, obtidos por empréstimos, ou em escavações no próprio local. A inclinação resultante dos serviços de compactação deverá atender rigorosamente àquela estabelecida pelo projeto de terraplenagem e drenagem.

Deverão ser efetuados ensaios de controle tecnológico das camadas compactadas conforme definições de projeto.

13.13.2.2.3 CAMADA DE PROTEÇÃO

Será constituída por solos de granulometria predominantemente argilosa e com baixo potencial erosivo, compactados na energia indicada no projeto.

13.13.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR-7182 Ensaio de Compactação - método de ensaio
- NBR-7185 Massa Específica Aparente do Solo "in-situ", com emprego do frasco de areia
- Os procedimentos de dimensionamento e ensaios, bem como, os serviços de execução devem seguir as normas e especificações da PMSP vigentes no período de execução da obra.

13.13.4 IMPOSIÇÕES DE PROJETO

A expansibilidade do materiais a serem utilizados no reforço do subleito, medida no ensaio de CBR de 5 pontos, na Energia Normal, deverá ser menor ou igual a 2%.

O grau de compactação mínimo de camadas compactada deverá ser maior ou igual à 98% do PN.

O desvio máximo de umidade de camadas compactadas deverá ser menor ou igual a 10% da umidade ótima obtida do ensaio de compactação referido acima.

13.13.5 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

O Procedimento Executivo a ser emitido pela Concessionária deverá descrever a metodologia de execução das etapas referentes aos serviços de implantação da infra-estrutura. Esta descrição deverá conter informações detalhadas sobre o desenvolvimento e controle dos serviços previstos, no que se refere a:

- origem e características dos materiais do reforço e proteção;
- controle geométrico e tecnológico;
- acabamento e proteção final das camadas acabadas;
- dispositivos de drenagem da camada de proteção da infra-estrutura.

13.13.6 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Antes do início das atividades

- procedimento executivo;
- relatório técnico sobre os materiais que se pretende utilizar na execução das camadas de reforço e proteção com a comprovação de atendimento aos requisitos de projeto e aos desta especificação.

Durante a execução das obras

- procedimento executivo;
- resultados dos controles tecnológicos e geométrico do subleito e do reforço.

Após a conclusão das obras

- Relatório final do controle tecnológico;
- "as built"da terraplenagem da infra-estrutura concluída, com seções topográficas a cada 10m.

13.14 INSTRUMENTAÇÃO

13.14.1 OBJETIVO

Esta especificação tem por finalidade estabelecer os requisitos técnicos de desempenho para a instalação e operação dos sistemas de instrumentação, necessários à monitoração de maciços e estruturas localizadas dentro da área de influência das obras da Linha 6 – Laranja

13.14.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.14.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

Os sistemas de instrumentação instalados para medir deslocamentos, deformações, tensões, pressões, vibrações e outras grandezas, devem apresentar desempenhos tais que seus resultados tenham acurácia e precisão necessárias para uma boa interpretação dos fenômenos físicos. As leituras devem ser realizadas e entregues com a frequência exigida em projeto e, no tempo necessário para interpretação simultânea ao andamento da obra.

13.14.2.2 SERVIÇO EM ANDAMENTO

Instalação

A instalação de todos os instrumentos e suas leituras iniciais deverão ser realizadas em tempo hábil, antes da influência das obra, nas posições e condições previstas em projeto. Toda a instrumentação deverá apresentar identificação no campo de forma clara e inequívoca durante todo o período de monitoramento.

Os furos para instalação dos instrumentos deverão ser realizados tomando-se os devidos cuidados para evitar danos ou rompimentos de eventuais redes de utilidades públicas enterradas ou aéreas, cadastradas ou não.

13.14.3 IMPOSIÇÕES DE PROJETO

As seções completas de instrumentação para medidas de deslocamentos em escavações subterrâneas deverão ser compostas de no mínimo 3 placas superficiais, um tassômetro posicionado a cerca de 1,5m da abóbada do túnel, no eixo da escavação além de dois tassômetros instalados a meia altura entre a placa superficial e o tassômetro mais profundo, equidistantes ao eixo da escavação. O espaçamento máximo entre as seções completas deverá ser de 10 vezes o diâmetro equivalente ao da escavação.

As seções intermediárias deverão ser compostas de no mínimo 3 placas e 1 tassômetro posicionado a cerca de 1,5m da abóbada do túnel, no eixo da escavação. O espaçamento máximo as seções intermediárias deverá ser de 5 vezes o diâmetro equivalente ao da escavação. As seções simples serão compostas de 1 placa superficial e deverão ser espaçadas de 2 diâmetros equivalentes ao da escavação.

A cada 200m de escavação, coincidindo com a posição de uma seção completa, um inclinômetro deverá ser instalado a no máximo 1,0m da lateral da escavação.

Em pelo menos uma seção do túnel, coincidindo com a seção completa de instrumentação, o revestimento de túneis de via e das estações em Método Convencional (NATM) deverá ser monitorado por meioqqq de instrumentos para medição de tensões no revestimento.

As edificações lindeiras localizadas dentro da área de influência e sujeita aos efeitos da obra deverão ser instrumentadas com o mínimo de 3 pinos de recalques de forma a definir um plano.

Todos emboques dos túneis deverão ser instrumentados através de seções completas.

A frequência de leitura dos instrumentos deverá ser especificada em projeto, para cada tipo de instrumento, em função da distância da frente de escavação, do método construtivo e das condições geológica-geotécnicas do trecho.

13.14.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO

A Concessionária deverá apresentar a descrição do procedimento executivo de implantação do projeto de instrumentação, descrevendo a metodologia a ser seguida, a relação de atividades, o detalhamento da instalação dos instrumentos, bem como os detalhes e informações técnicas dos equipamentos de instrumentação e de aferição dos mesmos, destacando os seguintes elementos:

- equipamentos e instrumentos de leituras;
- precisão e acurácia dos aparelhos e sistemas de instrumentação;
- metodologia de processamento e análise dos dados de leituras de campo;
- "softwares" utilizados;
- procedimento de leituras de instrumentação contemplando a sistemática de controle de erros.

Outros instrumentos, ensaios ou montagens especiais poderão ser utilizadas após a qualificação dos mesmos. Assim, deverão ser fornecidas as seguintes informações básicas:

- características físicas dos instrumentos e dispositivos complementares, bem como amostras e projetos de construção;
- parâmetros dos aparelhos e dos sistemas de leitura relacionados com a confiabilidade, durabilidade, robustez, acurácia, precisão, sensibilidade e aplicabilidade;
- procedimentos e condições de instalação, calibração, leitura e cálculo;
- relatos ou artigos técnicos sobre o sistema;
- disponibilidade, restrições legais e patentes sobre o sistema e seus componentes.

13.14.5 DOCUMENTOS A SEREM ENTREGUES PARA 0 PODER CONCEDENTE

Antes do início dos serviços

- Procedimento executivo;
- projeto completo, incluindo especialmente a consolidação das previsões de grandezas limites ou de alerta, bem como a evolução das mesmas com o tempo e as frentes de escavação;
- relatórios complementares de apresentação dos instrumentos.

Durante a execução dos srviços

- Relatórios de consolidação de instalação e localização dos instrumentos, "as built", para cada etapa de serviço, contendo gráficos, tabelas, esclarecimentos, comentários e outras informações adicionais.
- Boletins de leituras em forma digital.

A Concessionária deverá apresentar as leituras sistemáticas e eventuais de instrumentação, bem como a sua interpretação, de acordo com as freqüências de leitura especificadas em projeto, em mídia eletrônica, em tempo hábil para análise após a realização das leituras, dentro do horário comercial do mesmo dia.

13.15 SONDAGENS E ENSAIOS GEOTÉCNICOS

13.15.1 OBJETIVO

Esta especificação técnica tem por objetivo estabelecer os requisitos técnicos para a execução de serviços de sondagens à percussão, sondagens à trado, sondagens rotativas e ensaios, conduzidas por meio de perfuração do terreno e extração de amostras de solo, necessárias à implantação das obras da Linha 6 Laranja.

13.15.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.15.2.1 SERVIÇO CONCLUÍDO

As sondagens à percussão deverão constar de perfurações do terreno e extração simultânea de amostras de solo, com identificação e classificação táctil-visual e estarem rigorosamente em conformidade com a NBR 6484, o Manual de Sondagens da ABGE e esta “ET”.

Para sondagens rotativas e à trado deverão ser seguidos os critérios e recomendações fixadas pela I.S.R.M. e A.B.G.E, respectivamente.

13.15.2.2 SERVIÇOS EM ANDAMENTO

Toda sondagem deverá ser precedida de uma verificação e prospecção do local, inciando-se a perfuração por meio de trado-concha até a profundidade mínima de 5,0 metros em vias públicas, passeio e praças, precaução quanto à danos que poderão ser causados à instalações de utilidades públicas enterradas existentes.

No caso de sondagens inclinadas, para verificação de redes enterradas, deverão ser realizadas prospecções prévias ao longo do alinhamento da sondagem, até a projeção em que esta atinja a profundidade de 5,0 metros ou por outro método que garanta a identificação de interferências enterradas.

As áreas ocupadas durante as investigações deverão ser devidamente isoladas por tapumes e os eventuais desvios de tráfego e de pedestres deverão ser sinalizados seguindo a ET-6.00.00.00/3F6- 001-Sinalização e Desvio de Tráfego.

Ao final dos trabalhos, as áreas ocupadas deverão ser limpas e recuperadas, sendo devolvidas em iguais condições às que foram encontradas.

Após a conclusão de cada sondagem, o furo deverá ser obturado com lama bentonítica e cimento, com preenchimento por bomba, do fundo para a superfície, de forma a garantir o total preenchimento do furo. As sondagens só serão consideradas concluídas após sua obturação.

13.15.2.2.1 SONDAGENS À PERCUSSÃO

Deverão ser observados os padrões de equipamentos normatizados pela NBR 6484 incluindo ainda:

- as amostras classificadas táctil-visualmente, segundo a metodologia fixada na NBR 6484 (2001), mencionando, obrigatoriamente, a identificação da origem e período geológico;
- o número da sondagem, intervalo de profundidade;
- a amostragem deverá ser realizada coletando-se o solo retido no bico do amostrador padrão e armazenando-o em recipiente hermético para posterior classificação tátil-visual.

13.15.2.2.2 SONDAGENS ROTATIVAS

Para a execução e classificação das sondagens rotativas, deverão ser obedecidas as recomendações e procedimentos fixados pela I.S.R.M e A.B.G.E..
As amostras de rocha deverão ser descritas e classificadas detalhando obrigatoriamente:

- grau de alteração;
- grau de fraturamento;
- grau de coerência;
- RQD (Rock Quality Designation);
- características da descontinuidade (abertura, preenchimento e orientação);
- descrição petrográfica macroscópica da rocha.

13.15.2.2.3 SONDAGENS À TRADO

As sondagens à trado deverão ser realizadas atendendo os procedimentos recomendados na publicação "Manual de Sondagens - A.B.G.E." e suas amostras descritas conforme orientações da NBR 6484.

13.15.3 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR 6484 (2001) - Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos;
- A.B.G.E. (1999) - Manual de Sondagens;
- I.S.R.M (1981) - International Society for Rock Mechanics - Suggest method for rock caraterization
- testing and monitoring; ISRM Comission on testing Methods, E.T. Brown, Ed.Pergamon, Oxford;

13.15.4 REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO

A Concessionária deverá apresentar um procedimento de execução de sondagem, descrevendo a metodologia a ser seguida, o detalhamento da sequência executiva da investigação, cuidados com interferências e sinalização do local destacando os seguintes elementos:

- descrição detalhada das providências à serem tomadas visando evitar acidentes quanto a danos causados pelo rompimento das redes enterradas de instalações de utilidades públicas;
- croqui detalhado de sinalização e desvio de tráfego e/ou de pedestres, quando a investigação for executada em área pública;
- sistemática de limpeza, recuperação e devolução da área ocupada.
- Outros métodos de execução de sondagens poderão ser utilizados

13.15.5 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

A Concessionária deverá apresentar na fase de execução das sondagens e após o seu término os seguintes documentos:

- perfil individual de sondagem (PIS) contendo: período de execução dos serviços, endereço e croqui de localização, coordenadas e cota, classificação táctil-visual e das amostras de sondagem rotativa, ensaios e gráficos SPT e posição dos níveis d'água .

13.16 VEDAÇÕES

13.16.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de vedações. Entende-se como vedações: alvenarias em geral, inclusive de blocos de vidro, divisórias de elementos pré-fabricados em concreto armado, granilite, e argamassa armada.

13.16.2 REQUISITOS GERAIS

Os materiais a serem utilizados quando de sua entrega na obra, deverão estar acompanhados de certificados de conformidade com as normas pertinentes da ABNT, bem como desta especificação técnica.

13.16.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

As vedações deverão ter as dimensões e componentes compatíveis com a finalidade a que se propõe, definidas no projeto executivo de forma a resistir aos esforços solicitantes, apresentar prumo e alinhamento perfeitos.

As vedações não deverão apresentar trincas ou fissuras.

13.17 PISOS REVESTIDOS COM BORRACHA

13.17.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de revestimento de piso com placas ou mantas de borracha sintética lisas ou antiderrapantes.

13.17.2 REQUISITOS GERAIS

O material das placas ou mantas de borracha deverá ser produzido por processos industriais à base de borracha sintética de estireno e butadieno, atendendo ao especificado na tabela abaixo.

CARACTERÍSTICA	VALOR	NORMA
Temperatura de ensaio de envelhecimento	70°C por 70h	NBR - 6565

Aumento do volume	sem exigência	ASTM D471
Dureza	75 a 85 Shore A	NBR - 7318
Tensão de ruptura	mín. 3,5 MPa	NBR - 7462
Resistência ao calor		NBR - 6565
Variação de dureza	+ 15 Shore A	NBR - 7318
Variação da tensão de ruptura	+ 30%	NBR - 7462
Variação do alongamento	- 50%	NBR - 7462
Deformação permanente	máx. 50%	NBR - 10025
Resistência ao rasgamento	5Kg/cm	NBR - 11911
Resistência à abrasão	máx. 2600cm^3/CV.h	NBR - 11910
Resistência à água	+ 10%	NBR - 11407
Resistência ao manchamento	não manchar	NBR - 10572
Resistência química	não afetado pelos materiais de manutenção normais ou pelos agentes domésticos comuns, álcalis ou ácidos suaves.	

Pisos táteis executados em borracha, também deverão atender aos requisitos acima e deverão ser na cor azul, notação Munsell 10B 5/10 ou RAL 5015.

13.17.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O piso revestido deverá ter aspecto uniforme quanto ao seu plano, linhas de rejuntamento, e não apresentar depressões que venham ocasionar empoçamentos.

O produto final deverá garantir a não ocorrência de destacamento das peças, a não descoloração no decorrer do tempo, assegurando assim, durabilidade compatível ao fim a que se destina.

13.18 PISOS REVESTIDOS COM CERÂMICA

13.18.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de revestimento de piso com peças em material cerâmico.

13.18.2 REQUISITOS GERAIS

O tardoz das peças cerâmicas deverá ter garras ou reentrâncias de aderência, além de bordas de junção com superfícies ásperas.

As peças cerâmicas deverão possuir resistência química às baixas concentrações de ácidos e álcalis (Classe B - Nível de resistência química média).

O revestimento cerâmico deverá ter resistência de aderência mínima de 0,5 MPa, executado de acordo com NBR 13754.

O ensaio de Resistência a Manchas deverá se realizar nos mesmos corpos-de-prova submetidos ao ensaio de Abrasão, para verificação do efeito “Encardido”.

As juntas deverão ser impermeabilizadas por meio de selador compatível.

As peças cerâmicas deverão atender as seguintes propriedades:

PROPRIEDADES FÍSICAS	*NBR 15463* **GRÉS PORCELÂNICO**	*NBR 13818* **GRÉS CERÂMICO**	
	PRENSADO	**EXTRUDADO**	**PRENSADO**

	(GRUPO BIa)	(GRUPO AI)	(GRUPO BIb)
ABSORÇÃO DE ÁGUA (% EM PESO)			
Média	≤ 0,1%	≤ 3,0%	0,5% a 3%
Peça Individual Máx.	0,20%	3,3%	3,3%
RESISTÊNCIA DE RUPTURA (N)			
Espessura da Peça ≥ 7,5mm	≥ 1800	≥ 1100	≥ 1100
Espessura da Peça < 7,5mm	≥ 900	≥ 600	≥ 700
MÓDULO RESIST. FLEXÃO (N/mm^2)			
Média	≥ 35	≥ 23	≥ 30
Individual Mínimo	32	18	27
RESIST. ABRASÃO PROFUNDA (mm^3)			
Volume Removido Máx.	≤ 140	≤ 275	≤ 175
Coeficiente de Atrito	≥ 0,7	≥ 0,7	≥ 0,7
EXPANSÃO POR UMIDADE (mm/m)			
Máximo	0,6	0,6	0,6

PROPRIEDADES QUÍMICAS	GRUPO BIa	GRUPO AI	GRUPO BIb
RESISTÊNCIA A MANCHAS			
Mínimo	CLASSE 4 (*)	CLASSE 4 (*)	CLASSE 4 (*)
RESISTÊNCIA A AGENTES QUÍMICOS (**)			
Mínimo	CLASSE B	CLASSE B	CLASSE B

(*) Classe 4 - Manchas removíveis com agentes de limpeza fracos

(**) Baixa concentração de ácidos e bases

Qualidade visual

Quanto ao aspecto superficial, deverá obedecer à seguinte classificação da Norma NBR 13818: 1ª qualidade (95% das peças examinadas, no mínimo, não apresentam defeitos visuais na distância padrão de observação). A sua coloração original deverá ser permanente.

Material de rejunte

O material a ser utilizado nos rejuntes (juntas de assentamento, de movimentação e estruturais) deverá ter flexibilidade suficiente para absorver a movimentação das peças; ter a qualidade de ser ao mesmo tempo elástico, lavável, removível (teste da unha) e impermeável.

13.18.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O piso revestido deverá apresentar aspecto uniforme quanto ao seu plano, linhas de rejuntamento, coloração e tonalidade.

As peças cerâmicas não poderão mostrar rachaduras, cantos dentados ou lascados; deverão ser livres de pintas, arranhaduras, buracos, falhas, falta de brilho e areia.

O produto final deverá garantir a não ocorrência de destacamento das peças e/ou rejuntes, a não descoloração no decorrer do tempo, assegurando assim, durabilidade compatível ao fim a que se destina.

13.19 PISOS REVESTIDOS COM PEDRAS NATURAIS

13.19.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de revestimento de pisos com peças de granito.

13.19.2 REQUISITOS GERAIS

Para todo serviço de revestimento em pedras, para uma mesma obra, é exigida a extração de uma mesma jazida.

O tipo do granito a ser utilizado, assim como o acabamento superficial (apicoado, levigado ou flameado), e a posição com relação às juntas, deverão constar do respectivo projeto de arquitetura/acabamento.

Com relação às espessuras das peças de granito deverá ser seguido o seguinte critério: pisos de escada = 3cm; bordas de plataforma = 5cm; demais peças (espelhos de escadas, rodapés e pisos em geral) > 2cm.

As peças de granito deverão atender às seguintes propriedades:

Propriedades físicas

PROPRIEDADE	REQUISITO MÍNIMO
Porosidade aparente	<1,30%
Absorção d'água	<0,50%
Desgaste "Amsler"	<0,80mm
Compressão axial simples	>1.100kg/cm^2
Resistência ao Impacto	>38cm

(*) "Os Mármores e granitos brasileiros - Seu uso e suas características tecnológicas" Div. Minas e Geologia Aplicada

Propriedades químicas

As peças de granito aplicadas deverão suportar o uso contínuo de produtos químicos de limpeza doméstica; também deverão apresentar capacidade para remoção de manchas e encardidos, com a utilização desses mesmos produtos.

Propriedades geométricas

As peças de granito deverão obedecer ao projeto quanto às suas dimensões e forma de assentamento. Deverão apresentar regularidade quanto aos lados, espessura, retitude de lados, ortogonalidade e planaridade.

Qualidade visual

Nenhuma peça poderá apresentar manchas ou alterações de tonalidade que descaracterizem a homogeneidade do conjunto.

Material de assentamento

O material de assentamento deverá garantir a perfeita aderência entre peças de granito e o contra-piso.

Material de rejunte

O rejuntamento deverá ser impermeável, tanto nas juntas de assentamento quanto nas estruturais.

O material de rejuntamento, no caso de pisos de granito, deverá ter coloração aproximada da cor predominante das peças, ter elasticidade adequada e ser impermeável. Esse rejunte deverá preencher toda a espessura das peças.

13.19.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O piso revestido com peças de granito deverá apresentar aspecto uniforme quanto ao seu plano, linhas de rejuntamento, coloração e tonalidade, não podendo apresentar rachaduras, cantos dentados ou lascados.

O produto final deverá garantir a não ocorrência de destacamento das peças.

13.20 REVESTIMENTO DE PISOS DE ALTA RESISTÊNCIA

13.20.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas para os serviços acabados de revestimento de pisos: de argamassa de cimento e areia; de argamassa à base de resinas sintéticas executada "in loco" ou em placas pré-moldadas; em placas pré moldadas de concreto armado; ou em blocos articulados de concreto.

13.20.2 REQUISITOS GERAIS

A base a ser revestida deverá ser executada conforme respectivas normas da ABNT.

Piso executado "in loco"

A argamassa de alta resistência deverá atender ao tipo de solicitação pertencente ao grupo A, com relação ao índice de desgaste, para qualquer ambiente (NBR 11801).

Para pisos revestidos com argamassa de cimento e areia (pisos cimentados) deverá ser utilizadas juntas que impeçam a ocorrência de trincas.

O revestimento deverá ser resistente a produtos químicos de limpeza e a manchas.

Piso em Placas Pré-Moldadas

A argamassa de alta resistência deverá atender ao tipo de solicitação pertencente ao grupo A, com relação ao índice de desgaste, para qualquer ambiente (NBR 11801).

Deverá ser executado rejuntamento entre as placas de forma a uniformizar o acabamento do piso.

O revestimento deverá ser resistente a produtos químicos de limpeza e a manchas.

Piso em Blocos Articulados

Na especificação dos blocos deverá ser considerada a carga equivalente a veículos pesados, conforme NBR 6120.

Os blocos devem ser do tipo articulado intertravado.

13.20.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O piso revestido deverá apresentar aspecto uniforme quanto ao seu plano, coloração e tonalidade, não podendo apresentar fissuras, rachaduras, ou quaisquer outros tipos de falhas que venham a comprometer a sua aparência, desempenho e durabilidade.

Não deverá apresentar depressões que venham ocasionar empoçamentos.

13.21 REVESTIMENTO VERTICAL COM CERÂMICAS ESMALTADAS

13.21.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de revestimento de parede com peças cerâmicas esmaltadas, extrudadas ou prensadas e pastilhas de porcelana esmaltadas.

13.21.2 REQUISITOS GERAIS

O tardoz das peças cerâmicas deverá ter garras ou reentrâncias de aderência, além de bordas de junção com superfícies ásperas.

As peças cerâmicas deverão possuir resistência química às baixas concentrações de ácidos e álcalis (Classe GHB - Nível de resistência química média).

As juntas de assentamento entre peças terão largura constante, cuja argamassa deverá preencher toda a espessura da peça, com dimensões conforme recomendação do fabricante; serão levemente rebaixados em relação ao plano geral.

As juntas deverão ser impermeabilizadas através de selador compatível.

As peças cerâmicas deverão atender às seguintes propriedades:

Conforme a Norma ISO 13006:

PROPRIEDADES FÍSICAS	**EXTRUDADA (GRUPO A II a)**	**PRENSADA (GRUPO B II a)**
ABSORÇÃO DE ÁGUA (% em peso)		
Média	3% A 6%	3% A 6%
Peça Individual Máx.	6,5%	6,5%

RESISTÊNCIA DE RUPTURA		
Espessura da Peça>7,5mm	950 N	1000 N
Espessura da Peça<7,5mm	600 N	600 N
MÓDULO RESIST. FLEXÃO		
Média	> 20 N/mm^2	> 22 N/mm^2
Individual Mínimo	18 N/mm^2	20 N/mm^2
RESISTÊNCIA À GRETAGEM	EXIGIDA	EXIGIDA
EXPANSÃO POR UMIDADE		
Máximo	0,6mm/m	0,6mm/m
PROPRIEDADES QUÍMICAS	**EXTRUDADA (GRUPO A II a)**	**EXTRUDADA (GRUPO B II a)**
RESISTÊNCIA A MANCHAS		
Mínimo	CLASSE 4 (*)	CLASSE 4 (*)
RESISTÊNCIA A AGENTES QUÍMICOS (**)		
Mínimo	CLASSE GB	CLASSE GB

(*) Classe 4 - Manchas removíveis com agentes de limpeza fracos

(**) Baixa concentração de ácidos e bases

Qualidade visual

Quanto ao aspecto superficial, deverá obedecer à seguinte classificação da norma NBR-13818: 1ª qualidade (95% das peças examinadas, no mínimo, não apresente defeitos visuais na distância padrão de observação). A qualidade do esmalte e sua coloração original, deverão ser permanentes.

Material de Assentamento

Utilizar material colante flexível conforme NBR-13755.

Material de Rejunte

O material a ser utilizado nos rejuntes (juntas de assentamento, de movimentação e estruturais), deverá ter flexibilidade suficiente para absorver a movimentação das peças; ter a qualidade de ser ao mesmo tempo elástico, lavável, removível (teste da unha) e impermeável.

13.21.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

A parede revestida deverá apresentar aspecto uniforme quanto ao seu plano, prumo, linhas de rejuntamento, coloração e tonalidade.

As peças cerâmicas não poderão mostrar rachaduras, cantos dentados ou lascados; deverão ser livres de pintas, arranhaduras, buracos, falhas, falta de brilho, areia, bolhas ou gotas de vidro grosso.

O produto final deverá garantir a não ocorrência de destacamento das peças e/ou rejuntes, a não descoloração no decorrer do tempo.

13.22 TRATAMENTOS E PINTURAS

13.22.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de Pinturas e Tratamentos nas aplicações abaixo relacionadas:

SUBSTRATO	APLICAÇÃO
A) PAREDES E PAINÉIS DIVISÓRIOS	
Bloco de concreto pré-moldado	Paredes divisórias internas e externas, muros, divisórias com elementos vazados
Reboco	Paredes divisórias internas e externas, tetos, muros
Tijolo cerâmico	Paredes divisórias externas
Concreto	Paredes internas e externas, elementos estruturais
Massa Corrida	Paredes internas, tetos

Fibrocimento	Fechamento de nichos para instalações, comunicação visual
B) MADEIRA	
	Esquadrias, prateleiras, bancos
C) METAIS FERROSOS	
Aço carbono	Luminárias, armários, tubulações
	Esquadrias (*)
Ferro Fundido	Esquadrias (*), tubulações
D) METAIS NÃO FERROSOS	
Alumínio	Esquadrias (*)
Cobre	Tubulações
E) FIBERGLASS	
	Mobiliário, divisórias

(*) ver Item 13.23

13.22.2 REQUISITOS GERAIS

Os produtos utilizados no sistema de pintura não deverão conter benzeno ou compostos clorados hidrolizáveis.

13.22.2.1 REQUISITOS QUALITATIVOS:

Paredes, Painéis Divisórios e Tetos

a)Pintura

SISTEMA DE	Resistência ao UV (ASTM G53)	Resistência a Fungos	Resistência a Soluções Alcalinas	Resistência a Solventes (*) (ASTM	Lavabilidade com Agentes Abrasivos

PINTURA			(ASTM D1308)	D1308)	(ASTM D3450)
PIGMENTADA	mín. 504h	Deve haver	mín. 120h	mín. 48h	100 ciclos
NÃO-PIGMENTADA(Verniz)	mín. 96h	Deve haver	mín. 72h	mín. 24h	100 ciclos

(*) Somente em locais passíveis da ação de “pichadores”.

No caso de pintura sobre concreto aparente, este deverá sofrer prévio tratamento, eliminando-se todas as imperfeições e defeitos advindos de falhas de concretagem, tais como: abertura de forma, vedação defeituosa de forma, falhas de vibração, ferragem exposta, escorrimento, manchas e porosidades.

O verniz para concreto aparente deverá ser isento de estireno.

b)Tratamento acústico absorvente

Quando especificado em projeto, o tratamento acústico absorvente deverá atender:

- espessura mínima: 50mm;
- densidade aproximada: 80 kg/m3;
- material componente: lã de vidro, lã de rocha ou celulose;
- alta resistência à umidade;
- tratamento químico contra cupins e roedores, quando composto por celulose.

Deverá ser prevista proteção mecânica sobre o tratamento aplicado, com altura mínima de 1,80m. Esta proteção não poderá interferir no desempenho do tratamento acústico. Deverá ser fixada com material que ofereça resistência à umidade, à propagação de fogo e à ação de insetos e roedores. Também é necessário que atenda:

- quando metálico, composto por material inoxidável;
- quando composto por painel de fibra vegetal mineralizada, tratado com nata de cimento, e espessura de 25mm.

Pintura em Madeira

SISTEMA DE	Resistência ao UV (ASTM G53)	Resistência a Fungos	Resistência a 100% de Umidade Relativa

PINTURA			(ASTM D2247)
PIGMENTADA	mín. 168h	Deve haver	mín. 72h
NÃO-PIGMENTADA (Verniz)	mín. 72h	Deve haver	mín. 72h

Pintura em Metais ferrosos

SISTEMA DE PINTURA	Resistência ao UV (ASTM G53)	Resistência a 100% de Umidade Relativa (ASTM D2247)	Resistência à Névoa Salina (ASTM B117)	Resistência a SO2 (DIN 50018)	Aderência Método A (NBR 11003)
(1) PIGMENTADA	mín. 168h	mín. 480h	mín. 288h	mín. 3 Rondas	máx. Y1/X1
(2) PIGMENTADA	mín. 336h	mín. 720h	mín. 480h	mín. 5 Rondas	máx. Y1/X1

Observações:

(1) **-** Portões, portas, janelas, gradis, grelhas, divisórias, suportes, guarda-corpos, tubulações.

(2) **-** Alçapões, escadas, corrimãos, armários, estruturas para painéis de comunicação visual, forros, luminárias.

Pintura em Metais não-ferrosos

SISTEMA DE PINTURA	Resistência ao UV (ASTM G53)	Resistência à Névoa Salina (ASTM B117)	Resistência a SO2 (DIN 50018)	Aderência Método A (NBR 11003)

(1) PIGMENTADA	mín. 336h	mín. 288h	mín. 3 Rondas	máx. Y2/X2
(2) PIGMENTADA	mín. 168h	mín. 240h	mín. 3 Rondas	máx. Y2/X2

Observações: (1) – Alumínio, (2) - Cobre

Pintura em Fiberglass

SISTEMA DE PINTURA	Resistência ao UV (ASTM G53)	Resistência a Imersão em Soluções Alcalinas (ASTM D1308)	Resistência a Solventes (ASTM D1308)	Dureza Hc 60 (DIN 53456)
PIGMENTADA	mín. 336h	mín. 120h	mín. 48h	2000kp/cm²

Outros processos de proteção superficial

13.1.1.1 Anodização

– Classes de Espessura de Camadas Anódicas (NBR 12609):

  - Estações e linha - classe A13 - 11 a 15µm
  - Pátios - classe A18 - 16 a 20µm

– Selagem:

  - Não deverá ser constatada nenhuma retenção do corante ao ser feito o ensaio de acordo com a norma NBR 12613, que prescreve o método de determinação da qualidade da selagem de camadas anódicas.

– Solidez à luz solar:

  - As camadas anódicas coloridas devem resistir à ação da luz ultravioleta quando ensaiadas conforme norma NBR 12612.

13.1.1.2 Zincagem por imersão a quente

Deverá atender a norma NBR 6323:

– Espessura:

  - Deverá ser determinada conforme norma NBR 6323.

– Aderência:

  - O ensaio deverá ser realizado conforme descrito na norma NBR 7399, considerando-se inadequada se o revestimento destacar em forma de camada, de maneira a expor o substrato.

13.1.1.3 Aço inox escovado

Todo elemento em aço inox deverá ter seus componentes escovados numa única direção.

Para a execução dos ensaios na película seca, as tintas devem ser aplicadas diretamente sobre a chapa de aço carbono laminada a frio (200X200X1mm), conforme NBR 5915, previamente submetida à limpeza com solvente e jateada ao metal quase branco, conforme norma SSPC-SP 10, com perfil médio de rugosidade de 48µm

Imediatamente após o término dos ensaios de imersão, 100% de umidade relativa e névoa salina, a pintura não deverá apresentar bolhas, pontos de corrosão e enrugamento.

No ensaio de névoa salina, conforme esquemas de pintura em Metais Ferrosos (1) e c(2), devem ser usados entalhes paralelos entre si, distanciados de 5,0mm das bordas menores. Após as horas previstas para os ensaios, não deve ser constatada no entalhe uma penetração de corrosão superior a 1,7mm.

Decorridos os tempos previstos para os ensaios de resistência à imersão, 100% de umidade relativa e de névoa salina, a pintura não deverá apresentar diferença de tonalidade, tolerando-se uma perda de brilho de até 10 unidades.

Após o término do ensaio de UV, a diferença total de cor (DE) não poderá ser superior a 2, em relação ao padrão original, tolerando-se uma perda de brilho de até 10 unidades.

13.22.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

13.1.1.4 Anodização

Deverá estar isenta das imperfeições a seguir:

- corrosão do metal base;
- anodizado escuro;
- não resistente à luz solar;
- estrias na superfície anodizada;
- manchas puntiformes;
- anodizado com poros;
- películas coloridas irregularmente;
- cor salpicada de manchas.

13.1.1.5 Zincagem por imersão a quente

Não deverá apresentar pontos sem revestimento, bolhas e impurezas do metal fundido.

13.1.1.6 Pintura

A superfície pintada deverá apresentar aspecto uniforme quanto a seu plano, homogeneidade de cor e brilho, e variações mínimas de espessura. Não deverão apresentar os seguintes defeitos de película:

- casca de laranja;
- descascamento;
- escorrimentos;
- empolamento;
- enrugamento;
- fendilhamento;
- sangramento;
- sobreaplicação (overspray).

13.23 ESQUADRIAS

13.23.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de esquadrias e elementos afins, metálicos e de madeira.

São considerados esquadrias e elementos afins: janelas, portas, gradis, guarda-corpos, corrimãos, escadas, alçapões, grelhas, estruturas para painéis de comunicação visual, painéis, divisórias leves, mobiliário fixo, forros, prateleiras, armários, pisos elevados e ferragens.

Consultar também - Painéis de Vidro e Policarbonato

13.23.2 REQUISITOS GERAIS

Para todas as esquadrias sem ventilação (portas ou janelas), deverá ser obedecida a classe de transmissão sonora “acentuada baixa”, conforme NBR 10821.

No caso de elementos em ferro fundido, deverá ser usado o “ferro fundido cinzento”, classe FC 250.

Quando da junção de metais com potenciais galvânicos diferentes, como o aço carbono e o aço inoxidável, por exemplo, as uniões deverão acontecer em pontos isentos de umidade, com a interposição de material não condutor entre ambos.

Esquadrias para painéis em policarbonato deverão ter seus encaixes dimensionados para acomodar dilatações e contrações térmicas bem como o movimento originado pelas deflexões, sem que ocorra escape da chapa.

Para as esquadrias de madeira deve-se utilizar madeira proveniente de reflorestamento ou espécies menos nobres que não estejam em extinção como a Canafístula ou Canela. Deverão ser escolhidas criteriosamente e receber tratamento adequado.

Para tratamento e/ou pintura de elementos, quando especificado em projeto, deverão ser obedecidas as diretrizes do item 13.22 - Tratamentos e Pinturas.

Para as esquadrias em alumínio, todos os perfis serão extrudados, anodizados deverão ser obedecidas as diretrizes do item 13.22 - Tratamentos e Pinturas, com acabamento semi-fosco, sendo definida a cor no projeto.

Todas as peças móveis tais como portas e janelas deverão prever vedação dupla e contínua através de fitas vedadoras, para evitar a infiltração de água e ar.

Todas as guarnições dos caixilhos de alumínio deverão ser do tipo elastômero anti-chama (auto-extinguível).

As chapas de fibrocimento, quando utilizadas em painéis ou divisórias, deverão ser lixadas e envernizadas.

Os painéis removíveis em chapa plana de fibrocimento deverão ser estruturados com perfis metálicos, conforme o projeto.

Painéis, corrimãos e demais elementos executados em aço inox deverão ser em aço inox 444, acabamento escovado ST.

Elementos em aço inox deverão ter todos os parafusos, porcas e arruelas executados em aço inox.

O mobiliário fixo confeccionado em fiberglass (bilheterias, SSO, bancos, cabines) deverá atender:

- Propriedades físicas - "Design Properties of Marine Grade Fiberglass Laminates" Gibbs & Cox Inc.
- À resina deverá ser adicionado pigmento na mesma cor de acabamento;
- As peças confeccionadas em fiberglass deverão sofrer tratamento superficial de acordo com as diretrizes do item 13.26 - Tratamentos e Pinturas;
- A espessura média deverá ser de 3,0mm, não admitindo-se que nenhum ponto apresente espessura menor que 2,7mm.

Para o piso elevado, todos os componentes estruturais deverão ser metálicos, com tratamento anti-corrosivo. O revestimento superior deverá acompanhar o especificado no projeto.

Acessórios e ferragens

- Todos os acessórios e ferragens deverão ser de padrão superior ou luxo, conforme as normas brasileiras;
- As fechaduras deverão ser de um único fabricante.

13.23.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Todos os elementos de esquadria deverão atender às condições gerais de resistência a cargas, de acordo com seu uso específico e operações de manuseio.

No caso de janelas e portas, além das condições acima, serão obedecidas as qualidades requeridas de estanqueidade ao ar, água e comportamento acústico.

No caso de divisórias, o comportamento acústico deverá ser considerado.

Para pisos elevados deverá ser atendido o disposto na NBR 11802.

Para elementos em fiberglass, a superfície acabada deverá ser lisa, isenta de bolhas ou outras imperfeições. Deverá apresentar cor e brilho uniformes.

Domos confeccionados em fiberglass devem atender à norma NBR 14116.

13.24 PAINÉS DE VIDRO E POLICARBONATO

13.24.1 OBJETIVO

Fixar as características mínimas no serviço acabado de fechamento com painéis em vidro e em policarbonato.

Consultar também o item 13.23 – Esquadrias.
Requisitos Gerais

Os tipos de vidro utilizados em coberturas e fechamentos verticais nas obras serão determinados em projeto, conforme classificação da NBR-7199, quanto ao tipo, forma, transparência, acabamento das superfícies, coloração e colocação.

Os policarbonatos deverão atender às normas DIN e ASTM.

VIDRO

Não deverá ser utilizada massas a óleo de linhaça (massas de vidraceiro) em caixilhos metálicos.

Para a instalação de vidros encaixilhados, deverão ser utilizados calços de elastômero distribuídos ao longo de seus lados, posicionados conforme orientação da NBR-7199.

Todo o perímetro do vidro laminado deverá ser protegido com fita adesiva.

No dimensionamento de painéis encaixilhados deverão ser previstas folgas para absorver a dilatação térmica, conforme especificação do fabricante.

A determinação da espessura dos vidros, que é de responsabiladade do executante da obra, deverá seguir a NBR-7199, adotando-se:

- coeficiente de exposição – 1,20
- espessura mínima (todos os casos) - 4mm

A transmissão de luz, para qualquer caso, deverá ser maior que 85%.

A especificação de vidros laminados deverá compreender a soma da espessura do(s) vidro(s) e película(s) aderente(s).

POLICARBONATO

Propriedades a serem atendidas:

PROPRIEDADES FÍSICAS	**NORMA**	**UNID.**	**VALOR**
Densidade	DIN-53479	-	1,20
Absorção de água 23º/24h	DIN-53495	mg	< 10
PROPRIEDADES MECÂNICAS	**NORMA**	**UNID.**	**VALOR**
Resistência à tração no limite elástico	DIN-53455	MPa	> 60
Resist. de ruptura à tração	DIN-53455	MPa	> 70
Alongamento no limite elástico	DIN-53455	%	6 - 8
Alongamento na ruptura	DIN-53455	%	> 100
Módulo de flexão	DIN-53457	MPa	> 2300
Resistência ao impacto (Parte 4)	DIN-52290	Jm	não quebrar
Dureza H358-30	DIN-53456	MPa	95
PROPRIEDADES ÓTICAS	**NORMA**	**UNID.**	**VALOR**
Transmissão de luz	ASTM-D1003	%	> 85
características de inflamabilidade	norma	unid.	valor
Queima horizontal	ASTM-D635	pol.	< 1

Em casos especiais, quando da especificação de painéis em policarbonato de alta resistência à abrasão, o valor de opacidade (Haze) deverá ser de 1 a 3%, conforme ASTM-D1044 - Z26.

As chapas em policarbonato deverão ter a propriedade de curvar-se a frio com raio mínimo de 100 vezes a sua espessura.

Devido às características de trabalho do policarbonato, substancialmente diferentes das do vidro, a fixação deverá ser especial. O corte das chapas deverá levar em conta a folga necessária ao movimento das mesmas dentro da esquadria.

Na união das chapas, deverá ser utilizado verniz adesivo e para o caso de pequenas áreas cloreto de metileno ou o cloreto de etileno, sendo admitida outra solução, desde que proporcione união e vedação perfeita das placas, devendo ser previamente aprovado pelo Poder Concedente.

Não poderão ser utilizadas gaxetas em PVC, pela incompatibilidade deste material com o policarbonato.

Quando da utilização de painéis em policarbonato com alvéolos:

- os lados que possuem alvéolos abertos deverão ser vedados em toda a sua extensão;
- na instalação os alvéolos devem ficar no sentido da queda da água e o lado do filme impresso exposto ao sol;
- os alvéolos devem se encontrar totalmente limpos, sem rebarbas ou sujeira;
- para união das chapas obedecer às especificações do fabricante e prévia aprovação do Poder Concedente.

A espessura e raio de curvatura dos painéis deverá obedecer o especificado em projeto; deverá ser observada, na colocação, a face do painel que ficará exposta ao sol.

13.24.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO

Os painéis não deverão apresentar imperfeições, tais como: bolhas, ondulações, ranhuras, trincas e impurezas.

Quando encaixilhados, deverão ter vedação perfeita.

No caso de vidros temperados ou laminados não encaixilhados, todo perímetro do painel deverá ser uniforme, boleado e lapidado.

O produto final deverá garantir a não ocorrência de destacamentos das peças.

13.24.3 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PARA O PODER CONCEDENTE

Para cada um dos serviços previstos nos itens 13.20 a 13.28 a Concessionária deverá fornecer:

Durante a execução de todos os serviços

- Descrição de todos os materiais e suas características junto com suas fichas técnicas, normas em que se baseiam e todos os certificados, ensaios e testes necessários para a comprovação destas características.

Após a execução de todos os serviços

- relatório dos serviços (as built);
- manual de manutenção, compatível com a vida útil do serviço acabado, contendo relação de itens com previsão da periodicidade que deverão sofrer inspeção, manutenção e recuperação ou troca, limpeza, tipo de ferramentas necessárias.

13.25 PLANO GERAL DE MESTRAGEM

13.25.1 OBJETIVO

Definir as características mínimas exigíveis no funcionamento de fechaduras e seus respectivos sistemas de mestragem, que deverão ser instalados em todas as portas de estações, saídas de ventilação e/ou emergência.

13.25.2 DIRETRIZ GERAL

O projeto deverá atender ao plano geral de mestragem.

As considerações relativas ao plano geral de mestragem poderão ser aplicadas para fechaduras de cilindro ou de outros tipos.

13.25.3 PLANO GERAL DE MESTRAGEM

13.25.3.1 CONSIDERAÇÕES BÁSICAS:

Em todas as fechaduras de cilindro, dadas as suas normas de fabricação, deve ser possível a execução de mestragens dentro de qualquer esquematização pretendida, obedecidos naturalmente os limites técnicos de cada cilindro.

A observância desses limites é fundamental, especialmente em se tratando de mestragem de número elevado ou quando forem os casos de Gran-Mestragem (chave mestra da estação) e Gran-Gran-Mestragem (chave mestra da linha).

13.25.3.2 NÍVEIS DE MESTRAGEM:

Salienta-se que, para as estações, as saídas de emergência e as torres de ventilação, de uma determinada linha, serão observados os seguintes níveis de mestragem:

Mestragem:

Um determinado grupo de fechaduras, todas elas com segredos diferentes, ou algumas com segredos iguais, cujos cilindros, além de serem movimentados individualmente por suas chaves próprias, são também movimentados por uma chave especial denominada "chave mestra".

Gran-Mestragem:

Vários grupos de fechaduras, todas elas com segredos diferentes ou algumas com segredos iguais, cujos cilindros, além de serem movimentados individualmente por suas chaves próprias, são movimentados em grupos, isoladamente, por várias chaves especiais denominadas "chaves mestras de grupos" e também por uma chave especial denominada "chave gran-mestra".

Gran-Gran-Mestragem:

Quando, finalmente, tem-se a movimentação dos cilindros de todas as fechaduras que compõem os grupos mestrados da linha, por uma chave ultra especial denominada "chave gran-gran-mestra".

13.25.3.3 PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS:

Todas as fechaduras mestradas da linha, incluindo estações, saídas de emergência e torres de ventilação, serão distribuídas em 3 (três) blocos, conforme segue:

Bloco Estações:

Composto de tantos grupos de mestragem quantas forem as estações da linha, ou seja, um grupo de fechaduras mestradas para cada estação da linha.

Bloco Saídas de Emergência e Torres de Ventilação:

Composto pelas fechaduras mestradas de todas as saídas de emergência e torres de ventilação entre estações, ou seja, também um único grupo de mestragem para toda a linha.

Bloco Salas Técnicas:

Composto pelas fechaduras mestradas de todas as salas técnicas das estações, ou seja, um grupo de fechaduras mestradas para cada estação da linha.

13.25.3.4 MESTRAGEM DO BLOCO ESTAÇÕES

A esquematização de mestragem das fechaduras componentes do bloco "estações" deverá obedecer integralmente às disposições estabelecidas nesta especificação.

As fechaduras mestradas das portas de uma determinada estação, terão em princípio, segredos diferentes, cujos cilindros, além de serem movimentados individualmente por suas chaves próprias, deverão ser movimentados também por uma chave especial denominada "chave gran-mestra da estação".

As fechaduras mestradas das portas das Salas de Lixo e das Salas de Material de Limpeza, de uma determinada estação, deverão ter segredos iguais entre si, cujos cilindros, além de serem movimentos coletivamente por uma única chave própria, deverão ser movimentos também pela chave mestra da estação.

As fechaduras mestradas, de todas as portas de todos os acessos de uma determinada estação, deverão também ter segredos iguais entre si, cujos cilindros, além de serem movimentados coletivamente por uma única chave própria, deverão ser movimentados também pela chave mestra da estação.

Todas as fechaduras mestradas, de todas as portas, de todas as estações da linha, cujos cilindros são movimentados individual ou coletivamente por suas chaves próprias, além de serem movimentados em grupos isoladamente pelas chaves mestras das estações, deverão ser movimentados também por uma única chave ultra especial, denominada "chave gran-gran-mestra da linha".

As portas de uma estação que não pertencerem a nenhum grupo de chaves mestras devem ter apenas a chave gran-mestra da estação.

13.25.4 MESTRAGEM DO BLOCO SAÍDA DE EMERGENCIA E TORRE DE VENTILAÇÃO

A mestragem das fechaduras componentes do bloco "Saída de emergencia e torre de ventilação" deverão atender integralmente as prescrições descritas nesta especificação.

As fechaduras mestradas das portas, de todas as Saídas de Emergência e Torres de Ventilação da linha terão segredos diferentes, cujos cilindros, além de serem movimentados individualmente por suas chaves próprias, deverão ser movimentados também por uma chave especial denominada "chave mestra Saída de emergencia e torre de ventilação da linha".

Finalmente, as fechaduras mestradas das portas, de todas as Saídas de Emergência e Torres de Ventilação da linha, deverão permitir ainda a movimentação de seus cilindros pela chave gran-gran-mestra da linha.

13.25.5 MESTRAGEM DO GRUPO SALAS TÉCNICAS

A mestragem das fechaduras componentes do grupo "Salas Técnicas" deverão atender integralmente as prescrições descritas nesta especificação.

As fechaduras mestradas das portas das Salas Técnicas de uma determinada estação, terão em princípio, segredos diferentes, cujos cilindros, além de serem movimentados individualmente por suas chaves próprias, deverão ser movimentados também, por uma chave especial, denominada "Chave Mestra-Técnica".

Porém, as fechaduras das Salas Técnicas de mesma função, em todas as estações de uma linha, deverão ter "segredos iguais", para que seus cilindros possam ser movimentados coletivamente pela mesma chave.

Portanto, a "chave Mestra Técnica" será a única para toda a linha.

Finalmente, as fechaduras mestradas das portas, de todas as Salas Técnicas de uma estação, deverão permitir a movimentação de seus cilindros pelas suas chaves próprias, pela chave mestra técnica, pela chave mestra da estação e pela chave gran-gran-mestra da linha.

13.26 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE URBANIZAÇÃO E PAISAGISMO

13.26.1 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo fornecer as diretrizes para o desenvolvimento de projetos básicos e executivos de paisagismo e urbanização nas obras e espaços da Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo.

13.26.2 DEFINIÇÕES

Entende-se como área de abrangência do projeto de urbanização-paisagismo os espaços configurados externamente às edificações metroviárias e os passeios públicos adjacentes, os jardins interiores às edificações e as áreas desapropriadas.

13.26.3 PREMISSAS

Os projetos de paisagismo e urbanismo devem atender às especificidades próprias dos espaços projetados levando em consideração os itens que seguem:

13.26.3.1 SUSTENTABILIDADE

Atender plenamente às condicionantes de certificação de sustentabilidade adotadas pelo Poder Concedente.

13.26.3.2 QUALIDADE URBANA

O projeto deverá se inserir de forma harmônica dentro do entorno próximo, especialmente quando já existe uma identidade paisagística do bairro ou padronização dos espaços públicos nas ruas adjacentes.

Sempre que possível, deverão ser criados espaços livres ajardinados que venham a integrar o Sistema de Áreas Verdes da cidade, minimizando o impacto provocado pelo equipamento urbano de forma a contribuir para melhoria da qualidade ambiental, permeabilidade do solo e redução do efeito negativo das ilhas de calor na cidade.

Deve-se reduzir o impacto causado pelas instalações referentes ao embarque e desembarque, à entrada e saída de veículos; obstrução à circulação de pedestres; iluminação artificial excessiva, direcionada ou ofuscante; sombreamento por vegetação e muros.

13.26.3.3 QUALIDADE PAISAGÍSTICA

O projeto deverá, necessariamente, se integrar ao projeto de arquitetura das estações, terminais, poços de ventilação ou outros equipamentos.

O paisagismo de estações e terminais deverá valorizar os acessos de forma a facilitar o uso espacial. Neste sentido, priorizar a visibilidade dos acessos e comunicação visual das placas e totens indicativos.

13.26.3.4 PARTIDO DO PROJETO DE URBANIZAÇÃO-PAISAGISMO

As soluções de paisagismo e urbanização para as estações e pátios devem considerar a grande concentração de público para a definição dos espaços de circulação, priorizando a ordenação dos fluxos e a segurança das pessoas.

Deverá ter características simples e compatíveis com o meio urbano em que será inserido, apresentando soluções práticas e econômicas na implantação e manutenção dos espaços, através do emprego de equipamentos urbanos, materiais e espécies vegetais adequadas.

Deverá prever, sempre que possível, espaços para obras de arte como esculturas, painéis artísticos, entre outros; deverão ser consultados os Planos Diretores Regionais, como subsídio às soluções de projeto.

Incorporar toda vegetação pré-existente ao projeto de paisagismo, sempre que possível.

Não deverão ser utilizados: espelhos d'água; cascatas; chafarizes; sistemas de irrigação complexos e onerosos.

13.26.3.5 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA

Deverá ser prevista reserva de água pluvial em reservatório adequado para utilização em rega e lavagem de pisos.

O sistema de rega deverá ser alimentado com a água pluvial reservada ou água de reuso, quando disponível.

13.26.3.6 SEGURANÇA

O conjunto das soluções de pisos e vegetações não deverá constituir obstáculos físicos e visuais que comprometam o livre e seguro percurso dos pedestres, incluindo aqueles com deficiência física.

A segurança deve ser garantida no uso de todos os espaços e equipamentos.

Nas áreas de circulação deverão ser definidos pisos com superfícies resistentes, contínuas e antiderrapantes.

Nas circulações e passeios deverão ser evitados frisos ou desenhos de piso com materiais derrapantes, sobressalentes, depressões e juntas de grama. Evitar degraus únicos entre patamares, dando preferência a degraus agrupados ou rampas nas áreas de circulação.

13.26.3.7 MICROACESSIBILIDADE

Nos espaços externos às estações deverão ser previstos rampas, escadas, guias rebaixadas, baia de ponto de parada para deficientes físicos, conforme previsto na NBR 9050.

13.26.3.8 ADEQUAÇÃO À LEGISLAÇÃO

As legislações, normas técnicas e especificações, apresentadas abaixo, deverão ser atendidas em sua plenitude na elaboração dos projetos básicos e executivos de paisagismo e urbanização:

- Lei Municipal 11.228 e Decreto Municipal 32.329, código de obras e edificações;
- Decreto Municipal 41.361, que dispõe sobre a prestação de serviços de estacionamento de veículos automotores no município de São Paulo e dá outras providências;

- Lei 13.293 e Decreto Municipal 42.768, que dispõem sobre a criação das calçadas verdes no município de São Paulo e dá outras providências; Decreto Municipal 45.904 e à Lei 13.885, que dispõe sobre a padronização dos passeios públicos;
- Decreto Municipal 44.419 e à Lei 13.319, que dispõe sobre a obrigatoriedade da reserva de áreas verdes nos estacionamentos; Portaria Municipal 44/10 SVMA que estabelece critérios e procedimentos de compensação ambiental pela remoção de vegetação de porte arbóreo;
- Portaria Municipal 44/10 SVMA que estabelece critérios e procedimentos de compensação ambiental pela remoção de vegetação de porte arbóreo;
- Portaria Municipal 60/11 SVMA que publica lista LISTA DE ESPÉCIES VEGETAIS VASCULARES NATIVAS do Município de São Paulo;
- Portaria Intersecretarial 5/02 da SMMA-SIS, que dá orientação técnica para projeto e implantação de arborização em vias e áreas livres públicas;
- Norma técnica NBR 9050, sobre acessibilidade de pessoas com deficiência física a edificações, espaços, mobiliários e equipamentos urbanos; Norma técnica NBR 9077, para escadas fixas;
- Norma técnica NBR 9050, para rampas; Norma técnica NBR 14718, para guarda-corpos;
- Norma técnica NBR 13531, para elaboração de projetos de edificações.

13.26.4 DIRETRIZES GERAIS DE PROJETO

13.26.4.1 ESPAÇOS

Na elaboração dos projetos de paisagismo e urbanização, deverão ser consideradas as possibilidades espaciais.

13.26.4.2 PRAÇAS EXISTENTES

Nas intervenções em áreas verdes existentes, deve-se preservar ao máximo a vegetação e a paisagem local e, quando necessário, a utilização de novas espécies que possibilitem a perfeita integração com as espécies já consolidadas.

13.26.4.3 PRAÇAS NOVAS

As novas praças definidas em projeto deverão utilizar pisos, equipamentos e vegetação que não constituam barreiras físicas ou visuais e não comprometam a segurança e o conforto dos usuários, inclusive dos usuários com deficiência física. Valendo-se de calçamento com elementos que se integrem com a paisagem local e permitam uma alta taxa de drenagem.

13.26.4.4 ÁREAS REMANESCENTES

As áreas remanescentes, não passíveis de utilização para comercialização, deverão receber tratamento paisagístico que proporcione sua reintegração ao ambiente urbano.

As áreas remanescentes passíveis de utilização para comercialização serão tratadas com projetos específicos.

13.26.4.5 ESTACIONAMENTOS

O projeto de paisagismo dos estacionamentos deverá permitir a integração deste ao contexto urbano, utilizando-se de espécies vegetais entre as vagas de estacionamento e na periferia para a formação de barreiras acústicas que reduzam ruídos produzidos.

Deverão utilizar pisos e equipamentos que não constituam barreiras físicas ou visuais, que não comprometam a segurança e o conforto dos usuários, incluindo aqueles com deficiência física.

O calçamento deverá ser executado com elementos que se integrem com a paisagem local e permitam uma alta taxa de drenagem.

13.26.4.6 PASSEIOS PÚBLICOS

Os passeios deverão seguir orientação da legislação municipal pertinente, em particular, da Lei de Calçadas Verdes.

Os passeios deverão acompanhar a inclinação do leito carroçável não apresentando mudanças bruscas de inclinação, degraus, rampas, taludes, etc. Qualquer acerto de desnível entre o passeio e o nível interno deverá ser resolvido dentro do lote.

Nos acessos de automóveis, a rampa decorrente do rebaixamento de guia deve se restringir à faixa de serviço, não podendo avançar sobre a faixa de circulação de pedestres.

Poderão ser utilizados pisos de concreto pré-moldado articulado com especificação de resistência (MPA) adequada ao uso proposto, ladrilho hidráulico, pisos drenantes, pisos cimentícios coloridos, pisos compostos com materiais reciclados, pisos monolíticos e pedras.

13.26.4.7 FECHAMENTOS

Para os fechamentos laterais e de fundos, deverão ser especificados muros de divisa com altura mínima de 2,80m e máxima de 3,00m, geometria não escalável, de preferência com bloco de concreto, com verniz anti-pixação e pingadeira. Em caso de muros junto a edificações, prever colocação de rufos.

Os gradis e portões serão de barras de ferro “tipo parque” sem dobra superior, ou outro que comprove segurança com altura de 2,50m.

13.26.4.8 INTERFERÊNCIAS

Todas as interferências identificadas, com cuidado especial para as partes subterrâneas, incluindo lajes das estações, alicerces, estacas, fundações, galerias, tubulações e dutos, entre outras, deverão ser consideradas na concepção do projeto dos espaços e definição das espécies vegetais.

Para as interferências como postes e fiações elétricas aéreas deverá ser previsto o enterramento dos mesmos no limite do lote desapropriado em projeto específico.

13.26.4.9 BICICLETÁRIOS

Em todas as estações deverá ser previsto paraciclos e/ou bicicletários para o atendimento do sistema de transporte integrado, prevendo no mínimo 50 vagas com espaço para controle de utilização e sanitários femininos e masculinos.

13.26.5 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO DE PLANTIO DE ESPÉCIES VEGETAIS

De uma forma geral, deverão ser utilizadas espécies rústicas, perenes, plenamente adaptadas ao clima da cidade de São Paulo, de baixa manutenção e substituição, de pouca rega, que não necessitem de podas frequentes, nem de tratos culturais complexos, que não sejam muito suscetíveis a ataques de pragas, fungos e formigas e, ainda, de baixo custo.

Priorizar espécies ornamentais, que atraiam pássaros e borboletas e, quando possível, perfumadas.

Em áreas de circulação de público, não deverão ser adotadas espécies com espinhos ou tóxicas.

Para a escolha da vegetação, levar em consideração a orientação do sol, de forma a não utilizar vegetação de difícil crescimento ou não adequada àquela insolação proposta.

13.26.5.1 ÁRVORES E PALMEIRAS

Deverão ser escolhidas da flora nativa brasileira, para que possam ser computadas como compensação ambiental. Por uma questão de enriquecimento florístico, rusticidade e atração de insetos e avifauna, dar ênfase à flora nativa da região da cidade de São Paulo e, sempre que possível a espécies ameaçadas de extinção.

As espécies adotadas deverão ser facilmente encontradas em viveiros comerciais.

As espécies frutíferas deverão ser utilizadas com reservas. Não é aconselhado seu uso em passeios públicos uma vez que são alvo de vandalismo e necessitam de limpeza constante para a remoção de frutos caídos, podendo tornar-se um problema de segurança para o pedestre.

Em casos especiais, será avaliada a possibilidade de especificação de frutíferas e exóticas.

Em áreas de grande fluxo de pedestres, é importante atentar para a escolha de espécies que não apresentem riscos, tais como: troncos espinhentos; folhas, flores ou frutos tóxicos; quedas de frutos, sementes ou flores grandes ou escorregadios; queda de ramos grandes e/ou espinhentos.

Em estacionamentos de veículos, deverão ser escolhidas espécies que façam sombra, sem frutos e cujas flores não provoquem manchas.

Salvo em casos como áreas internas, pouco iluminadas e vasos, não deverão ser utilizadas espécies vegetais exóticas do gênero Ficus.

Nos passeios públicos verificar se ocorre homogeneidade de espécies ou de porte na arborização existente. Neste caso, buscar manter esta coerência na escolha da nova vegetação e, se possível, adotar a mesma espécie daquela já existente. Sugerimos, também, a especificação de apenas um tipo de espécie por rua ou por trecho longo.

Para a escolha do porte final das árvores dos passeios, levar em consideração existência de rede elétrica, posteamento, largura da calçada, mobiliário urbano e outras interferências.

O porte mínimo das mudas a serem utilizadas deverá ser:

Para árvores: D.A.P. (diâmetro na altura do peito) de 5cm, altura de 3,00m e 1,80m do colo até a primeira bifurcação. No caso de árvores com características de porte muito pequeno, o D.A.P. mínimo poderá ser de 3cm.

Para palmeiras: altura de 3,00m do colo até o início do palmito (não é medido D.A.P. em palmeiras).

Para árvores a serem plantadas em locais de circulação, especificar tutor e protetor que garantam a segurança das mudas contra vandalismo. Para palmeiras utilizar tutor tipo tripé.

Para árvores em locais sem acesso direto do público, especificar tutor do tipo tirante ou tipo caibro.

13.26.5.2 ARBUSTOS

Em áreas de acesso público, para segurança e higiene, evitar o uso de arbustos que formem moitas.

Evitar o uso de espécies do tipo bambu alastrante ou alastrante-entouceirante, bem como outras espécies alastrantes vigorosas, a menos que sejam plantadas em vasos ou áreas fisicamente confinadas.

Ao longo de muros e paredes externas adotar o plantio de trepadeiras aderentes do tipo Parthenocissus tricuspidata.

Devem ser evitadas as espécies do gênero Ficus com exceção para o plantio em vasos.

É recomendável o plantio de maciços de arbustos em taludes, desde que as espécies sejam adequadas a este fim e que não comprometa a estabilidade do mesmo.

As mudas de arbustos e trepadeiras deverão ter, no mínimo, três ramificações com comprimento de 0,10 a 0,20m, e altura mínima, a partir do nível do terreno, deverá ser de 0,60m, com exceção de algumas espécies para as quais não é possível ser aplicada esta relação.

13.26.5.3 FORRAÇÕES

Para gramados, dar preferência às espécies Zoisia japonica (grama esmeralda) e Arachis repens (grama amendoim).

Evitar o uso de Paspalum notatum (grama batatais) ou outras com trato cultural complexo e podas frequentes.

Para a sobrevivência das forrações localizadas sob arborização projetada, considerar o fato de que, nos primeiros 5 a 10 anos, as árvores não farão sombreamento, por tanto, verificar se as mesmas são adequadas a pleno sol nestes primeiros anos.

Para plantio em taludes adotar Axonopus compressus (grama São Carlos) em placas assentadas a 45° em relação às curvas de nível com juntas amarradas. Em taludes íngremes a partir de 1:2 fixar as placas com estacas de bambu, até o seu total enraizamento.

As medidas mínimas das placas de grama deverão ser de 0,30 x 0,30m, com 0,05m de espessura.

Considerar toda a vegetação com porte e sombreamento na idade adulta para a definição da distância de plantio.

14 DIRETRIZES COMPLEMENTARES

14.1 PLANO DE QUALIDADE (PQ)

14.1.1 OBJETIVO

Este documento visa apresentar os requisitos mínimos para a elaboração de um Plano da Garantia da Qualidade, especifico para o empreendimento, a ser exigido da Concessionária para a implantação das obras civis da Linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo.

14.1.2 DIRETRIZES PARA A ELABORAÇÃO DO PLANO DE QUALIDADE

A Concessionária deverá apresentar, segundo itemização abaixo, os princípios e diretrizes que irão nortear suas atividades de forma a garantir a qualidade de seus serviços e produtos.

14.1.2.1 RESPONSABILIDADES DA ADMINISTRAÇÃO

A Concessionária deverá apresentar a sua estrutura organizacional voltada à administração do empreendimento de forma a:

a) Caracterizar as atribuições e responsabilidades do pessoal envolvido na elaboração, administração, operacionalização, verificação e controle de todas as atividades, sejam as de projeto ou de processos de produção/instalação e/ou montagem, que influem na obtenção da qualidade.

   Os elementos chaves das equipes acima deverão ter experiência compatível com o tipo e porte do Empreendimento.

b) Caracterizar a responsabilidade e a autoridade do representante da administração, no empreendimento vinculado a implementação, manutenção e avaliação do plano da garantia da qualidade.

14.1.2.2 CONTROLE DE PROJETO

A Concessionária deverá estabelecer e manter procedimentos documentados para o controle e verificação de projeto de forma a assegurar o perfeito atendimento aos critérios, parâmetros numéricos e demais requisitos especificados pela CMSP.

14.1.2.3 VERIFICAÇÃO DE PROJETO

A Concessionária deverá indicar quais as fases em que serão realizadas verificações do projeto bem como descrever os procedimentos.

14.1.2.4 ALTERAÇÕES DE PROJETO

Todas as alterações e modificações de projeto deverão ser identificadas, registradas nos documentos de projeto, analisadas criticamente e aprovadas pela Concessionária. A Concessionária deverá descrever os procedimentos para implementação de tais ações.

14.1.2.5 LNTERFACES TÉCNICAS E ORGANIZACIONAIS

A Concessionária deverá indicar as interfaces técnicas e organizacionais entre diferentes grupos que participarão do processo de projeto bem como descrever o procedimento para a documentação e transmissão das informações entre estas interfaces.

Os requisitos de projeto deverão ser identificados e documentados e sua seleção deve ser analisada criticamente pela Concessionária, quanto a sua adequação. Requisitos incompletos, ambíguos ou conflitantes devem ser resolvidos com os responsáveis da Concessionária pelas definições, em conformidade com as condições contratuais.

14.1.2.6 CONTROLE DE PROCESSOS

O Plano deverá estabelecer como os processos de produção tanto do projeto como da obra, instalação e serviços associados serão controlados, a fim de assegurar que os requisitos especificados sejam atendidos. Deverá constar também, mas sem se limitar :

- Procedimentos executivos relevantes documentados;
- Etapas do processo ;
- Métodos e critérios a serem utilizados para monitorar e controlar os processos ;
- Uso de processos qualificados, equipamentos e pessoal associado ;
- Técnicas e métodos a serem utilizados para atender os requisitos especificados.

14.1.2.7 AQUISIÇÃO

A Concessionária deverá estabelecer procedimentos documentados de forma a assegurar que os materiais adquiridos e/ou serviços contratados possam garantir a qualidade dos produtos resultantes em cada um dos processos de produção, instalação, montagem e serviços associados.

Nos procedimentos deverão constar:

- Responsabilidades;

- Qualificação de fabricantes e fornecedores;
- Avaliação de subcontratados;
- Controle de mudanças e alterações;
- Tipo da documentação a ser utilizada para a compra/contratação definindo com precisão os requisitos requeridos tais como tipo, grau, classe do produto, requisitos do processo, instruções de inspeção e/ou controle, desenhos, requisitos de aprovação ou qualificação do produto.

14.1.2.8 CONTROLE DE DOCUMENTOS E DADOS

A Concessionária deverá estabelecer procedimentos de controle para todos os documentos que digam respeito aos itens descritos no plano da garantia da qualidade, incluindo, na extensão aplicável, os documentos de origem externa, tais como Normas e Desenhos do Poder Concedente.

- O procedimento de controle de documentos deverá assegurar, além da guarda dos mesmos, que:Os documentos, antes de sua emissão, sejam analisados criticamente quanto à sua adequação e aprovados pela Concessionária;
- Os documentos emitidos estejam disponíveis, em conformidade com as condições estabelecidas no contrato, em todos os locais onde se fizerem necessários e no menor tempo possível;
- Os documentos não válidos, ou obsoletos, sejam rapidamente removidos dos pontos de emissão ou uso;
- Qualquer documento não válido, ou obsoleto retido, por motivos legais e/ou para preservação do conhecimento, seja adequadamente identificado;
- Qualquer alteração/revisão nos documentos sejam rapidamente identificadas, no próprio documento ou em anexo apropriado;
- Estas alterações/revisões também serão analisadas criticamente e aprovadas pelas mesmas funções/organizações da Concessionária que analisaram e aprovaram os documentos originais;
- Para os documentos de projeto os procedimentos deverão estar em conformidade com MAN-10-201 – Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Engenharia Civil, Arquitetura, Geotecnia, Topografia, Desa´propriações e Via Permanente;

A Concessionária deverá prever e implantar um Banco de Dados de forma a disponibilizar para o Poder Concedente todos os documentos, dados e informações técnicas relativos ao Empreendimento. A Concessionária será responsável pela alimentação e armazenamento dos documentos, dados e informações no referido Banco de Dados, que deverá ter adequada segurança, garantindo a integridade, acessibilidade e confiabilidade dos dados.

14.1.2.9 CONTROLE DE PRODUTOS NÃO CONFORMES

A Concessionária deverá estabelecer e manter procedimentos documentados que assegurem o controle de que produtos não conformes com os requisitos especificados, tenham prevenida sua utilização ou instalação não intencional.

Esse controle deverá prever:

- Avaliação;
- Relatório de não conformidade;
- Segregação, quando praticável;
- Disposição de produto não conforme;
- Notificação às funções envolvidas.

14.1.2.10 AÇÃO CORRETIVA E AÇÃO PREVENTIVA

- A Concessionária deverá estabelecer e manter procedimento documentado contendo:
- A ação corretiva proposta;
- Controles que assegurem a eficácia da ação corretiva tomada;
- Investigação das causas da não conformidade;
- Retroalimentação do processo para minimizar a ocorrência de novas não conformidades.

14.1.2.11 IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DO PRODUTO

A Concessionária deverá estabelecer e manter procedimentos documentados relativos à identificação e rastreabilidade de materiais, componentes e amostras, para inspeção e/ou ensaios, referentes aos processos de produção, instalação, montagem e serviços associados.

14.1.2.12 INSPEÇÃO E ENSAIOS

A Concessionária deverá estabelecer os Planos de Inspeção e Ensaios relativos a cada um dos processos de produção

14.1.2.13 CONTROLE DE EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO E ENSAIOS

A Concessionária deverá estabelecer o sistema de controle dos equipamentos de inspeção, medição e ensaios.

14.1.2.14 CONTROLE DE REGISTROS DA QUALIDADE

O plano deverá indicar como serão controlados os registros específicos do produto.

14.1.2.15 AUDITORIA DA QUALIDADE

A Concessionária deverá indicar a natureza e a extensão das auditorias da qualidade a serem realizadas e como seus resultados deverão ser utilizados para corrigir e prevenir a repetição de não-conformidades.

14.1.2.16 TREINAMENTO

O plano deverá enfocar qualquer treinamento específico requerido para o pessoal que executa um processo incluído no plano e como o referido treinamento deverá ser realizado e registrado.

14.1.2.17 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

A Concessionária deverá indicar as técnicas estatísticas específicas onde elas forem requeridas.

14.1.2.18 SERVIÇOS ASSOCIADOS

O plano deverá indicar como o fornecedor pretende garantir a conformidade em relação aos requisitos aplicáveis aos serviços asssociados.

14.2 PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS

14.2.1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar os requisitos mínimos para a elaboração e implantação de um Plano de Avaliação e Mitigação de Riscos de um empreendimento, a ser exigido da Concessionária.

14.2.2 DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DO PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCO

A Concessionária deverá apresentar, conforme itemização abaixo, as informações detalhadas sobre as atividades relacionadas ao Plano de Avaliação e Mitigação de Riscos a ser executado.

14.2.2.1 ANTES DO INÍCIO DE OBRAS.

Antes de iniciar a mobilização no local da obra, a Concessionária deverá apresentar:

- Programa de Avaliação e Mitigação de Riscos de um empreendimento, incluindo um Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção;
- Programas de saúde, segurança, qualidade e meio ambiente;

- Cronograma de contratação de itens que envolvam atividades de longo prazo;
- Planejamento da obra e sequência de implantação; e
- Cronograma de obtenção de todas as autorizações necessárias.

14.2.2.2 PROCEDIMENTOS DE PLANO DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE RISCOS

O Plano deverá incluir o Registro de Riscos de Obras Civis que considera todos os riscos relacionados à obra identificados para o Estágio de Construção do empreendimento;

O Registro de Risco de Obra no Estágio de Construção deverá identificar a procedência dos riscos, as ações e as medidas necessárias para mitigar o impacto dos riscos identificados relacionados com as Obras Civis. O Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção pode incluir as avaliações dos riscos de saúde e segurança relacionados com as obras/atividades de construção.

O Plano deverá identificar os meios e métodos para:

- Um monitoramento e revisão regular do Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção de acordo com a procedência do risco, apropriados ao cronograma e às atividades das Obras Civis;
- Os meios de identificar e formalmente registrar os riscos associados que surgem durante a duração do Estágio de Construção;
- Identificação do progresso na redução/mitigação do impacto global e quantidade de riscos; e
- Atualização do Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção e, portanto, identificação de quaisquer alterações do Perfil de Risco da Obra durante o Estágio de Construção das Obras Civis.

14.2.2.3 EQUIPE E ORGANIZAÇÃO DA CONCESSIONÁRIA

Antes de iniciar os trabalhos no local da obra e, posteriormente, sempre que houver uma mudança significativa, conforme requerido pelo contrato, a Concessionária deverá apresentar um organograma geral da obra. Este organograma deverá identificar a estrutura hierárquica e linhas de comunicação do Pessoal-Chave e daqueles indicados para os trabalhos críticos de segurança.

O organograma da obra deverá ser suficientemente detalhado para permitir à Poder Concedente, identificar como e com quem a Concessionária pretende executar o Plano. O organograma deverá ser apresentado junto com os nomes e os “curriculum vitae” de todo o Pessoal-Chave para demonstrar a competência das pessoas que serão empregadas no gerenciamento das Obras Civis.

Além dos nomes e dos "curriculum vitae" de todo o Pessoal-Chave, a Concessionária deverá fornecer detalhes da atuação e das responsabilidades das pessoas identificadas.

A Concessionária deverá providenciar para conhecimento da Poder Concedente, a sua política sobre o emprego de trabalhadores qualificados. A política deverá estabelecer como a Concessionária assegurará que todos os trabalhadores possuam a competência necessária para realizar os processos requeridos para a construção das obras e deverá incluir detalhes da política de treinamento da Concessionária.

A Concessionária deverá providenciar um programa de treinamento que deverá indicar como ela pretende assegurar que todo pessoal estará e permanecerá adequadamente treinado para as posições e responsabilidades que irão possuir.

Como parte da estrutura da organização, a Concessionária deverá desenvolver e implementar um procedimento para a disseminação de informações, incluindo os métodos que irá empregar para assegurar que o "feedback" dos diversos setores da obra seja comunicado a todas as partes do empreendimento.

14.2.2.4 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS

Antes do início de qualquer operação ou processo em conexão com a construção das Obras Civis, a Concessionária deverá prover ao Poder Concedente, a Metodologia, os Programas de Inspeção e Teste e as Avaliações de Riscos totalmente detalhadas conforme requerido;

A Metodologia deverá detalhar de forma clara e inequívoca os métodos e recursos com os quais a Concessionária pretende construir as obras e deverá cobrir todos os aspectos das obras incluindo especificações, projetos, aspectos ambiental e aqueles relacionados com saúde, segurança e qualidade. A Metodologia deverá refletir o atendimento às melhores práticas e normas atualmente aceitas para as operações que se pretende realizar.

Os Programas de Inspeção e Testes deverão detalhar de forma clara e inequívoca como a Concessionária pretende inspecionar e verificar as obras durante o processo de construção e deverá detalhar pontos em "espera" que requeiram aprovação de outros, tais como, da Projetista ou da Poder Concedente, de acordo com os requisitos do contrato. Os Programas de Inspeção e Teste deverão identificar aquelas seções das especificações as quais se referem e as tolerâncias permitidas.

As Avaliações de Riscos deverão lidar com riscos específicos associados aos métodos de construção, ao canteiro, aos equipamentos e materiais a serem empregados, incluindo riscos relacionados a incêndio associados com o ambiente de trabalho, métodos de construção, planta específica, materiais e equipamentos a serem usados na construção das obras, fazendo a devida consideração a qualquer Legislação e/ou Normas relacionados a saúde e segurança. As Avaliações de Riscos deverão demonstrar que os riscos associados envolvidos no processo de

construção foram totalmente identificados e avaliados. O Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção deverá demonstrar que a Metodologia apropriada foi desenvolvida incluindo todas as medidas de mitigação necessárias para reduzir o impacto dos riscos identificados a níveis aceitáveis.

A Metodologia e os Programas de Inspeção e Teste deverão indicar quais tipos de monitoramento e verificações serão realizados, por quem e em quais intervalos/periodicidade. Registros de qualidade deverão ser produzidos e providenciados para satisfazer o atendimento aos requisitos do contrato. Os procedimentos para lidar com não-conformidades deverão ser incluídos.

Um registro de assinaturas aprovadas deverá ser mantido junto com os níveis de autorização de cada membro da equipe empregada na verificação e certificação dos Programas de Inspeção e Teste e registros de qualidade.

A Metodologia deverá identificar qual equipamento e/ou sequência pretende-se utilizar para as obras e os critérios para seleção desse equipamento ou sequência, particularmente em relação aos riscos identificados no Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção.

14.2.2.5 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO

Após a adjudicação e antes do início da obra, a Concessionária deverá fornecer à Poder Concedente, uma cópia de seus programas de saúde, segurança, qualidade e ambiental, juntamente com um Programa de Gerenciamento global.

Além dos requisitos dos programas de saúde, segurança, qualidade e ambiental, o Programa de Gerenciamento global deverá identificar e demonstrar os sistemas que a Concessionária pretende usar para gerenciar e controlar o processo de construção em relação aos requisitos do contrato, visando também identificar que a Concessionária estará trabalhando conforme a melhor prática atualmente aceita.

Este Programa de Gerenciamento deverá incluir como procedimentos mínimos para o gerenciamento e controle, o seguinte:

- Documentos;
- Projeto;
- Auto-Certificação (nos casos em que for requerido sob o contrato);
- Compra de materiais, equipamento e projetos (tanto para as obras temporárias como permanentes, de acordo com os requisitos do contrato);
- Planejamento;
- Treinamento;
- Procedimentos de emergência;
- Controle e calibração de equipamentos de teste e inspeção; e

– Vistorias.

Caso qualquer um dos itens acima esteja incluído em outros programas específicos do empreendimento (tal como o programa de qualidade, por exemplo), o Programa de Gerenciamento deverá meramente incluir uma referência aos parágrafos relevantes dos outros programas específicos do empreendimento a fim de se evitar redundância.

A Concessionária deverá fornecer ao Poder Concedente, um plano de auditoria que demonstre como pretende auditar o processo de construção, tanto com auditorias internas como externas.

A Concessionária deverá implementar uma revisão regular do gerenciamento de todos ossistemas e procedimentos para garantir o atendimento contínuo aos requisitos do contrato e deverá atualizar todos os procedimentos conforme se faça necessário.

14.2.2.6 MONITORAMENTO

O monitoramento dos processos de construção deverá ser realizado por meio da utilização dos Programas de Inspeção e Teste, auditorias e revisões de gerenciamento.

Para qualquer processo, a Metodologia e os Programas de Inspeção e Teste deverão garantir que os parâmetros críticos estejam claramente identificados e monitorados de forma que possa ser confirmado, por auditoria, que os mesmos atendem aos requisitos do contrato.

Particularmente em relação às Obras de Túneis em áreas urbanas e onde equipamentos ou estruturas de Terceiros estejam em risco, a Metodologia deverá identificar claramente “níveis de alerta” nos quais uma ação de contingenciamento deverá ser tomada. A Metodologia deverá claramente identificar os papéis e as responsabilidades pela preparação de relatórios, bem como identificar quais as ações deverão ser tomadas e por quem, a cada nível de alerta.

Nos casos em que os riscos identificados, a partir do Registro de Riscos da Obra no Estágio de Construção, tiverem um alto grau de severidade, mas que foram mitigados pelos métodos construtivos a um nível aceitável, a Concessionária deverá fornecer à Poder Concedente resumo do programa de emergência e de contingenciamento para lidar com o risco na eventualidade que o mesmo ocorra.

14.3 INSTALAÇÃO DE CANTEIRO DE OBRA

Estabelecer critérios e normas mínimas para implantação de canteiros de obras.

14.3.1 DIRETRIZES GERAIS

Obedecer a Legislação, não desenvolvendo atividades que prejudiquem a comunidade e o meio ambiente. Considerar, na implantação do canteiro, a conservação de eventuais edificações de

valor histórico e espécies arbóreas da vegetação nativa existente, realizando estudo prévio a ser apresentado para o Órgão pertinente, quando couber.

As ruas de acesso e os passeios não pavimentados que circundam o canteiro, devem receber tratamento de modo a garantir acesso e circulação fácil, segura e ininterrupta, não causando transtornos à comunidade.

As atividades do canteiro não devem causar prejuízos de qualquer espécie às áreas afetas à comunidade, tais como; lixo, resíduos de comida, sujeira das rodas de caminhões, sobras de concreto e entulhos.

A implantação do canteiro não deve comprometer a segurança da população. Instalar dispositivos para corrigir iluminação deficiente, desníveis e tornar seguro os desvios e demais interferências.

As instalações dos ambulatórios devem atender o Código Sanitário - Decreto Lei 12.342 Art. 197 e demais disposições legais para atendimento ambulatorial, inclusive normas para deficientes físicos (NBR 9050).

As demais edificações deverão atender integralmente a NBR 12284/91 - áreas de vivência em Canteiros de Obras (NB - 1367).

Deverão ser instaladas no canteiro somente duas placas: a do Poder Concedente e a da Concessionária, sendo que esta não poderá se sobressair em relação à placa oficial de identificação da obra (dimensões e tamanho de letras).

A localização das placas e seus respectivos leiautes devem ser encaminhados para aprovação do Poder Concedente.

As cores dos elementos externos dos canteiros tais como fechamentos, acessos e passarelas deverão ser padronizadas e encaminhadas para aprovação do Poder Concedente.

Os projetos para implantação de canteiro deverão ser submetidos à aprovação do Corpo de Bombeiro.

14.3.2 NORMAS, REQUISITOS TÉCNICOS E DE DESEMPENHO, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES A SEREM ATENDIDADAS

- NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- NBR 5413 - Iluminâncias de Interiores.
- NBR 7678 - Segurança na Execução de Obras e Serviços de Construção.
- NBR 9050 - Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiências às Edificações e ao Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos.

- NBR 12284- Áreas de Vivência em Canteiros de Obras.
- Norma Regulamentadora da Portaria 3214 do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego.
- NR-8 – Edificações.
- NR-10 – Instalações e Serviços em Eletricidade.
- NR-18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção.

14.4 PERÍCIAS CAUTELARES E INDENIZATÓRIAS

14.4.1 OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo conceituar, estabelecer o método de trabalho e padronizar a apresentação de laudos técnicos referentes às Perícias Cautelares e Indenizatórias, realizadas em imóveis, lindeiros às obras do empreendimento.

14.4.2 DEFINIÇÕES

Perícia Cautelar

Consiste em exame minucioso e no registro descritivo e fotográfico do estado físico das edificações lindeiras as obras.

Perícia Indenizatória

Consiste no levantamento, análise técnica e cálculo da indenização dos danos causados nas edificações lindeiras as obras.

14.4.3 CONDIÇÕES GERAIS

Perícia Cautelar

Deverão ser identificadas e vistoriadas as edificações, localizadas na área de influência das obras metroviárias, passíveis de sofrerem danos em decorrência delas. A área de influência das obras deverá ser definida no projeto.

Esta modalidade de Perícia é realizada para:

- resguardar os direitos das partes envolvidas, em relação a danos existentes nas edificações, antes do início das obras;
- verificar as condições de estabilidade dos imóveis, em função das obras;
- especificar as providências necessárias, a fim de evitar riscos à integridade física dos moradores dos imóveis, bem como outras consequências indesejáveis.

Perícia Indenizatória

Deverão ser vistoriados os imóveis que tiverem Avisos de Sinistro emitidos pelos Canteiros de Obras da Concessionária.

Esta Perícia tem como finalidade: especificar os danos causados ou agravados nas edificações, em decorrência da execução de obras, bem como orçar a verba necessária para reparar tais danos.

De acordo com a alínea C do artigo 7º e 8º da seção IV do capítulo I da Lei Federal nº 5194, de 24/12/66 e o artigo 7º da Resolução 218, de 29/6/73 do CONFEA, a execução destas modalidades de perícia, é da competência de profissional graduado em Engenharia Civil.

As Perícias Cautelares e Indenizatórias deverão ficar a cargo da empresa Concessionária.
PRAZO

- A Perícia Cautelar deverá estar concluída antes do início das obras;
- A Perícia Indenizatória deverá ser realizada após a conclusão e estabilização das obras, salvo quando necessária a sua antecipação.

14.4.4 PROCEDIMENTO

Perícia Cautelar

O trabalho de campo constitui-se em visita ao imóvel ou edificações, para:

- examinar e anotar a distribuição, tipo e acabamento das edificações;
- registrar as anomalias existentes, por meio de documentação fotográfica;
- analisar as possíveis conseqüências das anomalias existentes;
- analisar a estabilidade das estruturas;
- anotar nome, endereço e dados do proprietário;
- anotar nome do ocupante do imóvel, caso haja;
- solicitar plantas, croquis ou levantar as dimensões da edificação.

O trabalho de escritório constitui-se na elaboração de laudo técnico, contendo:

- endereço completo do imóvel ou localização da edificação;
- nome do proprietário e do ocupante do imóvel;
- descrição sumária do imóvel (de quem da rua olha para a edificação), destacando:
- tipo de habitação (edifício, casa, salão comercial ou outro);
- estilo arquitetônico;
- nº de pavimentos;

- tipo de estrutura;
- idade da construção (real ou aparente);
- composição (distribuição dos compartimentos);
- acabamento: paredes, pisos, forros, esquadrias e demais detalhes;
- relação das anomalias existentes no imóvel ou edificação, com as respectivas provas documentais fotográficas;
- parecer técnico conclusivo indicando: os elementos construtivos que apresentam potencial de instabilidade, caracterizando as condições gerais de estabilidade da edificação;
- encerramento com: nome, assinatura, titulo e registro no CREA do perito;
- anexos: plantas, croquis, fotos e demais dados utilizados.

Os fatos relevantes apurados na perícia cautelar deverão ser comunicados aos respectivos órgãos e áreas competentes, tais como:

- Administração Regional, CONTRU, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e outras entidades, quando houver riscos de ruína na edificação;
- Proprietários ou moradores, em casos de situações de risco.

Perícia Indenizatória

O trabalho de campo constitui-se em visita ao imóvel, para:

- comparar o estado físico com o levantado na perícia cautelar;
- registrar os danos ocorridos;
- analisar as causas prováveis dos danos;
- informar ao proprietário as possíveis causas de danos ocorridos ao imóvel, pela execução das obras;
- anotar e documentar fotograficamente os danos causados ou agravados pelas obras;
- anotar as características do imóvel, complementares a vistoria cautelar;
- anotar nome do proprietário e endereço;
- anotar nome do ocupante;
- solicitar planta, croqui, ou realizar o levantamento das dimensões da edificação.

O trabalho de escritório constitui-se na elaboração de laudo técnico, em duas vias, contendo:

- endereço completo do imóvel;
- nome do proprietário e do ocupante do imóvel;
- descrição sumária do imóvel (de quem da rua olha para a edificação) destacando: tipo de habitação (edifício, casa, salão comercial ou outro); estilo arquitetônico; nº de pavimentos; tipo de estrutura; idade da construção (real ou aparente); composição (distribuição dos compartimentos); acabamento: paredes, pisos, forros, esquadrias e demais detalhes;

- relação dos danos causados ou agravados na edificação pelas obras com as respectivas provas documentais fotográficas;
- parecer técnico conclusivo indicando a(s) causa(s) dos danos;
- cálculo da indenização com:
    - especificação, detalhamento e quantidades dos serviços de reparação;
    - preços unitários (material e mão-de-obra) extraídos da Tabela de Custos Manutenção e Reformas, emitida pela Editora PINI; custos por ítens;soma dos custos;BDI: benefícios e despesas indiretas (valor indicativo: 25,00%);
    - total da indenização: soma dos custos dos ítens acrescida do BDI;
    - bibliografia: mencionar as publicações consultadas e normas aplicadas nos ítens correspondentes;
    - encerramento com: nome, assinatura, título e registro no CREA do engenheiro;
    - anexos: plantas, croquis, fotos, gráficos, tabelas, publicações e demais dados utilizados.

No caso de perda total da edificação, a indenização será calculada de forma a permitir a reconstrução do imóvel respeitando-se as características do projeto original.