

CÓDIGO	CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO	F
EMIÇÃO	26/03/2024	FOLHA	1 de 312
CS-9.86.0X.00/700-001			

DOCUMENTO TÉCNICO

LINHA	9 - Geral	OBJETO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA FORNECIMENTO DE NOVOS TRENS METROVIÁRIOS PARA USO NAS LINHAS 1-AZUL, 2-VERDE E 3-VERMELHA
TRECHO / SISTEMA	86 – Material Rodante - Trem		
SUBTRC / SUBSIST. / CONJ.	00		
UC / SUBCONJ.	00		

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA			
DOCUMENTOS RESULTANTES			
OBSERVAÇÕES			
DESCRIÇÃO DA REVISÃO			
EMITENTE		ANÁLISE TÉCNICA	LIBERAÇÃO
AUTOR / PROJETISTA / FORNECEDOR	CONTRATADA	METRÔ / CONTRATADA	METRÔ
GSE/SEO/ETV	N/A	GSE/SEO/ETV	GSE/SEO
CONTRATO		CONTRATO	
O.S.		O.S.	
RESPONSÁVEL TÉCNICO TADEU RIBEIRO SILVESTRE REGISTRO R26521-1 CREA 5063855210 ART/RRT 92221220120765850 Engenheiro Mec. – Autom. Sist. CERTIFICADO DIGITAL	RESPONSÁVEL TÉCNICO REGISTRO CREA ART/RRT MODALIDADE CERTIFICADO DIGITAL	RESPONSÁVEL TÉCNICO MARCO ANTONIO RAIA REGISTRO R21008-4 CREA 0641548733 ART/RRT 28027230221316595 Engenheiro Eletricista CERTIFICADO DIGITAL	NOME MARCELO LEMOS REGISTRO R20206-5 CERTIFICADO DIGITAL

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 2 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

ÍNDICE

1. CONCEPÇÃO BÁSICA DE PROJETO.....	14
1.1 OBJETIVO.....	14
1.2 GLOSSÁRIO	14
1.2.1 Acrônimos	14
1.2.2 Definições	15
1.3 ESCOPO DE FORNECIMENTO.....	16
1.3.1 Geral	16
1.3.2 Equipamentos e Materiais	17
1.3.3 Software.....	17
1.3.4 Sobressalentes e Ferramentas Especiais	18
1.3.5 Materiais Complementares.....	18
1.3.6 Documentação e Projeto	18
1.3.7 Treinamento.....	19
1.3.8 Atividades Complementares.....	19
1.3.9 Fornecimento Opcional.....	19
1.4 REQUISITOS DO DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	19
1.5 REQUISITOS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	21
1.6 NORMAS TÉCNICAS	21
1.6.1 Geral	21
1.6.2 Normas Específicas.....	22
1.6.3 Normas, Especificações, Instruções e Memoriais da Companhia do Metropolitano de São Paulo.....	28
1.7 CARACTERÍSTICAS DO TREM	28
1.7.1 Nível de Automação	30
1.7.2 Dimensões.....	30
1.7.3 Condições Operacionais.....	31
1.7.4 Modos Operacionais.....	32
1.7.5 Continuidade Operativa e Remoção do Trem	36
1.7.6 Rebocamento	36
1.8 DESEMPENHO.....	38

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 3 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.8.1	Desempenho em Tração	39
1.8.2	Desempenho da Frenagem de Serviço	40
1.8.3	Desempenho da Frenagem de Emergência	41
1.8.4	Tempos de Resposta.....	42
1.9	DIRETRIZES PARA O LAÇO DE EMERGÊNCIA	43
1.9.1	Emergência Elétrica com Penalização	43
1.9.2	Emergência elétrica sem penalização	43
1.9.3	Emergência por baixa pressão do suprimento de ar	43
1.9.4	Emergência comandada por sistemas do trem	43
1.9.5	Emergência comandada pelo Operador do trem.....	44
1.9.6	Rearme do freio de emergência	44
1.9.7	Desligamento da Tração e Freio Elétrico pelo Laço de Emergência.....	44
1.10	PARAMETROS DE PROJETO	45
1.10.1	Alimentação Elétrica	45
1.10.2	Tensão de Serviço Auxiliar	45
1.10.3	Ruídos eletromagnéticos	46
1.10.4	Níveis de Ruído	47
1.10.5	Suavidade de Marcha e Ergonomia	47
1.10.6	Condições Ambientais	47
1.10.7	Características da Via Permanente	48
1.10.8	Vibrações e Choques	50
1.10.9	Gabarito Estático e Dinâmico	51
1.10.10	Ensaio de Tipo	51
1.10.11	Facilidades de Manutenção, Operação e Segurança.....	51
1.10.12	Ciclos de Manutenção	54
1.10.13	Teste e Diagnósticos	54
1.10.14	Documentação Técnica	56
1.10.15	Computadores Portáteis de Manutenção	58
1.10.16	Requisitos Gerais de CDMS.....	59
1.10.17	Confiabilidade e Disponibilidade.....	65
1.11	MATERIAL E MÃO-DE-OBRA	67

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 4 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.11.1	Comportamento dos materiais ao fogo.....	67
1.11.2	Exposição de materiais a intempéries	68
1.11.3	Identificação em Geral.....	69
1.11.4	Painéis de Acabamentos e Assentos	69
1.11.5	Melaminas	74
1.11.6	Tintas, Pinturas e Cores	74
1.11.7	Elementos de Fixação	75
1.11.8	Juntas	76
1.11.9	Peças Fundidas	76
1.11.10	Soldas.....	76
1.11.11	Borrachas	77
1.11.12	Reservatórios - Características Construtivas	77
1.11.13	Polycarbonato.....	78
1.11.14	Vidros.....	78
1.11.15	Equipamentos e Componentes eletrônicos	78
1.11.16	Conectores	79
1.11.17	Instalação Elétrica	80
1.11.18	Fios e Cabos.....	80
1.11.19	Disjuntores Termomagnéticos	82
1.11.20	Relés.....	82
1.11.21	Chaves Comutadoras e Botoeiras.....	83
1.11.22	Motores Auxiliares de Indução	84
1.11.23	Fusíveis	84
1.11.24	Aterramento	85
1.11.25	Fechaduras e Chaves.....	85
1.11.26	Revestimento do Piso.....	86
1.11.27	Encanamentos e Mangueiras para Ar Comprimido.....	87
1.11.28	Lubrificantes	87
1.11.29	Painel do Contra Piso	88
1.12	VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DO TREM	90
1.12.1	Descrição Geral do Estudo Dinâmico.....	90

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 5 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.12.2	Escopo do Estudo do Comportamento Dinâmico	91
1.13	ETAPAS DE PROJETO	93
1.13.1	Projeto Conceitual	93
1.13.2	Desenvolvimento do Projeto Executivo	93
1.14	Certificação do Sistema por Avaliação Independente de Segurança (ISA)	94
2.	CAIXA E REVESTIMENTO	96
2.1	CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA	96
2.1.1	Estrutura da Caixa	97
2.1.2	Cabeceira	97
2.1.3	Lateral	98
2.1.4	Cobertura	98
2.1.5	Estrutura do Estrado	99
2.2	ENSAIO DE ESTANQUEIDADE	105
2.3	ENSAIO ESTRUTURAL DA CAIXA	105
2.3.1	Ensaio de Compressão	107
2.3.2	Ensaio de Carga Vertical	107
2.3.3	Ensaio de Torção	107
2.4	REVESTIMENTO INTERNO	108
2.4.1	Acabamento Interno	108
2.4.2	Revestimento do Piso	110
2.4.3	Painéis de Acabamento	110
2.4.4	Painel de comunicação visual Interna	111
2.5	REVESTIMENTO EXTERNO	112
2.5.1	Acabamento Externo	112
2.5.2	Comunicação Visual Externa	113
2.5.3	Máscara	113
2.5.4	Para brisas	113
2.5.5	Limpador de Para-brisas	114
2.5.6	Identificação do trem e Carro	115
2.6	CABECEIRA DIANTEIRA DO CARRO A	116
2.6.1	Console	117

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 6 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

2.6.2	Climatização da Região do Console.....	119
2.6.3	Janela da Região do Console.....	120
2.7	MÓDULO DE CABINE	120
2.7.1	Divisória Entre Cabine e Salão.....	120
2.7.2	Banco do Operador	121
2.7.3	Assento Para Instrutor	121
2.7.4	Cortina Quebra Sol do Para-Brisa	122
2.8	ARMÁRIOS ELÉTRICOS.....	122
2.9	COLUNAS E PEGADORES.....	123
2.10	BANCOS DE PASSAGEIROS	124
2.10.1	Bancos preferenciais	125
2.10.2	Banco para obeso.....	126
2.10.3	Banco Retrátil	126
2.10.4	Área Destinada a Pessoa em Cadeira de Rodas	126
2.11	JANELAS DO SALÃO	126
2.12	PASSAGEM ENTRE CARROS (GANGWAY)	127
3.	TRUQUES	129
3.1	DESCRIÇÃO GERAL DO TRUQUE	129
3.1.1	Detector de Descarrilamento	130
3.2	SUSPENSÕES PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA E VÁLVULA DE NIVELAMENTO... ..	132
3.3	EIXOS E RODAS	133
3.4	MANCAL DE ROLAMENTO PARA RODEIRO	134
3.5	REDUTOR.....	134
3.6	ACOPLAMENTO RESILIENTE.....	135
3.7	COMPONENTES DO SISTEMA DE FREIO DE ATRITO.....	136
3.7.1	Freio de Estacionamento.....	136
3.8	SISTEMA DE ATERRAMENTO	137
3.9	SISTEMA COLETOR DO 3º TRILHO	138
3.10	LIGAÇÕES MECÂNICAS E ELÉTRICAS	139
3.11	SOLDAS DO TRUQUE	139
3.12	ENSAIO DO TRUQUE	139

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 7 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

3.12.1	Ensaio Estático	140
3.12.2	Ensaio Dinâmico de Fadiga	140
3.13	SISTEMA PARA LUBRIFICAÇÃO DE FRISOS	141
4.	SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA	144
4.1	DESCRIÇÃO FUNCIONAL	144
4.1.1	Modo socorro ou modo degradado	145
4.2	INVERSOR ESTÁTICO DE TRAÇÃO	146
4.3	COMANDO E CONTROLE DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA	147
4.4	EQUIPAMENTO DE MANOBRA E PROTEÇÃO	149
4.5	MOTOR DE TRAÇÃO	150
4.6	RESISTORES DE FRENAGEM	152
5.	SISTEMA DE FREIO DE ATRITO E ANTI-DESLIZAMENTO	154
5.1	SISTEMA DE FRENAGEM POR ATRITO	154
5.1.1	Equipamento de Controle Pneumático	156
5.1.2	Equipamento de Comando de Freio de Atrito	158
5.2	SISTEMA DE ANTI-DESLIZAMENTO	160
6.	SISTEMA DE PORTAS DO SALÃO	162
6.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	162
6.2	DISPOSITIVO DE ISOLAÇÃO E TRAVAMENTO DA PORTA (CHAVE LOS)	165
6.3	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	166
6.4	PORTA DE SERVIÇO	168
6.5	COMANDO E SINALIZAÇÃO DE PORTAS	169
6.5.1	Monitoramento do Sistema de Portas	174
6.5.2	Chaves de Isolação Individual	177
6.6	MOTOR DE ACIONAMENTO DAS PORTAS	178
6.7	POSICIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS	179
7.	SISTEMA DE AR REFRIGERADO DO SALÃO	180
7.1	COMANDO E CONTROLE	185
7.2	COMPRESSOR - CONDENSADOR	187
7.3	EVAPORADOR SOPRADOR	187
7.4	MOTORES	188

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 8 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

8. SISTEMA DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	189
8.1 DETECÇÃO DE INCÊNDIO	189
8.2 SISTEMA DE COMBATE DE INCÊNDIO	190
8.3 EXTINTOR DE INCÊNDIO.....	191
9. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	193
9.1 ILUMINAÇÃO PRINCIPAL	193
9.2 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	195
10. SISTEMA DE INDICADORES E ANUNCIADORES	196
10.1 RELÓGIO	196
10.2 CRONÔMETRO	196
10.3 VOLTÍMETRO	196
10.4 MANÔMETRO.....	197
10.5 VELOCÍMETRO	197
10.6 ODÔMETRO	197
10.7 BUZINA	197
10.8 BUZINA DO CBTC	198
10.9 FARÓIS, LUZES DEMARCADORAS E LANTERNAS.....	198
10.10 INDICADORES	199
10.11 ANUNCIADORES DE FALHAS	200
10.12 ANUNCIADORES LOCAIS DE FALHA.....	202
10.13 MONITORES DE VÍDEO DO CONSOLE	203
10.13.1 Monitor com Funcionalidades do TCMS.....	203
10.13.2 Monitor com as Funcionalidades do SCT (CFTV/PAPIS)	204
10.13.3 Monitor com as Funcionalidades do Sistema CBTC	204
10.14 ENSAIOS	204
11. SUPRIMENTO ELÉTRICO	206
11.1 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EM CORRENTE ALTERNADA.....	206
11.1.1 Características Gerais	206
11.1.2 Inversor Estático	207
11.2 ALIMENTAÇÃO DE BAIXA TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA.....	210
11.2.1 Alimentação Auxiliar em 72Vcc	210

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 9 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

11.2.2	Alimentação Auxiliar em 12 Vcc e 24 Vcc	211
11.2.3	Carregadores Dispositivos Eletrônico (USB).....	211
11.2.4	Bateria	212
12.	SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO	214
12.1	COMANDO E CONTROLE DO COMPRESSOR.....	215
12.2	GRUPO MOTOR-COMPRESSOR.....	216
12.3	RESERVATÓRIOS	217
12.4	ENCANAMENTO PRINCIPAL	218
12.5	MANGUEIRAS PARA AR COMPRIMIDO.....	219
12.6	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR	219
12.7	ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO.....	220
12.7.1	Válvulas do Tipo Tomada Rápida.....	220
12.7.2	Válvulas de Retenção	220
12.7.3	Válvula de Operação Manual	220
12.7.4	Filtros	221
13.	ACOPLAMENTO E LIGAÇÃO ENTRE CARROS	222
13.1	ENGATES	222
13.1.1	Engate Automático	222
13.1.2	Engate Semipermanente	223
13.2	CONEXÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO	223
13.3	CONEXÃO ELÉTRICA DE POTÊNCIA ENTRE CARROS.....	224
13.4	CONEXÃO ELÉTRICA DO SISTEMA TCMS	224
13.5	CONEXÃO ELÉTRICA INTERCOMPOSIÇÕES.....	224
14.	SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES DO TREM - SCT	225
14.1	GLOSSÁRIO	225
14.2	DESCRIÇÃO GERAL DO SCT	226
14.3	REQUISITOS DO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT	226
14.4	SISTEMA SONORIZAÇÃO (SON).....	230
14.4.1	Descrição Geral	230
14.4.2	Requisitos Operacionais.....	230
14.4.3	Requisitos técnicos.....	232

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 10 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

14.4.4	Mensagens Digitalizadas Pré-Gravadas (MDPG)	232
14.5	INTERCOMUNICAÇÃO (INT)	234
14.5.1	Descrição Geral	235
14.5.2	Especificações Técnicas	236
14.6	INDICADOR DE DESTINO	237
14.7	MAPA DE LINHA DINÂMICO	237
14.8	PAINEL DIGITAL MULTIMÍDIA (TFT)	239
14.9	PAINEL DE COMUNICAÇÃO VISUAL	241
14.10	RADIOCOMUNICAÇÃO (RAD)	242
14.10.1	Rádio Transceptor VHF	243
14.11	RCTT – Rede de Comunicação Terra-Trem	244
14.11.1	Especificações Técnicas	247
14.12	VÍDEO MONITORAÇÃO – VMO	248
14.12.1	Descrição geral	248
14.12.2	Requisitos Técnicos	251
14.12.3	Gravadores de Vídeo	252
14.12.4	Caixa Preta	253
14.13	MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE DO SISTEMA	253
14.14	CABEAMENTO NO TREM	254
14.15	REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS DA REDE DE COMUNICAÇÃO DE DADOS	254
14.15.1	Requisitos de Gerenciamento	259
14.16	REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE	260
14.16.1	Gerais	260
14.16.2	Padrões de Interface	260
14.16.3	Sincronismo horário	261
14.16.4	Requisitos Gerais das Interfaces de Comando	261
14.16.5	Interface de gerenciamento remoto	261
14.16.6	Interface de Comunicação de Rede e Serial USB	262
14.17	ENSAIOS E TESTES	263
15.	MONITORAÇÃO DE FALHAS/DIAGNÓSTICO (TCMS)	264
15.1	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	264

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 11 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

15.2	MÓDULO DE CONTROLE GERAL	265
15.3	INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)	266
15.4	MÓDULOS LOCAIS	267
15.5	MEIO FÍSICO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS.....	268
15.6	SINAIS PROCESSADOS PELO SISTEMA	268
15.6.1	Console do Trem (Modalidade Manual)	268
15.6.2	Sistema de Tração e Frenagem Elétrica	268
15.6.3	Equipamento de Comando de Freio de Atrito e Antideslizamento	268
15.6.4	Sistema de Portas	269
15.6.5	Equipamento CBTC	269
15.6.6	Equipamento de Comando do Sistema Auxiliar	269
15.6.7	Indicador de Destino	270
15.6.8	Equipamento de Rádio Banda Larga e CBTC	270
15.7	FUNÇÃO STANDBY	270
15.8	ENSAIOS	271
15.9	EQUIPAMENTO DE TESTES	271
15.10	SISTEMA DE APOIO A MANUTENÇÃO (SAM)	271
16.	REGISTRADOR DE EVENTOS OPERACIONAIS	273
16.1	DESCRIÇÃO DO SISTEMA	273
16.2	DESCRIÇÃO FUNCIONAL	273
16.3	MÓDULOS COMPONENTES	276
16.3.1	Módulo Registrador	276
16.3.2	Memória Removível	276
16.3.3	Interface analógica/digital:	277
16.3.4	Sensor de tacômetro	277
16.3.5	Módulo de Rede	277
16.3.6	Módulo de display e teclado	277
16.3.7	Requisitos de software	278
16.3.8	Equipamento para Coleta e Análise de Dados	278
16.3.9	Normas técnicas	279
16.3.10	Ensaio de tipo e de rotina	279

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 12 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

17. INSTALAÇÃO DA SINALIZAÇÃO (CBTC)	280
17.1 EQUIPAMENTO CBTC	280
17.2 REQUISITOS DE INSTALAÇÃO DO CBTC	280
18. TREINAMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	282
19. SIMULADOR DE OPERAÇÃO	284
19.1 INTRODUÇÃO	284
19.1.1 Objeto	284
19.1.2 Apresentação.....	284
19.1.3 Requisitos de Projeto do Simulador	284
19.2 ESCOPO DO FORNECIMENTO	285
19.2.1 Fornecimento dos Softwares	285
19.2.2 Fornecimento de Hardware	285
19.2.3 Fornecimento de Treinamento.....	285
19.3 ETAPAS DE FORNECIMENTO E PROJETO.....	285
19.3.1 Proposta Técnica.....	285
19.3.2 Montagem, Instalação e Testes em Campo	285
19.3.3 Revisão Do Simulador	286
19.4 REQUISITOS DO SIMULADOR	286
19.4.1 Requisitos Gerais	286
19.4.2 Requisitos De Software	289
19.5 REQUISITOS DE TREINAMENTO	292
20. SISTEMA DE MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DE VIA.....	294
20.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	294
20.1.1 Inspeção de Via	294
20.1.2 Medição de Via	297
20.1.3 CONFIGURAÇÕES BÁSICAS FUNCIONAIS	298
20.2 EQUIPAMENTOS DOS SUBSISTEMAS E INTERFACES COM O TREM	300
20.3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO DE VIA.....	300
20.3.1 Medição de Geometria de Via	300
20.3.2 Medição de Perfil do Trilho	301
20.3.3 Medição da Corrugação do Trilho	302

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 13 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

20.3.4	Medição de Vibração e Impacto do Contato Roda-Trilho.....	302
20.4	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SUBSISTEMAS DE INSPEÇÃO DE VIA...	303
20.4.1	Inspeção de Verificação do Boleto do Trilho	303
20.4.2	Inspeção de Verificação do Via Permanente e Terceiro Trilho	303
20.5	SOFTWARE	304
20.5.1	Geral	304
20.5.2	Recursos de Software	304
21.	SOBRESSALETES	307

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 14 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

1. CONCEPÇÃO BÁSICA DE PROJETO

1.1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo definir as características técnicas, funcionais e os requisitos mínimos para o fornecimento dos carros de passageiros para a Linha 1 – Azul, Linha 2 – Verde e Linha 3 – Vermelha do sistema metroviário da cidade de São Paulo.

1.2 GLOSSÁRIO

1.2.1 Acrônimos

AAR: Association of American Railroads
ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
AISI: American Iron and Steel Institute
ANSI: American National Standards Institute
ASTM: American Society for Test and Materials
AWS: American Welding Society
BS: British Standard
BSS: Boeing Specification Support Standard
CEN: European Committee for Standardization
CENELEC: European Committee for Electrotechnical Standardization
DIN: Deutsche Norm (Deutsches Institut für Normung)
EN: Norma da União Européia (European Standard)
FRA: Federal Railroad Administration
IEC: International Electrotechnical Commission
IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO: International Standards Organization
MIL-STD: Military Standard (USA)
NBR: Norma Brasileira
NF: Norma Francesa (Norme Française)
NFPA: National Fire Protection Association
SAE: Society of Automotive Engineers

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	15 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

UIC: Union Internationale des Chamins de Fer

UL: Underwriters Laboratories

1.2.2 Definições

1. CDMS: Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança;
2. CCO: Centro de Controle Operacional;
3. SCC – Sistema de Controle Centralizado
4. Contratada: empresa vencedora da licitação objeto desta especificação.
5. Contratante: empresa que está contratando (Cia do Metropolitano de São Paulo - METRÔ-SP) os produtos e serviços especificados neste documento;
6. Proponente: empresa que fez ou fará uma proposta para fornecimento de produtos e serviços especificados neste documento;
7. Ethernet: padrão de rede, baseada em cabos de par trançado, na qual os dados trafegam até uma velocidade de 10 Mbits por segundo;
8. Fast Ethernet: padrão da rede Ethernet na qual os dados trafegam até uma velocidade de 100 Mbits por segundo;
9. Gigabit Ethernet: padrão de rede Ethernet, na qual os dados trafegam com velocidade de transmissão de até 1 Gigabit por segundo;
10. Pátio: o local destinado à manutenção, manobra e estacionamento de trens;
11. Rede: conjunto de equipamentos que conecta um grupo de pontos de acessos, estações e nós;
12. SAM - Sistema de Apoio à Manutenção: sistema responsável pelo controle contínuo do funcionamento dos equipamentos, informando e registrando falhas e/ou tendências de falhas;
13. Sonofletor: termo que define, neste projeto, uma caixa acústica ou uma corneta acústica;
14. TCP/IP: conjunto de protocolos de comunicação entre equipamentos em rede utilizados na Internet e redes privativas como intranet;
15. Vias: Regiões de circulação dos Trens e Veículos Auxiliares, incluindo todos os túneis, os nichos, estacionamentos de trens, poços de ventilação, poços de alívio e saídas de emergência;
16. Zona de Transferência: região limítrofe entre a Via e o Pátio;
17. TCMS: Sistema de Monitoramento, Comando e Controle do Trem
18. Carregamento AW0: Trem/Carro em tara;
19. Carregamento AW1: Trem/Carro em tara mais passageiros sentados;
20. Carregamento AW2: Trem/Carro em tara mais passageiros sentados mais carregamento de 04 passageiros em pé por metro quadrado;
21. Carregamento AW3: Nível de conforto. Trem/Carro em tara mais passageiros sentados mais carregamento de 06 passageiros em pé por metro quadrado.;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 16 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

22. Carregamento AW4: Nível de desempenho de tração. Trem/Carro em tara mais passageiros sentados mais carregamento de 08 passageiros em pé por metro quadrado;
23. Carregamento AW5: Nível de desempenho de frenagem de atrito e estrutural. Trem/Carro em tara mais passageiros sentados mais carregamento de 10 passageiros em pé por metro quadrado;
24. Bondeamento – elementos (barras, cabos, equipamentos, etc.) de equalização das correntes de tração entre vias e trilhos.
25. IEPE – características de sensores eletrônicos - Integrated Electronics Piezo-Electric;
26. SIG (GIS) - Sistema de Informações Geográficas (Geographic Information System);
27. EAM - Software para Gerenciamento de Ativos Empresariais;
28. SAP - Software de Gestão Empresarial do tipo de ERP (Enterprise Resources Planning);
29. ERP - Software de planejamento dos recursos da empresa (Enterprise Resource Planning) Enterprise Resource Planning
30. DBMS - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (Data Base Management System)
31. CBTC - Communication Based Train Control (Controle de Trem Baseado em Comunicação)
32. UTO - Unattended Train Operation (modo de operação não assistida)
33. MCS - Manual Cab Signal (modo de operação semi-manual a frente)
34. IHM – Interface Homem-Máquina
35. Manutenção Preventiva – Atividade de rotina que consiste em atuações programadas e periódicas, conforme planos de manutenção
36. MTBF – Tempo médio entre Falhas. (“Mean Time Between Failure”);
37. MTBO – Tempo médio entre interrupções (“Mean Time Between Outages”)
38. MTTR – Tempo médio de reparo. (“Mean Time to Restore”)
39. API – Interface de programação de aplicações (“Application Programming Interface”)

1.3 ESCOPO DE FORNECIMENTO

1.3.1 Geral

A Contratada deve fornecer 44 novos trens passageiros com 6 carros para as linhas 1 – Azul, 2 – Verde e 3 – Vermelha, com composição conforme descrita no item 1.7 desta especificação, devendo entregá-los montados na dependência do Metrô, em perfeito funcionamento e operando de acordo com os requisitos deste documento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 17 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

1.3.2 Equipamentos e Materiais

- A Contratada deve fornecer equipamentos e materiais necessários aos trens de modo a atender aos requisitos de confiabilidade, disponibilidade e segurança especificados nesta especificação.
- Deve ser fornecido atualização dos 3 (três) simuladores de treinamento operacional do Metrô conforme especificado no item 19 desta CS.
- Devem ser fornecidos 3 (três) sistemas embarcados de monitoramento e medição de via conforme especificado no item 20 deste CS.
- Devem ser fornecidos 10 (dez) chaves tipo padrão Metrô conforme especificado no item 1.11.25 (k) para cada trem entregue.
- A relação descrita nessa CS constitui-se de uma estimativa mínima dos equipamentos a serem instalados e serviços necessários, não sendo esta limitativa, ficando a Contratada responsável pelo projeto, quantificação e fornecimento de serviços e equipamentos, e de todos e quaisquer materiais e acessórios necessários ao perfeito funcionamento e instalação do objeto desta contratação.
- A Contratada deve garantir que os dispositivos fornecidos não apresentem desvios funcionamento devido a outros equipamentos ou gerem anomalias em outros sistemas.
- Deve-se garantir que os fornecedores dos equipamentos, escopo deste documento, possuam, obrigatoriamente, representantes e assistência técnica no Brasil.
- A Contratada deve garantir o transporte dos equipamentos de sinalização de bordo (CBTC) do Metrô ao local de fabricação dos trens.

1.3.3 Software

- A Contratada deve fornecer todos os programas fonte e executáveis, atualizados com a versão a ser liberada para a operação, utilizados nos equipamentos e sistemas dos trens, completos, inclusive dispositivos programáveis, e em meio de armazenamento eletrônico conforme estabelecido nesta CS.
- Devem ser fornecidas as licenças de uso em prol do Metrô dos respectivos softwares fornecidos, inclusive dos sistemas operacionais e aplicativos contidos nos microcomputadores.
- As licenças de software fornecidas devem ter nível de acesso suficiente para monitorar e simular falhas e eventos e para instalar firmwares nos cartões eletrônicos pertencentes aos sistemas do trem.
- Devem ser fornecidas as seguintes informações e arquivos de software e de programação de componentes:
- Fornecer todos os programas fonte e executáveis, atualizados com a versão a ser liberada para a operação do trem, utilizados nos equipamentos do trem, completos, inclusive dispositivos programáveis, e em meio de armazenamento eletrônico conforme estabelecido na especificação;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 18 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) Os programas fonte podem ser depositados em Agente de Custódia, mediante prévia aprovação do Metrô, entretanto, todos os custos deste processo são de responsabilidade da Contratada;
- g) Arquivos gravados em mídia eletrônica com os códigos dos programas gravados nas memórias dos microcontroladores e dos códigos gravados nos componentes dedicados;
- h) Arquivos dos programas utilizados nos notebooks para monitoração e testes nos equipamentos microprocessados do trem.
- i) Os controladores dos sistemas dos trens devem disponibilizar APIs para a utilização das suas funcionalidades e coletas dos dados diretamente dos sistemas.

1.3.4 Sobressalentes e Ferramentas Especiais

- a) Os equipamentos, módulos, cartões, sobressalentes deverão ser idênticos aos do fornecimento.
- b) Durante o período de garantia, caso seja constatada a necessidade de instrumentos, ferramentas ou dispositivos especiais para a operação ou manutenção, estes devem ser fornecidos pela Contratada.
- c) Todos os instrumentos, ferramentas, dispositivos especiais devem possuir suporte e assistência técnica no Brasil ou representante autorizado.
- d) Todos os dispositivos programáveis sobressalentes deverão ser fornecidos com os respectivos softwares já instalados e programados.
- e) Todos os dispositivos de hardware devem ser fornecidos com as adaptações que se fizerem necessárias para que sejam adequados à aplicação.
- f) A lista de quantidade e equipamentos sobressalentes a serem fornecidos está descrita no item 21 desta CS.
- g) Caberá ao Metrô aprovar a relação dos itens sobressalentes, dos instrumentos, das ferramentas e dos dispositivos especiais a serem fornecidos, conforme os requisitos definidos para este fornecimento.
- h) A Contratada deve fornecer 14 computadores portáteis antes da fase de comissionamento do trem e dos sistemas, conforme item 1.10.15.

1.3.5 Materiais Complementares

São de responsabilidade da Contratada o fornecimento dos materiais de consumo, ferramentas, equipamentos, instrumentos e dispositivos não indicados neste documento, mas necessários à realização dos serviços especificados.

1.3.6 Documentação e Projeto

Deve ser entregue a documentação técnica conforme especificado no item 1.10.14 desta CS.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 19 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

1.3.7 Treinamento

Deve ser fornecido treinamento operacional e de manutenção conforme item 18 desta CS.

1.3.8 Atividades Complementares

- A Contratada é responsável pela armazenagem, embalagem e transporte de todos os itens dos equipamentos que compõem o fornecimento desde a sua origem até o envio ao local de montagem e instalação definitiva.
- A Contratada é responsável pela embalagem e transporte de todos os equipamentos que serão desmontados nas dependências do Metrô conforme orientações descritas nesta CS.
- São de responsabilidade da Contratada todas as atividades e serviços complementares para viabilizar a execução do escopo deste documento, tais como: transporte de materiais, instrumentos, mão de obra, locação de área de armazenagem temporária, etc.
- A Contratada deve disponibilizar pessoal técnico especializado e todos os equipamentos, instrumentos e acessórios necessários à realização da inspeção e testes e demais serviços necessários.
- A Contratada deve realizar dentro dos prazos estabelecidos no cronograma de implantação e após a conclusão dos testes de aceitação, os serviços de “as built” resultando na adequação dos equipamentos fornecidos ao projeto ou na revisão de toda documentação técnica que sofrer adequação durante o processo de implantação.
- A Contratada é responsável por realizar as atividades de avaliação de desempenho de todos os sistemas que compõe este fornecimento, com o objetivo de confirmar que os sistemas estão de acordo com os parâmetros de disponibilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e desempenho especificados nesta CS.
- A Contrata deve realizar os testes na conclusão da construção dos trens e antes da entrada em serviço conforme norma IEC 61133.
- A Contratada é responsável pela eliminação total das pendências do sistema.

1.3.9 Fornecimento Opcional

- A Contratada deve fornecer como opcional o Módulo Cabine de acordo com os requisitos especificados no item 2.6.2 na CS.
- A definição sobre a opção de inclusão do item no trem será realizada até a conclusão do Design Review.
- Os valores para o fornecimento opcional do Módulo Cabine devem ser destacados separadamente na Proposta Técnica e Comercial.

1.4 REQUISITOS DO DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

A Contratada deve apresentar uma proposta técnica detalhada na língua inglesa ou portuguesa (do Brasil), descrevendo como irá atender todos os requisitos desta especificação, fornecendo

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 20 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

todas as características básicas do projeto, necessárias à perfeita compreensão e possibilitando a análise detalhada do trem e seus equipamentos.

A proposta deve conter os seguintes requerimentos:

- Descrição funcional de todos os sistemas que compõem o trem proposto, seguindo rigorosamente a estrutura escrita de título e numeração deste documento, detalhando os sistemas de tração e frenagem elétrica, frenagem por atrito, iluminação, sonorização, comunicação e vídeo vigilância, climatização, portas, acoplamento, captação de energia, “gangway”, truques, caixa, suspensão, transmissão, comando e gerenciamento do trem (“TCMS”), conversor auxiliar, inversores, anti-deslizamento/anti-patinagem, sistema pneumático, retificador, bateria, resistor de frenagem, detecção e combate a incêndio, CBTC, lubrificador de friso da roda, registrador de eventos, etc.;
- Desenhos técnicos em 2D e seus respectivos sólidos modelados em 3D, com dimensões do veículo proposto, incluindo vistas geral, frontal, lateral, superior, do sobestrado de cada carro e do trem completo; seção longitudinal e transversal da caixa do carro e truque, vista superior do leiaute do salão de passageiros, console de condução, etc.;
- Memoriais de cálculo dos sistemas de tração, freio, sistema auxiliar, capacidade de bateria, inversor, retificador, nível de iluminamento, capacidade de refrigeração do sistema de climatização, estrutura da caixa, estrutura do truque, capacidade de carregamento, pesos preliminares dos carros, cálculo preliminar de distribuição de equipamento e de pesos longitudinal e transversal sobre o estrado, sistema pneumático.
- A Contratada deve fornecer a análise das tensões estáticas pelo critério de “Von Mises” e das tensões cíclicas de fadiga incluindo as correções das tensões médias pelo critério de “Goodmann”, fornecendo o diagrama preliminar. Quando o limite de resistência à fadiga (“endurance limit”) for conhecido, pode também ser utilizado para atestar vida infinita, conforme norma EN 12663, desde que fornecida a curva S-N (Wohler).
- Metodologia de cálculo e simulações computacionais, por exemplo, método de elementos finitos;
- Simulação de marcha determinando a corrente RMS e potência do motor e apresentando as curvas de tensão, corrente de linha, corrente de motor, aceleração e esforço em função da velocidade nos modos tração e freio elétrico para carga de AW4.
- A Contratada deve apresentar a vida útil e os ciclos de manutenção das baterias.
- Lista de potenciais subfornecedores (candidatos) relacionados aos sistemas do trem;
- Catálogo de equipamentos e componentes dos subfornecedores;
- Exemplo da aplicação dos equipamentos e sistemas propostos em outros sistemas metroferroviários já fornecidos pela Contratada;
- O sistema de freio de atrito deve ser de uso comprovado em trens metroviários.
- A Contratada deve descrever as estratégias de entrega e execução dos testes em fábrica e de comissionamento dos trens.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	21 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- m) A Contratada deve apresentar a proposta técnica do simulador a ser fornecido com as características específicas do sistema, forma de instalação e modo de funcionamento.

1.5 REQUISITOS DO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

- A Contratada deve ser responsável pela integração, adequação, compatibilização, interfaces de todos os equipamentos e sistemas do trem a ser fornecido atendendo as características técnicas descritas nesta especificação.
- O projeto deve atender os requisitos das normas BS EN 45545, NFPA 130, e/ou normas equivalentes.
- O desenvolvimento do projeto deve atender aos requisitos da norma CENELEC EN-50126 também conhecida como CDMS – Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança.
- Além da metodologia aplicada pelos requisitos de CDMS, também devem ser respeitados os requisitos básicos funcionais de desempenho, confiabilidade, manutenibilidade e de segurança, descritos nessa especificação.
- Os documentos de projeto, inclusive revisões, devem ser submetidos à aprovação prévia do Metrô, de acordo com as fases de elaboração.

1.6 NORMAS TÉCNICAS

1.6.1 Geral

- As dimensões geométricas dos equipamentos e unidades medidas das variáveis do trem devem ser dadas em unidades do sistema métrico internacional SI, adotado no Brasil.
- Todos os materiais e equipamentos, bem como os ensaios, devem obedecer à normatização da ABNT existente. Caso não existam normas específicas da ABNT, devem ser seguidas normas internacionais afins, de outras instituições normatizadoras de autoridade reconhecida, com aprovação prévia do Metrô.
- No caso da inexistência de normas de instituições conhecidas, poderão ser utilizadas normas oficiais e/ou do próprio fabricante, devendo o mesmo fazer indicação das peças e equipamentos por elas abrangidos, anexando a documentação de projeto, cópia destas normas para análise e aprovação do Metrô.
- Todos os materiais, equipamentos e ensaios devem obedecer sempre a última revisão da norma especificada.
- A Contratada deve desenvolver o projeto do trem, atendendo aos requisitos das normas referenciadas neste documento.
- As normas técnicas de outros órgãos normatizadores estrangeiros poderão ser aceitas, desde que a Contratada comprove a equivalência com as referenciadas deste documento e as forneça para o Metrô.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 22 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

1.6.2 Normas Específicas

- AAR M-601: Hose, Wrapped, Air—Brake, “End Hose”
- AAR S-401: Brake Design Requirements
- AAR S-494: Reservoir, Steel Fabricated, Combined Auxiliary and Emergency
- ABNT NBR 5430: Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis
- ABNT NBR 5565: Rodeiro ferroviário — Classificação, montagem e manutenção
- ABNT NBR 7428: Embalagem e acondicionamento – Determinação do desempenho em perfuração
- ABNT NBR 8365: Equipamento eletrônico utilizado em material rodante ferroviário - Especificação
- ABNT NBR 9442: Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante
- ABNT NBR 9491: Vidros de segurança para veículos rodoviários — Requisitos
- ABNT NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos
- ABNT NBR 10085: Medição de temperatura em condicionamento de ar – Procedimento
- ABNT NBR 11003: Tintas — Determinação da aderência
- ABNT NBR 12440: Carro metropolitano - Banco de passageiro - Resina poliéster reforçada com fibra de vidro - Forma e dimensões - Padronização
- ABNT NBR 13067: Carro metropolitano e veículo leve sobre trilhos - Determinação dos níveis de ruídos - Método de ensaio
- ABNT NBR 13068: Ruídos interno e externo em carro metropolitano e veículo leve sobre trilhos (VLT) – Procedimento
- ABNT NBR 14021: Transporte - Acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano
- ABNT NBR 5165: Máquinas de corrente contínua - Ensaio gerais
- ABNT NBR IEC 60529: Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
- ABNT NBR IEC 62245:2020 - Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling
- ABNT NBR ISO/IEC 17020 - Avaliação de conformidade - Requisitos para o funcionamento de diferentes tipos de organismos que executam inspeção
- ABNT NBR ISO/IEC 17065 - Avaliação da conformidade — Requisitos para organismos de certificação de produtos, processos e serviços
- ABNT NBR NM 280: Condutores de cabos isolados

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	23 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- ASME VIII DIV 1: ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code - Rules for Construction of Pressure Vessels
- ASTM B117: Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus
- ASTM D 648C: Standard Test Method for Deflection Temperature of Plastics Under Flexural Load in the Edgewise Position
- ASTM D256: Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics
- ASTM D149: Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Streight of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies
- ASTM D229: Standard Test Methods for Rigid Sheet and Plate Materials Used for Electrical Insulation
- ASTM D380: Standard Test Methods for Rubber Hose
- ASTM D471: Standard Test Method for Rubber Property—Effect of Liquids
- ASTM D570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics
- ASTM D573: Standard Test Method for Rubber—Deterioration in an Air Oven
- ASTM D638: Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
- ASTM D695: Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics
- ASTM D750: Standard Practice for Rubber Deterioration Using Artificial Weathering Apparatus
- ASTM D792: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement
- ASTM D790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials
- ASTM D1149: Standard Test Methods for Rubber Deterioration—Cracking in an Ozone Controlled Environment
- ASTM D1729: Standard Practice for Visual Appraisal of Colors and Color Differences of Diffusely-Illuminated Opaque Materials
- ASTM D2000: Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications
- ASTM D2134: Standard Test Method for Determining the Hardness of Organic Coatings with a Sward-Type Hardness Rocker
- ASTM D2247: Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100 % Relative Humidity
- ASTM D2583: Standard Test Method for Indentation Hardness of Rigid Plastics by Means of a Barcol Impressor
- ASTM D5865: Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 24 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- ASTM E162: Test Method for Surface Flammability of Materials Using a Radiant Heat Energy Source
- ASTM E662: Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials
- ASTM G154, Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials
- ASTM G155: Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials
- BSS 7239: Boeing Specification Support Standard - Fire Test to Aircraft Material – Toxicity
- CEN/TS 14972: Fixed Fire Fighting Water Mist Systems - Design And Installation
- IEC 60077-1: Equipamentos elétricos de material rodante
- IEC 60269: Low-voltage fuses
- IEC 60322: Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction
- IEC 60349-2: Motores de corrente alternada alimentados por inversor estático
- BS EN 45545: Railway applications. Fire protection on railway vehicles.
- DIN 267: Fasteners; Technical Delivery Conditions
- DIN 50018: Testing in a Saturated Atmosphere in the Presence of Sulfur Dioxide
- DIN 5510: Preventive fire protection in railway vehicles; levels of protection, fire preventive measures and certification
- DIN EN ISO 1183: Plastics - Methods for determining the density of non-cellular plastics
- BS EN 286-3: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen. Steel pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock
- BS EN 286-4: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen. Aluminium alloy pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock
- EN 779: Filtros de ar – “Particulate air filters for general ventilation”
- EN 12299: Railway applications. Ride comfort for passengers. Measurement and evaluation
- EN 12663: Structural requirements of railway vehicle bodies
- EN 13260: Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheelsets. Product requirements
- EN 13261: Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 25 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- EN 13262: Railway applications - Wheelsets and bogies - Wheels - Product requirements
- EN 13231-3: Aplicações ferroviárias. Aceitação de obras. Aceitação de trilhos de reperfilamento na pista de rolamento
- EN 13749: Railway applications - Wheelsets and bogies - Method of specifying the structural requirements of bogie frames
- EN 13848: Aplicações Ferroviárias. Qualidade geométrica da Via.
- EN14363: Railway Applications - Testing And Simulation For The Acceptance Of Running Characteristics Of Railway Vehicles - Running Behaviour And Stationary Tests
- EN 14750-1: Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock - Part 1: Comfort parameters
- EN 14750-2: Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock - Part 2: Type tests
- EN14752: Railway applications - Body side entrance systems for rolling stock
- EN 45545: Railway applications. Fire protection on railway vehicles.
- EN 50155: Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
- EN 50343: Regras de instalação de cabos elétricos
- EN 50121-1: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 1: General
- EN 50121-3-2: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- EN 50153: Medida de proteção de contra danos de origem elétrica
- EN 50306-1 a 4: Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle.
- EN 50264-1 a 3: Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência.
- EN 50382-1 a 2: Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C)
- EN 50126: Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Especificação e demonstração da confiabilidade, da disponibilidade, da manutenibilidade e da segurança (CDMS)
- EN 55011: Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement
- EN 61000-6-1: Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
- EN 61000-6-2: Electromagnetic compatibility (EMC) -- Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments
- EN ISO 178: Plastics - Determination of flexural properties

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 26 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- EN ISO 179: Plastics - Determination of Charpy impact properties
- EN ISO 12944-4: Paints and varnishes -- Corrosion protection of steel structures by protective paint systems -- Part 2: Classification of environments
- IEC 60228: Conductors of insulated cables
- IEC 60571: Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock
- IEC 60850: Railway applications - Supply voltages of traction systems
- IEC 61287: Railway applications - Power converters installed on board rolling stock
- IEC 61133: Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service
- IEC 61373: Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests
- IEC 62236-3-1: Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle
- IEC 62236-3-2: Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus
- IEC 62267: Railway applications - Automated urban guided transport (AUGT) - Safety requirements
- IEC 62278 - Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
- IEC 62279 – Railway applications – Communication, signaling and processing systems – Software for railway control and protection systems.
- IEEE 1474: Standard for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements
- ISO 898-1: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes -- Coarse thread and fine pitch thread
- ISO 898-2: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel — Part 2: Nuts with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread
- ISO 4406: Hydraulic fluid power -- Fluids -- Method for coding the level of contamination by solid particles
- ISO 3095: Acoustics -- Railway applications -- Measurement of noise emitted by railbound vehicles
- ISO 3381: Railway applications -- Acoustics -- Measurement of noise inside railbound vehicles
- ISO 3506-1: Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners - Part 1: Bolts, screws and studs

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 27 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- ISO 3506-2: Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners - Part 2: Nuts
- ISO 3668: Paints and varnishes -- Visual comparison of colour of paints
- ISO 8501-1: Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Visual assessment of surface cleanliness -- Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
- ISO 10352: Fibre-reinforced plastics -- Moulding compounds and prepregs -- Determination of mass per unit area
- ISO/IEC 17020 - Conformity assessment — Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection
- ISO/IEC 17065 - Conformity assessment — Requirements for bodies certifying products, processes and services
- ISO 9809-2: Gas cylinders — Design, construction and testing of refillable seamless steel gas cylinders and tubes — Part 2: Quenched and tempered steel cylinders and tubes with tensile strength greater than or equal to 1 100 MPa
- MIL-STD-810E: Military Standard: Environmental Test Methods And Engineering Guidelines
- MIL-STD-883: Department Of Defense Test Method Standard: Microcircuits, Test Standards
- MIL-S-901D: Military Specification: Shock Tests
- NF F 16 101: Rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing
- NF 16 102: Railway rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing, application for electric equipments
- NFPA 130: Standard For Fixed Guideway Transit And Passenger Rail Systems
- NR 13: Norma Regulamentadora - Caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento
- SAE AMS-W-6858: Welding, Resistance: Spot and Seam
- UIC 518 OR - Testing and Approval of Railway Vehicles from the Point of View of Their Dynamic Behaviour : Safety, Track Fatigue, Ride Quality
- UIC 533: Vehicles, protection by earthing of metal parts
- UIC 541: Brakes - Specifications For The Construction Of Various Brake Parts
- UIC 561: Means Of Intercommunication For Coaches
- UIC 566: Loadings Of Coach Bodies And Their Components
- UIC 651: Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	28 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- UIC 813: Technical Specification For The Supply Of Wheelsets For Tractive And Trailing Stock - Tolerances And Assembly
- UNE 23727: Reaction to Fire Test of Building Materials. Classification of Building Materials

1.6.3 Normas, Especificações, Instruções e Memoriais da Companhia do Metropolitano de São Paulo

- MAN-02-208 - Elaboração do Plano de Treinamento para Aquisição de Sistemas e/ou Bens
- MAN-10-202 – Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Sistemas, Equipamentos e Instalações
- MAN-10-204 - Formatos Padronizados de Documentos Técnicos de Engenharia e Arquitetura
- Especificações Contratuais Ambientais
- Especificações Contratuais – Segurança e Saúde Ocupacional
- DE-9.0000.00/3U9-003 e DE-9.00.00.00/3U9-004 - Gabarito Dinâmico do Material Rodante
- GC-9.85.XX.XX/700-001 Ver. B - Roteiro de Mp Tipo I1 - Inspeção Geral de Vias
- PI-9.85.XX.XX/732-001 - Procedimento de Inspeção, Ajuste e Teste - Aparelho de Mudança de Via Tipo UIC

1.7 CARACTERÍSTICAS DO TREM

- a) Os trens devem ser compostos por seis carros, sendo dois do tipo “A”, com console de condução e quatro do tipo “B”.
- b) Os trens devem ser formados através do acoplamento entre os carros “A” e “B” segundo a seguinte configuração: A + B + B + B + B + A.
- c) Os carros devem possuir quatro portas laterais de cada lado e passagem entre carro do tipo “GANGWAY”.
- d) Todos os carros devem ser providos de dois truques com dois eixos cada, todos motorizados com exceção de dois eixos livres, sem tração e sem freio, localizado no último eixo (eixo 4) dos carros A. Estes dois eixos devem possuir mancais de rolamentos externos com labirinto e com ponta de eixo exposta com flange, para acoplar o sistema de odometria do equipamento de bordo do CBTC. Os detalhes serão definidos durante a fase de projeto.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	29 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

Tabela 1 - Características do Trem

DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA
Nível de automação do Material Rodante	UTO
A estrutura da caixa e chapa de acabamento (item 2.1.1)	Aço Inox
Tensão (nominal) de alimentação elétrica por 3º trilho	750Vcc
Quantidade de eixos no trem	22 eixos motorizados e 2 eixos livres (sem tração e freio)
Bitola nominal do rodeiro	1.600 mm
Modos de Operação	Automático, MCS e manual.
Carga máxima por eixo com carregamento (AW5)	17 toneladas
Aceleração nominal de partida ($>0,20\text{m/s}^2$ a partir 85 km/h)	$1,12\text{m/s}^2$
Frenagem de serviço nominal (elétrica)	$1,20\text{m/s}^2$
Frenagem de serviço nominal (atrito)	$1,20\text{m/s}^2$
Frenagem de emergência nominal	$1,50\text{m/s}^2$
“Jerk” (módulo da variação da aceleração)	$1,00\text{ m/s}^3$
Velocidade operacional máxima	90 km/h
Velocidade máxima (projeto)	100 km/h
Tempo máximo até 80km/h a partir do repouso (AW4)	33s
Capacidade de transporte para carregamento AW3	1800 passageiros (sentados + em pé)
Quantidade mínima de assentos	232 assentos
Rampa máxima da via	4,0%

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	30 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA
Raio mínimo de curva horizontal no pátio	150 m
Raio mínimo de curva horizontal na via	300 m
Raio mínimo de curva vertical da via	500 m
Superelevação máxima	170 mm
Largura mínima da passagem entre carros ("Gangway")	1.600mm

1.7.1 Nível de Automação

- O trem deve ser concebido para operação não assistida (UTO). O console de operação dos carros de extremidade (Tipo A) deve ser projetada para que o trem possa ser operado pelo operador em modo de condução manual e MCS, além da condução totalmente automática, atendendo integralmente a norma IEC 62267 e IEC 62290.
- O trem deve se movimentar automaticamente, sem condutor e sem a necessidade de qualquer tipo de atendimento direto em seu interior.
- A partida e chegada do trem nas estações devem ser seguras, precisas e totalmente automáticas.
- O sistema TCMS deve detectar e gerenciar situações de perigo, emergência e falhas. Em situações de emergência, tais como detecção de fogo, será necessária a intervenção de pessoal operacional, presente no CCO ou no console de condução.
- A Contratada deve apresentar, para aprovação prévia do Metrô, uma lista com as situações de falha e emergência que exijam intervenções do pessoal operacional.
- Os sistemas dos trens devem ser monitorados pelo CCO, sendo possível a execução de comandos remotos em situações específicas, a serem detalhadas durante a fase de projeto executivo.
- O Sistema de Comunicação entre os passageiros e o CCO deve ser bidirecional e desempenho superior ao definido no item 1.10.17.
- O trem deve disponibilizar todas as informações de alarmes e diagnósticos de falha dos equipamentos de bordo, bem como imagens das câmeras dos carros para o CCO e SAM, no padrão a ser definido pelo Metro na fase de projeto executivo.

1.7.2 Dimensões

As dimensões básicas do carro devem ser compatíveis com a altura da plataforma e com o gabarito de livre passagem da via conforme a seguinte tabela:

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 31 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

Tabela 2 - Principais dimensões do trem

DESCRIÇÃO	MEDIDA
Comprimento total do trem (entre faces dos engates)	130,5 a 132,6 m
Largura máxima da caixa	3.100 mm
Distância entre centros de truque	15.600 mm
Altura máxima do piso – estado do trem AW0 - na região dos truques ao topo do boleto trilho	1.100 (±10) mm
Deflexão máxima da suspensão primária AW0 a AW5	30 mm
Diâmetro da Roda do trem	830 ± 1mm
Altura de contato do terceiro trilho em relação ao topo do boleto do trilho	155 ± 5 mm
Altura máxima da sapata de contato do terceiro trilho na condição de repouso (no batente) em relação ao topo do boleto do trilho	212 mm
Altura da linha de centro do engate (automático) até o topo do boleto do trilho	660 ± 10mm
Distância entre linha de centro de portas do mesmo carro	5.150 mm
Distância entre linha de centro de portas dos carros adjacentes	6.370 mm
Largura livre das portas do salão de passageiros	1.600 mm
Altura livre das portas do salão de passageiros	1.900 mm
Altura livre mínima do salão de passageiro	2.150 mm
Largura livre da passagem entre carros (“gangway”)	1.600 mm
Altura livre da passagem entre carros (“gangway”)	1.900 mm

1.7.3 Condições Operacionais

- a) A Linha 1 – Azul tem extensão aproximada de 20 km e distância média entre estações de 1.000 m. A Linha 2 – Verde tem extensão aproximada de 23 km e distâncias média entre as estações de 1.005 m. A Linha 3 – Vermelha tem extensão aproximada de 22 km e distância média entre estações de 1.100 m.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	32 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) Os trens, em todas as condições de carregamento, serão operados continuamente 20 horas por dia, a uma velocidade comercial média de 35 km/h e poderão atingir uma velocidade máxima de até 90 km/h.
- c) O tempo nominal de parada nas estações é de 20s, sendo possível haver paradas mais curtas ou mais longas, dependendo da estratégia operacional.

1.7.4 Modos Operacionais

- a) No console de condução dos carros de extremidade deve haver um conjunto de chaves e alavancas, conforme descrito a seguir, por meio dos quais serão feitas a seleção do sentido de marcha, modo de condução operacional e o controle da tração e frenagem do trem.
- b) Cinco modalidades operativas poderão ser selecionadas:
1. Manual frente,
 2. Manual ré
 3. Semiautomático frente (MCS)
 4. Manual restrito (RM)
 5. Automático (AM).
- c) No console devem existir duas chaves de três posições cada com as seguintes nomenclaturas e a alavanca de controladora de tração:
- Chave 1 – Chave Seletora de Sentido de Marcha: Frente, Neutro e Ré.
 - Chave 2 – Chave Seletora CBTC: OFF, AM, MCS e RM.
 - Alavanca do controlador principal: tração máximo e mínimo, neutro, freio mínimo e máximo e freio de emergência.
- d) A troca de modalidade não deve aplicar emergência com penalização no trem. Caso o trem assuma nova modalidade válida durante período estabelecido, o laço deve ser restabelecido se houver as condições necessárias. Detalhes devem ser definidos durante o desenvolvimento do projeto.
- e) Para validar qualquer uma dessas cinco modalidades de operação será necessário que estas chaves estejam selecionadas concomitantemente nas posições definidas nos itens 1.7.4.1 a 1.7.4.5. Detalhes do posicionamento das chaves serão definidas durante o desenvolvimento do projeto.

1.7.4.1 Condução Manual

- a) Nesta modalidade de condução, os comandos de propulsão, frenagem, movimentação entre estações, parada e partida das estações, assim como abertura e fechamento das portas, são realizados pelo operador do trem, utilizando os dispositivos disponíveis no console sem supervisão do controle dos sistemas de sinalização (CBTC).
- b) O trem ficará configurado na modalidade manual, colocando-se a chave seletora de marcha existente no console do carro líder na posição “Frente” ou “Ré”.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 33 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- c) Nessa modalidade de operação, o operador deve possuir recursos para movimentar o trem em ambos os sentidos e comandar a abertura e fechamento de portas laterais dos carros.
- d) A limitação e o controle de velocidade devem ser realizados pelo controlador do trem (TCMS). No caso do trem estar em modo socorro, os sistemas de tração e freio devem realizar a limitação de velocidade. Este dispositivo deve automaticamente aplicar freio máximo sempre que a velocidade ultrapassar 30 km/h até que a velocidade caia abaixo deste valor, tanto em “frente” como em “ré”, mesmo que o operador mantenha o controlador na posição de tração máxima, mesmo na existência de declives de 4 % na via ou quando for mudada a condição de modo automático para manual com velocidade acima de 30 km/h. O controle deve consistir na manutenção da velocidade do trem em função da demanda solicitada pelo controlador, de modo que não ultrapasse e nem reduza, com a mínima histerese possível, suave e sem trancos.
- e) Deve estar prevista a possibilidade de isolação de restrição de 30 km/h para fins de testes por parte da manutenção, conforme descrito no item 1.7.4.3 desta especificação.
- f) A modalidade Manual deve estar associada a uma sinalização luminosa e outra sonora no console líder. A sinalização luminosa deve ter cor “âmbar”, diferenciada das demais sinalizações do console e atender aos seguintes requisitos:
- Acender assim que for selecionada;
 - Quando houver a movimentação do trem, a sinalização luminosa tornar-se-á piscante enquanto o alarme sonoro estiver soando;
 - Ficar acesa após o término do alarme sonoro.
- g) O alarme sonoro interno do console deve ser bitonal, com pressão sonora entre 70 e 75 dBA e atender aos seguintes requisitos:
- Soar de forma intermitente durante 20s (ajustável tempo e frequência) com o trem em movimento. Após esse tempo ou a parada do trem, o alarme deve cessar.
 - Soar somente no console líder;
 - Após a parada e reinício da movimentação do trem, o ciclo deve reiniciar.
- h) Quando for selecionada a modalidade “Ré” no console do carro líder, deve soar um alarme, de forma intermitente, no lado externo do último carro do trem. O alarme sonoro deve ser de tom único, soar com pressão acústica entre 80 e 90 dBA, medida a 1m da parte frontal da máscara, e atender aos seguintes requisitos:
- Soar de forma intermitente na frequência ajustável de 0,5 a 5Hz;
 - Som na frequência 500 a 3.000Hz (ajustável) durante todo o tempo que a alavanca estiver em “Ré”, independentemente do trem estar ou não em movimento.
- i) Deve haver um botão virtual na IHM do TCMS com sinalização de atuação na IHM, quando acionado na modalidade Manual ou automática, propiciará uma limitação de velocidade da movimentação do trem em velocidade máxima entre 3 e 6 km/h, pelo limite da tração, permitindo a lavagem do trem e o acoplamento entre trens. Esta função somente deve estar ativa quando selecionado pelo CBTC ou no console do carro líder, na modalidade Manual, com o trem parado.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	34 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- j) A atuação no dispositivo deve ser memorizada no registrador de eventos e sinalizada no console do operador, com a indicação “Modo Lavagem/Acoplamento”.
- k) Deve ser previsto modo de operação Manual em modo Redundante de forma a permitir a movimentação do trem, mesmo em caso de falha dos sinais principais de controle do trem.
- l) A Contratada deve apresentar as alternativas de controle Manual Redundante, durante a fase de detalhamento do projeto básico, de forma a contornar os possíveis modos de falhas que poderiam impedir a movimentação do trem em modo Manual.

1.7.4.2 Alavanca do Controlador Principal

- a) A alavanca do controlador principal de esforço de tração e freio deve ser mecânica e deslizar-se no sentido longitudinal do trem. O curso de deslocamento da alavanca do controlador deve ser angular e devem existir pontos definidos para a posição de freio de emergência, freio máximo, freio mínimo, neutro (“coasting”), aceleração mínima e aceleração máxima. Os cursos de freio máximo até freio mínimo e de aceleração mínima até aceleração máxima devem ser praticamente iguais.
- b) A alavanca de controle de tração e freio deve possuir uma manopla denominada punho, de forma anatômica, fixada na haste da alavanca, formando um “L”. O punho deve permitir um giro no sentido horário de 90 graus da manopla com retorno automático e no plano perpendicular ao eixo da haste.
- c) A alavanca deve possuir características padronizadas a serem definidas no desenvolvimento do projeto.
- d) Quando o punho (manopla) da alavanca for solto em qualquer posição diferente de freio máximo, em modo de condução manual, deve ser ativada a função “homem morto”, que aplica o freio de emergência imediatamente no trem. Quando a alavanca estiver em posição de freio máximo, a função de “homem morto” não deve ativar o freio de emergência.
- e) A função “Homem Morto” nunca deve permitir o “by pass”, mesmo quando da ativação da chave “by pass” do laço de emergência, descrita ao longo desta especificação.
- f) Esse controlador deve ser ergonômico e ter as dimensões compatíveis com o console.
- g) Os contatos do controlador devem ser de filosofia “falha segura”, ou seja, qualquer tipo de falha deve levar o contato para condição mais restritiva.
- h) A posição de repouso da alavanca de comando deve ser em freio máximo, com a haste na posição horizontal e o punho na posição vertical para cima (homem morto não acionado).

1.7.4.3 Condução Manual Liberado

- a) No armário da cabeceira 2 do salão de cada carro A, deve existir uma chave, identificada como “Manual Liberado” que possibilite, a movimentação do trem, na modalidade “Manual” com velocidades acima de 30 km/h, quando estiver ativa.
- b) Uma vez atuada a chave de liberação, a movimentação do trem com velocidade superior a 30 km/h, somente se dará no sentido “Frente” em relação ao console do carro líder onde a chave foi atuada.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	35 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- c) A comutação da chave “Manual Liberado” deve ser através de chave própria, disponível somente pelo pessoal de manutenção, que a utilizará para a execução de testes no trem. Os contatos da chave devem seguir o conceito de falha segura, ou seja, em caso de falha a restrição de 30 km/h deve prevalecer.
- d) A atuação nesta chave deve ser memorizada no registrador de eventos e sinalizada no monitor do sistema de comando e controle do trem, no console do carro A que contém a chave atuada, através de um ícone caracterizado para essa funcionalidade, registrado na lista de alarmes e no log de eventos da IHM.
- e) A cor do ícone, localização e a forma de sinalização devem ser definidas durante o desenvolvimento do projeto executivo do trem.
- f) A informação de modo manual liberado (chave acionada) deve ser enviada ao CCO através do CBTC.

1.7.4.4 Condução Automática

- a) Para configurar a modalidade operacional AUTOMÁTICA, as alavancas de sentido de marcha existentes devem estar posicionadas em “Neutro”, as chaves do CBTC na posição AM e as alavancas de controle do trem não poderão estar em posição de Freio de Emergência em ambos os consoles dos carros A.
- b) Nesta condição, caberá ao equipamento CBTC selecionar o carro líder do trem.
- c) A partir deste instante, o equipamento de condução automática a bordo (CBTC) deve desempenhar todas as funções de aumento, manutenção ou diminuição de velocidade em função das informações recebidas do sistema de sinalização da via, assim como as paradas nas estações, abertura e fechamento de portas, reversão do sentido de marcha e despacho para o pátio de manutenção.
- d) Devem ser previstas infraestrutura e interfaces para possibilitar a implementação da função manobra automática, bem como entre os sistemas de portas de plataforma e os comandos de abertura de portas do trem.
- e) O Metrô irá fornecer as informações necessárias para a integração do sistema CBTC com o trem, na época do detalhamento do projeto executivo.

1.7.4.5 Modo MCS

- a) No modo MCS de operação, comumente utilizado em situações de teste e pôr estratégia operacional, os comandos de propulsão, frenagem, movimentação entre estações, parada e partida das estações, assim como abertura e fechamento das portas, são realizados pelo operador do trem, utilizando os dispositivos disponíveis no console selecionado e sob a supervisão do sistema de sinalização.
- b) A limitação de velocidade será realizada por equipamento de controle de bordo do CBTC, que deve supervisionar a atuação do operador sobre o controlador de tração e freio e se a velocidade real da composição ultrapassar a velocidade comandada pelo sistema de sinalização de via, o comando do CBTC deve sobrepor-se ao comando do operador, inibindo

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	36 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

a tração ou aplicando freio em primeiro nível de emergência até que a velocidade volte a ser inferior à velocidade sinalizada.

- c) Na condução em MCS, a tela de IHM do CBTC exibirá orientação para correto alinhamento na plataforma.

1.7.5 Continuidade Operativa e Remoção do Trem

- a) Os comandos e controle dos equipamentos e/ou componentes devem estar distribuídos estrategicamente ao longo do trem, de forma que qualquer falha em um dos carros não comprometa a operação do trem, isto é, o defeito ocorrido em um carro deve permanecer isolado dos demais.
- b) Nos circuitos que possam inibir a movimentação do trem, como por exemplo, os “trainlines” e encanamentos ao longo do trem, a Contratada deve utilizar componentes que atendam requisitos de confiabilidade e disponibilidade especificados, além de utilizar redundâncias e prever recursos para detecção (sinalização) e para contornar o problema rapidamente.
- c) Os dispositivos nos trens devem ser padronizados quanto à localização, identificação, cor, formato e forma de atuação, visando a intervenção rápida e segura da operação, mesmo com o carro lotado.
- d) Os dispositivos operacionais de isolamento e derivação não devem estar localizados sob o carro. Estes dispositivos devem estar no salão de passageiros ou no lado externo da caixa, em local próximo as portas, de modo que possam ter acesso através da porta de plataforma em uma altura confortável de acesso. Os dispositivos localizados no salão devem ser posicionados para serem acionados pelo operador em pé.

1.7.6 Rebocamento

- a) A função rebocamento consiste na operação de remoção de um trem, que está avariado e impossibilitado de movimentação por meios próprios, utilizando a ajuda de um outro trem acoplado, de forma a retirar o trem avariado da operação comercial.
- b) A função rebocamento quando acionada, deve permitir que o comboio dos dois trens acoplados, se movimente em qualquer um dos sentidos da via, puxando ou empurrando o trem rebocado, em qualquer condição de carga dos dois trens do comboio e em qualquer modalidade operativa.
- c) A função rebocamento deve ser ativada, no trem a ser rebocado, através do acionamento do “Botão de Rebocamento”, que deve existir junto ao console de operação Manual em ambos os carros A do trem, ou no painel de chaves próximo ao console (a ser definido com o Metrô durante a fase de projeto do trem). Para ativar a função rebocamento deve ser acionado qualquer um dos dois botões de rebocamento existente no trem independente de carro líder ativo e do modo de operação.
- d) Uma vez acionada a função rebocamento deve ocorrer a aplicação do freio de emergência em todos os carros do trem a ser rebocado.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	37 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- e) A seguir deve-se efetuar o acoplamento do trem “Rebocador” ao trem a ser “Rebocado”. Após o acoplamento, entre os dois trens, deve ser providenciado o alívio do freio de emergência de todos os carros do trem a ser “Rebocado”
- f) Para alívio dos freios de emergência será necessário o acionamento das chaves de isolamento do freio de emergência de cada carro (Isolação Freio Rebocamento, cor amarela), localizada no painel de isolamento interno dos carros.
- g) A chave de rebocamento e as chaves de isolamento do freio pneumático de cada carro devem ser monitoradas na IHM dos consoles, nos logs de falhas do TCMS, no registrador de eventos do trem e remotamente no CCO através do sistema CBTC.
- h) Ao se acionar chave de isolamento da emergência por rebocamento de cada carro, deve ser liberado automaticamente o freio de estacionamento daquele através do reservatório da suspensão.
- i) Após a isolamento do freio pneumático do trem, através das chaves em todos os carros, e a comprovação de que todos os freios pneumáticos do trem estão isolados, o trem estará pronto para ser rebocado.
- j) Depois de ativada a função rebocamento, o acionamento de qualquer um dos dispositivos de emergência do console do trem degradado aplicará o freio de emergência. Quando a função rebocamento estiver ativa, o trem não deve aplicar o freio elétrico em nenhuma condição de movimentação do comboio, com ou sem comando do console.
- k) A alimentação desse circuito deve ser independente e direta da bateria, com proteção própria.
- l) Caso ocorra um desacoplamento acidental entre os trens ou rompimento do circuito do “trainline” entre carros, o freio de emergência nos carros do trem degradado deve ser aplicado pelo operador através do botão soco de um dos consoles.
- m) Na mesma região, do “Botão de Rebocamento”, deve existir um botão chamado “Botão de Desacoplamento” que, quando acionado, deve atuar sobre a eletroválvula de desacoplamento permitindo desacoplar os engates dos dois trens acoplados.
- n) A operação de rebocamento deve permitir que o comboio ande a uma velocidade máxima de 30km/h.
- o) Se todos os seis carros estiverem com o freio pneumático isolado, seja através da chave de isolamento do freio de serviço de cada carro ou válvula de isolamento de freio de emergência, e nenhuma das chaves de rebocamento ativas, o trem deve aplicar o freio de estacionamento em todos os carros caso este se movimente em uma velocidade acima de 5 km/h.
- p) Após realizado o acoplamento, devem ser exibidas nas IHM dos dois trens (rebocador e rebocado) as imagens das quatro câmeras frontais de ambos os consoles e deve sinalizar na lista de alarmes dos quatro consoles do comboio (rebocado e rebocador) que o trem rebocado está com a preparação completa para o rebocamento.
- q) A informação de trem acoplado deve ser enviada ao CCO através do CBTC.
- r) O botão de rebocamento no trem, deve possuir as seguintes características: vermelho, tipo soco (com normalização sem giro), protegido com tampa plástica contra acionamento

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	38 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

acidental e com feedback luminoso. A localização do botão deve ser próxima ao console e deve ser definida durante a fase de projeto.

1.7.6.1 Derivação do Freio de Emergência

- O trem deve possuir uma funcionalidade denominada derivação do freio de emergência que irá propiciar a movimentação da composição por meios próprios e em modo degradado, sendo uma alternativa a função Rebocamento descrita acima.
- A função de derivação do freio de emergência será utilizada quando for caracterizada a abertura do laço de emergência do trem devido a dispositivo de emergência de passageiro, detecção de descarrilamento e a detecção de baixa pressão (inferior a 90 psi) nos cilindros do reservatório de freio.
- Esta funcionalidade somente existirá na modalidade de condução MCS ou manual limitada a 30 km/h e será ativada através de uma chave no console do carro líder (Tipo A) com sinalização específica na tela IHM do console do trem. Após a movimentação do trem, deve haver freio de serviço elétrico e pneumático disponível para a completa parada do trem.
- A função de derivação do freio de emergência permitirá a movimentação do trem somente enquanto as pressões nos reservatórios de freio de todos os carros forem superiores a 60 psi. Abaixo dessa pressão em qualquer carro a chave de derivação não deve derivar o freio de emergência. Neste caso, o trem poderá se movimentar somente se o freio pneumático do carro com baixa pressão for isolado através da válvula de isolamento do freio de emergência, atendendo as restrições impostas.
- A função de derivação devido a emergência por baixa pressão deve permitir que os carros com falha no freio pneumático apliquem freio de serviço elétrico.
- A pressão do encanamento principal e dos reservatórios do cilindro de freio devem ser monitoradas pelo TCMS e disponibilizada na IHM do console continuamente. Deve ser previsto funcionalidade de monitoramento das pressões em diferentes cores dependendo da pressão do encanamento principal e visualização automática das pressões nos reservatórios de freio de cada carro quando a pressão do encanamento principal estiver abaixo de 115 psi. As cores e forma de apresentação serão definidas em conjunto com o Metrô na fase de desenvolvimento do projeto executivo dos trens.

1.8 DESEMPENHO

Devem ser consideradas as seguintes condições para a verificação do desempenho de tração e frenagem de todo o trem completo:

- Via em tangente e nível;
- Tensão nominal da linha;
- As condições de carga AW0 a AW4, em regime contínuo;
- Velocidade máxima de projeto do trem (100 km/h).
- Velocidade máxima operacional (90 km/h).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	39 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

As principais características cinemáticas são:

Tabela 3: Características cinemáticas com referência para ajuste

Descrição	Nominal	Tolerância
Aceleração de partida	1,12m/s ²	-0,0 + 0,06m/s ²
Aceleração para velocidade maior que 85km/h	0,20m/s ²	0,0 + 0,05m/s ²
Desaceleração de serviço (elétrica, regenerativa e/ou atrito)	1,20m/s ²	0,0 + 0,20m/s ²
Desaceleração de emergência (atrito)	1,50m/s ²	0,0 +0,25 m/s ²
“Jerk” – Módulo de variação da aceleração com tempo – nominal	1,00m/s ³	± 0,1 m/s ³
Velocidade máxima de projeto/comercial	100/90 km/h	
Tempo máximo entre o comando tração até atingir a velocidade máxima comercial (0 km/h e 80 km/h) – AW4	33s	

1.8.1 Desempenho em Tração

- O trem deve possuir aceleração nominal inicial (aceleração de partida) de 1,12m/s², em qualquer condição de carga até 10 passageiros em pé por m² (AW4), via em tangente e em nível.
- A aceleração média entre 0 e 80 km/h deve garantir que a velocidade de 80 km/h, seja atingida em um tempo menor que 33s, contado a partir do comando de tração.
- A variação da aceleração com o tempo (“jerk”), tanto para tração quanto para freio, não deve ser superior, em módulo, a 1,0 m/s³.
- O sistema de tração deve responder aos comandos de tração e frenagem de forma que o tempo máximo de transição entre o fim da tração e início do freio elétrico ou freio de atrito e vice-versa, não seja superior a 0,2 s.
- No comando de mínima tração pelo operador ou pelo CBTC, o sistema de tração não deve proporcionar uma aceleração superior a +0,1 m/s², considerando a via em tangente e em nível.
- O controle deve ser linear, aumentando-se proporcional e gradativamente o valor do esforço trativo desde o controle em tração mínima até a tração máxima, conforme a demanda de tração solicitada. Da mesma forma no comando de mínimo freio de serviço, o sistema de freio elétrico e atrito não poderá proporcionar uma desaceleração de frenagem menor que -0,10 m/s².

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	40 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- g) Após a partida é possível uma diminuição gradativa da aceleração pelas curvas características dos motores, porém, essa deve ser superior a $0,20 \text{ m/s}^2$ para velocidade acima de 85 km/h, condição de máxima propulsão, tensão de linha em 750 Vcc e carro carregado AW4.
- h) A Contratada deve apresentar uma simulação de marcha considerando a carga AW4, nas condições da via para as linhas 1 Azul, 2 – Verde e 3 – Vermelha onde o trem irá operar, com tensão de linha mínima, nominal (750 Vcc) e máxima, apresentando os seguintes parâmetros: corrente de linha, corrente RMS do motor de tração, potência do motor, tempo de percurso, velocidade média, perfil de velocidade e aceleração.
- i) Devem ser apresentadas no Design Review as curvas características do motor de tração com os parâmetros de esforços, corrente do motor e corrente de linha para os modos tração e freio para aprovação do Metrô.

1.8.2 Desempenho da Frenagem de Serviço

- a) A frenagem de serviço deve ser totalmente elétrica regenerativa. Caso a linha não estiver receptiva, a frenagem deve ser automaticamente revertida para reostática somente para a parcela de energia excedente não recebida pela linha de alimentação.
- b) A frenagem de serviço deve ser totalmente elétrica entre 90 e 5 km/h para carro vazio (AW0). Para carro carregado (AW4), a frenagem deve ser totalmente elétrica entre 65 km/h e 5 km/h. Para valores de velocidade e carregamento fora das faixas de velocidade mencionadas, a frenagem elétrica deve ser limitada apenas pela potência máxima dos motores e complementada pelo freio de atrito (“blending”).
- c) A frenagem de serviço deve garantir uma desaceleração nominal de $1,20 \text{ m/s}^2$ ($-0,0$ $+0,20 \text{ m/s}^2$), independente da velocidade do trem, com carregamento até AW5.
- d) Cada carro deve possuir os equipamentos necessários para a aplicação do freio (elétrico e pneumático) ao nível necessário para se obter a taxa nominal de frenagem de $1,2 \text{ m/s}^2$ (-0 $+0,2 \text{ m/s}^2$).
- e) Em caso de falha ou inoperância do freio elétrico de um determinado carro, a taxa de frenagem deve ser garantida com a complementação do freio de atrito (pneumático) distribuído em todos os carros com freio pneumático disponível.
- f) A taxa nominal de $1,2 \text{ m/s}^2$ do freio de serviço deve ser atingida até 2,5s após o comando da aplicação de freio de serviço, estando o trem anteriormente na condição de máxima propulsão, ou até 2,0s estando o trem anteriormente na condição de mínima propulsão, permanecendo nesse valor até a remoção do comando ou até a parada completa do trem, para qualquer velocidade.
- g) No comando de mínima frenagem pelo operador ou pelo CBTC, o sistema de tração não poderá proporcionar uma aceleração inferior a $-0,1 \text{ m/s}^2$, considerando a via em tangente e em nível.
- h) O controle deve ser linear aumentando-se proporcional e gradativamente o valor do esforço frenante desde o controle em mínima frenagem até a frenagem máxima de serviço conforme a demanda de frenagem solicitada.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 41 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- i) Deve haver continuidade e linearidade nas taxas de frenagem, para qualquer demanda, na transição do freio de serviço elétrico ao pneumático (“blending”), sendo que a variação não deve ultrapassar 15%.
- j) A variação da aceleração com o tempo (jerk) não poderá ser superior, em módulo, a $\pm 1,0 \text{ m/s}^3$.
- k) A participação do freio elétrico na frenagem de serviço deve ser otimizada, de modo a minimizar o desgaste do material das sapatinhas de freio de atrito.
- l) A Contratada deve apresentar as principais curvas características de variação de velocidade e desaceleração, para carro vazio (AW0) e carregado (AW4), considerando os valores de tensões de linha nominal, mínima e máxima.
- m) O sistema de freio elétrico deve ter uma eficiência tal que, durante uma frenagem de 80km/h até a parada total, a energia elétrica total gerada pelos motores do trem seja de pelo menos 65% da energia cinética total do trem a 80km/h. Essa eficiência deve considerar uma frenagem em via em tangente e em nível e aplicação de frenagem máxima de serviço.

1.8.3 Desempenho da Frenagem de Emergência

- a) A frenagem de emergência deve ser apenas por atrito e garantir uma taxa de desaceleração nominal de $1,50 \text{ m/s}^2$ ($-0 + 0,25 \text{ m/s}^2$) para qualquer condição de velocidade e carga (AW0 até AW5). Este valor deve ser considerado para um trem com lotação até AW5, porém sem ocorrer limitação do esforço frenante aplicado, caso ocorra um carregamento superior.
- b) As taxas de frenagem de emergência garantida devem considerar taxas de desaceleração garantida, conforme norma IEEE 1474-1, superiores aos valores da tabela a seguir.

Tabela 4 - Taxas de frenagem de emergência garantida

Freio de Emergência Garantido	$1,23 \text{ m/s}^2$
Freio de Emergência Garantido com 1 carro isolado	$1,00 \text{ m/s}^2$
Freio de Emergência Garantido em Baixa Aderência	$0,90 \text{ m/s}^2$
Freio de Emergência Garantido em Baixa Aderência com 1 carro isolado	$0,66 \text{ m/s}^2$

- c) A taxa nominal deve ser atingida até 2s após o comando da aplicação de freio de emergência, até a remoção do comando ou até a parada completa do trem, para qualquer velocidade.
- d) O freio de emergência poderá ser aplicado pelos seguintes meios:
 - 1. Pelo operador:
 - Atuação do dispositivo de homem morto com o trem em modo manual;
 - Acionamento da alavanca de comando de tração e freio, na posição freio de emergência;
 - Acionamento do dispositivo de aplicação de emergência por qualquer um dos consoles de condução

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 42 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- Pelo acionamento da chave “Botão de Rebocamento” em qualquer dos consoles de condução.
- 2. Pelo passageiro:
 - Acionamento do manípulo de emergência, em condições especificadas;
 - Abertura das folhas de portas com o trem em movimento;
- 3. Automaticamente:
 - Pelo comando do CBTC;
 - Detecção de baixa pressão no reservatório do freio de cada carro;
 - Detecção de descarrilamento.
- e) Após aplicada a frenagem de emergência, esta deve ser irreversível e deve impedir a retomada da tração até a parada total do trem, nos casos de que sua aplicação tenha sido feita pelo operador ou pelo passageiro.
- f) Se a aplicação de emergência ocorrer pelo acionamento do dispositivo de emergência de portas pelo passageiro, as condições normais de tração devem ser restabelecidas somente após normalização do dispositivo após a parada do trem.
- g) Quando a frenagem de emergência for aplicada pelo sistema de sinalização (CBTC), a retomada da tração pelo sistema de sinalização poderá ser feita a qualquer momento.
- h) O sistema de comando para o freio de emergência deve possuir características de projeto de modo a ser intrinsecamente seguro, de forma a nunca haver qualquer tipo de modo de falha que decorra na impossibilidade da aplicação desse comando em todos os carros do trem.

1.8.4 Tempos de Resposta

- a) O tempo máximo entre o comando gerado pelo operador ou CBTC e o trem iniciar o esforço trativo da propulsão deve ser inferior a 0,4s, considerando o trem inicialmente parado e com o freio máximo de serviço aplicado.
- b) Uma vez iniciado, o esforço trativo deve subir de forma constante segundo o limite de “jerk” de $1,0\text{m/s}^3$. Considerando o comando de máxima propulsão, o instante em que a aceleração atingir 90% do seu valor nominal deve ser inferior a 2,0s a partir do instante do comando ter sido gerado.
- c) O tempo de resposta para a retirada total do freio de atrito, a partir do comando até 10% do valor nominal deve ser inferior a 2s.
- d) O intervalo de tempo entre o comando de frenagem de serviço (requerido pelo operador ou condução automática) e o instante em que a desaceleração atingir 90% do seu valor nominal deve ser inferior a 2s.
- e) No caso de frenagem de emergência, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação de emergência, por qualquer um dos meios disponíveis e o instante em que o freio atingir 90% do seu valor nominal, deve ser inferior a 2,5s.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 43 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- f) Considerando as diversas condições de solavanco estabelecidas, o intervalo de tempo de transição de máximo freio elétrico à máxima tração, isto é, máxima corrente de frenagem até a máxima corrente de tração e vice-versa deve ser inferior a 2,5s.
- g) O módulo da variação da aceleração ("jerk") deve ser no máximo 1,0 m/s³.

1.9 DIRETRIZES PARA O LAÇO DE EMERGÊNCIA

- a) Aplicação do freio de emergência de realizar a frenagem do trem com taxa de desaceleração conforme item 1.8.3.
- b) As atuações e as condições na aplicação de emergência devem ser sinalizadas no IHM do TCMS, enviada ao CBTC e ao SAM e gravada no registrador de eventos.
- c) Existem diferentes condições na aplicação de emergência conforme itens de 1.9.1 a 1.9.5

1.9.1 Emergência Elétrica com Penalização

- a) Condição normal de aplicação do freio de emergência.
- b) Atuação do freio de emergência aplicado devido a desenergização do "trainline" de emergência (laço de emergência) e, conseqüentemente, das válvulas de emergência do sistema de freio.
- c) Quando comandada a emergência elétrica com penalização, esta deve permanecer ativa até ocorrer a parada obrigatória do trem (velocidade < 3km/h).

1.9.2 Emergência elétrica sem penalização

- a) Recurso que deve ser disponibilizado somente para o sistema CBTC para adequar a segurança das frenagens.
- b) Aplicação devido ao desligamento momentâneo das válvulas de emergência pelo laço de emergência.
- c) O freio de emergência é aplicado, porém sem penalização de parada obrigatória, podendo retomar a tração quando comandada pelo CBTC.

1.9.3 Emergência por baixa pressão do suprimento de ar

- a) Deve ser aplicado o freio de emergência quando a pressão do ar no reservatório auxiliar (do sistema de freio) estiver abaixo do limite de segurança em um ou mais carros do trem.
- b) O limite de segurança da pressão deve ser definido para o valor mínimo tal que possa afetar o desempenho das frenagens do trem (de serviço ou de emergência).
- c) Emergência com penalização de parada obrigatória.

1.9.4 Emergência comandada por sistemas do trem

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 44 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- a) Comandada por sistemas que detectam condições que interfiram na segurança da movimentação ou da operação do trem, tais como: sistema de portas, sistema de detectores de descarrilamento, ou outro dispositivo responsável por monitorar condição de segurança em um ou mais carros do trem.
- b) Emergência com penalização de parada obrigatória.

1.9.5 Emergência comandada pelo Operador do trem

- a) Emergência com penalização de parada obrigatória. A aplicação do freio de emergência comandada pelo operador do trem pelo console de comando deve ser possível de ser aplicado: pelo Controlador Mestre do carro líder colocando na posição de freio de emergência, pela alavanca de “Homem Morto” do carro líder, pelo Botão de Emergência (BE) do console em qualquer console do trem, com ou sem liderança e pelo acionamento do “Botão de Reboque” em qualquer console do trem com ou sem liderança.
- b) Essa condição deve ser sinalizada por instrumentação do console, enviada ao CBTC e gravada no registrador de eventos.
- c) A aplicação de emergência pelo botão BE deve aplicar um aterramento no “trainline” de emergência que alimenta as válvulas de emergência.
- d) Além da sinalização da condição de emergência no console do carro líder, deve haver sinalização sonora no console sem liderança se for aplicado emergência pelo botão BE deste console. Isso serve para evitar esquecimento do botão BE acionado em console sem liderança.

1.9.6 Rearme do freio de emergência

- a) Ação necessária para permitir nova movimentação autônoma do trem, após haver um comando de freio de emergência com penalização de parada obrigatória.
- b) O rearme do sistema deve ocorrer automaticamente quando:
- o trem estiver parado (velocidade < 3km/h);
 - não existir mais a condição (ou condições) que provocou a aplicação do freio de emergência.

1.9.7 Desligamento da Tração e Freio Elétrico pelo Laço de Emergência

- a) Para que o sistema de tração e frenagem elétrica não afete as funcionalidades e diretrizes de segurança previstas para os intertravamentos e comandos do freio de emergência, ocorrer o desligamento dos comandos de tração e freio elétrico quando o trem estiver na condição de frenagem de emergência.
- b) Sempre que for comandado o freio de emergência (com ou sem penalização de parada obrigatória), o freio deve ser integralmente aplicado pelo freio de atrito e o freio elétrico ou a tração deve ser gradativamente desligada com limite de solavanco de 1,0m/s³.
- c) Não deve haver queda na desaceleração caso o trem esteja em frenagem máxima no momento em que o freio de emergência for atuado.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 45 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.10 PARAMETROS DE PROJETO

A Contratada deve ser a responsável pela compatibilização e a adequação de todas as interfaces, mecânicas e elétricas dos sistemas componentes do trem com outros sistemas fixos das estações, via permanente e sistema de alimentação.

1.10.1 Alimentação Elétrica

- A energia elétrica será fornecida aos carros através do terceiro trilho e captada por intermédio de sapatas coletoras.
- A tensão do terceiro trilho será em corrente contínua e obedecerá aos seguintes valores:
 - Tensão nominal 750Vcc;
 - Tensão máxima 900Vcc;
 - Tensão mínima 500Vcc.
- Todo equipamento alimentado diretamente pelo terceiro trilho deve suportar sobre tensões características que podem ser produzidas por falhas nos equipamentos ou por atuações de proteções. Os níveis de sobre tensão são os especificados nas normas IEC 60850 e IEC 61287, além dos transientes especificados abaixo:
 - Sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 2.000V e 10ms.
 - Sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 4.000V e 0,5ms.
- O sistema de filtros de entrada e sistemas de proteção dos equipamentos do trem ligados diretamente na alimentação do terceiro trilho devem limitar a taxa de subida da corrente, mesmo em caso de correntes de curto circuito (corrente de falta), em 4 kA/ms, no máximo. Isso é necessário para não haver interferência com a seletividade de proteção das subestações retificadoras de alimentação do terceiro trilho.
- Todo equipamento alimentado diretamente pelo terceiro trilho deve operar satisfatoriamente em qualquer valor de tensão entre 500 e 950V, mesmo ocorrendo variações bruscas de valores contidos nesta faixa.
- Deve ser previsto rearme automático dos equipamentos alimentados diretamente pelo terceiro trilho em caso de atuação da proteção por sobre tensão, conforme norma acima referenciada.

1.10.2 Tensão de Serviço Auxiliar

Nos itens a seguir são definidas as tensões para serviços auxiliares nos carros:

1.10.2.1 Sistema de Corrente Alternada

- Sistema de corrente alternada, trifásica, de neutro aterrado, com tensão nominal entre fases de 380 e 220V entre fase e neutro, em frequência industrial de $60 \pm 1,0$ Hz.
- A alimentação em 380V deve suprir o motor do compressor do sistema de suprimento de ar, bem como os motores dos compressores/ventiladores dos evaporadores/condensadores do

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 46 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

sistema de ar refrigerado e os motores auxiliares de ventilação dos sistemas de tração (se houverem).

- c) A alimentação em 220V deve suprir as tomadas previstas para equipamentos de testes, limpeza, instrumentos operacionais como o transceptor do console e também pequenos motores de ventilação de equipamentos eletrônicos.

1.10.2.2 Sistema de corrente contínua

- a) Sistema de corrente contínua, constituído pelo conjunto bateria - retificador, cuja tensão obedecerá aos seguintes valores:
- Tensão nominal 72Vcc;
 - Tensão máxima 90Vcc;
 - Tensão mínima 50,4Vcc.
- b) Os equipamentos alimentados pela rede de corrente contínua devem operar, satisfatoriamente em qualquer valor da tensão entre 90 e 50,4 Vcc, conforme norma EN 50155.
- c) Esse sistema deve alimentar todos os equipamentos eletrônicos e intertravamentos elétricos de comando do trem, iluminação normal e de emergência do salão de passageiros, iluminação do console do operador, motores de acionamento das portas e ventilação de emergência do salão de passageiros.
- d) Sistema de alimentação corrente contínua de 12 Vcc e 24 Vcc. Estas tensões de alimentação para equipamentos de auxiliares devem utilizar as trainlines da saída dos conversores auxiliares conforme item 11.2.2 desta especificação.

1.10.3 Ruídos eletromagnéticos

- a) Os módulos, cabos e conectores devem possuir blindagens de modo a evitar ou provocar interferências elétricas ou eletromagnéticas.
- b) Devem ser adotadas medidas especiais de blindagem para evitar interferências provocadas pelos equipamentos de chaveamento, máquinas rotativas, etc.
- c) A eliminação de ruídos eletromagnéticos deve atender às seguintes normas: EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 50121-1, EN 50121-3-1, EN 50121-3-2 e EN 55011 ou IEC 62236-3-1 e IEC 62236-3-2
- d) A Contratada deve fornecer o laudo técnico ou executar o ensaio que comprove o atendimento às normas.
- e) Todos os equipamentos devem ser projetados para não provocar perturbação no espectro de frequência de funcionamento do equipamento do sistema de sinalização de via, controle de bordo CBTC e da RCTT.
- f) Os espectros de frequências utilizados pelos sistemas de Sinalização serão fornecidos durante a fase de projeto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 47 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

1.10.4 Níveis de Ruído

- a) Todos os equipamentos, sistemas e componentes no carro devem apresentar um bom desempenho acústico, não ultrapassando os níveis de ruído abaixo especificados:
- Após a instalação de todos os equipamentos no carro, o ruído externo medido a 5m do carro na plataforma, deve ser igual ou inferior a:
 - 75 dBA: trem parado, com todos os equipamentos funcionando;
 - 85 dBA: trem vazio, passando sem parar pela estação a 60km/h, com todos os equipamentos funcionando.
 - Após a instalação de todos equipamentos no carro; o ruído interno medido a 1,20 m do piso e na linha de centro do carro deve ser inferior a:
 - 75 dBA: trem parado, com todos os equipamentos funcionando, em condições nominais, correspondendo à abertura e fechamento das portas do salão de uma lateral do carro;
 - 80 dBA: trem vazio, em movimento na via, da partida até a velocidade máxima e da velocidade máxima até a parada, com todos os equipamentos funcionando.
- b) Os níveis acima previstos estão de acordo com as normas ABNT NBR 13068 e ABNT NBR 13067 ou ISO 3095 e ISO 3381.

1.10.5 Suavidade de Marcha e Ergonomia

- a) Para segurança dos passageiros em pé, devem ser instalados pega mãos e colunas ao longo do salão de modo que os passageiros sempre possam estar sustentados pela mão.
- b) A posição e a localização de pega mãos e colunas, distribuídos no salão, deve considerar a variedade de altura dos passageiros.
- c) A Contratada deve apresentar o projeto de Bancos, apoios e suportes (colunas e barras) dos passageiros para aprovação prévia do Metrô.
- d) Para suavidade de marcha, devem ser obedecidos aos requisitos de aceleração, desaceleração e solavancos (“jerks”) contidos neste documento. Nas paradas, principalmente nas velocidades baixas, o equipamento de controle e comando, deve corrigir e controlar a desaceleração e o “jerk” para que ocorram paradas suaves.
- e) O projeto de todos os equipamentos deve garantir que vibrações e ruídos estejam dentro dos valores especificados de modo a não afetar o conforto dos usuários.
- f) As frequências próprias das vibrações devem se afastar ao máximo possível daquela que causam desconforto e são prejudiciais à saúde, conforme definidas pela norma EN 12299.

1.10.6 Condições Ambientais

- a) Os trens circularão em túneis e ambiente externo (céu aberto) em qualquer condição climática, existente na região da linha, em condições normais de operação.
- b) Considerar as condições normais de operação abaixo como parâmetro de projeto:

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	48 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Temperatura ambiente mínima: 0°C;
 - Temperatura ambiente máxima: 40°C;
 - Umidade relativa: máxima 95% e mínima 13%.
- c) A temperatura mínima e máxima no interior de um carro completamente fechado, estacionado no pátio (ambiente externo), poderá atingir 0°C e 70°C, respectivamente.
- d) Todos os equipamentos devem ser projetados para funcionamento contínuo durante 24 horas por dia, em capacidade nominal, em todas as condições de temperaturas ambiente especificadas.

1.10.6.1 Em Ambiente Externo

Informações do ambiente externo:

- Altitude: 690 a 800m;
- Volume médio anual de precipitações pluviométricas: 1.376mm;
- Temperatura média das mínimas: 6,7°C (em 3 dias referida a um período de 5 anos);
- Temperatura mínima absoluta: 0°C (nos últimos 5 anos);
- Temperatura média das máximas: 33,5°C (em 3 dias referida a um período de 5 anos);
- Temperatura máxima absoluta: 36,0°C (nos últimos 5 anos).

1.10.6.2 Em Túneis

Informações de ambiente em túneis:

- Temperatura mínima: 15,0°C;
- Temperatura máxima: 35,0°C;
- Umidade relativa do ar mínima: 30%;
- Umidade relativa do ar máxima: 85%.

1.10.7 Características da Via Permanente

- a) A superestrutura na via principal é instalada com fixação direta ou dormente sobre lastro, possui trechos com e sem massa-mola e é dimensionada para suportar peso de até 17 toneladas por eixo.
- b) Nos pátios, a via permanente é assentada em dormentes sobre lastro ou fixação direta.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 49 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

Tabela 5 - Características Via Permanente

Bitola	1.600 mm
Raio mínimo de curva horizontal - Via principal secundárias - Via principal - Via de pátio (vel. Máxima 30 km/h)	150 m 300 m 150 m
Superelevação máxima	170 mm
Raio mínimo de curva vertical ($R_v \geq V^2/4$) (sendo R_v em m e V em km/h) Via corrida: Em região de rampas de superelevação:	 ≥ 500 m ≥ 1.000 m
Rampa máxima	4,0%
Tipo de trilho na via corrida	UIC 60 e TR 57
Aceleração centrífuga não compensada pela superelevação (m/s^2)	
Via corrida em fixação direta: AMV em fixação direta para desvio Via em lastro AMV em lastro para o desvio	$\leq 0,85$ m/s ² $\leq 0,65$ m/s ² $\leq 0,65$ m/s ² $\leq 0,50$ m/s ²
Taxa de variação máxima da aceleração transversal em via principal (m/s^2)	0,30 m/s ²
Velocidade máxima permitidas ($V = km/h$) Via principal: $V =$ Via do pátio e seus acessos: $V =$	100 30

1.10.7.1 Com Massa Mola:

- a) Sistema de suporte da via composto por laje de concreto armado, apoiada sobre elementos resilientes.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	50 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- b) O conjunto constitui de uma massa necessária para obter uma frequência de ressonância baixa, situada na faixa de 6 a 16Hz.
- c) Esse sistema também é utilizado no assentamento das vias em algumas regiões dos aparelhos de mudança de via (AMV).

1.10.7.2 Sem Massa Mola:

Superestrutura assentada em base rígida de concreto com os trilhos fixados em placas resilientes.

1.10.8 Vibrações e Choques

- a) Os componentes montados na caixa devem ser dimensionados para suportar vibrações com carregamentos conforme normas EN 12663 e/ou IEC 61373 de até $1\pm 0,15g$, com frequência de até 150 Hz e cargas de choque de 10g, com direções aleatórias, ocorrendo 300 vezes por dia.
- b) Os componentes montados na armação do truque devem ser projetados para suportar vibrações conforme norma EN 13749 e/ou IEC 61373 no seu grau máximo de severidade para teste, e nos casos não mencionados e/ou quando o grau de severidade for maior.

Tabela 6 - Resistência a vibrações no quadro do truque

Aceleração no quadro do truque		
Direção	Excepcional	Serviço
Vertical	$\pm 20g$	$\pm 6g$
Transversal	$\pm 10g$	$\pm 5g$
Longitudinal	$\pm 5g$	$\pm 2,5g$

- c) Os componentes montados na armação do rodeiro devem ser projetados para suportar vibrações conforme tabela a seguir:

Tabela 7 - Resistência a vibrações de equipamentos ligados ao rodeiro

Aceleração na caixa de rolamentos		
Direção	Excepcional	Serviço
Vertical	$\pm 75g$	$\pm 35g$
Transversal	$\pm 20g$	$\pm 10g$
Longitudinal	$\pm 10g$	$\pm 5g$

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 51 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) Devem ser verificados por teste os suportes principais do truque, tais como: de sapata coletora, de pinças de freio, de sensores de descarrilamento, de motores e de equipamentos parte da suspensão a fim de conformar atendimento aos valores especificados.
- e) O atendimento à resistência a vibrações e choques dos demais componentes poderão ser garantidos por cálculo estrutural desde que apresentados e aprovados pelo Metrô.

1.10.9 Gabarito Estático e Dinâmico

- a) A Contratada deve apresentar memorial de cálculo completo com todos os métodos e critérios adotados para os cálculos dos gabaritos de acordo com a Norma UIC_505-1_2006-04, documento MD-400-U/003 Rev. B, e Gabarito Dinâmico do Material Rodante DE-9.0000.00/3U9-003 e DE-9.00.00.00/3U9-004.
- b) As máximas oscilações da caixa do carro em movimento não devem ultrapassar os limites determinados no documento Gabarito Dinâmico do Material Rodante – DE-9.0000.00/3U9-003 e DE-9.00.00.00/3U9-004, mesmo nas piores condições de desgaste da via e do carro.
- c) As caixas do primeiro trem devem validar o projeto com a realização de teste tipo de gabarito estático para a comprovação do atendimento aos desenhos definidos.

1.10.10 Ensaios de Tipo

- a) Os equipamentos ou sistemas que fazem parte do escopo deste fornecimento devem ser submetidos a testes de tipo de acordo com as condições descritas nas normas referenciadas no texto desta especificação.
- b) A Contratada deve submeter os procedimentos de testes ao Metrô para aprovação.

1.10.11 Facilidades de Manutenção, Operação e Segurança

- a) Os equipamentos módulos de mesma função e seus acessórios componentes devem ser intercambiáveis entre si e entre os demais trens fornecidos.
- b) Os equipamentos, módulos, e sistemas devem possuir identificação única e seriada acompanhada de código de barras bidimensional (QR Code – ISO/IEC 18.004). Essa identificação deve estar em lugar visível, de fácil acesso, sempre que possível protegido de sujeira e lubrificantes, sendo utilizado nesta identificação material resistente ao tempo e insalubridade.
- c) Os equipamentos e componentes devem permitir um fácil acesso para a manutenção, ajustes, testes, pontos de medição, inspeção, lubrificação, limpeza, montagem e desmontagem.
- d) Devem existir pontos de medição e inspeção dedicados para a realização de testes estáticos de tipo e série elétricos padronizando os locais para utilização.
- e) Os módulos e caixas de equipamentos montados sob o estrado devem estar fixados por suportes e parafusos, de modo que fiquem também sempre apoiados. A remoção desses módulos ou equipamentos deve ser feita através da retirada da chapa do suporte. Havendo a necessidade de movimentação do suporte para a remoção do equipamento, essa

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 52 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

movimentação deve ser obrigatoriamente no sentido transversal à caixa do trem, sendo que longitudinalmente, essa movimentação deve estar limitada ou bloqueada.

- f) Os visores de nível, quando existirem, devem estar protegidos mecanicamente contra sujeiras e choques.
- g) Os bicos graxeiros para lubrificação periódica devem ser protegidos mecanicamente contra sujeiras, choques e cobertos por tampas plásticas imperdíveis.
- h) Os bujões dos redutores devem possuir em seus parafusos de escoamento furação para instalação de lacres (frenos).
- i) A instalação de módulos, equipamentos e caixas de equipamentos devem ser robustas e montadas com o auxílio de ferramentas convencionais.
- j) Os dispositivos ou ferramentas especiais, quando necessários à manutenção, devem ser fornecidos pela Contratada.
- k) A caixa específica da bateria deve ser fabricada em estrutura de aço inox e dimensionada de forma que possa ser removida através de empilhadeiras e/ou guindaste.
- l) Todos os equipamentos e componentes sujeitos a manutenção devem ser de fácil acesso, de modo que não haja necessidade de retirada de outros equipamentos ou componentes.
- m) Equipamentos eletrônicos que demandam a instalação de versões de software, coleta de dados ou conexões de equipamentos ou computadores devem possuir pontos de acesso na parte frontal, de fácil acesso.
- n) No armário elétrico, nas caixas de equipamentos e sobre as sancas do salão de passageiros e onde houver equipamentos ou componentes, deve existir um sistema de iluminação através de LED comandado por um interruptor com a chave “liga” e “desliga”.
- o) Os módulos e caixas de equipamentos devem ser fechados com tampas articuladas removíveis e se possível com fechadura padrão mecânico, principalmente aqueles que necessitarem de substituição periódica de filtros devem oferecer abertura e fechamento seguros.
- p) Os módulos do tipo “encaixe por conector” devem possuir guias e travas que impeçam o esforço mecânico sobre os pinos do conector, assim como evitar o desencaixe acidental do módulo por vibração.
- q) Se houver conectores iguais próximos, eles devem conter bloqueio mecânico, de forma a evitar erros de conexões.
- r) Não será permitida a fixação de componentes, painéis ou equipamentos com buchas plásticas ou velcros.
- s) Os dispositivos operacionais nos trens devem ser padronizados quanto à localização, identificação, cor, formato e forma de atuação, visando à intervenção rápida e segura da operação. Estes dispositivos serão definidos junto ao Metrô durante a fase do projeto executivo dos trens, objeto deste fornecimento.
- t) Os dispositivos operacionais de isolamento e derivação portas e freio de serviço devem ser instalados no lado interno do carro, posicionados próximos às portas de serviço.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 53 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- u) Os dispositivos devem estar alojados em painel com tampa e com fechadura padrão Metrô.
- v) Os dispositivos operacionais, localizados no salão, devem ser posicionados para serem acionados pelo operador em pé. Deve-se evitar a instalação de dispositivos operacionais do lado externo do carro, em razão da existência de portas de plataforma, caso não seja possível os dispositivos devem ser acessíveis tanto da plataforma quanto da via.
- w) Os dispositivos externos à caixa devem ser projetados para que, mesmo quando houver falhas mecânicas ou humanas, não devem apresentar riscos de acidentes às pessoas próximas postadas ou circulando pelas laterais.
- x) As laterais das caixas devem ser livres de ondulações, cantos vivos e partes cortantes que ofereçam riscos aos usuários.
- y) Em todo o sob estrado, os suportes e equipamentos devem ter cuidados especiais para eliminar ou minimizar exposição ao risco de acidentes aos empregados da manutenção, tratando de forma adequada, os suportes com pontas, chapas com arestas cortantes, pontas de parafusos, abraçadeiras com pontas e demais peças.
- z) Os serviços de manutenção devem resumir-se, tanto quanto possível, na substituição do módulo em falha.
- aa) Os equipamentos devem apresentar meios de indicação que assegurem a rápida identificação da unidade ou módulo com falha.
- bb) Deve existir uma sinalização com identificação no console de operação, CCO e no local, indicando quando o equipamento estiver desligado.
- cc) Equipamentos elétricos ou eletrônicos instalados sob os bancos do salão de passageiros somente serão permitidos com aprovação prévia do Metrô. Se a necessidade for comprovada os equipamentos devem ser montados em racks de maneira que seja possível a manutenção sem a necessidade de retirada do banco.
- dd) Equipamentos ou módulos montados em “racks” padrão, devem obrigatoriamente estar apoiados sobre um trilho ou berço contínuo com guia e travado preferencialmente por um sistema de fixação rápida.
- ee) Os equipamentos ou módulos devem ter puxador e o movimento deve ser de fácil manuseio, com o comprimento do chicote de fiação adequado e sobre esteiras e com conectores apropriados e acessíveis.
- ff) Os dispositivos operacionais no salão de passageiros ou no console de operação não devem apresentar riscos de acidentes em seu manuseio. Da mesma forma, os lacres para dispositivos (extintor, botão de emergência, etc.) de uso exclusivo dos usuários ou operadores, devem ser seguros e não devem apresentar riscos de acidentes quando manuseados.
- gg) O acabamento interno deve estar livre de cantos vivos, cortantes ou pontiagudos. Os tubos das colunas e pega mãos devem possuir os cantos arredondados, assim como o elemento de fixação, rebites, parafusos, etc. de forma a não provocar riscos de acidentes.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 54 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

1.10.12 Ciclos de Manutenção

- Os carros, seus equipamentos e subsistemas devem ser projetados e construídos, de forma a terem vida útil mínima de 30 anos (cerca de 4.500.000 km), dentro das condições de operação e manutenção constantes nesta especificação.
- A Contratada do veículo deve fornecer a documentação prevista para todos os subsistemas, inclusive caixa, indicando todas as informações para execução das atividades de manutenção.
- O ciclo mínimo de manutenção periódica requerida pelo equipamento deve ser igual ou superior que 24.000 km de operação. Os valores acima de 24.000 km devem estar contidos em valores múltiplos inteiros do valor mínimo de quilometragem especificada.
- Nos casos dos equipamentos que também operam com o trem estacionado, o ciclo mínimo de manutenção periódico deve ser de 6 meses.

1.10.13 Teste e Diagnósticos

- Todos os equipamentos e sistemas do trem que sejam microprocessados devem ter funções de autodiagnóstico e conectores para testes e leitura de dados. Nos casos dos equipamentos instalados sob o estrado do carro os conectores de testes devem também estar disponibilizados no salão de passageiros, devidamente identificados para uso da manutenção.
- O autodiagnóstico deve permitir monitorar o funcionamento normal do equipamento, bem como memorizar variáveis no instante de uma falha, permitindo o acesso de leitura posterior pelas equipes de manutenção.
- O autodiagnóstico de cada equipamento deve ser capaz de realizar a correção da falha identificada e, se necessário, realizar reset automático da função ou a reinicialização completa do equipamento caso não afete a segurança operacional.
- No modo monitoração, deve ser possível monitorar, no mínimo as seguintes variáveis:
 - Sinais de comando e controle;
 - Sensores de proteção;
 - Intertravamentos;
 - Tipo de falha;
 - Configurações de contadores;
 - Variáveis referentes ao estado operacional do trem (tração, frenagem, velocidade, tensões, pressão, temperatura, etc.);
 - Variáveis internas e externas no instante da ocorrência de falha ou erro funcional;
 - Data e hora da ocorrência do evento.
- O autodiagnóstico deve ter capacidade de armazenamento dos eventos ou falhas, de no mínimo, os últimos 3 meses, restando os registros mesmo em caso de perda da alimentação elétrica do equipamento.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	55 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) Os dados do autodiagnostico poderão ser lidos por computadores portáteis do tipo “notebook” equipados com softwares apropriados a eles conectados ou por transmissão de dados terra-trem, via CBTC e RCTT.
- g) Os dados do autodiagnostico devem ser disponibilizados ao SAM (Sistema de Apoio à Manutenção) via rede Ethernet.
- h) Maiores detalhes sobre os autodiagnostico e reset automático dos equipamentos microprocessados serão definidos durante a fase de projeto.
- i) Para os demais equipamentos e sistemas elétricos do trem que não sejam microprocessados, devem ser previstos pontos, de fácil acesso, para testes e medições.
- j) A Contratada deve fornecer todos os softwares aplicativos e disponibilizar as APIs dos mesmos para a coleta dos dados de testes e diagnósticos dos equipamentos.
- k) As licenças de software fornecidas devem ter nível de acesso suficiente para monitorar e simular falhas e eventos e para instalar firmwares nos cartões eletrônicos pertencentes aos sistemas do trem.

1.10.13.1 Analisador de Redes

- a) Deve existir também no mínimo um módulo de análise para cada rede do trem através do qual seja possível armazenar determinadas variáveis da rede que serão escolhidas.
- b) O módulo de monitoramento deverá ser configurável pelo Metrô.
- c) O módulo deve ficar constantemente medindo, monitorando e armazenando as variáveis selecionadas e deve permitir coleta dos dados para que sejam registradas para que possam ser analisados posteriormente pelo Metrô.
- d) Deve ser possível associar o início de coletas de dados através de programação de eventos (*triggers*).
- e) Os equipamentos de análise de rede devem gerar relatórios e gráficos com as variáveis armazenadas. Todas as informações devem ser possíveis de serem apresentadas de maneira gráfica pelo analisador de rede (por exemplo, funções lógicas devem ser convertidas em valores binários).
- f) Deve também ser possível monitorar em tempo real as atividades das redes.
- g) Os equipamentos de análise de rede devem traduzir os dados em hexadecimal para unidades de engenharia do Sistema Internacional.
- h) Todos os softwares de utilização e configuração do sistema devem ser fornecidos, bem como os meios necessários para se realizar a coleta de dados e configuração de variáveis a serem coletadas.
- i) O módulo analisador de redes deve estar conectado a todas as redes de comunicação existentes no trem, possibilitando possível acesso local, através de qualquer ponto de conexão da rede Ethernet do trem, e remotamente através da RCTT.
- j) Cada módulo deve ter capacidade de trabalhar entre temperaturas de -20 a 70°C e serem projetados em atendimento às normas EN 50155, EN 50121-3-2, EN 61373.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 56 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

1.10.14 Documentação Técnica

- a) A documentação técnica a ser fornecida durante o desenvolvimento do projeto do trem deve ser em português do Brasil.
- b) A Contratada deve fornecer todos os documentos de montagens finais para aprovação do projeto. Estes documentos são utilizados para fabricação, manutenção e operação do trem, conforme MAN-10-202 e MAN 10-204 do Metrô.
- c) Além disso, deve fornecer os desenhos de fabricação necessários a nível de componentes, a critério da Contratante, também para o estabelecimento dos limites de desgastes e/ou condenação de componentes para efeito de manutenção.
- d) A numeração dos documentos técnicos deve ser conforme a codificação estabelecida pelo Metrô, descrita na mais recente revisão da norma MAN 10-202.
- e) Os documentos e desenhos necessários à inspeção e acompanhamento de fabricação devem estar disponíveis na fábrica e nos subfornecedores, para verificação por parte do Metrô.
- f) A verificação dos documentos na fábrica ou nos subfornecedores pelo Metrô poderá ser feita sem prévio aviso e em qualquer período durante o desenvolvimento do projeto e fabricação dos trens.
- g) A Contratada deve fornecer os documentos técnicos (desenhos, especificações, normas, catálogos, manuais de operação e manutenção, etc.) de montagens finais do trem e também dos equipamentos, dispositivos e ferramentas especiais, inclusive os supridos pelos subfornecedores.
- h) Deve fornecer documento de controle individualizado dos números de série dos equipamentos instalados em cada trem. Este controle deve permitir a rastreabilidade dos equipamentos, sistemas, módulos e componentes. Detalhes dos documentos de rastreabilidade devem ser definidos durante o projeto conceitual.
- i) A Contratada deve fornecer o histórico de fabricação individual de cada trem ("History Book"). Este documento deve incluir os planos de inspeção, certificados de qualidade de materiais instalados nos trens, controle individualizado de rastreabilidade e outros controles que devem ser definidos durante o projeto conceitual. Esta documentação deve ser entregue junto com a entrega de cada trem.
- j) A documentação deve ser entregue em arquivos digitais com assinatura digital com identificação dos responsáveis técnicos em formato a ser definido na fase de projeto e carimbo do tempo que valide as assinaturas.
- k) Além dos desenhos de esquemas elétricos funcionais do trem, o Fornecedor deve entregar a documentação de equipamentos eletrônicos e softwares, contemplando:
 - Esquemas elétricos dos cartões de circuitos impressos de cada um dos equipamentos fornecidos;
 - Leiaute da disposição dos componentes dos cartões;
 - Lista de materiais com as características de cada componente com nomenclatura, código do fabricante e quantidade instalada para cada cartão eletrônico;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 57 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- Todas as informações relacionadas aos itens de consumo do trem, como desenhos da peça, tipo dos materiais, fabricantes, características técnicas, etc. devem ser especificados e relacionados. Os itens de consumo são tais como borrachas, lubrificantes, filtros, vidros de janelas, componentes de desgastes do sistema de freios, componentes eletrônicos em geral, relês, etc.;
 - Esquemas funcionais com as respectivas interligações elétricas entre os módulos dos equipamentos e dos sistemas;
 - Arquivos dos programas executáveis na versão atualizada, instalada nos componentes dos equipamentos do trem, de modo a atender uma eventual necessidade de substituição e consequente reprogramação dos dispositivos programáveis, como EPROM, micro controladores, etc.;
 - Descrição detalhada dos softwares (fluxograma, pseudocódigos utilizados e listagem do programa) de forma a permitir o conhecimento detalhado da lógica implementada no programa, para o desenvolvimento do treinamento e pesquisas de falhas.
 - Procedimento para repor programação (software) dos componentes e equipamentos;
 - Definições de dados de entrada;
 - Definições de dados de saída;
 - Parâmetros utilizados no tratamento dos dados;
 - Descrição e parâmetros das rotinas de tratamento de erros e diagnósticos;
 - Descrição dos "timings" ou temporização de sequência de eventos tratados pelo software, faixa de memória de programa e faixa de memória de dados.
 - Lista de variáveis com definição de seus estados lógicos;
 - Descrição das equações utilizadas para determinação de ocorrência de falhas.
- l) Em caso de transmissão de dados de forma serial entre equipamentos, é necessário detalhar os protocolos utilizados, bem como os "timings" e conteúdo das informações transmitidas.
- m) Devem ser fornecidas as seguintes informações de software e de programação de componentes:
- Procedimento para gravação dos programas nas memórias e componentes, indicando também o hardware, sistema operacional e softwares específicos a serem utilizados;
 - Manuais de operação dos softwares de monitoração e testes.
- n) Toda a documentação técnica fornecida será de propriedade e uso exclusivo da Companhia do Metrô, ressalvado o direito de propriedade do projeto do Fabricante.
- o) Os requisitos para a formatação e codificação da documentação técnica devem ser aqueles descritos no documento MAN-10-202 – Manual Técnico para Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Sistemas e Equipamentos”, MAN-10-200 – “Aplicação dos Códigos de Trechos, Sub trechos e Unidades de Construção Utilizados em Documentos

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 58 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

Técnicos” e MAN-10-204 – “Formatos Padronizados De Documentos Técnicos De Engenharia e Arquitetura”.

- p) Devem ser fornecidos a documentação com os procedimentos de instalação dos softwares de manutenção e de análise e monitoramento a serem instalados nos computadores descritos nos itens 1.10.15 e 15.10.
- q) Deve ser fornecido a documentação referente aos APIs de cada um dos equipamentos que possuem esta funcionalidade de acesso aos dados dos trens.
- r) A Cia. Do Metrô informa ainda que poderá usar a propriedade intelectual fornecida em conjunto com os equipamentos e sistemas deste contrato, com o propósito de operar, manter, reparar, modificar, adaptar estes mesmos equipamentos e sistemas, e se necessário, sob certas circunstâncias, ter as já mencionadas modificações, substituições, e reprodução de peças efetuada por terceiros.
- s) Para equipamentos sujeitos a serem auditados por empresa independente do Fabricante e da Contratada e com notória especialidade, para comprovar que suas características técnicas e funcionais atendem aos requisitos de segurança especificados, os softwares (programas fonte e compiladores), circuitos elétricos e circuitos eletrônicos e demais detalhes funcionais ou de características de projeto necessários à análise de segurança devem ser fornecidos, sem restrição ou limitação de propriedade intelectual.

1.10.15 Computadores Portáteis de Manutenção

- a) Devem ser fornecidos computadores portáteis, do tipo “laptop”, para executar os softwares de manutenção e configuração dos sistemas embarcados.
- b) Os requisitos técnicos dos computadores devem possibilitar executar os softwares de manutenção dos sistemas e subsistemas do trem;
- c) Os computadores devem ser fornecidos com todos os softwares aplicativos e de manutenção, instalados e funcionando adequadamente, possibilitando o acesso e monitoramento de todos os sistemas e equipamentos microprocessados instalados no trem.
- d) Os computadores devem possuir as seguintes características mínimas:
- CPU com pelo menos 2 núcleos (core) e 4 segmentos (threads) com frequência superior a 2.6 GHz;
 - Memória Mínimo de 8 GB DDR4;
 - Armazenamento SSD com capacidade superior a 500 Gb;
 - Tamanho de tela superior a 15”;
 - Controladores de rede Ethernet, tipo LAN 10/100/1000 Mbps
 - Placa de rede Wireless 802.11 ac e Bluetooth 4.1;
 - Sistema Operacional: Windows 10 Pro – 64 bits ou mais recente;
 - Mínimo de 2 portas USB 3.1;
 - Saída de vídeo HDMI 2.0;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	59 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Bateria com o mínimo 48 Wh.
- e) Os computadores e respectivos periféricos necessários devem ser acondicionados em uma mala individual a fim de possibilitar armazenamento e transporte seguro.

1.10.16 Requisitos Gerais de CDMS

- a) Esse item estabelece os requisitos gerais de CDMS (Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança - Normas e Documentação) que serão exigidos no fornecimento dos trens e seus equipamentos.
- b) Os requisitos de CDMS para cada uma das fases do ciclo de vida do sistema devem basear-se na metodologia estabelecida na norma EN 50126. Essa norma divide o ciclo de vida de um sistema em fases e apresenta atividades e objetivos próprios para cada fase, de modo a assegurar o desempenho de CDMS adequado no ciclo total de vida, incluindo o próprio Desenvolvimento e Fornecimento, Aceitação ou Comissionamento, Operação, Manutenção e Descomissionamento do sistema ao fim de sua vida útil.
- c) A documentação final decorrente do desenvolvimento do projeto global do trem e dos projetos de seus subsistemas, conforme a metodologia estabelecida, deve contemplar todos os requisitos de CDMS e fazem parte do escopo do fornecimento de documentação.
- d) Para o Projeto, devem ser consultados e observados os requisitos das seguintes normas para o dimensionamento dos componentes, verificações dos requisitos de Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança:
- EN 50126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
 - EN 50128 - Railway Applications: Software for Railway Control and Protection Systems;
 - EN 50129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling.
 - IEC-61508 - Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems.
 - IEC-62278 - Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
 - MIL-HDBK-217-Reliability Prediction of Electronic Equipment;
 - MIL-HDBK-338-Electronic Reliability Design Handbook;
 - MIL-STD-810-Environmental Test Methods and Engineering Guidelines;
 - MIL-STD-882-System Safety Program Requirements;
- e) Dessa forma, a documentação a ser fornecida para cada equipamento e subsistema do trem deve conter os seguintes requisitos, de forma detalhada.

1.10.16.1 Especificação do Sistema e Condições de Aplicação

Devem ser especificados:

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 60 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- Parâmetros básicos do subsistema;
- Requisitos funcionais e de desempenho;
- Interfaces homem/máquina;
- Interfaces com outros subsistemas do trem ou outros sistemas das estações;
- Interfaces com o meio ambiente;
- Os limites de contorno do subsistema;
- Objetivos e filosofia de CDMS característicos do subsistema;
- As condições que influenciam as características do subsistema;
- Estratégias, logística e condições para a operação de longo prazo;
- Estratégias, logística e condições para a manutenção de longo prazo;
- Considerações sobre a vida útil do subsistema, incluindo os fatores de estratégias e periodicidades de manutenção e de descomissionamento associados ao ciclo de vida de seus componentes.

1.10.16.2 Análises e planos de Segurança e Proteção do Sistema

As análises e planos de segurança e proteção do sistema devem conter:

- Identificação dos perigos inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
- Identificação dos perigos associados ao meio-ambiente;
- Identificação dos perigos relativos à segurança pública;
- Identificação dos subsistemas associados aos perigos identificados;
- Identificação dos tipos de eventos ou sequência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- Identificação e priorização dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
 - Operação em condições normais;
 - Operação em condições de defeito;
 - Operação em situações de emergência;
 - Mau uso do sistema;
 - Interfaces do sistema;
 - Funcionalidade do subsistema;
 - Questões relativas à operação e manutenção;
 - Fatores humanos;
 - Questões de saúde ocupacional;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	61 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Características do meio ambiente;
- Condições climáticas;
- Estimativa da frequência de ocorrência e a gravidade de cada perigo;

1.10.16.3 Processos de Garantia da Segurança e Proteção

Os processos de Garantia da segurança e Proteção devem conter:

- Descrição dos critérios de tolerância aos riscos;
- Descrição dos processos adotados, suas premissas e restrições para a “Garantia da Segurança e Proteção do Subsistema”;
- Processos de validação da garantia de segurança e proteção (como testes, análises dos processos de segurança e proteções, análises de segurança por entidade independente, laudos de laboratórios etc.) aplicados ao subsistema.

1.10.16.4 Plano de Segurança e Proteção

a) O Plano de Segurança e Proteção deve conter:

- Escopo do Plano;
- Estratégias para garantia da segurança e proteção;
- Detalhamento das responsabilidades, competências e inter-relações entre as áreas na realização das atividades ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento;
- Descrição do ciclo de vida do sistema e das atividades de segurança e proteção que devem ser conduzidas ao longo do ciclo de vida e quaisquer interdependências;

b) Os processos de engenharia devem contemplar:

- Assegurar um grau apropriado de independência de pessoal na realização das atividades, compatível com os riscos do sistema;
- Identificação e análise dos perigos;
- Avaliação e gestão dos riscos;
- Critério de tolerância aos riscos;
- Avaliação, verificação e validação contínua da adequação dos requisitos de segurança e proteção;
- Auditoria da segurança e proteção, para verificar conformidade do processo de gestão com o Plano de Segurança e Proteção;
- Procedimentos para tratar as não conformidades;
- Processos para a aprovação da segurança e proteção do sistema;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 62 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- Processos para aprovação das modificações no sistema relacionadas à segurança e proteção;
 - Processos para análise do desempenho da operação e da manutenção para verificar se a segurança e proteção efetivas estão em conformidade com os requisitos;
 - Processos para a manutenção dos documentos relacionados à segurança e proteção;
 - Interfaces com outros planos de Manutenção e Procedimentos de Operação;
 - Restrições e premissas assumidas no plano;
 - Gestão de subfornecedores;
 - Requisitos para a realização de avaliações periódicas de segurança e proteção ao longo de todo o ciclo de vida do sistema Plano de CDM dos Subistemas.
- c) Deve ser elaborado um Plano de CDM para os subsistemas, suas características de confiabilidade e desempenho, requisitos para aceitação e comissionamento, requisitos de manutenção e operação ao longo de sua vida útil e descomissionamento ao final de sua vida útil, devendo conter:
- Escopo do plano;
 - Descrição do sistema;
 - Ciclo de vida do sistema e atividades e processos de CDM que devem ser executados ao longo do ciclo de vida, especificamente a sequência das atividades de CDM para assegurar o máximo desempenho;
 - Responsabilidades, competências e inter-relações das áreas que realizam atividades ao longo do ciclo de vida.

1.10.16.5 Avaliação de Confiabilidade

A avaliação de confiabilidade deve contemplar:

- Análise e previsão de confiabilidade geral do subsistema;
- Análise funcional e definição de falhas do sistema;
- Descrição dos critérios de tolerância à falhas;
- Distribuição da confiabilidade;
- Plano de confiabilidade assegurada dos componentes;
- Plano de qualidade/confiabilidade assegurada do software;
- Vida útil dos componentes;
- Processos de avaliação de dados relativos à confiabilidade;
- Processos de validação da garantia da confiabilidade (como testes, análises dos itens de confiabilidade, laudos de laboratórios etc.) aplicados ao subsistema.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	63 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

1.10.16.6 Avaliação de Disponibilidade

A avaliação de disponibilidade deve contemplar:

- Análise e previsão da disponibilidade durante a operação;
- Aquisição e avaliação de dados relativos à disponibilidade;
- Análise dos dados para a melhoria da disponibilidade;
- Descrição dos critérios de tolerância a falhas e níveis de degradação das funções operacionais previstas;
- Descrição dos processos adotados, suas premissas e restrições, para a Garantia da disponibilidade do subsistema;
- Processos de validação da garantia da disponibilidade (como testes, análises funcionais, laudos de laboratórios, etc.) aplicados ao subsistema.
- Garantia da Disponibilidade durante o período de garantia ou manutenção assistida (retorno de equipamentos com falha). Prazo máximo para o retorno de componentes em garantia que estejam em reparo no fornecedor deve ser de 90 dias.

1.10.16.7 Avaliação de Manutenibilidade

a) A avaliação de manutenibilidade deve contemplar:

- Características de manutenibilidade do subsistema e facilidades previstas para a manutenção do subsistema;
- Análise e previsão do Tempo Médio de Reparo previsto ao subsistema;
- Plano e procedimentos previstos para a aceitação e Comissionamento do subsistema;
- Plano e estratégias das atividades de manutenção dos equipamentos do subsistema contendo:
- Descrição das atividades de manutenção periódica para o subsistema e suas periodicidades;
- Procedimentos de Manutenção requeridos pelos equipamentos;
- Equipamentos de testes e ferramentas a serem utilizadas nas várias atividades de manutenção;
- Procedimentos de Inspeção, Ajustes e Testes para certificação do correto estado funcional dos equipamentos;
- Demais documentações previstas no fornecimento, bem como manuais de operação e manutenção;
- Procedimentos para manutenção dos equipamentos microprocessados e componentes programáveis, detalhando rotinas, processos e equipamentos para sua gravação e substituição em casos de falhas;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 64 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- Informações técnicas detalhadas de cada equipamento incluindo:
 - Características técnicas;
 - Descritivo de funcionamento;
 - Planos de manutenção requeridos pelos equipamentos e sistemas;
 - Esquemas elétricos detalhando interligações e interconexões entre os componentes dos intertravamentos elétricos, equipamentos e subsistemas;
 - esquemas dos circuitos eletrônicos com detalhamento dos valores dos componentes, detalhamento da posição de montagem nos circuitos impressos e listagem de materiais;
 - Desenhos e especificações de montagem;
 - Descrição e características dos sinais das entradas e saídas;
 - Fluxograma funcional dos softwares, suas variáveis internas e timing dos sinais de entrada e saída;
 - Listagem de materiais dos materiais dos componentes instalados no trem;
 - Lubrificantes indicados e seus volumes;
 - Software executável que são carregados nos componentes programáveis de todos os circuitos e equipamentos instalados no trem;
 - Lubrificantes indicados e seus volumes;
 - Jigas de testes ou ICTs (equipamentos, módulos e softwares que garantam a manutenção em circuito), bem como todos os esquemas e circuitos elétricos de cada cartão, para que seja possível o reparo integral de cada subsistema.
 - Interligações e interconexões com outros equipamentos ou subsistemas
 - Avaliação das opções de manutenção centrada na confiabilidade (RCM – “Reliability Centered Maintenance”);
 - Descrição do apoio logístico, pessoal, instalações de manutenção e sobressalentes necessários às atividades de manutenção do subsistema;
 - Precauções relativas à segurança de pessoal;
 - Requisitos do programa de treinamento como detalhado nesta especificação;
 - Condições de embalagem, manuseio, transporte e armazenamento;
 - Gestão de subfornecedores.
- b) A Contratada deve propiciar a transferência de tecnologia voltada a manutenção dos sistemas em todos os seus níveis, desde alterações de software vinculadas ao desempenho dos sistemas, até a manutenção dos equipamentos no nível de componentes eletrônicos, ou seja, deve ser possível manutenção em bancada, visando atender a disponibilidade e hoje requerida destes sistemas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 65 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.10.17 Confiabilidade e Disponibilidade

- Os sistemas do trem devem atender os requisitos mínimos de confiabilidade estabelecidos na tabela a seguir, conforme a norma IEC 62278 - "Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety".
- As falhas ou defeitos apresentados durante os testes de aceitação, nos 3 meses ou nos 36.000 km iniciais de operação do trem não devem ser computadas no cálculo de confiabilidade.
- Para que a verificação dos índices de confiabilidade seja válida, o Metrô seguirá os procedimentos do "Plano de Manutenção Preventiva" do Fabricante e seus Subfornecedores.
- Para efeito de cálculo, deve ser considerada a frota de trens e respectivos equipamentos e sistemas, funcionando durante 20 horas por dia, durante 30 dias por mês e o trem percorrendo em média 400 km/dia.
- O MKBF é a distância média, em quilômetros, acumulada em cada um dos carros entre uma falha e a subsequente em cada um dos sistemas dos trens.
- Na tabela 8 estão agrupados os equipamentos e componentes de cada sistema com os MKBF mínimo. A Contratada deve garantir o MKBF, igual ou maior aos valores de cada um dos sistemas do trem.
- Nenhum módulo individual deve apresentar MKBF inferior a 50.000 carro x Km.
- A disponibilidade mínima do trem deve ser de 99,9 %. O cálculo deve ser realizado conforme a disponibilidade inerente especificada na norma IEC 62278:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

- Os sistemas de comunicação (TCMS, SCT e RCTT) devem ser projetados com equipamentos de alta confiabilidade e níveis de redundância para garantir um nível de desempenho e uma disponibilidade de 99,998%.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 66 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

Tabela 8: Tabela MKBF

SISTEMA	MKBF (carro x km)
CAIXA (console de operação, salão de passageiros, bancos, fechaduras, limpador de para-brisa, janelas, etc.)	250.000
FREIO (unidade de comando de freio, unidade operante pneumático, unidade de anti-deslizamento e anti-patinação, freio de estacionamento, válvulas, mangueiras, etc.)	300.000
ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO (Reatores, inversores de emergência, instrumentação do console, velocímetro, odômetro, monitor de vídeo, anunciadores de falhas, mapa da linha, indicador de destino, etc.)	200.000
SUPRIMENTO ELÉTRICO (Sapatas, inversores auxiliares, conjunto coletor, disjuntores principais, inversores auxiliares, bateria, retificadores, conversor, painéis de comandos, chaves, botoeiras, fontes, etc.)	700.000
PROPULSÃO (equipamento de comando e controle, inversor de tração, motores de tração, contadores, chaves de manobra, etc.)	350.000
PORTAS (equipamento de comando, mecanismo de acionamento das portas e conjunto das folhas, etc.)	300.000
SUPRIMENTO DE AR (unidade compressora, unidade de tratamento de ar e painel de comando, etc.)	700.000
AR REFRIGERADO E CONTROLE - CLIMATIZAÇÃO (painel de comando e conjunto motor ventilador, motor compressor, etc.)	250.000
COMUNICAÇÃO (fontes, amplificadores e unidade de controle, etc..)	250.000
ACOPLAMENTO MECÂNICO E ELÉTRICO (engates, mangueiras, cabos de conexões jumpers)	1.500.000
TRUQUE (Estrutura, suspensões, rodeiros, redutores, mecanismo de freio)	750.000
SISTEMA DETECTOR DE DESCARRILAMENTO	2.000.000
SISTEMA TCMS	300.000
SISTEMA DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	250.000
SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DA FRISO DE RODA	500.000
GANGWAY (PASSAGEM ENTRE CARROS)	500.000
MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DE VIA	1.500.000

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 67 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.11 MATERIAL E MÃO-DE-OBRA

- Todos os materiais e componentes utilizados no projeto, fabricação dos carros e equipamentos devem ser de qualidade aprovada pelo Metrô, seguindo o conceito definido no item 1.5 desta especificação.
- Ensaio para determinação de qualidade devem ser executados nos materiais empregados para a fabricação dos carros, conforme especificado, e com a devida emissão de certificados.
- Para os materiais não indicados nesta especificação, o Metrô poderá solicitar, quando julgar conveniente, a execução dos ensaios que achar necessários para comprovação da qualidade do produto empregado.

1.11.1 Comportamento dos materiais ao fogo

Os materiais utilizados devem atender aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA – Code of Federal Regulations - Título 14 - Parte 25.853, FRA - Code of Federal Regulations" - Título 49 - Parte 238, UMTA - Urban Mass Transportation Administration, NF F 16-101 e NF F 16-102 ou EN 45545.

1.11.1.1 Resistência ao fogo e emissão de fumaça

- Todos os materiais utilizados no fornecimento dos trens devem ter características de chama não propagante, conforme norma ASTM E162 e densidade máxima de fumaça, conforme ensaio estabelecido nas normas ABNT NBR 9442 e ASTM E662.
- Os índices de propagação de chama e densidade máxima de fumaça devem ser menores que os valores definidos para cada material.

Tabela 9 - Características de resistência a fogo de diferentes materiais.

Material	Propagação de Chama (máx.) (Is)	Densidade Máxima de Fumaça (Ds)	
		1,5 min	4 min
Fibra de vidro e policarbonato: bancos novos, revestimento de paredes e tetos, divisórias, etc.	35	100	200
Madeira	35	100	200
Elastômeros	35	100	200
Melamina	35	100	200
Isolação Térmica e Acústica	25	-	100
Acrílico: Difusores de iluminação de materiais plásticos e outros	100	100	200

Nota 1: "Is" é o índice máximo de propagação de chamas conforme norma ASTM E162.

Nota 2: "Ds" é a densidade óptica de fumaça conforme norma ASTM E662.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 68 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.11.1.2 Níveis admissíveis de gases tóxicos

- a) As quantidades máximas de gases tóxicos liberados pelos materiais utilizados na fabricação dos carros devem ser comprovadas por ensaios e seus valores devem ser inferiores aos estabelecidas pela norma NF F 16-101 ou norma BSS 7239 (*Boeing Specification Support Standard*).

Tabela 10 - Níveis de gases tóxicos liberados conforme norma BSS 7239

Gases Tóxicos	Concentração. (máxima)
Monóxido de Carbono (CO)	3.500 ppm
Dióxido de Carbono (CO ₂)	90.000 ppm
Ácido Fluorídrico (HF)	100 ppm
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	100 ppm
Ácido Clorídrico (HCL)	500 ppm
Ácido Cianídrico (HCN)	100 ppm
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	100 ppm
Ácido Bromídrico (HBr)	100 ppm

- b) Todos os materiais e peças previstos no trem, só poderão ser usados após a aprovação dos ensaios pelo Metrô ou pelo seu representante.
- c) Os materiais utilizados devem atender aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA – *Code of Federal Regulations* - Título 14 - Parte 25.853, ou pela FRA - *Federal Railroad Administration* - Título 49 - Parte 238, ou ainda pela UMTA - *Urban Mass Transportation Administration* ou finalmente pela NF F 16-101 - Aplicação: "Sièges".
- d) Toda a mão-de-obra utilizada deve ser devidamente qualificada para cada tarefa a ser executada. Portanto, cada profissional deve ter conhecimentos teóricos e práticos suficientes para que possa exercer, a contento, a tarefa a ele designada, dentro da sua especialidade.

1.11.2 Exposição de materiais a intempéries

- a) Todos os equipamentos que estiverem no ambiente externo ao trem devem possuir em sua composição aditivo contra-ataques de raio ultravioleta de forma que não percam a cor, não apresentem opacidade e nem ressecamento.
- b) Para as borrachas (elastômeros), tampas de acrílico e peças resinadas que estejam expostas a intempéries, deve ser apresentado certificado de que atendimento aos testes de exposição acelerada de acordo com normas ASTM D750 ou outros testes similares.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 69 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

1.11.3 Identificação em Geral

- Os cabos ligados em um mesmo bome da régua de terminais devem ter a mesma identificação.
- As régua de terminais devem ter identificação em local visível e seus os terminais numerados.
- Nos equipamentos em que os níveis de tensão forem superiores a 220 Vca nominal, deve existir uma indicação visual com a seguinte alerta: "PERIGO ALTA TENSÃO", conforme norma IEC 61310.
- Nos equipamentos abaixo relacionados, deve ser previsto um espaço em local de fácil visualização, para instalação de uma plaqueta de identificação de uso exclusivo do Metrô, a ser fornecida nas dimensões de 1 x 20 x 75mm:
 - Motor de tração
 - Compressores de ar
 - Rodeiro/redutor (a plaqueta deve ser instalada no redutor)
- Todos os equipamentos sob estrado, chaves e torneiras devem estar identificados com identificação indelével e legível.

1.11.4 Painéis de Acabamentos e Assentos

- Os materiais dos acabamentos utilizados no projeto devem atender os requisitos abaixo.
- Devem ser consideradas como de peças de acabamento do trem, máscaras, saias da máscara, consoles, painéis de acabamento da cabeceira, laterais, coberturas, portas de acesso para armários e molduras para luminárias e assentos para passageiros.
- As peças podem ser fabricadas em dois processos a seguir descritos nos itens 1.11.4.1 e 1.11.4.2, entretanto a preferência é pelo processo moldado a pressão (Processo SMC - *Sheet Moulding Compound*) conforme item 1.11.4.2.
- A composição química das peças deve ter as seguintes proporções, além das cargas específicas: resina de Poliéster de 20 a 27% em peso, Fibra de vidro de 25 a 30% em peso, Carbonato de Cálcio de 40 a 50% em peso, mais os componentes tais como: alumina, pigmentos, desmoldantes e outros, de 3 a 5% em peso.

1.11.4.1 Moldados de Fibra de Vidro

- Para este processo de fabricação estão abrangidas as seguintes peças: máscara, saia da máscara, consoles, molduras de equipamentos, portas de armários e peças de acabamentos como painel e tampas.
- Todas as peças moldadas em fibra de vidro devem ser fabricadas com resina acrílica modificada ou resina insaturada de Poliéster, acrescida de Alumina trihidratada e manta de fibra de vidro com fibras finas (5µm de diâmetro). A peça deve ter no mínimo 25% do seu peso em fibra de vidro.
- Toda a resina de impregnação deve ser do tipo chama retardante e de alta resistência à absorção de umidade, sendo pigmentada na mesma tonalidade da cor do acabamento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 70 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- d) Todas as peças moldadas em fibra de vidro não devem ser pintadas, com exceção da máscara frontal do trem
- e) As cores dos acabamentos finais das faces expostas dos painéis de fibra de vidro devem ser obtidas com aplicações de "GEL COAT" pigmentadas nas respectivas cores. A camada de "GEL COAT" deve possuir uma espessura média de 0,25 a 0,50mm e deve ser de tipo chama não propagante.
- f) As cores devem ser homogêneas e sem manchas ao longo da superfície do material.
- g) O acabamento das superfícies visíveis das peças deve ser liso, livre de empenamentos, bolhas, marcas, trincas, porosidades ou riscos e devem ter seus cantos e extremidades arredondados (eliminação de cantos vivos).
- h) Não serão admitidas peças produzidas pelo método de fabricação "spray-up".
- i) A espessura mínima para todas as peças em fibra de vidro deve ser de 3 mm.
- j) A tolerância de planicidade das superfícies de peças de revestimento moldados em fibra de vidro deve ser de 1mm por metro.
- k) A Contratada deve apresentar amostras das peças moldadas na cor e na configuração final de acabamento ao Metrô para aprovação, antes do início da produção seriada. Para cada cor diferente de peça deve ser apresentada uma amostra.
- l) Não será aceita a fixação ou execução furos roscados diretamente nas peças moldadas em fibra de vidro.
- m) Todas as bordas dos painéis moldados em fibra de vidro devem ser impregnadas, estruturas com perfis metálicos em aço inoxidável para manter seu alinhamento.
- n) As estruturas dos bancos devem ser metálicas e impregnadas diretamente na capa do banco, distribuídas de forma que não ocorram concentrações de tensões nos pontos de apoio.
- o) As peças moldadas devem ser submetidas aos seguintes ensaios, conforme normas correspondentes:
- Absorção de umidade, ASTM D570;
 - Índice de propagação de fogo, ASTM E162;
 - Densidade óptica de fumaça, ASTM E662;
 - Intemperismo acelerado (verificação de coloração), ASTM G155.
- p) As peças de fibra de vidro, quando prontas e já com a camada de "GEL COAT" aplicada, devem possuir as seguintes propriedades mecânicas, conforme normas correspondentes:
- Impacto de 320J/m ASTM D256;
 - Flexão ($> 10,5\text{kg/mm}^2$), ASTM D790;
 - Tração ($> 7,2\text{kg/mm}^2$), ASTM D638;
 - Compressão ($> 9,6\text{kg/mm}^2$), ASTM D695;
 - Dureza Barcol (> 45), ASTM D2583.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 71 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- q) O revestimento interno dos carros deve ser feito de painéis de Poliéster reforçados com fibra de vidro, retardantes a fogo, altamente resistentes à abrasão, flexão, impacto, ação de agentes químicos e descoloração.
- r) Todas as peças moldadas com plástico reforçado com fibra de vidro devem ser fabricadas com resina acrílica modificada ou resina Poliéster insaturada, acrescida de 55 a 100% de Alumina Trihidratada (relativamente ao peso da resina) e mais 25 a 30% de manta de Fibra de Vidro (relativamente ao peso da resina já misturada com a Alumina Trihidratada). Fomece uma superfície de Classe A adequada para pintura. Este material também suportará as altas temperaturas associadas ao processo de pintura.
- s) As fibras de vidro impregnadas e dispostas em manta, tecidos ou fibras cortadas (comprimento de 25 a 50mm), não devem ter fios maiores do que 5 µm de diâmetro.
- t) As peças devem ser revestidas com gel coat, na cor indicada na programação visual do trem.
- u) Algumas peças de plástico reforçado com fibra de vidro possuem geometria complexa para a fabricação, o que dificulta a retirada da peça do molde sem marcas desta ação. Para estas peças poderá ser utilizada pintura sobre o “gel coat” ou a face exposta, desde que devidamente comprovado o problema de fabricação e aprovado pelo Metrô.
- v) Todos os cantos e extremidades das peças devem ser convenientemente arredondados (eliminação de cantos vivos).
- w) As superfícies acabadas devem ser lisas e devem estar isentas de escorrimentos, porosidades, trincas, riscos, bolhas, “cascas de laranjas”, manchas, marcas e todo e qualquer outro tipo de defeito ou falha.
- x) Não devem existir variações de tonalidade e brilho entre as peças de um mesmo lote ou de lotes diferentes. Para resistência de forma acelerada (principalmente resistência aos raios ultravioleta) o ensaio de intemperismo acelerado terá tempo de duração não inferior a 300 horas conforme a Norma ASTM G155.
- y) O fabricante do trem deve apresentar, para aprovação, amostras das peças moldadas na configuração final de acabamento, antes do início da produção seriada. Para cada cor diferente de peça deve ser apresentada uma amostra.
- z) Todos os pontos de fixação dos moldados de PRFV devem ser reforçados e ter elementos metálicos impregnados ou inserido na mesma para aumentar a vida útil e a resistência na sua fixação.
- aa) As peças moldadas, revestidas com o gel coat devem ser submetidas a ensaios de absorção de umidade, conforme a norma ASTM D570 (no máximo 0,8%), flexão conforme ASTM D790, índice de propagação de chama, densidade ótica de fumaça, auto extingüibilidade e concentração de gases tóxicos, conforme definido abaixo:
- bb) Os plásticos reforçados com fibra de vidro (Composite) e “Gel Coat” para revestimento devem atender ao item de auto extingüibilidade, conforme especificação FAA - *Code of Federal Regulations* – Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Parágrafo (a)(1)(ii) – “*molded and thermoformed parts*”, devendo atender tanto ao item Propagação de Fogo quanto ao item de Densidade Ótica de Fumaça, conforme especificação FRA - *Code of Federal Regulations* – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: “*Other vehicle components*”.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	72 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

Concentração de gases tóxicos (PPM Máximo): CO: 3.500, NOX: 100, SO₂+H₂S: 100, HCl: 500, HF: 200, HCN: 150.

- cc) Podem ser consideradas Normas equivalentes desde que comprovada a equivalência e que sejam previamente aprovadas pelo Metrô.

Tabela 11 - Requisitos mínimos mecânicos

Característica	Norma	Valor	Unidade
Peso/m ²	ISO 10352	4 ± 0,2	kg/m ²
Teor de Fibra de Vidro (em peso)	-	25 ± 2,0	%
Comprimento de corte da Fibra (mínimo)	-	25	mm
Reatividade (química)	-	100	S
Resistencia a Flexão	EN ISO 178	115	MPa
Módulo de elasticidade em flexão	EN ISO 178	8.000	MPa
Resistência ao impacto (Charpy)	EN ISO 179	50	kJ/m ²
Densidade	EN ISO 1183	1,98 ± 0,002	g/cm ³
Contração	DIN EN ISO 1183	± 0,05 ± 0,02	%
Poder Calorífico superior (PSC)	ASTM D5865	9x10 ³ (*)	kJ/kg
Reação ao Fogo	UNE 23727	M1 (*)	-
Emissão de fumaça e toxidade	NF F 16-101: 1988	F0(**)	-

(**) nos documentos de projeto, os valores de fogo e fumaça a serem atingidos devem estar indicados e estes valores podem ter pequenas variações.

1.11.4.2 Moldados a Pressão (Processo SMC - *Sheet Moulding Compound*)

- Moldados de plástico reforçado com fibra de vidro prensado ou injetado ("low density, paintable sheet molding compound"), com acabamento superficial Classe A, adequado para receber pintura de acabamento.
- Este processo de fabricação deve ser seguido para as seguintes peças: assentos de passageiros, painéis de acabamentos laterais, cabeceiras, tetos, portas de armários, consoles, molduras de equipamentos e outras peças de acabamento como painéis e tampas.
- O processo SMC (Sheet Moulding Compound), compostos termo fixos a base de resina poliéster, cargas minerais, cargas inertes, reforços de fibra de vidro, catalisadores, pigmentos e estabilizadores, agentes desmoldantes e espessantes e possui fortes propriedades dielétricas. Estes plásticos são reforçados moldados a quente (150° C), em molde de aço, por processos de compressão, transferência ou injeção.
- O SMC deve ser utilizado em peças maiores e que necessitem de resistência mecânica.
- O reforço de vidro deve estar na faixa de 10% a 60%, dependendo da resistência necessária e o comprimento da fibra de vidro deve estar entre 25 mm e 40 mm.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 73 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

Tabela 12 - Requisitos Mínimos Mecânicos do SMC

Característica	Norma	Valor	Unidade
Peso da chapa por m ²	ISO 10352	4 ± 0,2	kg/m ²
Teor de Fibra de Vidro (em peso)	-	>=30 ± 2,0	%
Comprimento de corte da Fibra (mínimo)	-	>=25	mm
Reatividade (química)	-	100	S
Resistência à flexão	ASTM D-790	MPa	300
Resistência à tração	ASTM D-638	MPa	120
Resistência à compressão	ASTM D-695	MPa	220
Módulo de elasticidade em flexão	EN ISO 178	8.000	MPa
Resistência ao impacto (Charpy)	EN ISO 179	50	kJ/m ²
Densidade	EN ISO 1183	1,98 ± 0,002	g/cm ³
Contração	DIN EN ISO 1183	± 0,05 ± 0,02	%
Dureza	ASTM D-2583	Barcol	45
Absorção de água	ASTM D-570	%	0,2
HDT # 18,6kg/cm ²	ASTM D-648	°C	204
Rigidez dielétrica	ASTM D-635	Kv/mm	13
Auto extinção			
Poder Calorífico superior (PSC)	ASTM D5865	9x10 ³ (*)	kJ/kg
Reação ao Fogo	UNE 23727	M1 (*)	-
Emissão de fumaça e toxidade	NF F 16-101: 1988	F0(**)	-
Resistência a UV	ASTM G155		
Resistência à descoloração	ASTM G155.		

(**) nos documentos de projeto, os valores de fogo e fumaça a serem atingidos deverão estar indicados e estes valores podem ter pequenas variações.

- f) Os produtos devem atender além da tabela acima as seguintes características:
- Acabamento superficial em todas as faces do produto permitindo pintura classe A;
 - Resistência a altas temperaturas e a vibração sob condições de calor e carga;
 - Permitir aplicação de insertos metálicos durante o processo de moldagem e ou injeção;
 - Resistência a "glow wire" de acordo com a IEC 695-2, com testes de fio incandescente e de chama da agulha. A amostra deve resistir ao teste do fio incandescente, não ocorrendo chama nem brilho na amostra. As chamas ou o brilho da amostra se apagam dentro de 30 segundos após a remoção do fio incandescente e se o algodão ou a base do papel não acenderem ou queimarem.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 74 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- g) Todas as peças devem receber o processo de limpeza com solvente ou com detergente alcalino para remover o agente desmoldante para não prejudicar a aderência da pintura de proteção e de acabamento.

1.11.5 Melaminas

- a) O uso de laminados de melamina deve ser evitado. Caso necessite do uso deste material, por exemplo na comunicação visual interna dos carros, o material deve ser do tipo auto extingível, resistente à flexão, à abrasão, ao impacto, à ação dos agentes químicos, a cigarros acesos e à descoloração.
- b) Os materiais laminados de melamina devem ser preferencialmente do tipo “Postforming” colado sobre uma chapa de alumínio com espessura mínima de 1,5 mm.
- c) Amostras de melamina de todos os tipos de peças que incorporem comunicação visual devem ser apresentadas para aprovação.
- d) Os ensaios devem ser realizados para comprovação das propriedades especificadas, conforme a norma ASTM E662 e ABNT NBR 9442.

1.11.6 Tintas, Pinturas e Cores

- a) A Contratada deve apresentar a descrição de todo o processo de pintura utilizado em sua linha de fabricação para aprovação do Metrô, incluindo a preparação da superfície.
- b) Todas as pinturas efetuadas nas peças metálicas devem utilizar preferencialmente o processo eletrostático.
- c) As cores internas e externas a serem aplicadas nos carros devem ser definidas pelo Metrô, onde a codificação das cores deve seguir a classificação indicada pelo Metrô em fase de projeto.
- d) A Contratada deve apresentar três conjuntos de amostras de cada tipo de pintura para análise e aprovação, sendo que a amostra aprovada servirá como padrão para aprovação das peças fabricadas em série.
- e) A verificação de tintas de uma mesma cor, provenientes de fabricantes diferentes, deve ser feita de acordo com a norma ASTM D1729.
- f) O método de ensaio para análise e aceitação de cores semelhantes será de acordo com a norma ISO 3668.
- g) As superfícies de materiais diferentes, em áreas expostas aos passageiros, pintadas com tintas de mesma cor, devem ser analisadas de acordo com a norma ISO 3668.
- h) O processo de pintura a ser utilizado deve garantir o atendimento dos seguintes requisitos e normas:
- Para peças em fibra e logomarca:
 - Resistência à névoa salina (horas)240 (norma ASTM B117)
 - Resistência a SO² (Rondas)3 (norma DIN 50018)

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 75 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- Resistência a 100% umidade relativa (horas)..... 480 (ASTM D2247)
 - Resistência a Q.U.V. artificial (horas)..... 42 ciclos de 8 horas (ASTM G154)
 - Aderência.....GR 1 (ABNT NBR 11003)
 - Dureza Sward (oscilações)..... 40 (ASTM D2134)
2. Para peças metálicas:
- Resistência à névoa salina (horas)..... 240 (ASTM B117)
 - Resistência a SO² (rondas).....3 (DIN 50018)
 - Resistência a 100% de umidade relativa (horas). 480 (ASTM D2247)
 - Aderência.....GR1 (ABNT NBR 11003)
- i) Os ensaios devem ser realizados 7 dias após a aplicação da tinta. Durante esse período, as placas devem ser mantidas na condição de 25±1°C temperatura e 55±5% de umidade relativa do ar.
- j) As amostras para testes devem ser constituídas do mesmo material base que será utilizado para constituir a peça de produção. A preparação superficial da amostra deve ser a mesma aplicada às peças de produção.
- k) As superfícies pintadas devem apresentar uma aparência uniforme, livre de quaisquer defeitos provenientes da tinta, do material base ou do processo de pintura.

1.11.7 Elementos de Fixação

- a) Todos os elementos de fixação em aço carbono devem ser protegidos através de processo de zincagem por imersão a quente com espessura mínima de 40 micra e resistir no mínimo a 240h de teste “salt-spray”, conforme a norma ASTM B117, enquanto que a Resistência a SO₂ deve estar acordo com a norma DIN 50018 - KFW 1,0S.
- b) Todos elementos de fixação utilizados no acabamento devem ser fabricados em aço inoxidável atendendo aos requisitos de resistência a corrosão conforme norma ISO 3506-1.
- c) Todos os parafusos estruturais devem ter a indicação da classe de resistência estampada na cabeça, conforme normas DIN respectivas a cada tipo de parafuso.
- d) Todos os parafusos e/ou quaisquer elementos para fixação de peças de aço inoxidável, devem ser de material compatível com o aço inoxidável ou tratados de maneira a evitar corrosão eletrolítica.
- e) Quando solicitado, os elementos de fixação devem ser ensaiados para comprovação da classe de resistência indicada, conforme a normas, ISO 8992, ISO 898-1.
- f) Todas as porcas utilizadas devem ser do tipo auto travantes, exceto quando for especificado o contrário.
- g) Todas as porcas devem atender à norma ISO 898-2

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 76 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- h) As porcas em aço inoxidável devem atender aos requisitos de resistência a corrosão conforme norma ISO 3506-2.
- i) Quando necessário poderão ser utilizados elementos auxiliares para fixação tais como: arruelas lisas, de pressão entre outras. Não será permitido o uso de carrapichos, velcros ou parafusos sob bucha plástica para fixação.

1.11.8 Juntas

- a) Todas as montagens executadas entre peças que compõe os equipamentos dos carros devem ser perfeitamente ajustadas e as juntas convenientemente tratadas ou adaptadas, de forma a manter uma união perfeita sem interferir na intercambiabilidade das peças.
- b) Todas as juntas de vedação utilizadas devem ser manufaturadas em EPDM, nitrílica ou borracha neoprene, de acordo com o local e a utilização.
- c) As superfícies de contato entre peças de materiais distintas devem ser devidamente protegidas para evitar a corrosão eletrolítica.
- d) Em qualquer montagem de componentes justapostos, as superfícies de contato devem ser convenientemente limpas.
- e) Em qualquer montagem entre elementos que não sejam de aço inoxidável, as superfícies de contato devem estar devidamente protegidas com uma camada de tinta.

1.11.9 Peças Fundidas

- a) As peças fundidas consideradas de segurança devem ser submetidas a ensaios para comprovação da sua qualidade, propriedades mecânicas e metalográficas, por ultrassom, radiografia ou por outros meios aprovados pelo Metrô.
- b) As ligas metálicas utilizadas para fundição das peças devem seguir os requisitos de suas respectivas normas de referência.
- c) Certificados de análise química e características mecânicas devem ser emitidos para cada lote de fabricação de todas as peças fundidas.

1.11.10 Soldas

- a) Todas as soldas devem ser executadas por soldadores qualificados e em conformidade com os parâmetros definidos nas especificações de soldagem definidas em projeto.
- b) A qualificação dos soldadores e as especificações de soldagem devem seguir as normas da AWS ("American Welding Society"), ASME ("American Society of Mechanical Engineers") ou normas EN equivalentes.
- c) O processo de qualificação dos soldadores deve ser acompanhado por inspetor qualificado e certificado externo à Contratada. Devem ser emitidos laudos da qualificação dos processos e soldadores conforme as normas especificadas na CS.
- d) O Metrô poderá requerer, sem quaisquer ônus, teste de solda, de soldadores ou solicitar informação sobre o tipo de solda utilizada na fabricação do carro, ou mesmo quando julgar

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	77 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

questionáveis os processos em relação aos procedimentos e recomendações indicadas pelas normas.

- e) A Contratada deve apresentar uma lista de juntas críticas de solda em componentes estruturais da caixa e do truque que serão inspecionadas segundo um procedimento a ser definido durante a fase de projeto.
- f) Os metais de adição empregados devem ter certificados de análise química emitidos por bitola e por lote. Devem, ainda, ser realizados ensaios para verificação da análise química do material depositado, conforme as normas “AWS” ou normas EN equivalentes.
- g) Para todos os tipos de união com cada tipo de solda a ponto deve ser efetuado um teste prévio de soldagem em corpo de prova que, em seguida, será submetido a ensaio de tração até a ruptura, conforme a norma SAE AMS-W-6858. Caso o valor obtido no ensaio seja inferior ao especificado, os parâmetros de soldagem (corrente, tempo e pressão de contato) serão novamente regulados e um novo ensaio deve ser executado.

1.11.11 Borrachas

- a) Todas as partes em borracha, exceto onde não seja especificado, devem ser fabricadas em Neoprene ou EPDM de maneira que tenham um desempenho satisfatório, de acordo com a norma ASTM D573 - Resistência ao Calor (100°C por um período mínimo de 70 horas).
- b) Todas as borrachas empregadas no trem devem ser classificadas e ensaiadas, conforme a norma ASTM D2000 ou outras normas internacionalmente reconhecidas.
- c) Os componentes resilientes (borracha, poliuretano e outros) utilizados nos truques, como batentes, molas ou acoplamentos devem ser especificados para durabilidade compatível com a revisão dos componentes do truque.
- d) As características mecânicas, os requisitos de ensaios a serem realizados e os gráficos de cargas vs deformação desses componentes devem ser fornecidos para aprovação do Metrô.

1.11.12 Reservatórios - Características Construtivas

- a) Os reservatórios devem ser fabricados segundo a norma específica para aplicação ferroviária, conforme AAR, UIC ou EN em alumínio, aço inoxidável ou aço carbono com proteção contra corrosão tanto externa como interna para uma vida útil mínima de 20 anos, conforme previsto na norma S-494 da AAR, além de atender aos requisitos da Norma Regulamentadora nº 13 – NR 13.
- b) Os reservatórios devem ter na sua parte inferior orifício com rosca para montagem de válvula ou bujão para dreno, além de estar equipados com válvula manual para drenagem, exceto o reservatório do freio que deve possuir bujão.
- c) Os reservatórios devem ser testados (teste hidrostático) quanto a integridade estrutural a uma pressão mínima equivalente a 3 vezes a pressão máxima do sistema e quanto ao vazamento, conforme o teste pneumático da norma ASME VIII Div. 1 (UG100).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 78 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

1.11.13 Policarbonato

- O policarbonato das janelas e janelas das portas do salão de passageiros deve ter espessura mínima de 8 mm, ser resistente à abrasão e aos raios solares com garantia mínima de 10 anos.
- A serigrafia aplicada no policarbonato não deve permitir que ocorra o seu descolamento em função de raios solares, devendo garantir uma boa ancoragem da tinta sobre a superfície aplicada, conferindo uma boa aderência e acabamento final.
- O policarbonato deve ser protegido com “hardcoat” nas duas faces para conferir uma propriedade adicional de aumento da dureza superficial, protegendo-o contra vandalismo.
- Todas as janelas e janelas das portas com o policarbonato devem ter uma película antivandálica de múltiplas camadas, aplicado pelo lado interno do salão.
- O adesivo para fixação da película não deve reagir com o policarbonato e nem propiciar a formação de bolhas entre as partes.
- A película assim como o adesivo deve ser de qualidade comprovada e com certificado.

1.11.14 Vidros

- Todos os vidros devem ser de segurança do tipo laminado, duplo, não estilhaçáveis, transparentes, com uma membrana plástica interlaminar (butyral de polivinil) resistentes a radiações ultravioletas.
- A camada externa do vidro deve ter módulo de ruptura de pelo menos 83 Mpa.
- Os vidros devem estar em conformidade com a norma ABNT NBR 9491, sendo a espessura mínima de 7 mm. Em aplicações específicas, poderão ser exigidas espessuras superiores.
- Todas as janelas e janelas das portas com vidro devem ter uma película antivandálica de múltiplas camadas, aplicado pelo lado interno do salão, que também forneça proteção contra riscos no vidro.
- O adesivo para fixação da película não deve reagir com o vidro e nem propiciar a formação de bolhas entre as partes.
- A película assim como o adesivo deve ser de qualidade comprovada e com certificado.

1.11.15 Equipamentos e Componentes eletrônicos

- No projeto, construção e montagem dos equipamentos eletrônicos, devem ser utilizados cartões de circuito impresso ou unidades modulares.
- A substituição de um módulo ou cartão por outro deve ser executada com a máxima facilidade e rapidez, empregando-se de conexão por encaixe (conector).
- Deve ser prevista trava mecânica para fixação do cartão ou módulo no equipamento.
- O leiaute dos componentes e equipamentos eletrônicos (inclusive os circuitos de potência), deve ser desenvolvido de modo que a substituição de qualquer componente e o acesso aos pontos de teste ou de ajustes, sejam efetuados sem que haja necessidade de desmontagem de parte ou de todo o equipamento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 79 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- e) No projeto dos equipamentos eletrônicos, devem ser consideradas as recomendações de funcionamento da norma IEC 60571 ou EN 50155.
- f) Os equipamentos eletrônicos devem ser protegidos contra a rádio interferência gerados no trem ou externamente.
- g) A remoção de qualquer equipamento eletrônico deve ser possível sem a necessidade de cortar os terminais dos cabos que os conectam.
- h) Os equipamentos e módulos devem ter um ponto de acesso externo para permitir a sua conexão com o aterramento.
- i) Todos os componentes devem ser selecionados para suportarem as condições de trabalho, notadamente superiores aos máximos estabelecidos em projeto, atendendo a Norma MIL STD-883.

1.11.16 Conectores

- a) Os conectores de interligação dos equipamentos devem ser de uso comprovado em aplicações ferroviárias, conforme os requisitos de normas ABNT ou IEC.
- b) Os conectores montados em chicotes de cabos devem ser providos de travas mecânicas.
- c) Os conectores montados próximos a outros devem ter travas mecânicas ou formatos diferentes para evitar erro de conexão.
- d) Os conectores para cartão de circuito impresso devem ser do tipo macho-fêmea, em liga de cobre, com tratamento e proteção superficial em ouro.
- e) Todos os conectores para cabos “Jumpers” de sinais de comando e de dados entre carros devem ser acoplados através de terminais que suportem as vibrações do carro e do cabo, devendo possuir proteção IP 68 conforme norma IEC 60529.
- f) Os pinos, lâminas e/ou receptáculos dos conectores para contatos elétricos devem ser fabricados em ligas de cobre com proteção superficial, revestidos com camada de ouro. Para conectores de cabos de sinais, dados e comandos, deve ser utilizada mola de aço inox, enquanto os conectores de baixa tensão em geral devem ser revestidos de prata com mola em aço inox.
- g) Os conectores para fibra ótica ou outros tipos de conectores devem ter a aprovação do Metrô.
- h) Todos os conectores utilizados nos equipamentos devem ter uma reserva mínima de conexões de 20 %, exceto os conectores dos cartões do circuito impresso.
- i) O comprimento dos chicotes de cabos deve ser suficiente para evitar alta rigidez e provocar danos ao conector.
- j) Todos os conectores devem ser ensaiados mecânica e eletricamente (Tipo e Rotina).
- k) Os conectores utilizados nas interligações dos módulos ou cartões de circuito impresso devem possibilitar um número igual ou maior a 1000 (mil) ciclos de inserção, sem que sejam alteradas suas características mecânicas e elétricas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 80 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

1.11.17 Instalação Elétrica

- A cablagem sob alimentação de alta tensão não deve ser colocada no mesmo eletroduto dos condutores de comando, controle e serviços auxiliares.
- Toda a fiação deve ser colocada em eletrodutos, calhas ou bandejas.
- As extremidades abertas, de qualquer eletroduto que atravesse o assoalho do carro, devem ficar pelo menos 20 mm acima dele, convenientemente vedadas, inclusive no piso.
- Todas as calhas, eletrodutos rígidos e bandejas devem ser metálicos, convenientemente aterrados e fixados com abraçadeiras metálicas apropriadas.
- Os eletrodutos e conduítes flexíveis poderão ser de material termoplástico, porém sem emendas, devendo atender aos requisitos do item 1.10 desta especificação.
- A fixação destes eletrodutos e conduítes devem ser através de abraçadeiras metálicas apropriadas e intercaladas com abraçadeiras plásticas.
- A entrada e a saída dos cabos nas caixas de passagem e junção e dos equipamentos devem ser feitas de forma adequada com conectores apropriados para evitar danos aos condutores e propiciar vedação contra água e poeira.
- As régua terminais devem ser de materiais auto extingüível e não higroscópico, identificadas e com seus respectivos terminais numerados.
- Toda régua terminal com mais de 5 bornes deve possuir uma reserva de 20 % do total de sua utilização de projeto.
- Não será permitida a conexão de mais de dois cabos no mesmo encaixe da régua terminal.
- Todos os cabos ou conjuntos de cabos devem ser fixos nas calhas ou bandejas através de abraçadeiras metálicas apropriadas intercaladas com abraçadeiras plásticas. Em nenhuma hipótese os cabos devem ser suspensos ou fixos pelos conectores.

1.11.18 Fios e Cabos

- Toda a cablagem de potência ou cabos que estejam sob potencial da rede de alimentação devem ser de classe de isolamento de 1.000 V ou superior.
- Os cabos devem ser ensaiados conforme a norma NBR-7286 ou equivalente.
- Toda a cablagem de comando deve ter isolamento de 600 V eficaz ou superior. É proibida a execução de emendas nos condutores instalados nos carros.
- Todos os cabos de alimentação (alta ou baixa tensão) devem ser protegidos por fusíveis ou disjuntores.
- Toda a fiação do carro deve ser de cobre eletrolítico estanhado, com isolamento isenta de halogênio, resistentes ao ozônio, óleo, raios solares e luz artificial, graxa, chama não propagante com baixo índice de emissão de fumaça, baixo índice de toxidez, baixo índice de oxigênio e que suportem temperaturas de 120°C, de acordo com as normas IEC 60332, IEC 61034, IEC 60754-2, EN50264 e EN50306.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 81 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) Não é permitida a utilização de fiações, dentro dos equipamentos, com isolação que não atendam às especificações acima descritas.
- g) Deve ser previsto uma reserva de 10 % nas conexões dos cabos “trainlines”.
- h) Ensaios que devem ser realizados:
- Verificação dimensional (rotina);
 - Ensaio de tensão suportável (rotina);
 - Propagação de chama (rotina);
 - Ensaio de emissão de fumaça (tipo);
 - Imersão no óleo (tipo);
 - Ensaio de emissão de gases tóxicos (tipo);
 - Envelhecimento ao ar (tipo);
 - Resistência a ozona (tipo).

1.11.18.1 Instalação interna

- a) Instalação interna é o conjunto de fios, cabos e acessórios instalados em local abrigado no interior dos carros, bem como os fios e cabos instalados sob o estrado, quando protegidos por conduítes e caixas, sem partes expostas.
- b) Os conduítes flexíveis, de uso comprovado em aplicações similares, devem ser montados através de conectores próprios com material classificado dentro da norma contra fogo, fumaça e toxidez.
- c) As calhas, canaletas, conduítes rígidos devem ser de alumínio, aço inoxidável ou aço galvanizado devem ser convenientemente aterrados.
- d) Os conduítes rígidos de alumínio ou de aço galvanizados devem ser convenientemente aterrados e suas fixações devem ser por abraçadeiras metálicas de aço inoxidável ou de aço galvanizado.
- e) As canaletas e calhas metálicas devem ser em alumínio, aço inoxidável ou aço galvanizado e devem ser convenientemente aterradas.
- f) Os cabos, quando lançados nas calhas ou canaletas, devem estar convenientemente fixados por abraçadeiras metálicas com proteção e por cintas plásticas.
- g) Todos condutores devem ser do tipo flexível, de classe 5, conforme norma NBR-NM-280 ou IEC 60228.
- h) Todos os cabos devem ser identificados por gravação clara e indelével, de acordo com as normas NBR ou normas internacionais aplicáveis.
- i) Os condutores singelos devem ter a área de cobre igual ou superior a 1,5mm².
- j) Os cabos com mais de dois condutores, blindados ou não, trançados ou não, não devem ter condutores com bitola inferior a 1,0 mm². A utilização de cabos com condutores de bitolas

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	82 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

inferiores a 1,0 mm², para comunicação de dados digitais entre equipamentos deve atender a norma ferroviária para o tipo de aplicação.

1.11.18.2 Instalação exposta

- Instalação exposta é toda a fiação, cablagem ou acessórios externos à caixa do carro que não é protegida totalmente por conduítes ou caixas. Toda a fiação externa à caixa do carro que seja instalada em canaleta ou bandeja aberta será considerada exposta.
- Os conduítes flexíveis, de uso comprovado em aplicações similares, devem ser montados através de conectores próprios de material, classificados dentro da norma contra fogo, fumaça e toxidez e não devem ter emendas.
- A fixação dos conduítes deve ser através de abraçadeiras metálicas com proteção.
- Os conduítes rígidos de alumínio ou de aço galvanizado devem ser convenientemente aterrados e suas fixações devem ser através de abraçadeiras metálicas de aço inoxidável ou de aço galvanizado.
- As canaletas e calhas metálicas devem ser de aço inoxidável ou aço galvanizado e devem ser convenientemente aterradas.
- Os condutores, utilizados para ligações onde exista movimento relativo entre as partes, devem ser do tipo extra flexível, classe 5 ou superior, conforme a norma NBR-NM-280 ou IEC 60228.
- Os cabos, quando lançados em calhas ou canaletas, devem estar convenientemente fixados por abraçadeiras metálicas com proteção e por cintas plásticas.
- Toda a cablagem exposta deve ser amarrada convenientemente na estrutura do carro através de abraçadeiras, evitando que a mesma oscile com a movimentação do trem.
- Os condutores singelos não devem ter bitola inferior a 1,5mm².
- Os cabos com mais de dois condutores, blindados ou não, trançados ou não, não devem ter bitola inferior a 1,0mm².

1.11.19 Disjuntores Termomagnéticos

- Os disjuntores termomagnéticos devem ser resistentes a vibração e choques com grau de proteção adequado contra pó.
- Os disjuntores devem ser aplicados em todos os circuitos de alimentação em baixa tensão e não devem ser utilizados como chave de energização de equipamentos.
- O desarme dos disjuntores deve ser sinalizado na Interface Homem-Máquina (IHM) na tela de falha do trem.

1.11.20 Relés

- Os relés devem ser do tipo robusto, montados sobre soquetes.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	83 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- b) A fiação do carro poderá ser ligada ao soquete do relé através de terminais do tipo "fast on", por meio de parafusos sobre um terminal tipo olhal ou soldada e protegida por "espaguete" termo retrátil.
- c) A instalação dos relés nos carros deve obedecer aos seguintes requisitos:
- os relés não devem ser montados em locais sujeitos a vibrações, além das já existentes na caixa do carro;
 - deve ser colocada uma alça de segurança que prenda o relé ao soquete;
 - não devem ser utilizados relés do tipo palheta ("reed"), exceto quando estejam instalados em circuitos com corrente máxima de curto-circuito controlada eletronicamente;
 - a estrutura mecânica e os contatos dos relés devem ser adequados à execução superior a um milhão de operações com a carga do circuito comandado, sem a necessidade de manutenção;
 - todos os relés devem ser providos de capa plástica de proteção mínima IP40.
- d) Ensaio conforme a norma IEC 60077:
- ensaio funcional;
 - tensão suportável;
 - elevação de temperatura (seca e úmida);
 - vibração e choque.

1.11.21 Chaves Comutadoras e Botoeiras

- a) As chaves comutadoras e botoeiras devem ser do tipo robusto, com bom acabamento e com coloração indicada pelo Metrô.
- b) A fixação das chaves e botoeiras deve garantir que não exista movimento dos respectivos corpos durante o acionamento.
- c) A durabilidade mecânica das chaves e a vida útil dos contatos não devem ser inferiores a um milhão de operações.
- d) Todas as chaves de utilização operacional devem ser identificadas pelo nome de sua função operacional e devem ser aprovados pelo Metrô, na fase de projeto.
- e) As chaves utilizadas para a função de isolamento operacional (como portas e freio de serviço) devem ser de comutação segura, ou seja, que não permita a parada em posição intermediária e que garanta a abertura dos contatos.
- f) Os seguintes ensaios devem ser realizados:
- ensaio funcional;
 - tensão suportável;
 - elevação de temperatura (seco e úmida);

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 84 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- vibração e choque.

1.11.22 Motores Auxiliares de Indução

- Os motores auxiliares do carro devem ser de indução, do tipo gaiola, trifásicos e para tensão e corrente alternada, com frequência de 60Hz.
- Todos os motores devem ser blindados, dotados de mancais com S de vida nominal calculada mínima de 40.000 h e ter proteção igual ou superior IP 55.
- Condições de serviço a que o motor estará sujeito:
 - altitude inferior a 1.000m;
 - exposição a poeira abrasiva e condutora;
 - exposição a choques e vibrações existentes na caixa do carro;
 - funcionamento contínuo, com exceção do motor do compressor, que terá funcionamento intermitente.
- Os enrolamentos dos motores de indução devem ter isolação igual ou superior a classe H.
- Os seguintes ensaios devem ser realizados:
 - elevação de temperatura (tipo);
 - rendimento (tipo);
 - fator de potência (tipo);
 - tensão suportável (rotina);
 - desempenho (rotina).
- Todos os ensaios, métodos de ensaios, características mecânicas e elétricas devem estar de acordo com as normas NBR 5383 ou normas internacionais aplicáveis.

1.11.23 Fusíveis

- O nível máximo de corrente de curto-circuito esperado no sistema de terceiro trilho é de 70 kA, valor para o qual deve ser dimensionada a capacidade de interrupção dos fusíveis diretamente energizados por este sistema.
- A Contratada deve fornecer certificados que comprovem que os fusíveis utilizados nos circuitos de alta-tensão preenchem os requisitos exigidos na IEC 60077 e IEC 60269-1.
- A capacidade de interrupção do fusível de alta tensão deve atender todos os níveis de corrente e impedância (L/R) inerentes ao sistema, mesmo quando houver uma eventual sobrecarga decorrente de uma falha do disjuntor ou contator.
- O ensaio de fusíveis para 750 Vcc deve ser realizado com 1150 Vcc.
- A capacidade de interrupção dos fusíveis de circuitos em corrente alternada deve atender todos os níveis de corrente e fatores de potência inerentes ao sistema nas situações de falhas, energização, etc.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 85 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- f) Os fusíveis a serem instalados nos circuitos de tensão inferior a 600 V devem obedecer às normas ABNT aplicáveis.
- g) A fixação dos fusíveis em seus respectivos porta-fusíveis deve ser efetuada por terminais do tipo faca ou através de parafusos, não sendo permitidas fixações do tipo rosqueada.

1.11.24 Aterramento

- a) Todas as caixas, painéis, motores e equipamentos elétricos em geral devem ser convenientemente aterrados à caixa do carro por cordoalha flexível de cobre estanhado.
- b) As conexões devem ser tratadas para garantir um bom contato quando o local não for de aço inoxidável.
- c) Toda a fiação de corrente alternada (380 e 220 Vca) e de corrente contínua em tensão de bateria deve possuir apenas um ponto de aterramento na caixa do carro.
- d) Deve haver um cabo de interligação entre carros para garantir a continuidade de aterramento das caixas dos carros, bem como possíveis correntes de retorno provenientes dos carros interligados por cabos de potência em 750 Vcc.
- e) A conexão dos terminais de retorno de corrente com a caixa do carro deve possuir uma peça de secção quadrada com área superior a área do terminal a ser conectado. Esta peça deve ser de cobre eletrolítico estanhado com furo passante para fixação do terminal na estrutura do carro através de parafuso.

1.11.25 Fechaduras e Chaves

- a) Todas as fechaduras e chaves operacionais a serem utilizadas nos carros, bem como o acionamento das chaves elétricas especiais, devem ser do tipo padrão Metrô.
- b) Todos os painéis e tampas de uso da operação devem ser providos de fechaduras do tipo padrão Metrô.
- c) Os desenhos técnicos das fechaduras e chaves padrão Metrô serão fornecidos pelo Metrô na fase de projeto
- d) Nome (tipo) e a posição das fechaduras devem ser aprovadas pelo Metrô na fase de projeto.
- e) Todas as fechaduras elétricas e mecânicas, devem estar equipadas com um dispositivo do tipo catraca que permita o posicionamento (curso de giro) da chave em dois estados (aberto / fechado; ligado / desligado; entre outros). O intervalo entre os estados deve possuir um ângulo de giro da chave de 90°.
- f) Este dispositivo deve ser robusto, estável, confiável e à prova de acionamento indevido.
- g) A chave somente poderá ser retirada nas posições de início e fim de curso. O dispositivo deve ser capaz de reposicionar (bloco de contatos ou válvulas) para um dos estados e nunca permitir uma parada em posição intermediária, instável ou indevida.
- h) As fechaduras elétricas devem ser as seguintes:
- Tipo S, curta, sem pino de retenção da chave a ser aplicado em painel de uso geral para Chave de Energização Geral

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 86 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- Tipo S, normal, com pino de retenção da chave a ser aplicado em painel para chave de derivação de portas, onde a chave somente poderá ser removida na posição não acionada.
- i) As fechaduras mecânicas devem ser as seguintes:
 - Tipo B, curta, sem pino de retenção da chave e com lingueta para aplicação geral como nas portas dos armários, painéis, sancas, tampas, chave de serviço, etc.,
 - Tipo B, curta, sem pino de retenção da chave, sem linguetas e com adaptador para aplicação em dispositivos como bloco de contatos ou válvulas pneumáticas.
- j) Para cada tipo de fechadura utilizada, deve ser realizado um teste cíclico de acionamento com carga com no mínimo 50.000 ciclos simulando abertura e fechamento da fechadura sem que ela perca a funcionalidade.
- k) A chave tipo padrão Metrô deve possuir as especificações conforme DE-1.86.01.00/500-007.

1.11.26 Revestimento do Piso

- a) O revestimento do piso, com espessura maior que 2,5mm, deve ser à base de material composto de multicamada, reforçado com fios de fibra de vidro.
- b) A Contratada deve apresentar proposta de cores e padrões de acabamento para análise e aprovação do Metrô durante o projeto executivo.
- c) As junções devem ser adequadamente unidas por meio de soldagem termoplástica, possuindo estanqueidade suficiente para resistir a limpeza mecanizada e a jatos de água, sem que ocorra permeabilidade de água sob as mesmas.
- d) O revestimento do piso deve ser livre de componentes de amianto, halógenos e policloreto de vinila (PVC).
- e) O material de revestimento do piso deve atender pelo menos os seguintes requisitos:
 - resistência à chama, fumaça e toxidez conforme as normas DIN 5510 > SF3, EN 45545, NF F 16-101 > M2F2, NFPA 130 e ASTM E648;
 - ponta de cigarro conforme as normas DIN 51961 e EN 1399;
 - resistência à abrasão e desgaste 300±50mg conforme normas ISO 9352, DIN 53516 e ≤180 mm³ pela norma ISO 4649 - Procedure A - carga 5N;
 - estabilidade dimensional ≤ 0,20 % pelas normas ASTM D 1204 e EN 434;
 - descoloração ≥6 conforme as normas ISO 4892-2, ISO 877/76, ISO 4582/80 e ASTM D 4459,
 - resistência a escorregamento conforme norma ASTM D 2047 e classe R9 pela DIN 51130 e resistência a escorregamento seco e molhado (teste TRRL e Four S) de acordo com as normas NF P 90 106 & BS 6677;
 - deformação Residual (Residual Indentation) < 0,15mm conforme a norma EN 433;
 - flexibilidade Ø20mm – sem fissuras ou trincas conforme a norma EN 435;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 87 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- ataque a substâncias químicas conforme as normas EN 423 e DIN 51958
 - Fluxo crítico radiante: conforme especificação da Federal Railroad Administration (FRA) - Code of Federal Regulations - Título 49 - Capítulo II - Parte 238.603 Apêndice B - Categoria: "Other Vehicle Components" - Função: "Floor covering";
 - Dureza: maior que 85 Shore A, conforme ISO 7619;
- f) Todos os ensaios devem ser executados conforme as normas especificadas.

1.11.27 Encanamentos e Mangueiras para Ar Comprimido

- a) Toda a instalação deve estar em conformidade com o padrão AAR S-401, onde tubos de aço inoxidável sem costura, com conectores de compressão à prova de vazamentos devem ser utilizados.
- b) As ligações soldadas nos encanamentos devem estar em conformidade com o padrão ANSI/ASME B31.1.
- c) As mangueiras devem ser fabricadas em borracha sintética ou nylon reforçado, obedecendo os padrões de teste da norma ASTM D380, ASTM D471 e ASTM D1149. Estes materiais devem ser resistentes ao ataque de ozônio, umidade, graxa, óleo, luz solar e artificial, detergentes, solventes, etc.
- d) Os terminais das mangueiras e componentes metálicos devem ter uma proteção superficial contra a oxidação resistente e a ação mecânica, superfície do tipo zincado bicromatizado ou do tipo níquel químico, com resistência mínima de 240h em névoa salina segundo a norma ASTM B117, e ser resistente (3 Rondas) à SO² segundo a norma DIN 50018.
- e) As mangueiras, conexões e terminais devem ser fabricadas para uma vida igual ou superior a 15 anos nas condições de operação previstas nessa especificação.
- f) As conexões de compressão devem ter dupla vedação e resistir, no mínimo, 5 vezes a pressão de trabalho, sem ocasionar rompimento ou fissuramento, mesmo quando submetidas a vibrações e oscilações normais de trabalho e, em hipótese alguma poderão apresentar vazamento de ar.
- g) Para melhorar a flexibilidade, as mangueiras devem ser ligadas por meio de "crimpagens" e testadas, conforme norma AAR M-601.

1.11.28 Lubrificantes

- a) Os lubrificantes tipo óleo e graxa a serem utilizados nos componentes do trem devem ser do tipo sintético puro de alta performance com base de Poli Alfa Olefina, com aditivo de micro-polimento de superfície.
- b) O óleo do redutor deve ter um nível de limpeza típico ISO 4406.
- c) A Contratada deve sugerir 3 fabricantes de cada lubrificante, informando também lubrificantes equivalentes preferencialmente de fornecedores nacionais.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 88 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

1.11.29 Painel do Contra Piso

- O painel do contra piso poderá ser um laminado composto de um revestimento decorado colado sobre uma estrutura de espuma leve termo endurecida e reforçado com fibra. Este piso integrado poderá ser colado diretamente sobre a estrutura do piso do veículo com aplicação de um adesivo flexível de alto desempenho.
- As junções entre os painéis do contra piso devem ser de 5 mm e devem ser preenchidas com uma massa de silicone antiaderente envolto com um selante flexível colorido.
- Este painel deve ter espessura mínima de 12 mm e densidade de 13 kg/m² e deve atender a norma NF P92 507 quanto a resistência ao fogo com classificação M2 e desenvolvimento de fumaça NF F16-101 com classificação F1, padrão FST de acordo com EN 45545-2 R10 com classificação HL3, Densidade óptica Ds Max 145 de acordo com EN ISO 5659-2, absorção de água menor que 0,90% em 48h, índice de toxicidade ITCG ≤0,02 conforme EN ISO 5659-2, geração de gases tóxicos de acordo com a Norma Boeing BSS 7239 e Densidade óptica específica de fumaça de acordo com ASTM E662.
- O painel do contra piso poderá ser também em SMC (Sheet Moulding Compound) descrito abaixo, podendo ser uma das alternativas permitidas.
- O painel, com no mínimo de 12 mm de espessura, consistirá em SMC (Sheet Moulding Compound) obtido pressionando e processo de calor. A face superior deve apresentar um acabamento apropriado para facilitar a aderência do revestimento do piso.
- O SMC deve ser composto de 20-27% de resina de poliéster insaturado, 25-30% de fibra de vidro e 40-50% de enchimento (carbonato de cálcio) e 3-5% de componentes de baixo perfil.
- O painel deve ter uma estrutura simétrica em relação ao plano mediano e paralelas às faces.
- Os cortes das bordas devem ser limpos, sem rebarbas ou farpas, contínuos e esquadrejados com faces.
- As peças devem ter o tempo e o grau de cura necessário garantir a estabilidade dimensional ao longo da vida útil das peças.

Tabela 13 -Características técnicas do contra piso

CARACTERISTICA	VALOR	UNIDADE	NORMA
Densidade Relativa	1,74	g/cm3	ASTM D 792
Absorção de água	0,26	%	ASTM D 570
Resistencia a flexão	15,7	kg/mm2	ASTM D 790
Resistencia a tração	8,5	kg/mm2	ASTM D 638
Rigidez dielétrica	19	kV/mm	ASTM D 149 ASTM D 229
Impacto izod con entalhe	509	J/m	ASTM D 256
Capacidade de auto-extinção	Categoria 3 ou superior		ABNT NBR 7356
Propagação de fogo	<25	Índice de propagação superficial a chama	ASTM E 162

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	89 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDADE	NORMA
Densidade de fumaça	D(1.5)<3; D(4.0)<14; D(max)<250		ASTM E 662
Concentração de gases tóxicos	CO < 3500 NOx < 100 SO2+H2S<100 HCl > 500 HF < 200 HCN < 150	ppm	BSS 7239
Temperatura de deflexão sobre carga	>220	°C	ASTM D 648C
Dureza Barcol	64		ASTM D 2583
Quantidade de fibra de vidro	25-30	%	
Tolerância na espessura	±0,5	mm	
Planitude	1,0	mm/m	
Retitude de canto	0,5	mm/m	
Esquadria	0,5	mm/m	

- j) A Contratada deve fornecer documentação que evidência as características correspondentes à tabela acima, baseada em testes em laboratórios acreditados ou contrastados por organismos de inspeção, antes de iniciar a fabricação da placa.
- k) O Metrô reserva-se o direito de participar de quaisquer testes que são realizados a esse respeito e para isto deve ser informado com, no mínimo, 15 dias antes da data do teste.
- l) O fornecedor deve fornecer os certificados de conformidade com os padrões e requisitos estabelecidos nesta especificação.
- m) O fornecedor deve informar com, no mínimo, 15 dias de antecedência a fabricação das primeiras pranchas, a fim de que o Metrô possa programar a inspeção ou autorizar a produção em série.
- n) Todos os itens fabricados estarão sujeitos a inspeção pelo Metrô e se estiverem em desacordo com o especificado devem ser substituídos e/ou corrigidos pela Contratada.
- o) A garantia de fornecimento contra qualquer defeito de fabricação ou não atendimento das características mencionadas, incidirão para cada carro, desde o primeiro carro e deve ser

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	90 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

corrigido dentro do prazo determinado em contrato, mesmo que o carro esteja aceito provisoriamente (TAP).

1.12 VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DO TREM

1.12.1 Descrição Geral do Estudo Dinâmico

- A Contratada deve fornecer um estudo durante o desenvolvimento do projeto executivo que comprove o adequado comportamento dinâmico do trem a ser fornecido ao longo das linhas 1 – Azul, 2 – Verde e 3 – Vermelha.
- Os ensaios de aceitação do trem do ponto de vista do comportamento dinâmico, segurança, desgaste da via e qualidade de rodagem devem ser realizados de acordo com as normas UIC 518 OR e EN 14363/2006.
- Estas normas tratam da verificação do comportamento dinâmico através do desenvolvimento de modelamento matemático representativo do comportamento dinâmico dos carros ao trafegar por via contínua e por AMVs, em condições de tolerâncias construtivas definidas em projeto, nos limites de desgaste e demais tolerâncias máximas de manutenção.
- O estudo deve definir e validar os limites de desgastes dos rodéis e dos diversos elementos integrantes dos AMVs instalados na via e no pátio de manutenção que estejam envolvidos no contato roda/trilho.
- O modelamento matemático a ser desenvolvido para os trens deve ser validado no novo trem a ser fornecido.
- O estudo do comportamento dinâmico do trem e as respectivas validações devem contemplar:
 - caracterização dos elementos elásticos das suspensões primária e secundária, determinação do centro de gravidade e das frequências de ressonância nos 9 graus de liberdade dos carros;
 - caracterização dos elementos elásticos atuantes na fixação dos trilhos e na suspensão das lajes flutuantes dos sistemas massa-mola da via permanente;
 - elaboração do modelamento matemático do trem e da via de modo a se obter a previsão do comportamento dinâmico do carro em determinadas situações críticas de tráfego;
 - validação, em via perturbada, do modelamento matemático desenvolvido por meio da predição do comportamento dinâmico da caixa do carro, das suspensões primária e secundária e das medições das forças do contato roda/trilho, de modo a comprovar a fidelidade do comportamento do carro previsto com o comportamento real;
 - realização de simulações representativas das condições operacionais mais críticas, de forma a avaliar o comportamento dinâmico do carro e possibilitar uma conclusão em relação à segurança de tráfego.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 91 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

1.12.2 Escopo do Estudo do Comportamento Dinâmico

1.12.2.1 Caracterização Física dos Carros

A caracterização física dos carros é definida pela determinação das seguintes variáveis:

- Curva de elasticidade dos elementos elásticos das suspensões, sendo que na suspensão primária deve ser determinada a rigidez nos três eixos da suspensão (mola ou elastômero) e, na suspensão secundária, nas bolsas de ar;
- Frequências de ressonância nos 9 graus de liberdade dos carros, de modo a possibilitar a definição das coordenadas do centro de gravidade.

1.12.2.2 Caracterização Física da Via Permanente

A caracterização física da via permanente é definida pela determinação das seguintes variáveis:

- Curva de elasticidade nos eixos vertical e transversal dos elementos elásticos atuantes na fixação dos trilhos e na suspensão das lajes flutuantes do sistema massa-mola da via permanente;
- Níveis de abertura de bitola e deflexão da via, em função dos esforços verticais e transversais das forças oriundas do contato roda/trilho.

1.12.2.3 Elaboração do Modelamento Matemático

- a) O modelamento matemático a ser desenvolvido deve reproduzir fielmente o tráfego do trem pelos diversos tipos de via permanente existentes. O objetivo principal do modelamento é a previsão das forças laterais e verticais do contato roda/trilho, de modo a possibilitar a identificação de situações potenciais de risco de descarrilamento.
- b) O modelamento também deve prever o comportamento do carro frente a situações de excitação da suspensão, de modo a prever também a determinação dos ângulos de inclinação da caixa, deslocamentos de elementos de ligação do truque à caixa e a obtenção dos níveis de aceleração que os passageiros serão submetidos em cada uma das situações de excitação.
- c) As situações de excitação a serem avaliadas serão os desgastes e defeitos inerentes aos equipamentos da via permanente e do trem.
- d) Na via, devem ser considerados os desgastes e embutimentos das pontas de agulhas nos AMVs, alterações geométricas de traçado decorrentes de desgastes ou falha de componentes de fixação da via, dentre outras variáveis.
- e) No trem, devem ser consideradas as falhas nos amortecedores, nos elementos elásticos das suspensões primárias e secundárias, dentre outras variáveis.

1.12.2.4 Validação do Modelamento Desenvolvido

- a) Todo o modelamento realizado deve ser validado mediante ensaios a serem realizados com os trens, de modo que todos os comportamentos previstos sejam verificados na prática.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 92 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- b) Para a validação, deve ser construída uma via perturbada no pátio de manutenção do Metrô, conforme orientação de certificador independente encarregada de desenvolver o estudo para avaliação do comportamento dinâmico dos trens.
- c) A via deve conter defeitos que submetam o trem aos modos de excitação básicos para verificar o comportamento dinâmico da caixa através de instrumentação nos trilhos para medir as forças do contato roda/trilho.
- d) O modelo matemático só será considerado aprovado com a perfeita cobertura dos resultados dos testes de validação com os valores previstos nas simulações.

1.12.2.5 Simulações a Serem Realizadas

- a) Devem ser realizadas simulações que permitam ao certificador independente, encarregado de desenvolver o estudo, avaliar a segurança de tráfego nas condições operacionais mais críticas, de forma a definir o comportamento dinâmico do carro em tráfego.
- b) Caso seja constatada qualquer condição considerada insegura, fruto de deficiências no projeto do trem ou da via, a Contratada deve identificar o problema existente e propor a modificação adequada.
- c) De maneira geral, devem ser feitas simulações com combinação das condições de tráfego definidas a seguir, sem que o fabricante se restrinja a essas condições para obter os dados que julgar necessários para avaliar as condições de tráfego na linha:
 - rodas novas e desgastadas (friso fino e alto, friso duplo);
 - perfil de trilho novo e desgastado (perfil de curva);
 - tráfego em reverso por AMVs típicos da via comercial e do pátio, nas condições geométricas reais instalados e nos limites de desgaste a serem adotados pelo Metrô, bem como nas respectivas velocidades programadas;
 - tráfego em reverso pelos AMVs típicos da via comercial e do pátio, com embutimento da agulha externa sob o trilho de encosto e nas respectivas velocidades de tráfego. Devem ser definidos os respectivos limites de embutimento das agulhas para cada um dos AMVs;
 - velocidades de 20; 40; 60 km/h e máxima prevista para tráfego reverso pelos AMVs;
 - variações de bitola das vias e dos rodeiros.

1.12.2.6 Execução de Testes e/ou Medições

- a) Antes da execução de cada teste e/ou medições de campo, o Instituto de Pesquisas deve apresentar o Plano de Trabalho que deve conter pelo menos os seguintes requisitos:
 - memoriais técnicos que justifiquem os testes e/ou medições;
 - cronograma dos testes e/ou medições;
 - recursos necessários;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 93 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- instrumentação a ser utilizada;
 - procedimento detalhado, contendo o esquema da instrumentação e o desenvolvimento dos testes e/ou medições propriamente ditos.
- b) Os Planos de Trabalho devem ser apresentados com antecedência de, no mínimo, 15 dias da realização dos testes. As realizações serão acordadas em reuniões técnicas, nas quais os planos serão definidos e aprovados.

1.12.2.7 Relatório Final

Deve ser emitido um relatório no final da execução de todas as atividades contendo as seguintes informações:

- síntese das atividades e etapas executadas;
- resultados finais dos processamentos dos dados colhidos;
- definição de critérios utilizados para interpretação dos dados;
- conclusões, contendo o certificado de Segurança de Tráfego para a frota.

1.13 ETAPAS DE PROJETO

1.13.1 Projeto Conceitual

- a) O objetivo é consolidar o projeto de forma que o Metrô e a Contratada tenham o mesmo entendimento do fornecimento, permitindo o desenvolvimento do projeto dos trens e apresentar a solução proposta (“Design Review”).
- b) A Contratada deve desenvolver a atividade de Análise Crítica de Projeto para a consolidação do projeto, subdividindo nas seguintes atividades principais:
- Definição dos fornecedores e subfornecedores dos equipamentos a serem montados nos trens;
 - Definição sobre a opção de instalação do módulo cabine;
 - Apresentação das curvas características do motor de tração com os parâmetros de esforços, corrente do motor e corrente de linha para os modos tração e freio;
 - Definir em conjunto com o Metrô o arranjo de dos bancos no interior do salão, layout dos bancos no salão;
 - A Contratada deve apresentar para aprovação a configuração do sistema de alimentação elétrica (CA e CC) do trem e memorial de cálculo do dimensionamento do sistema;
- c) A aprovação do projeto conceitual pelo Metrô permite o início da fase de desenvolvimento do projeto executivo e a fabricação dos sistemas e subsistemas dos trens.

1.13.2 Desenvolvimento do Projeto Executivo

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	94 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- O objetivo desta etapa é detalhar a solução sugerida na etapa de consolidação permitindo a criação de documentos específicos para o cenário a ser adotado.
- Durante esta etapa também deve ser desenvolvido dos produtos e interfaces de equipamentos, elaboração e atualização de documentos técnicos.
- O acompanhamento da execução de testes e comissionamento para aceitação dos equipamentos que compõem os sistemas e subsistemas dos trens ocorrem durante esta fase de projeto.
- A fabricação dos trens deve iniciar durante o desenvolvimento do projeto executivo.

1.14 Certificação do Sistema por Avaliação Independente de Segurança (ISA)

- A Contratada deve apresentar para avaliação e aprovação toda a documentação que comprove que os sistemas e equipamentos atendem as características técnicas, funcionais e aos requisitos de segurança exigidos nesta CS.
- O Metrô realizará a Avaliação Independente de Segurança (*Independent Safety Assessment* – ISA), que não é escopo deste fornecimento, de acordo com as normas CENELEC EN 50126 (ABNT NBR IEC62278), EN 50128 (IEC62279), EN 50129 (ABNT NBR IEC 62425) e EN 62267 e as normas ISO IEC 17020 (ABNT NBR ISO/IEC 17020) e ISO IEC 17065 (ABNT NBR ISO/IEC 17065).
- A Contratada deve fornecer toda a documentação, sem restrição ou limitação de propriedade intelectual, diretamente ao Avaliador Independente de Segurança (ISA), desde que realize a devida comunicação à Contratante, tais como: especificações, softwares (programas fonte, compiladores e ferramentas de geração de software), circuitos elétricos e eletrônicos, detalhes funcionais e características de projeto dos equipamentos e de sistemas e documentação dos processos de qualidade e segurança utilizados durante o fornecimento.
- O Avaliador Independente de Segurança, responsável pela Avaliação Independente de Segurança (ISA), executará as análises, avaliações, auditorias e outras atividades previstas nas normas acima referenciadas durante todo o ciclo de vida do projeto, até a etapa de liberação dos sistemas para operação comercial (10ª fase da CENELEC EN 50126 (IEC62278)) de todas as fases previstas do fornecimento.
- A Contratada deve permitir que o Avaliador Independente de Segurança (ISA) tenha acesso a documentos do projeto, avalie processos do projeto e da implantação, participe de reuniões, testes, comissionamento e desempenho de equipamentos e sistema e, quando aplicável, de marcha branca/operação experimental para liberação dos sistemas para a operação comercial a fim de que seja possível a emissão de Certificação de Segurança dos equipamentos e sistemas.
- A Contratada deve permitir o acesso do Avaliador Independente de Segurança às dependências da empresa para a realização de reuniões e auditorias, caso necessário.
- A Contratada deve fornecer as informações técnicas do sistema requerida pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA), num prazo de 15 dias corridos, contados da data requerida pela Contratante.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 95 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- h) As documentações relacionadas à segurança do sistema, necessárias à sua liberação para a operação comercial devem ser entregues com, pelo menos, 15 dias de antecedência da data prevista para a referida liberação, de forma a possibilitar ao Avaliador Independente de Segurança (ISA) emitir os certificados de segurança nos prazos previstos.
- i) Não serão aceitos equipamentos cujos fornecedores ou subfornecedores não comprovem os critérios de segurança e que não possam ser avaliados e/ou auditados pelo ISA contratado pelo Metrô.
- j) A Contratada deve considerar que é escopo a realização de correção de quaisquer não conformidades detectadas pelo Avaliador Independente de Segurança (ISA) que possam afetar os níveis de segurança definidos nas especificações e normas relacionadas, sem ônus a Contratante.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 96 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

2. CAIXA E REVESTIMENTO

2.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DA CAIXA

- As estruturas primárias e a secundária da caixa do carro devem ser fabricadas em aço inoxidável austenítico tipo AISI 301L e em regiões de baixa solicitação o tipo AISI 304L.
- As estruturas das caixas devem ser dimensionadas para um carregamento de 10 passageiros em pé/m² mais a carga dos passageiros sentados (AW5), somados a um fator dinâmico de 30 % da carga total do carro (tara + passageiros), considerando o peso médio de cada passageiro igual a 70 daN.
- A caixa deve suportar essa carga, sem deformações permanentes pelo tempo de vida útil do carro.
- O cálculo estrutural da caixa deve utilizar o método de elementos finitos, considerando todos os esforços nas condições citadas anteriormente, bem como as condições especificadas de choque, rebocamento e acoplamento.
- As deformações previstas da estrutura (em regime elástico) em função do carregamento não devem interferir com funcionamento das portas, travamentos das portas dos armários, das sancas ou demais componentes móveis do carro.
- O acabamento externo do trem deve ter superfícies convenientemente desenvolvidas para facilitar a limpeza mecanizada, bem como na região das portas laterais e também na interligação entre carros.
- A caixa deve ter dimensões de acordo com item 1.7.2 deste documento.
- A secção transversal da caixa, a lateral deve ser inclinada, a partir da altura de aproximadamente 820 ± 20 mm do piso acabado, com uma inclinação de 5±1° em relação ao eixo vertical.
- As folhas das portas devem seguir o mesmo perfil da lateral da caixa e ter uma folga mínima entre as folhas de portas e a lateral da caixa.
- As aberturas para portas laterais para passageiros devem ter largura de 1.600 mm e altura de 1.900mm, e deve ser do tipo correção externa.
- As quatro portas para cada lateral do carro devem estar alinhadas em relação às portas da lateral oposta.
- A distância de referência entre os eixos do centro das portas adjacentes de cada carro, em via tangente e em nível, deve ser de 5.150±5mm e a distância entre os eixos de centro das portas de carros adjacentes deve ser de 6.370±5 mm.
- Todos os carros devem ter elementos reflexivos na altura acima do estrado que permitam uma visualização eficiente das laterais mesmo sob a ação de raios luminosos em ambos os lados e em ambas as cabeceiras.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 97 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- n) Na ligação da caixa com o truque, deve haver um dispositivo que permita um nivelamento do piso, mantendo sua altura constante em relação ao boleto do trilho, independentemente da carga do carro.
- o) As ligações entre a caixa e o truque deve ter um dispositivo para permitir que os truques sejam levantados conjuntamente quando a caixa for içada.
- p) As caixas dos carros devem prever abertura nas cabeceiras para instalação das passagens entre carros.
- q) A estrutura da caixa deve suportar levantamento por macacos em apenas um dos lados ou pela cabeceira e também içamento por guindaste sem causar deformações permanentes.

2.1.1 Estrutura da Caixa

- a) A estrutura da caixa deve ser construída em aço inoxidável austenítico.
- b) As partes estruturais não expostas, como a cabeça de estrado e a região de apoio no truque, poderão ser fabricadas em aço carbono de baixa liga.
- c) A estrutura da caixa deve ser projetada de forma que possa ser levantada através de qualquer ponto do dispositivo anti-encavalamento e de pontos determinados ao longo das longarinas laterais.
- d) Nos pontos de levantamento, devem existir placas de aço antiderrapante com espessura suficiente para que não ocorra deformação permanente. Os pontos de içamento devem ser determinados pelo fabricante e os detalhes a serem definidos na fase de projeto.
- e) Devem estar identificadas com comunicação visual os pontos de levantamento da caixa e do truque.
- f) O projeto deve prever a instalação de olhais na cabeça de estrado em ambas as cabeceiras do carro e nas zonas dos truques próximas as laterais, de forma a permitir a colocação de um cabo de aço para rebocamento em uma necessidade de remoção ou movimentação.
- g) Devem ser previstas colunas de colisão em ambas as cabeceiras dos carros, solidamente fixadas aos elementos estruturais da caixa.
- h) Nas interligações entre as laterais, cabeceiras, cobertura e estrado, deve ser utilizado um material vedante para manter uma perfeita estanqueidade do conjunto.
- i) As regiões de aplicação de soldas a arco elétrico devem estar limpas e pintadas para permitir um acabamento harmonioso com o conjunto.
- j) As soldas por resistência (solda a ponto) devem ser convenientemente alinhadas e os pontos uniformemente espaçados. Quando ocorrerem queimaduras durante o processo de soldagem, estas devem ser limpas.

2.1.2 Cabeceira

- a) A cabeceira dianteira do carro A deve ter uma estrutura que permita a colocação de um amplo para-brisas envidraçado, além de ser revestida com uma máscara moldada de resina poliéster reforçada com fibra de vidro ou outro material com características equivalentes.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 98 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- b) A máscara de revestimento da cabeceira terá símbolos e cores indicados pelo Metrô, sendo que a sua união com a caixa do carro deve possuir estanqueidade suficiente para impedir a infiltração de água e facilitar a limpeza através de lavagem mecanizada.
- c) Deve ser previsto a instalação de uma calha na ligação entre a caixa e a máscara para o escoamento de água no caso de infiltração, evitando que entre água no salão de passageiro sobre o console.
- d) A instalação da máscara deve ser feita por meio de parafusos de aço inoxidável que estejam acessíveis para fins de manutenção.
- e) As furações devem estar alinhadas e padronizadas de tal forma que os parafusos sejam intercambiáveis.
- f) A fixação da máscara deve ser projetada de modo que o içamento da caixa por uma cabeceira ou pelo levantamento por macacos hidráulicos, no caso de encarrilamento, não ocorra em hipótese alguma, trincas na máscara, a quebra do vidro do para-brisa, danos de materiais e equipamentos ou mesmo provocar infiltrações de água pelas frestas ou pelas guarnições.

2.1.3 Lateral

- a) As laterais dos carros devem possuir pelo menos 0,36m² de área de janela por metro linear. As folhas das portas devem ter 25% de área de janela.
- b) Devem ser instalados pega mãos embutidos na lateral externa da caixa junto às portas de serviço, além de seus respectivos estribos, para possibilitar o acesso ao interior dos carros a partir do leito da via.
- c) A estrutura das laterais nas faces internas deve ser prevista para serem montados os suportes para os bancos, sendo dimensionados para suportar as cargas dos bancos fixos simples assim como os dois bancos duplos, e também o escamoteável, assim como as colunas e os pega mãos.
- d) O acabamento externo das laterais deve ser em chapas de inox plana e escovada no sentido horizontal.

2.1.4 Cobertura

- a) A cobertura deve ser projetada para suportar forças de 100 daN em uma área de 200 x 200 mm – testadas em qualquer ponto da cobertura – sem a ocorrência de deformação permanente.
- b) A cobertura dos carros deve ser formada por chapas contínuas, paralelas e unidas por soldas contínuas apenas na longitudinal do carro.
- c) O único tipo de união entre chapas aceita pelo Metrô será por meio de solda.
- d) O perfil do corrugado, instalação de equipamento, chapas de formação, união por solda sobre a cobertura devem ser projetados e construídos sem arestas cortantes ou cantos vivos, livres de regiões de acumulo de água ou sujeira, de forma a facilitar a lavagem mecanizada.
- e) Devem ser projetados e instalados defletores para cobrir qualquer fluxo de água na região de portas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 99 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) A região de instalação do equipamento de ar refrigerado na cobertura deve ser projetada para garantir a estanqueidade, ser reforçada e preparada para que haja uma bandeja coletora de água de chuva ou de lavagem mecanizada por equipamento.
- g) A bandeja coletora deve possuir dutos suficientes para o escoamento da água acumulada com dimensão superior a 25 mm.
- h) A bandeja coletora deve ser dimensionada para que não transborde com a aceleração e desaceleração do carro.
- i) A fixação do equipamento do ar condicionado deve ser feita acima do nível da calha, garantindo uma vedação perfeita.
- j) Devem ser previstas barras robustas de segurança, próximas aos equipamentos instalados na cobertura, para prender dispositivos de segurança individuais de manutenção.
- k) Em toda a seção transversal das coberturas dos carros A, devem ser previstos espaços livres de aproximadamente 1.000 mm no sentido longitudinal, na extremidade superior da cabeceira 1, logo após a máscara frontal, destinados a instalações das antenas de sinalização e de comunicação.
- l) A Contratada deve fazer o projeto e a instalação dos componentes (plano terra, antenas, equipamentos, acabamento, etc.), sendo que os detalhes devem ser definidos na fase do projeto executivo dos trens.

2.1.5 Estrutura do Estrado

2.1.5.1 Estrado

- a) Em ambas as extremidades do estrado deve haver uma estrutura (cabeça de estrado) composta de vigas de aço de baixa liga e alta resistência.
- b) As colunas de colisão devem ser rigidamente soldadas ao estrado para resistir e transmitir uniformemente os esforços à estrutura da caixa.
- c) A Contratada deve apresentar os esquemas indicativos da forma e posição das colunas de colisão, bem como informar os valores das cargas limites de resistência e dos esforços transmitidos aos elementos estruturais da caixa.
- d) Em cada 10 estrados, uma amostra será submetida a ensaios de líquido penetrante nas soldas executadas na união das longarinas com a cabeça do estrado, e em quatro pontos escolhidos aleatoriamente pelo Metrô.
- e) Em cada longarina lateral, devem ser previstos reforços com placas antiderrapantes para levantamento da caixa por macacos. A localização exata dos apoios e a sua identificação será definida durante o projeto.
- f) Todas as vigas e suportes do estrado devem ser convenientemente rebarbados, com todos os cantos devidamente arredondados, de forma a evitar lesões nos empregados da manutenção.
- g) Na estrutura do estrado, devem estar previstos reforços com chapas de aço inox de espessura adequada, soldados diretamente nas vigas e suportes, prevendo os pontos de fixação das

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 100 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

colunas, bases de bancos, suportes para fixação de extintores e demais suportes para equipamentos e válvulas, se houverem.

- h) Na estrutura do estrado, nas regiões das soleiras das portas devem estar previstos calhas com chapas de aço inox de espessura adequada e furos com tubos de inox de 25mm de diâmetro transpassando pelo menos 15 cm equipado com uma proteção de elastômero tipo bico de pato, destinado a drenagem de água de chuva e de condensação do equipamento de ar condicionado, facilitando o escoamento, assim como deve haver a drenagem pelas frestas da guia inferior das folhas de portas e pelas laterais da caixa através de frestas impedindo que caiam sobre equipamentos, caixas de equipamentos, caixas de passagem ou sobre as fiações.

2.1.5.2 Cabeça do Estrado

- a) As cabeças do estrado devem ser fabricadas em aço carbono de baixa liga e alta resistência.
- b) As cabeças do estrado devem ser submetidas a exame de soldas por ultrassom ou outro método comprovado de uso ferroviário, em áreas consideradas críticas pela Contratada e pelo Metrô.
- c) Para os carros A, na cabeceira 1, a região central da cabeça de estrado, próxima ao local de solda do dispositivo de anti-encavalamento, deve ser reforçada para receber uma chapa antiderrapante em aço-inox aplicada ao longo de todo o comprimento do dispositivo de anti-encavalamento. Esta região deve ser suficientemente resistente para receber os apoios dos macacos, em caso de necessidade de encarrilamento, ou para o caso de necessidade de transferência de carga (transferência de 5.500 daN) quando rebocado com o trator de manobra.
- d) O dispositivo de anti-encavalamento, soldado na cabeça de estrado, deve ser centralizado e com reforço para receber a transferência de carga do engate e para aumentar a força normal no trator de manobra, em caso de rebocamento, isto para a cabeceira 1 dos carros A. Para a cabeceira 2 do carro A e para ambas as cabeceiras dos carros B, a região central não permite a instalação de dispositivos de anti-encavalamento devido a passagem entre carros "gangway", portanto os mesmos devem ser instalados nas laterais.
- e) Devem ser aplicados reforços e chapa antiderrapante sob os anti-encavalamentos laterais, de forma a assegurar e garantir o levantamento por macacos hidráulicos em caso de encarrilamento.
- f) A inspeção a ser realizada nos cordões de solda e nas áreas especificadas da cabeça do estrado deve ser conforme o plano de amostragem estabelecido nas normas ABNT NBR 5429.
- g) A inspeção será do tipo normal em nível I e deve obedecer aos seguintes requisitos:
- Cada cordão de solda situado em área crítica especificada, será considerado como um elemento componente de um lote a ser inspecionado;
 - O número de cabeças de estrado a ser considerado como uma partida de entrega para fins de inspeção deve estar situado entre 9 e 15;
 - O lote destinado à inspeção por ultrassom será definido como a soma das juntas críticas definidas pelo fabricante e pelo Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	101 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Não será admitida nenhuma falha para aceitação do lote.
- h) Os dispositivos de anti-encavalamento devem ser soldados nas cabeças de estrados e devem resistir aos esforços de impacto em caso de colisão, evitando o encavalamento dos carros.
- i) A cabeça de estrado completamente soldada deve receber um tratamento térmico adequado de alívio de tensões e ser dimensionada para as condições de fadiga, de acordo com a metodologia de análise seguindo o critério de “Goodmann”.
- j) Toda a estrutura da cabeça do estrado e demais componentes em aço carbono devem ser jateados de acordo com a norma SS055900 (ISO 8501-1), grau Sa 2 ½ e pintados, com espessura total mínima de 160 µm sobre o “primer” de 40µ m, conforme a norma EN ISO 12944-2 Classe C3 ou equivalente.
- k) Nas cabeças de estrados próximo à linha de centro longitudinal, fora de alcance dos apoios para macacos e da área de transferência de carga, mas próximo a cabeceira, deve haver uma região preparada (estanhada) para instalar os cabos de interligação de potência (cabo de aterramento par a par) através de conectores com dois parafusos mais o ponto para a abraçadeiras para os cabos.

2.1.5.3 Dispositivo de Anti-encavalamento

- a) Nas cabeceiras dos carros, devem ser instaladas peças de aço inoxidável com perfil soldados nas cabeças do estrado, devendo resistir aos esforços de impacto em caso de colisão, evitando o encavalamento dos carros.
- b) Os dispositivos de anti-encavalamento devem possuir no mínimo 4 nervuras horizontais com espessura suficiente para resistir ao esmagamento, quando for aplicada uma carga horizontal localizada de 50 toneladas sobre cada uma delas.
- c) O raio externo da nervura deve ser de R=1.195mm e a corda deve ter pelo menos 1.200mm.
- d) Para as cabeceiras entre carros do mesmo trem, o dispositivo deve ser instalado nas laterais com as mesmas quantidades de nervuras, por conta do “Gangway” que impossibilita a instalação na linha de centro longitudinal.
- e) A instalação do dispositivo anti-encavalamento deve ser projetada para que os esforços provenientes de eventuais colisões sejam distribuídos uniformemente para as estruturas do estrado.

2.1.5.4 Instalação de Equipamentos sob o Estrado

- a) Os suportes, em aço inox estrutural, devem ser projetados de forma a garantir um apoio seguro dos equipamentos, mesmo nas condições de um parafuso solto os equipamentos devem permanecer apoiados e seguros, e também, facilitar a sua remoção.
- b) O movimento para remoção dos equipamentos deve ser sempre na direção perpendicular à caixa.
- c) A fixação e o torqueamento dos parafusos de fixação dos equipamentos e suportes devem ser de fácil acesso, não necessitando de ferramentas ou dispositivos especiais.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	102 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) Todos os parafusos devem ser montados sempre no sentido de cima para baixo para garantir que não haverá queda quando da soltura da porca.

2.1.5.5 Estrutura do Piso

- a) A formação do conjunto do piso do carro deve consistir de chapas estruturadas de aço inoxidável em forma de painéis de estrado rigidamente fixadas entre as travessas da estrutura do estrado e as longarinas, de forma a receber uma camada de isolante termo acústico do tipo auto extingüível com qualidade comprovada, que não ultrapassará o nível superior das longarinas.
- b) Diretamente sobre as longarinas devem ser instaladas travessas com perfis em chapas de aço inoxidável com área suficiente para receber o contra piso diretamente (colagem ou fixação por rebites), assim como pontos de apoios e fixações das conexões para as colunas, apoios e fixações das bases de bancos, apoios em geral para que sejam absorvidas diretamente sobre as estruturas, não permitindo que as fixações sejam diretamente no contra piso.

2.1.5.5.1 Contra Piso

- a) Na sequência, deve ser aplicado um contra piso de acordo com o descrito no item 1.11.29 desta especificação, e o material a ser aplicado deve ser definido durante o projeto e aprovado pelo Metrô.
- b) O material do contra piso deve ter as seguintes características básicas:
- não combustível;
 - boa estabilidade dimensional;
 - não higroscópico;
 - alta resistência mecânica;
 - não metálica;
 - autoportante;
 - fácil manuseio;
 - baixa densidade;
 - resistente a fungos e a umidade;
 - material de uso comprovado em piso de carros ferroviários;
 - permite a aplicação de adesivos do revestimento do piso.
- c) As placas devem ser cortadas de forma que haja travamento entre si na montagem dos painéis sobre a estrutura do piso para evitar a movimentação relativa entre si devido a flexão da estrutura da caixa durante a circulação do trem.
- d) A fixação das placas, em aço inoxidável, deve ser através de rebites apoiado sobre arruela, amostra deve ser apresentado para aprovação do Metrô.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 103 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- e) O painel, com no mínimo de 12 mm de espessura, consistirá em SMC (Sheet Moulding Compound) obtido pressionando e processo de calor. A face superior deve apresentar um acabamento apropriado para facilitar a aderência do revestimento do piso.
- f) O painel deve ter uma estrutura simétrica em relação ao plano mediano e paralelas às faces.
- g) Os cortes das bordas devem ser limpos, sem rebarbas ou farpas, contínuos e esquadrejados com faces.
- h) Entre a chapa de corrugado e o contra piso deve ser preenchido com um material termo acústico para garantir o isolamento ao calor e ao ruído do sobestrado.
- i) A Contratada deve apresentar o tipo de material do contra piso a ser utilizado para aprovação do Metrô.
- j) Diretamente sobre a estrutura do estrado, deve ser fixada uma estrutura de piso dimensionada para suportar 1.000 kg/m² e mais uma carga equivalente a 30% devido ao fator dinâmico, sem causar deformação permanente ou movimentação relativa entre as placas adjacentes.
- k) A estrutura deve resistir a uma carga pontual de 750 kg apoiada sobre uma área de 0,20 m² (com uma das laterais com 150 cm) aplicada simultaneamente em quatro pontos distante 2.500 mm no sentido longitudinal da caixa e 1.400 mm no sentido transversal sem causar deformação permanente ou movimentação relativa entre as placas adjacentes, atenção especial na região das portas deve ser observada por ser uma região mais solicitada.
- l) As aberturas para passagem de conduítes, tubulações e outros devem ser calafetadas.
- m) A material base do contra piso deve ser resistente à chama, conforme a norma ASTM E 648; resistente à flexão, conforme ASTM D 790; resistente à tração e compressão conforme ASTM D 638 e classe de material, fumaça e toxidade (M1F1) conforme norma NF F 16101.
- n) Os ensaios devem ser executados conforme as normas especificadas.
- o) O piso acabado do carro deve ser projetado para resistência ao fogo de 30 minutos, no mínimo, comprovado por ensaio de acordo com norma EN 45545, BS 476-20 e 22 e ASTM E 119, em amostra que representa o estado final de construção e acabamento utilizado na produção.
- p) A instalação do contra piso deve ser executada com rebite de aço inoxidável, no entanto deve aplicar o rebite com arruela de inox para dar sustentação, é terminantemente proibido aplicar o rebite diretamente na placa sem as arruelas.
- q) A instalação das placas do contra piso devem ser travadas entre si de forma que não ocorra uma movimentação relativa entre elas, provocada pela força e flexão da caixa durante a movimentação normal do trem.

2.1.5.6 Caixas Sob Estrado

- a) As caixas dos equipamentos sob estrado devem ser providas de tampas articuladas, removíveis, fechadas por trincos ou grampos de ação rápida, devendo atender ao índice IP 65.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	104 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- b) As caixas dos equipamentos devem ser projetadas e fabricadas para que a fixação no sob estrado seja realizada por meio de suportes e nunca direto da caixa na estrutura por meio de furo com parafusos exceto as caixas de passagem que não contenham nenhuma borneira ou componentes.
- c) As tampas de acesso aos equipamentos de alta tensão devem ser travadas por chave padrão Metrô, além da trava normal.
- d) A fixação das tampas dos equipamentos deve ser feita por fecho rápido ou por fechadura padrão Metrô. Outros tipos de fixação poderão ser submetidos para análise e aprovação do Metrô durante a fase de projeto.
- e) O posicionamento das tampas deve ser tal que ela permaneça no local após a abertura dos grampos e possam ser facilmente retiradas.
- f) A abertura das tampas deve ser obrigatoriamente no sentido vertical e para cima.
- g) A caixa do conjunto de baterias deve ser fabricada em estrutura de aço inox e montada sobre uma gaveta deslizante sobre trilho com travas de segurança, facilitando a inspeção e recarga dos níveis de eletrólitos e possibilitando a remoção das baterias com empilhadeira, em caso de necessidade de sua substituição.
- h) O deslizamento da gaveta deve ser suave, de forma manual, feito por uma só pessoa e o curso da gaveta deve ser suficiente para que todo o conjunto da bateria fique extemo à caixa.
- i) As tampas das caixas de bateria devem ser abertas no sentido vertical para cima e para não interferir nas inspeções dos eletrólitos, as mesmas devem ser recolhidas de forma deslizante acima da caixa e para o centro do sobestrado, sendo que os detalhes serão definidos na fase de projeto executivo dos trens.
- j) As caixas de baterias devem ser reforçadas e todos os componentes internos tratados contra oxidação. Caso necessite de ventilação, poderão ser previstas venezianas com proteção contra entrada de insetos e respingos.
- k) As caixas dos equipamentos em geral devem ser executadas em aço inox ou aço carbono de baixa liga e alta resistência.
- l) As caixas confeccionadas em aço carbono devem ser pintadas externamente com tinta preta (RAL 9011, brilho 40 ~ 70 a 60° ASTM D-523) anticorrosiva sobre o primer.
- m) Todas as caixas que contiverem contadores e/ou fusíveis devem ser revestidas internamente com material resistente ao fogo e pintadas com tinta isolante, e para casos específicos da necessidade de blindagem devido a interferência eletromagnética ou de rádio frequência devem ser identificadas.
- n) A ligação da bateria deve ser através de conectores de potência rápida com trava, no entanto não deve ser por simples pressão quando a gaveta for recolhida e sim de forma manual quando a gaveta for aberta.
- o) Os cabos de bateria devem estar protegidos e alojado sobre uma esteira com curso suficiente para abertura e fechamento sem provocar danos aos cabos.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	105 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- p) Todas as caixas, assim como as respectivas tampas devem ser convenientemente aterradas por meio de cordoalhas, e para isto a região onde será parafusada o conector da cordoalha de aterramento deve estar preparada para evitar a corrosão galvânica.

2.2 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

- a) Todas as estruturas dos carros devem ser submetidas a um ensaio de estanqueidade, antes de receber o revestimento interno.
- b) O esguichamento da água deve ser por bocais do tipo cone cheio com diâmetro interno de 8 a 12 mm com ângulo máximo de jato a 100°, em número suficiente para cobrir toda a caixa de cabeceira a cabeceira, laterais, caixas sobestrado e a cobertura contínua e simultaneamente.
- c) Os bocais devem estar afastados, no máximo 1,5 m, com pressão mínima no bocal de 3,5 bar e vazão de no mínimo 300 litros/min cada e a distribuição dos bicos e o padrão de aceitação devem atender a norma UIC 566.
- d) A bancada para teste de estanqueidade deve ser validada pelo Metrô ou Representante legal por ela indicada antes do uso.
- e) Todas as infiltrações detectadas devem ser corrigidas por processos aprovados e as partes recuperadas devem ser submetidas a novo ensaio de estanqueidade.
- f) Todos os carros após montagem completo devem ser submetidos aos ensaios de estanqueidade previstos pela norma IEC 61133.
- g) A estanqueidade na instalação do equipamento de ar condicionado deve ser comprovada através de um teste, e a aplicação condicionado a aprovação.
- h) O tempo mínimo de esguichamento para o início da inspeção deve ser de 30 minutos, permanecendo em funcionamento por tempo suficiente para o término do processo de inspeção.

2.3 ENSAIO ESTRUTURAL DA CAIXA

- a) A caixa será submetida a todos os ensaios de tipo, conforme previsto nesta especificação e na norma UIC 566 e EN 12663, contemplando a lotação excepcional de 10 passageiros em pé/m², mais os passageiros sentados e acrescido de 30 % da carga total do carro (tara e passageiros) devidos ao esforço dinâmico.
- b) As tensões ocorridas durante o ensaio devem ser medidas por extensômetros.
- c) A localização dos extensômetros deve ser indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.
- d) A quantidade mínima de pontos para verificação dos valores da tensão deve ser de 200 entre extensômetros simples e rosetas, porém o número definitivo deve ser determinado em comum acordo entre o Metrô e a Contratada.
- e) Os ensaios devem consistir dos carregamentos conforme tabela a seguir:

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 106 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

Tabela 14: Ensaio estruturais da caixa

Nº	Condições de Carregamento	Critério de Análise	Comentários
1	Vertical – Sobrecarga 1,3 (P+Ps)	Escoamento	Sem Flambagem
2	Compressão – Engate – 1.500 kN + Vertical em ordem de marcha 1,3 (P)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
3	Compressão – Anti-encavalamento - 2.000 kN + Vertical em ordem de marcha 1,3 (P)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
4	Compressão – Engate – 1.500 kN + Vertical sobrecarga 1,3 (P + Ps)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
5	Compressão – Anti-encavalamento – 2.000 kN + Vertical sobrecarga 1,3 (P +Ps)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
6	Tração – Engate – 1.500 kN + Vertical em ordem de marcha 1,3 (P)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
7	Tração – Engate – 1.500 kN + Vertical sobrecarga 1,3 (P+Ps)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
8	Torção – Apoio mais extremos da caixa – Em ordem de marcha 1,3 (P)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
9	Compressão – Nível do Peitoril – 300 kN	Escoamento	Sem Flambagem
10	Compressão – Nível do Flechal – 300 kN	Escoamento	Sem Flambagem
11	Carro em ordem de marcha sobre truques – içamento por uma extremidade + Peso do Truque correspondente. Outra extremidade apoiada no truque	Escoamento	Flambagem elástica admitida

(P) – Tara

(Ps) – Carregamento excepcional (AW5=10 pass/m²)

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	107 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

2.3.1 Ensaio de Compressão

- A estrutura da caixa deve ter seu dimensionamento comprovado por ensaios de compressão a serem realizados na caixa do primeiro carro de extremidade, estruturalmente completo com carga simulada dos equipamentos.
- O ensaio de compressão da caixa deve ser feito em duas partes: a primeira compreenderá a aplicação de uma carga de compressão conforme Tabela 14: Ensaios estruturais da caixa desta CS, aplicada longitudinalmente ao carro, por um dispositivo anti-encavalamento na largura de 600 mm sobre 2 nervuras do mesmo. A carga de compressão inicial deve ser de 20 % e as aplicações sucessivas serão de 40, 60, 80, 90 e 100 %.
- A segunda parte do ensaio de compressão será feita pela aplicação de uma carga conforme Tabela 14: Ensaios estruturais da caixa desta CS, em um eixo coincidente com a linha de centro do engate e através de seu bloco de ancoragem. O ensaio inicial será com 20 % de carga seguidos de ensaios com cargas de 40, 60, 80 e 100%.
- A Contratada deve fornecer as tensões de projeto para as partes críticas da caixa, tais como, nas vigas e colunas das cabeceiras, nas longarinas e vigas transversais, nas colunas das laterais, nos quadros das portas, nas áreas adjacentes às janelas, etc.
- O número de pontos a serem medidos no ensaio será de 100 no mínimo.
- A localização dos extensômetros será indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.

2.3.2 Ensaio de Carga Vertical

- Um ensaio de carga vertical deve ser executado no primeiro carro de extremidade fabricado, estruturalmente completo, com carga simulada dos equipamentos.
- O ensaio deve ser executado no carro com a carga equivalente a lotação excepcional de 10 passageiros em pé/m², mais os passageiros sentados, acrescido de 30 % da carga de passageiros devidos ao esforço dinâmico.
- A carga de ensaio deve ser distribuída no piso do carro, iniciando-se com 20 % da carga máxima e nas etapas seguintes com 40, 60, 80 e 100 %.
- As deformações devem ser medidas em determinados pontos da caixa por extensômetros e a cada aplicação, a carga será reduzida a zero para verificação das condições iniciais.
- O número de pontos a serem medidos no ensaio da caixa será de 200 no mínimo.
- A localização dos extensômetros deve ser indicada após a definição do projeto estrutural da caixa.

2.3.3 Ensaios de Torção

- O ensaio de torção deve ser executado em uma caixa do carro extremidade.
- O ensaio deve consistir em elevar o carro vazio sobre quatro apoios, através de macacos, localizados nos quatro cantos da caixa e, em seguida, retirando-se totalmente um dos apoios. Nessas condições, serão verificadas o deslocamento da caixa no ponto onde foi retirado o apoio, as tensões e deflexões ocorridas nas diversas partes da estrutura. Em hipótese algum

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	108 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

poderão ultrapassar o limite elástico do material, a seguir deve ser repetido recolocando se o apoio retirado e retirando o apoio oposto em relação a linha de centro longitudinal.

- c) Os pontos para verificação dos valores das tensões devem ser indicados após a definição do projeto estrutural da caixa.
- d) A medição das tensões deve ser feita por extensômetros.

2.4 REVESTIMENTO INTERNO

- a) O layout do salão de passageiros incluindo bancos, pega mãos e altura de dispositivos devem ser apresentados ainda na fase de projeto por meio de mockup, em escala real, para avaliação do Metrô, vide item 1.11.4.
- b) Os itens de revestimento interno como bancos, pega mãos, armários, revestimentos laterais, teto e revestimentos do piso devem ser apresentados para o Metrô em protótipo antes de se iniciar a produção em série.

2.4.1 Acabamento Interno

- a) O projeto do revestimento interno deve ser do tipo modular e intercambiável entre si e as fixações não devem ser aparentes.
- b) Para manter a modularidade e a intercambialidade as furações devem estar alinhadas, equidistantes e padronizadas.
- c) A altura de todo o teto acabado ao piso acabado deve ser no mínimo de 2.150 mm. Não devem existir regiões do salão com altura inferior a esta estabelecida.
- d) Os painéis devem ser otimizados para reduzir a quantidade de itens. Na montagem do carro não será permitido retrabalhos ou ajuste da peça no local da instalação.
- e) As folgas entre os painéis devem estar alinhadas e uniformes.
- f) Não deve haver frestas entre peças de acabamento como banco e revestimento de forma a evitar queda de objetos nos espaços entre peças.
- g) O projeto do revestimento do interior do carro deve permitir fácil limpeza, seja por meios manuais ou mecanizados, com segurança, e, portanto, não deve existir cantos vivos, pontiagudos ou arestas cortantes, principalmente nas colunas, pega mãos, grelhas e bases dos bancos.
- h) As sancas devem ser projetadas para abrir e fechar individualmente sem que haja necessidade de abrir as demais adjacentes.
- i) Na abertura das sancas, elas não devem colidir com colunas, pega mãos ou outros equipamentos no salão.
- j) Os materiais devem ser de qualidade comprovada, para garantir resistência à abrasão, luzes solar e artificial e serem de alta resistência contra fogo e a ação dos agentes normais de limpeza, tais como detergente, água, desinfetantes, etc.
- k) Todos os materiais utilizados para o acabamento devem atender aos requisitos de comportamento ao fogo, fumaça e toxidez exigidos pela FAA – Code of Federal Regulations

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	109 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Título 14 - Parte 25.853, pela US Federal Railroad Administration - Code of Federal Regulations" – Listed in DOT: 49 CFR - Parte 238 Appendix B, pela UMTA - Urban Mass Transportation Administration, pela EN 45545 Categoria 2, Boeing Specification Support Standard BSS 7239 for Toxic Gas Generation, NFPA 130, DIN 5510-2 (S-4/SR-2/ST-2) e NF F 16-101 em adição ao item 1.11.1 desta CS.

- l) As portas dos armários e sancas devem ter um dispositivo para mantê-las abertas e travadas.
- m) O fechamento das sancas deve ser através de fechadura padrão Metrô.
- n) Todas as sancas devem ser dotadas de dispositivo amortecedores e limitadores de movimento anti queda de forma que ela não se abra completamente no caso de um destravamento inesperado e evite acidentes com usuário. Outros dispositivos anti queda podem ser propostos pela Contratada desde que aprovado pelo Metrô.
- o) Todas as sancas devem ser manipuláveis por apenas uma pessoa e nenhuma das sancas deve ter peso superior a 15kgf.
- p) A chaparia das laterais, cobertura, piso e cabeceiras pelo lado interno deve ser tratada com isolante termo acústico com uma camada de tinta betuminosa anti vibração e ruído ou material similar.
- q) Entre o acabamento interno e a estrutura da caixa deve ser utilizado um isolante termo acústico de característica antichama ou chama retardante.
- r) O acabamento interno junto as portas do salão, batente superior e nas laterais, deve possuir uma proteção flexível afastada da folha da porta em torno de 3 mm, para evitar que ocorra o arraste acidental das mãos dos usuários devido ao movimento das folhas das portas durante a abertura. Esta proteção deve ser instalada em toda a extensão da moldura lateral das portas.
- s) Os painéis de acabamento interno devem possuir as arestas e cantos arredondados. Sua fixação não deve ter parafusos ou rebites aparentes.
- t) Todos os perfis de alumínio utilizados devem ter um acabamento anodizado natural ou pintado eletrostaticamente a pó de acordo com a utilização e com a aprovação do Metrô.
- u) O projeto visual e as cores do acabamento interno dos carros devem ser aprovados pelo Metrô.
- v) Ensaio de aceitação devem ser executados no material destinado ao revestimento interno para comprovar, além de outras qualidades, a resistência à abrasão e à propagação de chamas, bem como quanto à produção de gases tóxicos, quando queimado.
- w) Deve ser instalado um painel nas laterais internas de cada carro próximo às portas de serviço para abrigar as chaves de portas, freios e encanamentos de ar comprimido.
- x) As cores das chaves no painel lateral e seu respectivo posicionamento devem ser definidas pelo Metrô durante a fase de projeto.
- y) A porta de acesso ao painel deve ser provida de dobradiças e ter também uma trava e uma fechadura tipo padrão Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	110 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

2.4.2 Revestimento do Piso

- Sobre a estrutura do piso deve ser instalado o painel do contra piso, e após nivelado deve ser colado o revestimento do piso, conforme item 1.11.26 desta CS, na cor e padrão de textura a ser escolhido pelo Metrô durante a fase de projeto.
- O revestimento interno do piso do carro deve ser antiderrapante e executado com material apropriada de performance comprovada para este tipo de aplicação metro-ferroviária.
- O revestimento do piso deve prolongar-se pelas paredes do carro até uma altura mínima de 150 mm acima do nível do piso. Na extremidade inferior da lateral junto às soleiras de portas deve ser instalada uma cantoneira de proteção fabricado em aço inoxidável na mesma altura do revestimento do piso.
- As junções devem ser adequadamente unidas através de soldagem termoplástica, possuindo total estanqueidade para permitir a limpeza, inclusive por meio de jatos de água sem que ocorra infiltração.
- O revestimento do piso deve ser à base de material composto de multicamada, reforçado com fios de fibra de vidro com espessura maior que 2,5 mm conforme detalhado no item 1.11.26 desta CS.
- A Contratada deve apresentar proposta de cores e padrões de acabamento para análise e aprovação do Metrô.
- O material de revestimento do piso deve ser resistente à chama, conforme a norma DIN 5510 - SF3, EN 45545, categoria 2, NF F 16 101 - M2F2 e ASTM E 648; a chama de ponta de cigarro, conforme a norma DIN 51961, resistente à abrasão e desgaste, conforme ASTM C 501-66 ou DIN 53516; antiderrapante conforme ASTM D 2047 e resistente às substâncias químicas conforme norma DIN 51958. Os ensaios devem ser executados conforme as normas especificadas.
- Deve haver isolamento termo acústico entre o revestimento do piso e os painéis sob estrado.
- Não deve existir nenhuma tampa de inspeção ao longo de todo piso do salão.

2.4.3 Painéis de Acabamento

- Todos os painéis para acabamento do interior do carro devem ser rígidos e sua fixação não deve ser aparente e nem poderá permitir vibração e ruído.
- As tonalidades das cores dos painéis devem ser iguais.
- Amostras do produto devem ser entregues para aprovação do Metrô.
- Os painéis moldados em fibra de vidro ou outro material (termoplásticos extrudado ou termo formados-SMC) com características equivalentes devem ser projetados, de forma a manter a continuidade do acabamento e não conter saliências, reentrâncias ou arestas que dificultem a limpeza.
- A tonalidade das cores dos painéis não deve apresentar diferença sensível com relação às demais partes do acabamento interno de mesma cor e de materiais diferentes e devem ser apresentados para aprovação do Metrô.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 111 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- f) As placas de comunicação visual devem ser em cores fotoluminescentes ou outro processo como a retro iluminada, que deve ser apresentado para aprovação do Metrô, ficando assim, proibida a utilização de elementos colados ou pinturas diretamente sobre os painéis de acabamento.
- g) As placas de comunicação visual devem ser fornecidas pelo Fabricante do trem. A quantidade e o local de instalação no trem definidos durante a fase de projeto.
- h) Os desenhos, a fonte das letras e as cores das placas de comunicação visual devem ser aprovados pelo Metrô.
- i) As placas principais são:
- indicação de sentido de fluxo nas portas do trem;
 - plaqueta para identificação de trens;
 - placa de localização dos extintores de incêndio;
 - sinalização de porta automática;
 - indicação de porta de saída de emergência do salão;
 - placa de não fume;
 - indicação de local para deficientes físicos, idosos, obesos, etc.;
 - indicação de dispositivo de emergência de portas;
 - indicação de intercomunicador passageiro/operador;
 - indicação de local para cadeira de rodas, com símbolo internacional para deficientes.
 - Identificação do número do carro em braile, para o deficiente visual.
- j) Devem, também, ser previstos placa de comunicação em Braille nos carros “A”, conforme a norma NBR 14021 e NBR 9050.
- k) Junto aos batentes de portas do salão e nas portas dos armários elétricos devem prever, dois espaços por carro suficientes para a instalação de painel digital de propagandas e informações, prevista no item 14.9 da CS.
- l) Os locais de instalação serão definidos na fase de projeto.
- m) Devem ser previstos espaços para a instalação dos carregadores USB descritos no item 11.2.3.
- n) Devem estar previstos espaços, junto as sancas sobre as janelas, espaços para monitores ao longo do carro, distribuídos uniformemente pelo salão de passageiros. A posição dos monitores deve ser definida durante fase de projeto.

2.4.4 Painel de comunicação visual Interna

- a) No projeto do acabamento interno deve ser previsto o fornecimento e a colocação de painéis de comunicação visual (não fume, porta de emergência, símbolo internacional de deficiente físico, etc.).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 112 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- b) O Metrô durante a fase de projeto executivo dos trens fornecerá a Contratada o Manual de Comunicação Visual orientativo que deve ser obedecido.
- c) O material utilizado na comunicação visual deve ser anti vandálico.
- d) Os adesivos não listados no item 2.4.3, mas que farão parte do fornecimento serão informados na fase de desenvolvimento do projeto, assim como as dimensões, quantidades e localização.

2.5 REVESTIMENTO EXTERNO

2.5.1 Acabamento Externo

- a) O acabamento externo dos carros deve ser projetado de forma a se obter um conjunto harmonioso, sem saliências, reentrâncias ou arestas que possam causar lesões aos passageiros ou dificultar a limpeza mecanizada.
- b) As chapas de acabamento das laterais devem ser escovadas, lisas e, se necessário, possuir pequenos vincos para dar resistência.
- c) A cobertura deve ser em chapa corrugada para resistir as cargas e nas cabeceiras chapas escovadas, lisas ou corrugadas.
- d) As amostras de chapas de acabamento devem ser apresentadas para a aprovação do Metrô.
- e) As superfícies de acabamento devem ser livres de marcas ou riscos e as chapas não corrugadas devem ser livres de ondulações superiores a 2 mm do vale ao pico em trechos de 1.000 mm.
- f) Para as emendas das chapas, corrugadas ou lisas não serão admitidos aplicação de adesivos ou massas plásticas de qualquer natureza, o processo e o material para calafetação devem ser aprovados pela Metrô antes da sua aplicação.
- g) As soldas a arco quando aparentes devem ser limpas e pintadas se necessário para permitir um acabamento harmonioso com o conjunto onde elas são utilizadas.
- h) Não deve haver painéis de chaves nas laterais externas do trem, sendo que as chaves de isolamento devem ser instaladas internamente ao salão próximos das portas de serviço.
- i) A localização das chaves laterais externas do trem deve ser acordada durante a fase de projeto.
- j) As soldas por resistência (solda a ponto) devem ser convenientemente alinhadas e os pontos uniformemente espaçados e as queimaduras devem ser limpos se houver.
- k) O acabamento externo junto as portas do salão, batente superior e nas laterais, deve possuir uma proteção flexível afastada da folha da porta em torno de 3 mm, para evitar que ocorra o arraste acidental das mãos dos usuários devido ao movimento das folhas das portas durante a abertura.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 113 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

2.5.2 Comunicação Visual Externa

- As cores e o “design” do acabamento externo, tais como a máscara, faixas das laterais, montagem das câmeras de ré das laterais, indicadores luminosos de estado das portas, indicador luminosos de falha de freio, e a numeração serão definidas durante a fase de projeto executivo dos trens.
- Durante o desenvolvimento do projeto executivo, o Metrô fornecerá um documento orientativo sobre o design geral do trem.

2.5.3 Máscara

- A cabeceira dianteira de todos os carros extremidades deve ser revestida com uma peça moldada em fibra de vidro atendendo a Norma UIC 651 OR.
- Outros materiais poderão ser utilizados desde que sejam aprovados pelo Metrô.
- A Contratada deve apresentar o “design” final, as cores e pintura da máscara tendo como base o documento orientativo fornecido pelo Metrô.
- A máscara não deve contribuir para a resistência estrutural do carro, mas deve considerar que estará sujeita a um impacto de vento, associado à velocidade máxima do trem e às próprias condições ambientais, bem como a choques e vibrações devidos ao movimento do trem.
- A máscara não deve interferir com os processos de encarrilamento do trem bem como não sofrer danos, trincas ou infiltração de água durante a movimentação normal ou torção do carro.
- A máscara deve ser desenvolvida de forma a também facilitar a limpeza por lavagem mecanizada.
- A máscara deve ser projetada e preparada para a fixação adequada do para brisa, limpador do para-brisa e bico esguichador, oferecendo estanqueidade e um perfeito acabamento interno e externo.
- O processo de fixação do para brisa e o acabamento deve ser submetido à aprovação do Metrô.
- A máscara deve prever facilidades para acesso e manutenção de componentes como acesso a manutenção do tanque de água do limpador de para-brisa, motor e mecanismo do limpador de para-brisa, faróis, luzes demarcadoras e luzes de cauda.
- A máscara deve ser projetada, prevendo espaços para fixação das antenas de sinalização e rádio banda larga embutida na testeira. Detalhes serão definidos durante a fase do projeto dos trens.

2.5.4 Para brisas

- A cabeceira frontal de todos os carros extremidades deve ser provida de para brisa.
- O para brisa deve atender ao requisito de impacto contra projétil, conforme estabelecido na norma UIC 651 OR.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 114 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- c) No impacto, não será admitido que o projétil atravesse o para brisa ou projete estilhaços para o interior do carro e nem provoque o deslocamento do conjunto.
- d) A remoção e instalação do para-brisa deve ser simples e não necessitar mais que duas pessoas por um período máximo de 4 horas.
- e) O vidro deve ser do tipo laminado de segurança na cor verde, com curvatura acompanhando a máscara, com aplicação pelo lado interno, uma película de segurança, anti impacto e anti estilhaçamento (*non spall*) sem emenda.
- f) O vidro do para brisa deve possuir película anti vandálica instalada do lado interno, conforme especificado para os vidros do item 1.11.14.
- g) A instalação dos para brisas deve ser projetada de forma a permitir sua colocação pela parte externa do carro e de forma tal que não permita sua queda para o interior do carro quando forçado neste sentido.

2.5.5 Limpador de Para-brisas

- a) Os para-brisas devem ser equipados com limpador(es) de aplicação ferroviária com articulação na parte inferior do para-brisa e suportar a ação das escovas da máquina automática para lavagens de trens.
- b) O limpador de para brisa deve funcionar no modo temporizado quando comandado por sensor de chuva em modo automático ou por acionamento manual através de comandos no console, em caso de operar o trem no modo manual.
- c) O limpador deve ser capaz de limpar uma área de pelo menos 1.100 x 800 mm no para-brisa e, para isso, o limpador pode ser constituído de mais de uma palheta.
- d) As palhetas do limpador devem garantir o perfeito assentamento da borracha sobre o vidro e deve ter comprimento apropriado para varrer perfeitamente toda a área de visão do operador, permitindo a visão da via, dos monitores e espelhos da plataforma
- e) O limpador deve ser acionado por motor elétrico alimentado pela trainline de tensão 24 Vcc, conforme item 11.2.2.
- f) O limpador deve ter parada automática próxima a guarnição inferior do lado esquerdo, no sentido de marcha, do para-brisa e centro de giro do braço do limpador deve ser na parte inferior do para-brisa.
- g) A chave de comando do limpador deve ter a posição desligada, temporizador e controle de velocidades (baixa e alta).
- h) A chave de comando do limpador deve ser instalada no console e ter as seguintes posições estáveis:
 - Desligado (Parada automática);
 - Temporização de 5 a 8 s;
 - Velocidade de 30 ciclos por minuto;
 - Velocidade de 60 ciclos por minuto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 115 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- i) Deve haver pelo menos dois esguichadores de água duplos e fixos na máscara.
- j) A bomba de água do esguichador deve ser acionado por um motor elétrico alimentado pela trainline de tensão de 24 Vcc, conforme item 11.2.2.
- k) Após o acionamento do esguicho de forma manual ou automática, deve ocorrer 3 ciclos de varredura do limpador de para brisa.
- l) O esguichador deve ser protegido e resistente para que não seja danificado ou desalinhado durante a lavagem do trem na máquina de lavar trens.
- m) O acionamento manual do esguichador deve ser por um botão pulsante de cor preta instalado no console escamoteável ao lado da chave de comando manual do limpador.
- n) O funcionamento automático do esguichador deve ser definido durante a fase de projeto.
- o) O reservatório de água deve ser de aço inoxidável com tampa imperdível de fácil remoção e ter capacidade de pelo menos 15 litros com visor de nível de fácil visualização do nível existente e fácil reabastecimento pelo interior do carro A, longe de equipamentos elétricos, ou externamente, acessível em ambos os lados do trem a partir da plataforma.
- p) Toda a instalação do limpador de para-brisas deve ser de fácil acesso para fins de manutenção.
- q) Deve ser realizado teste para comprovação de desempenho e durabilidade do conjunto de limpador, esguichador e motor do para-brisas.

2.5.6 Identificação do trem e Carro

- a) Os carros de extremidades devem receber a identificação do trem.
- b) A identificação do trem deve ser colocada em ambas as laterais próximo as cabeceiras, na parte frontal da máscara e no interior do console do carro A.
- c) A identificação de cada um dos carros deve ser colocada nas laterais externas e no interior do salão de passageiros.
- d) As formas, tipo de fonte, dimensões, quantidades e localizações das identificações do carro e trem serão definidas na fase de projeto pelo Metrô baseado no manual de comunicação visual.
- e) A pintura ou adesivos das identificações nas laterais externas deve ser feita diretamente sobre as chapas de revestimento externo.
- f) O símbolo do Metrô deve ser colocado nas laterais dos carros de extremidades, bem como em sua máscara de revestimento da cabeceira frontal, conforme desenho a ser fornecido pelo Metrô.
- g) No salão de passageiro dos carros de extremidades deve haver indicação do carro, também em braile, sendo que a forma e a localização da identificação em braile serão definidas pelo Metrô durante a fase de projeto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 116 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

2.6 CABECEIRA DIANTEIRA DO CARRO A

- Os carros de extremidades devem ter a cabeceira dianteira interna estudada para atender a ergonomia para alojar um console embutido no revestimento da cabeceira, centralizado no carro e também para que possibilite a permanência e circulação de passageiros em pé próximos a janela do para brisa.
- Na cabeceira dianteira do Carro A deve abrigar um console de condução embutido e com uma tampa escamoteável e removível, projetada de forma ergonômica e atender à norma UIC 651 OR para operar em pé.
- A Contratada deve construir um "Mock Up" da cabeceira do carro A, com acabamento, tampa escamoteável e removível, pega mãos e colunas, console de condução completa, para a realização de estudo ergonômico do console, com o posicionamento de equipamentos, contemplando no posto de comando, chaves, alavancas de comando, limpador de para brisa, IHM, câmeras, iluminação na escala real, para aprovação do Metrô.
- Este "mock up" deverá ser entregue ao Metrô após aprovação de projeto.
- Aprovação do projeto do console, com o posicionamento de chaves e equipamentos, será realizada após a avaliação do "Mock Up"
- Na região do alojamento do console deve ser previsto pega mão e coluna para que o atendente possa segurar e se proteger caso necessite.
- No teto sobre o console deve ser instalado uma câmera, com lente grande angular, e a iluminação focadas na direção do console para que o operador do CCO oriente o atendente, em caso de operação manual.
- A abertura ou tentativas de abertura da tampa escamoteável do console deve ser detectada e enviada ao registrador de eventos, ao CCO e ao TCMS.
- A abertura da tampa do console deve ativar automaticamente a iluminação do console.
- A iluminação da região do console de condução deve ser ajustável e projetada, de modo a garantir perfeita visibilidade dos comandos e dispositivos de controle, sem causar ofuscamentos ou reflexos.
- Deverão existir dois tipos de iluminação na região do console de condução:
 - Iluminação geral da região, que deverá ser constituída por luminária similares as luminárias do salão de passageiros, seguindo o padrão de desenho.
 - Iluminação, com lâmpadas de LEDs, direcional na região do console, que deverá ser constituída por dois "spots" ajustáveis.
- O acionamento da iluminação da região do console deverá ser acionada por circuitos independente do salão, sendo um para cada tipo de luminária. Deve ser possível ligar e desligar a iluminação da região do console através da IHM.
- Deve ser previsto próximo ao console e sob a tampa escamoteável, uma tomada de 220 VCA/20 A para uso geral.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	117 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- n) Deverá ser previsto um local de fácil acesso para colocação de impressos para anotações pelo operador e um compartimento com tampa para a guardar luvas, lanternas e outros equipamentos operacionais. Detalhes do compartimento serão discutidos durante o projeto.

2.6.1 Console

- a) Na cabeceira dianteira dos carros A deve existir um console de operação embutido sob uma tampa escamoteável, centralizado no carro, para ser utilizado pelos operadores para movimentação do trem em qualquer modo de operação, na via operacional, estacionamentos ou vias do pátio de manutenção.
- b) O console deve dispor de todos os recursos de controle e indicadores que permitam a operação do trem em condições seguras, ao longo da via, estacionamento e pátio de manutenção.
- c) O acabamento do painel do console deverá ser de cor preta ou cinza escura para evitar reflexos do console no para-brisa.
- d) Os detalhes deste console devem ser definidos durante a fase de projeto.
- e) O console deve ser projetado de forma ergonômica para minimizar os problemas de lesão por esforços repetitivos principalmente na atuação nas alavancas de comando do trem.
- f) O console de condução deve ser projetado para uma faixa de altura dos operadores, entre 1.500mm e 1.930mm, conforme norma UIC 651 OR.
- g) No console devem ser instalados dois monitores IHM (touch screen), painel de rádio VHF, microfone e sonofletor do operador, alavanca de aceleração/freio, alavanca de sentido de movimento, chave seletora de modo de operação, botoeiras de comando de aplicação de emergência e buzina, chave botões para acionamento dos faróis alto e baixo, limpador de para brisa, esguichador de água, botão de acionamento do modo lavagem e acoplamento, botão de rebocamento e desacoplamento, botoeiras de abertura e fechamento das portas lado direito e esquerdo, chave de seleção de lado de abertura de portas em modo manual, chave de derivação de portas, chave de derivação de freio de emergência, anunciadores de modo manual, freio falha remoção, portas fechadas, freio de segurança aplicado, chaves, anunciadores e outros dispositivos a serem definidos com o Metrô durante a fase de desenvolvimento do projeto.
- h) No console, externo à tampa escamoteável e removível, deverá haver um painel de chaves com tampa com fechadura padrão Metrô. Este painel deve abrigar a chave de energização geral, cujo circuito deverá ser do tipo paralelo, ou seja, os equipamentos poderão ser energizados por uma cabine e desenergizados pela mesma ou pela cabine oposta.
- i) A distribuição, definição de cores, identificação dos instrumentos, anunciadores, botoeiras, chaves de comutação que devem existir no console de condução manual deve ser definida com a equipe de operação do Metrô na fase de desenvolvimento do projeto dos trens.
- j) A disposição dos monitores e a interação do operador com os monitores serão definidas durante a fase de projeto dos trens.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 118 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- k) Os monitores devem estar localizados no console, de maneira que permitam fácil leitura pelo operador do trem, em qualquer condição de luminosidade ambiental (claro ou escuro), com ajuste automático de luminosidade da tela.
- l) As características dos monitores e suas funcionalidades estão descritas no item 10.13 Monitores de Vídeo, desta especificação.
- m) A disposição dos monitores e a interação do operador com os monitores serão definidas durante a fase de projeto executivo dos trens.
- n) As características dos monitores e suas funcionalidades estão descritas no item 10.13 Monitores de Vídeo, desta especificação.
- o) Próximo ao console de condução deve ser instalado um extintor de incêndio igual ao do salão de passageiros, em um compartimento embutido, de fácil acesso.
- p) Os IHMs devem possuir funções idênticas que apresentem as mesmas informações em ambas as telas, do sistema TCMS, CBTC, SCT (PAPIS e CFTV).
- q) Ao ligar o trem e abrir ou retirar a tampa do console, por padrão, as funções do TCMS devem ser mostradas no equipamento instalado a esquerda do console e as principais informações são os diagnósticos das falhas e parâmetros de ajustes dos equipamentos e do próprio TCMS. No monitor da direita, devem ser mostradas as informações do CBTC.
- r) As principais informações que devem ser mostradas nas IHMs são:
- velocidades real e comandada;
 - tensão do terceiro trilho;
 - pressão do suprimento de ar no encanamento principal;
 - pressão do cilindro de freio;
 - relógio, cronômetro e calendário;
 - anunciador de falhas;
 - estado funcional dos equipamentos do trem;
 - estado de todas as portas do salão de passageiros do trem;
 - apresentar as funções do sistema CBTC;
 - acionamento de saídas de emergência pelos usuários;
 - acionamento de intercomunicadores pelos usuários.
- s) O estado real da sinalização do estado de cada porta do trem deve estar sempre presente na IHM. Exemplo (com as portas abertas e comandado o fechamento, a sinalização de porta fechada deve ocorrer individualmente, para cada porta após o seu respectivo fechamento. Com o comando de abertura, a sinalização individual do estado de cada porta, deve ocorrer quando detectado o início da abertura).
- t) As informações do sistema SCT (CFTV e PAPIS) devem ser apresentadas nas telas ao selecionar em botão específico quando solicitado pelo operador.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	119 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- u) As telas desses sistemas devem apresentar as imagens das câmeras de CFTV, estabelecimento de conexões de áudio, atenção de interfones, envio de mensagens especiais e visualização do vídeo ao vivo, e quando solicitado pelo operador, deve apresentar a lista de falhas dos equipamentos.
- v) A disposição dos componentes deve ser definida durante a fase de projeto.
- w) A interação entre o operador e os monitores (IHM) e a disposição dos componentes devem ser acertadas durante o desenvolvimento do projeto.
- x) Junto à cada monitor deve haver botões/ícones para seleção de menus e opções de telas.
- y) Por acesso restrito ao pessoal de manutenção, também deve ser possível visualizar, nos monitores, detalhamento das falhas anunciadas, tais como variáveis anormais, histórico de eventos, etc., característicos de cada equipamento.
- z) A ativação dos vídeos, anunciadores/indicadores, instrumentos do console devem ser associados à seleção de carro líder.
- aa) O console deve dispor de todos os recursos de controle e indicadores que permitam a operação do trem. Essas indicações devem ser definidas e aprovadas pelo Metrô durante a fase de projeto dos trens.
- bb) Deve haver sinalizações específicas no console que sejam alimentadas por informação cabeada que indiquem situações específicas do trem como:
 - Sinalização de estado de portas (aberta/fechada);
 - Freio de emergência aplicado;
 - Modo manual ativado;
 - Falha de remoção de freio;
 - Detecção de fogo.

2.6.2 Climatização da Região do Console

- a) A região de console deverá ser provida de ar refrigerado derivado do salão de passageiros com controle de vazão e recirculador de ar independente.
- b) O recirculador deverá ser alimentado pela tensão da bateria e provido de controle de velocidade, baixa e alta. Na velocidade alta o recirculador deverá ter capacidade de fornecer um volume de 700m³/h efetivo de ar resfriado derivado do salão.
- c) As grelhas de saída de ar refrigerado não deverão estar sobre a cabeça do operador e os direcionadores de ar do recirculador deverão ser posicionados para possibilitar fluxo de ar na frente do operador.
- d) O nível de ruído na cabina, com o recirculador de ar funcionando na velocidade alta, deverá ser igual ou inferior a 70dBA, a ser medido em seu centro e a 1,3 m do piso.
- e) O sistema de climatização de ar da cabine deverá ter uma derivação para o desembacador do para-brisas e deverá atender a norma UIC 553.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	120 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- f) O sistema de climatização da região do console deve considerar uma taxa mínima de renovação de ar de 40 m³/h, na região delimitada pela instalação da divisória entre console e salão especificada no item 2.7.1.

2.6.3 Janela da Região do Console

- a) A região próxima ao console deve possuir uma janela em ambas as laterais do carro.
- b) A janela deve permitir a visualização lateral de posicionamento e alinhamento do trem na plataforma, quando o operador estiver operando em pé ou sentado.
- c) As dimensões da janela devem ser suficientes para que o operador, com altura entre 1,50 m e 1,90 m, possa passar com a cabeça para visualizar a lateral externa do trem.
- d) A janela deve possuir corrediças com acionamento manual e fechadura no padrão Metrô para travamento.
- e) Detalhes da janela deverão ser definidos na fase de projeto.

2.7 MÓDULO DE CABINE

- a) Deve ser previsto no projeto do trem a instalação de um módulo de cabine.
- b) Deve ser possível remover completamente este módulo sem a necessidade de modificar os acabamentos internos laterais, teto e pisos.
- c) O módulo de cabine deve ser composto por uma divisória que segregue a área da região do console ao restante do salão de passageiros, um banco de operador, assento para instrutor e cortina quebra sol do para-brisa.

2.7.1 Divisória Entre Cabine e Salão

- a) A divisória entre o módulo de cabine e o salão devem ser instaladas transversal ao carro e posicionadas entre o console de condução manual e as primeiras portas de passageiro. Detalhes devem ser definidos durante o projeto.
- b) O material da divisória deve possuir o mesmo revestimento e acabamento descrito no item 2.4 desta especificação.
- c) Entre a cabine e o salão de passageiros deverá ter uma divisória estruturada com porta de mesmo material de no mínimo 700 mm de largura e com fechadura com travamento mecânico e acionamento por chave padrão Metrô.
- d) A porta deverá ser projetada de forma a não permitir vibrações e ruídos, devendo abrir e fechar de forma corrediça e possuir amortecimento no fechamento e na abertura.
- e) No sistema de porta deverá ser previsto um dispositivo que mantenha a porta travada na posição aberta automaticamente, sempre que a porta abrir totalmente. Para permitir o fechamento deverá haver no interior da cabine um sistema mecânico para liberação.
- f) A fixação dessa divisória deverá ser de forma que a mesma possa ser removida, sem necessidade de refazer o acabamento interno do salão.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	121 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- g) A folha da porta e a divisória deverão resistir a esforços longitudinais a caixa equivalente a uma pressão de 150 kg/m².

2.7.2 Banco do Operador

- a) O módulo de cabine deve prever um suporte de fixação para a instalação de um banco de operador próximo ao console de condução.
- b) O banco para o operador deverá ser estofado, com encosto e assento revestidos com material adequado para uso duradouro, evitando os problemas de transpiração. O material do revestimento deve ser instalado através de zíper e a cor deverá ser submetido à aprovação do Metrô.
- c) O banco do operador deverá possuir ajustes de posicionamento com acionamento elétrico que permitam ajustes independentes nos sentidos vertical e longitudinal e regulagem da inclinação do encosto, prevendo mudança no seu posicionamento, para possibilitar a operação do trem com o operador em pé.
- d) O encosto deverá ter um protetor cervical fixo com altura suficiente.
- e) O vão livre entre o banco e o console para a operação com condutor em pé deve ser de no mínimo 440 mm.
- f) O banco deverá ser projetado para pessoas com peso até 150 kg,
- g) A fixação do banco deverá ser feita, de forma que sua retirada para manutenção seja facilitada.
- h) Após a retirada do banco do operador deve ser possível a instalação de acabamento ou de revestimento do piso do salão.
- i) O banco não poderá interferir com o console, com a divisória do salão ou qualquer outro equipamento, em qualquer posição de ajuste.
- j) Deve ser instalado sob o console apoio para os pés do operador quando estiver sentado, com mecanismo para ajuste de altura, que seja possível apoiar toda a planta do pé do operador de qualquer estatura.
- k) A aprovação final do banco deverá ser feita após sua instalação em um "mockup" e deverá atender às normas NBR 12.758 e UIC 651 OR.

2.7.3 Assento Para Instrutor

- a) Deve ser instalado um assento para instrutor ou inspetor de mesmo material do banco do operador na lateral da região do console, ao lado do banco do operador.
- b) Este assento deve ser fixado a uma estrutura capaz de suportar pessoas com peso até 150 kg.
- c) Detalhes do assento deverão ser definidos na fase de projeto.
- d) A fixação desse assento deve ser de tal forma que o mesmo possa ser removido, sem necessidade de refazer o acabamento interno do salão.
- e) A aprovação final do banco deverá ser feita após sua instalação em um "mockup".

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	122 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

2.7.4 Cortina Quebra Sol do Para-Brisa

- A cabine deve ser equipada com quebra-sol, do tipo cortina, com possibilidade de deslocamento vertical na extensão horizontal do para-brisas, de fácil acesso ao operador, de fácil manejo e não deverá permitir deslocamento devido a vibrações e deverá estar de acordo com a norma UIC 564-2 classe B.
- O material da cortina deverá ser aprovado pelo Metrô durante a fase de projeto.
- Deve ser possível a retirada da cortina quebra sol do para brisa sem que seja necessário alterações no acabamento interno da região do console.

2.8 ARMÁRIOS ELÉTRICOS

- Os armários destinados à instalação de equipamento, relés, disjuntores, interruptores, fusíveis, etc., no interior dos carros devem estar localizados nas cabeceiras dos carros, próximos aos gangways de cada carro.
- Na extremidade frontal do carro A devem existir armários somente na parte inferior dos consoles de condução.
- Os equipamentos devem ser fixados em suportes padronizados (racks de 19") com guias metálicas com pistas deslizantes, que devem ser rigidamente instaladas nos armários.
- Os equipamentos devem ser retirados pela frente do armário. A disposição dos equipamentos nos armários deve prever a utilização do mínimo de espaço necessário.
- Os armários elétricos devem dotados de portas para permitir acesso aos equipamentos e chaves.
- As peças de acabamento dos armários elétricos devem ser revestidas internamente por chapas metálicas para auxiliar na blindagem eletromagnética dos equipamentos eletrônicos.
- Os equipamentos, chaves e interruptores devem ficar fixados no painel frontal do armário e nos locais onde não houver equipamentos, devem ser previstos painéis de acabamento, com fixação independente, que manterá a continuidade do conjunto.
- As portas e laterais dos armários devem ser revestidas externamente com o mesmo material do revestimento do salão e devem ser planas, livres de ondulações e projetadas de forma a manter um assentamento perfeito e livre de vibrações.
- O grau de proteção dos armários do salão de passageiros deve ser IP64.
- O fechamento das portas deve ser feito por chave padrão Metrô.
- Os armários elétricos devem permitir a ventilação natural nos equipamentos, e se os equipamentos tiverem ventilação forçada, a exaustão deve ser para o exterior do carro.
- A localização das chaves de uso exclusivo de manutenção e operacionais devem ser definidas na fase de projeto.
- Os armários elétricos devem ter três tomadas de 220 Vca (até 1,5 kW no total).
- As tomadas devem ser de pinos redondos, dois polos e um terra de acordo com a norma ABNT vigente. A capacidade das tomadas deve ser de, pelo menos, 20 A, 250 V.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	123 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- o) As chaves de energização dos equipamentos devem ser comutadoras de 3 posições e devem estar localizadas em um mesmo painel.
- p) As posições das chaves devem ser: automático, local e desligado.

2.9 COLUNAS E PEGADORES

- a) O salão de passageiro deve dispor de colunas localizadas próximas às portas e pegadores longitudinais, dispostos nas laterais e na região central, que permitirão aos passageiros movimentarem-se com segurança.
- b) O arranjo das colunas e pegadores, assim como os fixadores, devem seguir as linhas básicas dos trens da frota do Metrô, sendo que a disposição das colunas e pegadores longitudinais deve ser aprovada pelo Metrô.
- c) Todas as colunas devem ser pintadas com tinta lumino fluorescente na altura de 800mm a 1.800mm, assim como em todos os pega mãos, detalhes serão definidos na fase de projeto.
- d) As colunas e pegadores devem ser em tubos de aço inoxidável e projetados, de forma que não seja necessária à sua remoção para permitir acesso aos equipamentos, tais como: luminárias, mecanismo de portas, bancos, revestimento, acesso aos dutos do ar condicionado.
- e) Devem ser instalados cinco pega-mãos ao longo de todo o comprimento do salão, sendo:
- Um no centro a uma altura de 2.000mm
 - Dois nas laterais na altura de 1.950mm, equidistante uma da outra de 1.200 mm.
 - Dois entre as portas, na região das janelas panorâmicas, nas duas laterais na altura de 1.800 mm equidistante uma da outra de 1.700 mm.
- f) Ao longo desse pega-mãos devem ser instalados alças de mão flexível de material termoplástico macio, a cada 90 cm, com resistência que suporte esforços de até 3000 N.
- g) As uniões, assim como os elementos de fixação, devem ser em aço inox e desenvolvidas de forma a não conter arestas, não permitir acúmulo de poeira e seu acabamento ser concordante com o aço inoxidável utilizado.
- h) As fixações, colunas e pegadores devem ser tais que não existam deformações permanentes em quaisquer dos elementos, quando aplicada uma carga vertical de 150 daN nos pontos médios entre suportes de fixação dos pegadores.
- i) As fixações e colunas devem suportar uma carga horizontal de 120 daN nos pontos médios entre as fixações das colunas, sem que exista deformação permanente em qualquer de seus elementos.
- j) As fixações devem ser projetadas para que não ofereça riscos aos passageiros e garantia de que seus elementos não se soltem devido às vibrações normais do carro.
- k) Ao lado de cada assento longitudinal, para preservar o espaço e a segurança da pessoa sentada, deve existir uma barra de aspecto diagonal (apara vento), fixada entre o revestimento da caixa e a coluna vertical adjacente ao assento.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	124 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- l) Ao lado de todas as portas junto ao batente de ambos os lados devem ser instalados pega-mão vertical a partir de 600 mm do piso à 1.650 mm fixados junto ao revestimento lateral sem invadir a livre passagem.
- m) Os tubos devem ser em aço inoxidável, com acabamento escovado no sentido circular. O diâmetro externo do tubo deve ser aproximadamente de 32 mm (1 ¼") com espessura da parede de 3 mm no mínimo.
- n) Quando não for possível que as extremidades das colunas e pega mão estejam embutidas nos revestimentos laterais ou do teto, devem estar protegidas de forma a evitar que fiquem enroscadas mãos e dedos dos passageiros ou alças de bolsas e mochilas.
- o) As colunas não devem ir até o piso e devem ser fixadas no teto e laterais do trem.
- p) O desenho do leiaute e de curvatura das colunas deve ser aprovado pelo Metrô.

2.10 BANCOS DE PASSAGEIROS

- a) O projeto do banco deve atender basicamente a norma NBR 12440 e o protótipo de cada tipo de banco deve ser aprovado pelo Metrô antes da produção seriada.
- b) O Metrô poderá solicitar a Contratada utilizar os mesmos tipos de bancos atualmente em uso no Metrô com a finalidade de padronização, e isto será definido durante a fase de projeto.
- c) Os tipos de bancos neste projeto devem ser simples com um assento, assento duplo com dois assentos contíguos, assento para obeso de dimensões básicas iguais ao duplo e de assento único e banco simples escamoteável ou retrátil.
- d) O arranjo dos bancos no interior do salão deve ser definido em conjunto com o Metrô durante a etapa de Design Review.
- e) O arranjo será constituído de bancos fixos, simples de um assento, junto à região das portas, bancos de dois assentos montados, na região entre portas, bancos de dois assentos nas extremidades do salão de passageiros, e bancos basculante ou retrátil.
- f) Os desenhos da disposição dos bancos e pega mãos devem ser apresentados para análise e aprovação do Metrô.
- g) Os bancos de passageiros devem ser intercambiáveis entre si e fabricados em resina reforçada com fibra de vidro e estruturada, conforme requisitos estabelecidos no item 1.11.4.1. Os bancos podem utilizar materiais diferentes desde que previamente aprovado pelo Metrô.
- h) A estrutura dos bancos deve ser em perfil tubular com seção retangular ou quadrada e ser reforçada, de forma a resistir a uma carga estática vertical (carga distribuída sobre cada assento) de 300 daN e carga horizontal (aplicado no ponto médio do encosto em ambos os sentidos) de 300 daN por assento, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos após a retirada da carga.
- i) Os bancos, suas respectivas estruturas e as bases de fixação devem ser projetados, de forma a garantir sua estabilidade, robustez, resistência a esforços estáticos e dinâmicos, além de evitar vibração, ruído e facilitar a limpeza.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 125 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- j) Os bancos devem ser instalados com fixação das estruturas nas laterais dos carros e ficando o piso livre. A fixação do banco deve ser facilitada quanto a instalação e a remoção através de um suporte para posicionamento e a quantidade de parafusos de fixação deve ser a mínima possível.
- k) Suportes, caixas e compartimentos sob o banco devem ser de aço inoxidável.
- l) As superfícies dos bancos não devem apresentar saliências, reentrâncias ou arestas vivas e seu acabamento deve ser livre de bolhas, marcas, deformações superficiais, porosidades, trincas ou riscos.
- m) Para aprovação da ergonomia e da forma de fixação, do banco deve ser construído um protótipo na escala real.
- n) A folga entre o encosto do banco e o acabamento deve ser de 2 a 4 mm, de forma a evitar o atrito entre tais elementos, entretanto, não deve haver frestas entre banco e revestimento de forma a evitar queda de objetos nos espaços entre peças.
- o) Os assentos devem ser testados conforme Norma UIC 566, com a observação de que todas as cargas devem ser majoradas em 50%.
- p) A cor dos bancos será definida na fase de projeto.
- q) As principais dimensões dos bancos devem ser:
- largura do assento individual = $460 \pm 10\text{mm}$
 - largura do assento duplo = $930 \pm 10\text{ mm}$
 - altura da borda frontal do banco = $400 \pm 10\text{mm}$
 - a borda frontal dos bancos deve ser arredondada para evitar desconforto;
 - distância mínima da borda frontal a parede frontal ou obstáculo à frente dos pés = $350 \pm 10\text{mm}$
 - distância mínima livre entre a borda superior dos encostos de dois bancos duplos de costa a costa deve ser de $120 \pm 10\text{mm}$.
- r) As dimensões dos assentos e encostos devem ser compatibilizadas com os parâmetros estabelecidos, assim como a instalação.
- s) Devem ser realizados testes específicos, definidos durante o desenvolvimento do projeto, nos diferentes tipos de bancos, incluindo fixação, rigidez e resistência.

2.10.1 Bancos preferenciais

- a) Alguns bancos do salão de passageiros devem ser destinados para uso preferencial, conforme norma ABNT NBR 14021.
- b) A quantidade de assentos preferenciais e a localização em cada carro e a cor de diferenciação deve ser definida durante o projeto pelo Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	126 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

2.10.2 Banco para obeso

- Um banco para uso preferencial de pessoa obesa deve ser projetado e instalado em cada um dos carros de extremidade, conforme lei estadual 12.225/06.
- O banco de obeso deve ser colocado no lugar de um dos bancos de dois assentos do carro, aproveitando os mesmos suportes de fixação.
- As dimensões dos assentos e encostos do banco e a sua cor serão definidas pelo Metrô.
- Este banco deve resistir a uma carga estática de 450 daN, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos.

2.10.3 Banco Retrátil

- O banco simples escamoteável ou retrátil deve ter o encosto fixo e o assento articulado, que na posição normal deve manter-se recolhido por ação da mola ou por gravidade. Caso o usuário queira utilizar este assento deve ser movimentado manualmente e quando este sair do assento, automaticamente deve recolher-se.
- O comando e detalhes como força para movimentar o assento, etc., devem ser definidos durante a fase do projeto executivo.
- Os assentos devem possuir as mesmas características mecânicas que os bancos fixos.

2.10.4 Área Destinada a Pessoa em Cadeira de Rodas

- Nos carros de extremidades, deve ser prevista uma área com pegadores horizontais e verticais, destinada aos deficientes físicos que se utilizam de cadeiras de rodas, conforme norma NBR 14021.
- Nas laterais externa e interna, junto às portas de entrada destinada às pessoas portadoras de deficiência motora, devem ser afixados o símbolo de acesso internacional, conforme norma NBR14021.

2.11 JANELAS DO SALÃO

- No intervalo entre cada duas portas do salão de passageiros, em ambos os lados, deve haver uma janela lateral.
- A área de janela deve ser de, no mínimo, 0,36 m² para cada metro linear da lateral do trem.
- A parte superior da janela deve ser basculante para o interior do salão de passageiros.
- O quadro da parte basculante deve ser projetado para evitar a vibração e ruído, garantir a vedação quando fechadas e a entrada de água de chuva quando abertas.
- Os basculantes das janelas devem ter puxadores e dispositivos com comando elétrico para manter fechadas e travadas.
- O destravamento da janela deve ser comandado de três modos: manualmente por um botão na IHM do console, por comando remoto pelo CBTC ou automaticamente após um tempo

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	127 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

determinado (configurado pela tela de manutenção da IHM), em caso de desenergização prolongada da alimentação elétrica do trem, em 750 V.

- g) A indicação do efetivo destravamento das janelas deve ser sinalizada no console e remotamente no CCO.
- h) Após o destravamento das janelas, uma mensagem sonora e de texto deve ser emitida automaticamente no salão de passageiros dos carros do trem, informando os usuários de que as janelas basculantes estão destravadas e poderão ser abertas manualmente.
- i) As janelas devem ser em policarbonato e devem ser projetadas de forma a evitar vibração e ruído e efetuar uma perfeita vedação contra a entrada de água.
- j) O processo de troca das janelas deve ser fácil e rápido. O tempo de troca deve ser inferior a 1 hora utilizando 4 pessoas.
- k) Os policarbonatos das janelas, com espessura mínima de 8 mm, devem ser revestidos pelo lado interno com uma película com no mínimo 4 camadas de segurança anti-vandálica de base superior a 0,1 mm.
- l) O adesivo aplicado para a fixação da película não deve provocar reações com o policarbonato, e deve ser de fácil remoção e aplicação em caso de necessidade.
- m) As janelas devem ser fixadas com guarnição de borracha sem a utilização de adesivos.
- n) As guarnições de borracha das janelas devem ter a sua emenda vulcanizada e as curvaturas pré-moldadas à quente.

2.12 PASSAGEM ENTRE CARROS (GANGWAY)

- a) O sistema de passagem entre carros deve ser autoportante e o seu fechamento deve garantir uma perfeita vedação contra entrada de água de chuva ou da máquina de lavar mecânica.
- b) O revestimento flexível externo deve ser resistente a intempéries, graxas, solventes, detergentes e atender os requisitos das normas sobre propagação de fogo, índice de fumaça e gases tóxicos.
- c) O material do flexível (fole) deve ser estruturado para manter o perfeito alinhamento em sua movimentação, evitando dobras e amassamento.
- d) O revestimento interno do gangway deve possuir painéis laterais de proteção flexível ou deslizante, resistente a vandalismo e sem extremidades móveis.
- e) O sistema de gangway deve ser de fácil montagem e desmontagem e principalmente em caso da necessidade de desacoplamento dos carros a seu caso remoção deve ser facilitado tanto das passarelas como dos revestimentos flexíveis (fole que poderá ser bipartida). Detalhes devem ser definidos na fase de projeto.
- f) A passagem entre os carros deve ser de materiais flexíveis sendo que o piso deve ser articulado e composto de chapa de aço inoxidável antiderrapante, ligados à caixa do carro.
- g) As laterais internas devem ter acabamento em aço inoxidável ou outro material rígido para cobrir a parte do fole de forma que não fique exposto aos passageiros.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	128 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- h) Deve existir nas laterais próximo a passagem entre carros um compartimento com alojamento de um cinturão que será esticado quando um carro for isolado impedindo a entrada de passageiros no carro isolado.
- i) A passagem livre entre os carros deve ter largura mínima de 1.600 mm e a altura no mínimo de 1.900 mm. Esta passagem deve ser segura e sem risco de acidente aos usuários, mesmo que haja movimentos relativos entre as partes.
- j) A região da passagem não deve ter rampa ou degraus em relação ao piso do salão de passageiros.
- k) O dispositivo de passagem entre carros deve ser fabricado conforme estabelece a norma UIC 561.
- l) O nível de ruído máximo na região de “gangway” deve atender os mesmos requisitos especificados para o salão de passageiros.
- m) As partes metálicas do “gangway” devem estar no mesmo potencial elétrico das caixas dos carros.
- n) O conjunto “gangway” deve ser projetado e dimensionado de forma que absorva todos os movimentos relativos entre carros em função da circulação do trem na via e no pátio sem interferências ou causas danos ao material de acabamento. O projeto deve ser apresentado com todos os cálculos e critérios adotados.
- o) O protótipo do “gangway” deve ser apresentado e aprovado antes do início da fabricação.
- p) Na região do “gangway”, o nível de iluminação a 800 mm acima do piso acabado, deve ser superior a 300 lux e a iluminação deve ser alimentada pelo sistema de bateria.
- q) A iluminação na região do “gangway” deve ser do mesmo tipo e parte integrante do circuito de iluminação de emergência.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 129 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

3. TRUQUES

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO TRUQUE

- As estruturas dos truques devem ser fabricadas em chapa de aço carbono baixa liga e alta resistência, soldadas e com posterior tratamento térmico.
- Todas as soldas e soldadores devem estar em conformidade com a AWS ("American Welding Society"), ASME ("American Society of Mechanical Engineers") ou as normas EN equivalentes.
- Todos os carros devem ser providos de dois truques com dois eixos cada, todos motorizados com exceção de dois truques, os quais possuirão um eixo livre cada, localizado no último eixo dos carros A, sem tração e sem freio. Estes eixos livres serão utilizados para a instrumentação do sistema de sinalização CBTC.
- Todos os componentes como as estruturas, eixos, rodas, caixa de rolamentos, bielas de tração, amortecedores, etc., devem ser intercambiáveis aos componentes do truque com eixos motorizados.
- O cálculo estrutural do truque deve utilizar o método de elementos finitos considerando todos os carregamentos e esforços (excepcionais e de serviço) nas condições citadas anteriormente e condições de circulação especificadas.
- A Contratada deve fornecer a análise das tensões estáticas pelo critério de Von Mises e cíclicas de fadiga incluindo as correções das tensões médias pelo critério de Goodman.
- Deve ser projetado, de modo que apresente limitação do alívio de carga nas rodas, quando transitar sobre os AMVs ou em curvas simples ou reversas, aclives, declives ou em superelevações, com quaisquer que sejam as acelerações e em qualquer direção. Para isso, eles devem satisfazer, pelo menos, as seguintes condições:
 - Com a via nivelada, a carga máxima por truque não poderá ser superior a 51% do peso total do carro e a carga mínima por roda não poderá ser inferior a 23% da carga total suportada pelo respectivo truque;
 - sejam "P1, P2, P3 e P4" as cargas medidas sob cada uma das rodas, estando o carro em condições normais, em tara, sem passageiros, em uma via nivelada, um calço de 35mm introduzido sob uma das rodas, entre esta e o trilho, a menor carga constatada nas cargas das demais rodas, não deve ser inferior a 65% de P respectivo. Devem ser verificados os alívios das cargas, nas rodas, colocando o calço em todas as rodas uma a uma. Estas verificações devem ser realizadas no truque com bolsa na pressão de carro vazio tanto para truque com bolsas interligadas (um ponto de apoio) como para as separadas (dois pontos de apoios);
 - Repetir a medição anterior, considerando o truque com as bolsas furadas (suspensão secundária em dois pontos apoiado sobre os batentes).
- O truque deve ser projetado de maneira que o trem circule normalmente com segurança nas velocidades previstas ao longo da via, no pátio, em AMVs, curvas com superelevações, etc., com garantia que não provoque o descarrilamento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 130 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- i) O truque deve ser projetado para circular normalmente até o limite de velocidade estabelecido pela via permanente em todos os trechos da via principal e do pátio sem sofrer danos ou interferência.
- j) Os truques devem ser projetados para suportar a caixa do carro com todos os seus equipamentos, lotação máxima e esforços dinâmicos, sem deformações permanentes e manter a altura do piso acabado do carro em relação ao topo do boleto do trilho, dentro do estabelecido no item dimensões e peso deste documento.
- k) O projeto dos truques deve prever a instalação de outros equipamentos tais como: motores de tração, caixas redutoras, mecanismo de acionamento do freio de atrito, antenas, retorno de corrente, detector de descarrilamento, entre outros.
- l) O projeto do truque e a sua instalação na caixa deve ser de tal forma que para remoção de qualquer motor de tração ou de um rodeiro não haja necessidade da remoção do truque.
- m) Os truques devem ter pelo menos 4 pontos de içamento.
- n) Todas as tubulações pneumáticas do truque devem ser em inoxidável em conformidade com o padrão AAR S-401 ou EN 10216-5, inclusive as conexões.
- o) Todas as cablagens de alta tensão devem estar presa ao truque através de abraçadeiras e conduítes rígidos apropriados. Nas regiões próximas as rodas as cablagens devem estar protegidas contra respingos de graxas ou óleos.
- p) O truque deve estar projetado para que a geometria das alavancas e os componentes mecânicos do freio possam utilizar pastilhas de freios com coeficiente de atrito μ entre 0,30 a 0,40 limitado a pressão de segurança para o carro carregado.
- q) Todas as estruturas devem ser jateado de acordo com SS055900 (ISO8501/1), grau Sa 2 ½ e pintados com espessura total mínima de 160 μ m sobre um "primer" com espessura de 40 μ m conforme norma EN ISO 12944-2 Classe C3 ou equivalente.
- r) Todas as partes mecanizadas ou nas roscas devem ser pintados com "primer" com 20-40 μ m de espessura.
- s) Não serão admitidos suportes em alumínio no truque.

3.1.1 Detector de Descarrilamento

- a) A Contratada deve instalar nos truques um sistema detector de descarrilamento de confiabilidade de acordo com o definido no item 1.10.17 desta especificação.
- b) O sistema detector de descarrilamento deve monitorar todos os rodeiros dos dois truques de cada carro e comandar a aplicação do freio de emergência (abertura do laço de emergência) até a parada do trem, quando da detecção de descarrilamento de um rodeiro.
- c) O sistema deve possuir sinalização de atuação do sistema e identificação do carro, do truque e do rodeiro em que houve detecção de descarrilamento no console de condução, no registrador de eventos e remotamente no CCO, através do CBTC e da RCTT. A data e a hora de atuação também devem ser registradas.
- d) As falhas eventuais no sistema detector e seus componentes devem ser sempre sinalizadas no console do operador, indicando inclusive o carro, o truque e se possível o rodeiro com

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 131 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

falha. Em caso de falha, preferencialmente o detector deve ficar impedido de aplicar o freio de emergência e a ocorrência deve ser sempre sinalizada de forma a não haver tipos de falhas não detectáveis.

- e) A alimentação elétrica do sistema de detecção de descarrilamento deve ser projetada com redundâncias de forma a manter a sua disponibilidade mesmo no caso de avaria de uma das fontes de um carro.
- f) O sistema detector de descarrilamento a ser fornecido, deve ser projetado considerando que não deve provocar atuações indevidas do sistema, devido a passagem dos sensores pelos travessões (AMV) existentes na via.
- g) Deve ser prevista a possibilidade de isolamento do sistema detector de descarrilamento de qualquer carro, a partir da detecção de falha permanente de qualquer sensor instalado em qualquer eixo do carro, ou do equipamento do carro em caso de falha de funcionamento de qualquer um dos seus componentes.
- h) As falhas de qualquer um dos sensores, permanente ou não, ou de componentes do sistema detector de descarrilamento devem ser sinalizadas na IHM do TCMS do console e remotamente ao CCO, através do CBTC e da RCTT, além de ser armazenada no histórico de eventos da IHM.
- i) A isolamento deve ser possível de ser realizada no sistema de descarrilamento de qualquer carro, em uma das telas da IHM do TCMS do console. A isolamento consiste em não permitir a aplicação de emergência pelo sistema de detecção de descarrilamento do carro isolado.
- j) A isolamento do sistema em um ou mais carros deve ser sinalizada com indicação do número do carro, na tela de eventos de eventos da IHM do TCMS do console, informada ao CCO através do CBTC e da RCTT, registrada no histórico de eventos do TCMS (log de falhas) e no registrador de eventos do trem.
- k) Quando a isolamento do sistema de descarrilamento estiver acionada, em qualquer carro, deve permanecer ativa mesmo que haja inversão de comando.
- l) A isolamento do sistema de descarrilamento deve ser desativada em caso de desenergização do trem.
- m) Ao ocorrer uma falha permanente em um sensor de descarrilamento, e sem que o sistema seja isolado no referido carro através da IHM, o sistema detector de descarrilamento deve implementar um filtro de 1 segundo para atuação de emergência se for detectada o acionamento do outro sensor do mesmo eixo, evitando desta forma a aplicação de emergência indevida nas passagens do segundo sensor nas regiões das máquinas de chaves existentes na via.
- n) O equipamento e os sensores devem considerar no projeto as condições ambientais do local de instalação, considerando para os sensores um grau de proteção IP 68.
- o) O posicionamento dos sensores deve ser realizado a fim de facilitar a verificação de estados de falha dos mesmos.
- p) O sistema detector de descarrilamento deve ser projetado de forma a permitir que o mesmo possa ser testado em cada carro, de forma fácil pela manutenção, atuando nos sensores de

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 132 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

descarrilamento instalados sob o estrado e observando a aplicação de emergência ao trem e as sinalizações na IHM.

- q) O conjunto suporte, sensor e as respectivas fixações, devem ser testados quanto a resistência a vibração e ao choque para os valores estabelecidos neste documento e de acordo com a norma IEC 61373.
- r) Os cabos e suas conexões com os sensores de descarrilamento devem ter proteção para suportar a vibração do suporte/mecanismo.
- s) Os equipamentos eletrônicos e os sensores devem ser testados e apresentar conformidade as normas IEC 61373 e EN50155 e comprovação de testes em laboratório de análise de vibração com emissão de relatórios dos testes efetuados.
- t) As caixas dos sensores utilizados devem suportar as vibrações previstas para todo o conjunto do sistema de detecção de descarrilamento, evitar a entrada de água que afete o funcionamento correto da eletrônica do sensor e não afete as conexões com o trem.
- u) Na fase de desenvolvimento do projeto a Contratada deve apresentar sua proposta para o sistema detector de descarrilamento, para aprovação prévia pelo Metrô, bem como a relação de normas pertinentes e os procedimentos para os ensaios de tipo e rotina.

3.2 SUSPENSÕES PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA E VÁLVULA DE NIVELAMENTO

- a) O truque deve possuir duas suspensões sendo: uma primária, entre o rodeiro e a estrutura do truque e outra secundária, entre a caixa e o truque.
- b) A suspensão primária é do tipo metal-borracha (“chevron”, “clouth” ou “cônica”). Outro tipo de suspensão primária só poderá ser utilizado, mediante aprovação do Metrô.
- c) No conjunto da suspensão secundária deve haver bolsas de ar, válvulas de nivelamento, reservatórios de amortecimento e amortecedores.
- d) Os amortecedores devem ser do tipo telescópico de dupla ação.
- e) Na suspensão secundária, deve ser prevista uma interface que permitirá informar ao sistema de tração e de frenagem a leitura da carga do carro, dada pela média de leitura da pressão dos dois truques.
- f) Deve ser enviado o valor de carga de cada carro individualizados ao CCO através do CBTC e ao SAM. Os valores de carga de cada carro devem ser registrados e enviados em quilogramas e não deve incluir a tara do carro.
- g) Após a variação da condição de carro vazio (AW0) para carro lotado (AW5), a informação de carregamento real do carro, para ser utilizada pelos sistemas de tração e freio de atrito, deve ser atualizada em um tempo inferior a 30 s.
- h) Os valores das acelerações e das frequências de oscilações do carro devem estar em conformidade com a Norma EN 12299, considerando o tempo de exposição de 6h contínuas e todas as condições de carregamento.
- i) As suspensões devem proporcionar um amortecimento, de forma que todos os fenômenos de galope prolongado sejam atenuados durante o movimento normal dos carros.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 133 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- j) A suspensão secundária deve ser projetada de forma que, mesmo na ausência de ar nas bolsas, permita continuidade de operação segura do trem. Para isto a suspensão deve possuir molas ou batentes suplementares instalados junto a bolsa de ar, e desta forma permitir a continuidade de operação segura em qualquer velocidade.
- k) A suspensão secundaria (duas bolsas de ar por truque) deve estar provida de recursos suplementares para evitar a inclinação lateral do carro em caso de defeitos na própria suspensão ou de rompimentos de uma das bolsas de ar. Por outro lado, também deve ser previsto dispositivo limitador de distendimento da bolsa em caso de levantamento da caixa.
- l) As válvulas de nivelamento devem manter a altura do piso do carro constante em relação a estrutura do truque, independente da flutuação de carga no carro.
- m) As válvulas de nivelamento devem ser instaladas em local de fácil acesso para manutenção, sendo uma válvula em um truque do carro e duas válvulas em outro truque.
- n) A válvula de nivelamento deve ter um dispositivo de amortecimento para torná-la insensível às oscilações normais do carro durante o movimento.
- o) A Contratada deve realizar teste para comprovar a estabilidade e segurança do sistema de suspensão do carro, com o trem simulando a operação comercial, nas condições críticas de traçado e instalação da via permanente, conforme o item verificação do comportamento dinâmico do trem deste documento.

3.3 EIXOS E RODAS

- a) As rodas devem receber balanceamento estático sendo admitido o desbalanceamento máximo de 230gm.
- b) No cubo de todas as rodas, voltado para o lado oposto ao friso, deve ser previsto um orifício com rosca de $\frac{1}{4}$ " – 18 NPT, com bujão para injeção de óleo, que auxilie na desprensagem dos eixos.
- c) As rodas devem ser fabricadas em aço forjado e as superfícies usinada e a superfície de rolamento tratado termicamente, conforme especificação M-107, classe "C" da AAR. (338 a 363 BHN), última revisão.
- d) O perfil da roda deve ser APTA 120 AAR S-621-79 e deve ter um chanfro na extremidade da pista de rolamento de 5x5mm na borda oposta à flange.
- e) A roda deve estar equipada com dispositivo antirruído (conforme Especificação NYCTA Nº 6010-PRCS) em ambas as faces em forma de anel atenuador de ruído em aço inox AISI 304.
- f) A roda nova deve ter diâmetro de 830 a 832 mm, largura da banda de 140 ± 1 mm, espessura mínima útil de 74 mm no raio e permitir tomeamentos múltiplos (M-W) para correção do perfil.
- g) Todas as tolerâncias, medidas e recomendações, quando não especificadas nos desenhos da roda devem seguir como padrão, S 657-81, pg. G 97 do "Manual of Standard and Recommended Practices" da AAR, e ainda atender às normas EN 13260, EN 13261 e EN 13262
- h) Os eixos devem ser fabricados conforme especificação padrão M-101, Grau - H da AAR, com tratamento térmico.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 134 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- i) A montagem das rodas no eixo deve ser executada com pasta de montagem MoS2, conforme especificação da norma AAR ou UIC 813, e a bitola interna deve ser de 1.521 ± 1 mm estar de acordo com a Norma NBR 5565.
- j) A Contratada deve indicar a diferença máxima permitida no diâmetro das rodas de um mesmo eixo, truque e carro.

3.4 MANCAL DE ROLAMENTO PARA RODEIRO

- a) Os mancais do rodeiro devem ser de rolamentos montados em caixas de graxa. A sua vedação deve ser do tipo labirinto.
- b) O conjunto do mancal do rodeiro deve ser montado sobre um suporte na qual deve ser articulado através de bielas numa das extremidades e outra apoiada sobre a suspensão primária acoplada a um amortecedor telescópica de dupla ação.
- c) Outra concepção de suspensão primária como o apoiado com dois conjuntos de molas e sem articulação deve ser projetada de forma que o conjunto do mancal do rodeiro seja estável e limitado no sentido longitudinal através de bielas.
- d) As caixas dos rolamentos devem ter bico graxeiro com capa protetora imperdível, em local de fácil acesso para manutenção.
- e) Os rolamentos devem ser dimensionados para atingir uma vida nominal calculada de no mínimo 4.500.000 km.
- f) O conjunto de mancal deve garantir um serviço normal com intervalo mínimo de relubrificação de 120.000 km.
- g) Os mancais devem ser dotados de sensores de temperatura que os monitorem continuamente visando detectar travamentos dos rolamentos e dos eixos.
- h) Deve haver sinalização de falha na IHM indicando detecção de temperatura elevada. Este alarme de temperatura deve ser registrado na tela de diagnóstico do TCMS e enviado ao CCO através do CBTC e da RCTT.
- i) A temperatura mínima para alarme deve ser possível de ser ajustada em tela com acesso restrito à manutenção do Metrô.
- j) Deve ser fornecido os seguintes documentos referentes ao rolamento do rodeiro:
- memorial de cálculo da vida nominal;
 - plano de manutenção;
 - garantia para a vida mínima especificada.

3.5 REDUTOR

- a) A caixa do redutor deve ser fabricada em ferro fundido, de modo a suportar os esforços impostos pelo serviço especificado.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 135 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- b) As engrenagens devem ser cementadas com tratamento térmico, montadas em eixo com mancais de rolamento, imersas em banho de óleo, contidas em carcaça com vedação eficaz para a retenção do óleo e impedir a entrada de impurezas.
- c) O redutor deve ser provido de dispositivos que assegurem a lubrificação efetiva dos rolamentos e engrenagens, em ambos os sentidos de marcha do trem.
- d) A caixa do redutor deve ser equipada com sensor de temperatura, tampa de inspeção, bujão de drenagem do tipo magnético com travamento, e possibilitar o acesso sem a necessidade de desmontar outros módulos ou equipamento.
- e) A temperatura do óleo da caixa de redutor deve ser monitorada pelo Data Bus e o sinal disponibilizado no centro de diagnóstico do TCMS e os detalhes devem ser definidos na fase de projetos executivos.
- f) O eixo de entrada da caixa de engrenagens deve ser acoplado ao eixo do motor com um acoplamento resiliente.
- g) O conjunto de engrenagens do redutor deve ser dimensionado para atingir uma vida nominal calculada de, no mínimo, 4.500.000km (30 anos de operação).
- h) Os rolamentos devem ser dimensionados para atingir pelo menos 2.500.000 km, nas condições de operação especificadas.
- i) Os redutores devem ser submetidos aos testes de tipo e de rotina, conforme a seguir:
- j) Ensaio de Tipo que devem ser realizados:
- elevação de temperatura;
 - carga e durabilidade;
 - ruído;
 - vazamento (simulando inclinações, vibrações e acelerações);
 - vibração.
- k) Ensaio de Rotina que devem ser realizados:
- funcionamento.
- l) O Metrô exigirá a seguinte documentação referente ao redutor:
- memorial de cálculo (caixa, rolamentos, engrenagens e eixos);
 - plano de manutenção;
 - garantia para a vida mínima especificada.

3.6 ACOPLAMENTO RESILIENTE

- a) Deve haver um acoplamento resiliente para adequação dos esforços produzidos pelo motor de tração e transmitidos para o rodeiro.
- b) O material resiliente empregado nesse conjunto (metálico e/ou elastômero) deve ser de alta qualidade e durabilidade de 2.500.000 km no mínimo.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	136 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- c) O acoplamento resiliente deve ser dimensionado para suportar os esforços de tração e frenagem nas condições máximas de carregamento, além dos esforços laterais, devido ao desalinhamento do eixo, e assegurar um tempo mínimo de serviço entre revisões de 1.200.000 km, equivalente a 10 anos, nas condições de operação especificadas.
- d) Os acoplamentos devem ser submetidos a testes de carga e durabilidade para comprovação (tipo e rotina).

3.7 COMPONENTES DO SISTEMA DE FREIO DE ATRITO

- a) Cada rodeiro deve ser provido de dois discos e respectivos atuadores de freio de atrito. Os discos devem ser instalados e fixados diretamente ao cubo de cada roda e, para sua substituição, não deve ser necessário a retirada das rodas ou do rodeiro.
- b) A timoneria de freio deve ser projetada de forma que não haja variação da força aplicada, em quaisquer condições de desgaste dos materiais de atrito.
- c) As articulações da timoneria devem possuir bicos para lubrificação protegidos com capa protetora imperdível contra sujeira.
- d) O cilindro de freio deve possuir um ajustador automático de folga que manterá a folga adequada para qualquer condição de desgaste do material de atrito.
- e) O cilindro de freio deve também permitir a abertura manual da timoneria para a substituição do material de atrito.
- f) O material de atrito das sapatilhas de freio deve ter as seguintes características:
- ser do tipo não asbestos;
 - não apresentar cheiro ou ruído;
 - manter suas características na faixa de temperatura de 0°C a 200°C;
 - apresentar curvas de desaceleração constantes, independente da velocidade, temperatura e pressão.
- g) Os materiais de desgaste (conjunto discos e sapatilhas) devem ser dimensionados para trabalhar nas condições normais de operação, com freio de atrito ou aplicação de freio de emergência, com o trem carregado (AW5), a partir da velocidade máxima até a parada, mantendo suas características na faixa de temperatura de trabalho (0°C a 200°C).

3.7.1 Freio de Estacionamento

- a) Todos os carros devem ser providos de um sistema de freio de estacionamento do tipo ação por mola, que deve garantir a imobilização do trem vazio em uma rampa de até 4%. Nestas condições, com o alívio do freio de estacionamento em até dois carros, o trem deve ser ainda mantido imobilizado na rampa.
- b) O comando do freio de estacionamento deve ser elétrico, com o acionamento de uma eletroválvula conectada diretamente no encanamento principal do freio.
- c) O sistema de freio de estacionamento deve ser projetado de forma que não haja necessidade de regulagem (compensação do desgaste da pastilha).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	137 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) O sistema de freio de estacionamento deve ser aplicado de forma automática e gradativa quando a pressão do encanamento principal estiver abaixo da pressão de segurança, garantindo a imobilização do trem.
- e) O freio de estacionamento deve garantir a imobilização do trem de 6 carros, mesmo durante a transição entre a queda na pressão do cilindro de freio e a aplicação do freio de estacionamento com apenas 4 carros com freio de estacionamento operando.
- f) Deve ser realizado teste de tipo em rampa da aplicação do freio de estacionamento por baixa pressão.
- g) No amário elétrico da cabeceira 2 de cada carro, deve existir uma chave de duas posições para uso exclusivo da manutenção, que quando atuada, permitirá o alívio/aplicação do freio de estacionamento.
- h) O alívio/aplicação do freio de estacionamento deve ser possível de ser efetuado remotamente através do comando do CBTC.
- i) A aplicação do freio de estacionamento em qualquer carro do trem deve ser sinalizada no monitor de falhas do console e o seu "status" deve ser também informado ao CBTC.
- j) Para cada cilindro de freio de estacionamento, deve existir uma alavanca de acionamento mecânico para o destravamento do freio.
- k) A alavanca de acionamento mecânico deve estar localizada em um compartimento no interior do salão, próxima à porta, e com abertura da portinhola do compartimento por chave padrão.
- l) O comando pneumático de aplicação e alívio do freio de serviço deve restabelecer o funcionamento normal do freio de estacionamento.
- m) A localização do mecanismo de alívio do freio de estacionamento deve ser identificada no lado interno do salão e também na lateral externa do carro.
- n) Sob o estrado, deve existir uma válvula manual de alívio e aplicação do freio de estacionamento para uso exclusivo da equipe de manutenção, em local de fácil acesso e com identificação adequada que será definida durante o projeto executivo.
- o) A alimentação de ar comprimido para o cilindro de estacionamento deve ocorrer através de uma válvula de dupla retenção, alimentada pelo ar do encanamento principal e pelo reservatório ar da bolsa de ar da suspensão secundária.
- p) Quando acionada a isolação de cabeceira, a eletroválvula deve comandar automaticamente o alívio do freio de estacionamento a partir do reservatório da suspensão secundária.
- q) O freio de estacionamento não deve ter aplicação automática quando o trem é desligado.

3.8 SISTEMA DE ATERRAMENTO

- a) Em cada eixo de rodeiro, deve existir um sistema de aterramento, constituído por pelo menos duas escovas bipartidas e deslizantes sobre anéis, ou por dois discos, dimensionados para que a perda de um elemento não acarrete danos aos demais componentes do sistema, mantendo as condições de segurança.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 138 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- b) O porta-escovas deve ser do tipo caixa metálica isolada, robusta, com duas ou mais escovas e permitir fácil inspeção e substituição.
- c) As escovas devem ter cordoalhas incrustadas.
- d) O porta-escovas deve ser projetado e instalado de forma que em hipótese alguma surja diferença de potencial elétrico nos rolamentos do truque, mesmo que seja causado pela passagem de corrente nas próprias escovas.
- e) A conexão entre os porta-escovas e estrutura da caixa deve ser dimensionada de forma a evitar o desbalanceamento de corrente entre as escovas do mesmo carro.
- f) Os carros com interligação de alta tensão devem ter suas caixas interligadas por cabo de potência para continuidade de aterramento.

3.9 SISTEMA COLETOR DO 3º TRILHO

- a) O sistema de captação de energia do terceiro trilho (PP-3.00.00.00/3P5-001) deve obedecer ao gabarito de livre passagem a ser fornecido pelo Metrô durante a fase de projeto. Detalhes sobre a instalação do sistema de captação devem ser definidos com o Metrô durante a fase de projeto.
- b) Em cada lado do truque, próximo à linha de centro transversal, deve existir um conjunto de captação de corrente do 3º trilho constituído pelos seguintes dispositivos:
 - suporte de sapata coletora;
 - sapata coletora;
 - caixa de fusível elétrico.
- c) O suporte de fixação da sapata coletora deve ser projetado para compensar a tolerância de instalação do 3º trilho e do desgaste da sapata, mantendo a pressão de contato constante entre a sapata e o 3º trilho e permitir a regulagem de altura para compensar os desgastes das rodas e da deflexão permanente da suspensão primária.
- d) A sapata coletora deve ter elemento de desgaste de ferro fundido de fácil substituição e captar a corrente na face inferior do 3º trilho.
- e) O conjunto de captação deve possuir também um fusível mecânico para o caso de eventual impacto da sapata com algum equipamento na via.
- f) A sapata coletora deve ser projetada de forma a garantir o perfeito assentamento em todas as áreas de contato com o 3º trilho, devendo sua fixação ser feita por encaixe e por parafusos, de modo que permaneça na posição correta, sem girar, caso ocorra a perda de um dos seus parafusos de fixação.
- g) A pressão de contato na sapata coletora deve ser ajustada para não haver faiscamento devido a deflexão da suspensão primária em função do carregamento e das oscilações dinâmicas.
- h) A caixa de fusível deve ser construída em material com características elétricas isolantes, não combustível, classe M1F1, conforme norma NF 16 101.
- i) As dimensões da caixa de fusível devem ser de acordo com o tipo de fusível a ser instalado.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 139 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

3.10 LIGAÇÕES MECÂNICAS E ELÉTRICAS

- As mangueiras e cabos entre o truque e a caixa devem ser flexíveis, com conexões acessíveis e direcionadas através do truque na forma de chicotes.
- A cablagem e as mangueiras de ar não devem sofrer atritos com as superfícies adjacentes, mesmo durante a rotação do truque.
- As ligações dos amortecedores e barras de ancoragem com os respectivos suportes devem ser articuladas e com elementos flexíveis.

3.11 SOLDAS DO TRUQUE

- As soldas do truque, localizadas em áreas consideradas críticas e a serem indicadas pelo Fabricante, devem ser submetidas a ensaios por ultrassom ou outro processo que assegure sua qualidade. As demais partes devem ser submetidas aos ensaios de partículas magnéticas ou de líquido penetrante.
- A inspeção a ser realizada nos cordões de solda deve ser conforme o plano de amostragem estabelecido pela norma ABNT NBR 5430.
- A inspeção será do tipo normal em nível I e deve obedecer aos seguintes requisitos:
 - cada cordão de solda, situado em área crítica especificada, será considerado como um elemento componente de um lote a ser inspecionado;
 - quando um cordão de solda estrutural tiver um comprimento tal que não possa ser coberto pela chapa de raios X, ele será dividido em partes, com comprimento adequado à cobertura pelas chapas e cada parte será considerada como um elemento componente do lote a ser inspecionado;
 - número de truques a ser considerado como uma partida de entrega para fins de inspeção, deve estar situado entre 9 e 15, no máximo;
 - lote de cordões de solda destinado à retirada da amostragem, será formado pelo total de cordões existentes nas áreas críticas especificadas de todos os truques de uma partida de entrega;
 - número de falhas que permita aceitar o lote será zero.

3.12 ENSAIO DO TRUQUE

- Os truques devem necessariamente ser de projeto comprovado, estando em utilização em sistemas semelhantes de transporte de passageiros em outros países.
- Um truque protótipo deve ser submetido a ensaios com a finalidade de verificar seu desempenho, inclusive dos suportes com seus respectivos esforços e cargas produzidos pelos equipamentos fixados.
- Os ensaios devem ser realizados de acordo com a norma UIC 615-4 e/ou EN 13749, pelo Fabricante, em laboratório habilitado com experiência comprovada na realização deste tipo de ensaio.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	140 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) O relatório do ensaio estático deve conter os valores das principais cargas aplicadas simultaneamente, que são: cargas vertical, transversal e longitudinal. Além dessas, devem ser consideradas as cargas secundárias, isto é, esforços provenientes de frenagens, barras de tração, suporte do motor, demais suportes, pesos de acessórios, etc.
- e) A Contratada deve fornecer os cálculos e os critérios de dimensionamento do truque para comparar com os valores obtidos no ensaio de fadiga.
- f) Esses documentos devem conter pelo menos os seguintes dados:
- cargas impostas e fatores de carga dinâmica;
 - níveis de tensões reais relativamente ao limite de escoamento dos materiais (deformações permanentes);
 - margem de segurança;
 - desempenho sob cargas variáveis no tempo (possibilidade de ruptura por fadiga);
 - método de análise;
 - propriedade mecânica dos materiais empregados;
 - conter todas as indicações de esforços aplicados, deslocamentos a serem medidos, pontos de colagem dos extensômetros, etc.

3.12.1 Ensaio Estático

- a) Aplicação de cargas nos pontos determinados pelo cálculo estrutural e verificação das tensões internas, da linearidade das deformações e deslocamentos nas seções mais solicitadas.
- b) No ensaio estático, as principais cargas aplicadas simultaneamente, devem ser as cargas verticais (condição nominal e sobrecarga), transversais e longitudinais adicionando-se as cargas secundárias provenientes dos esforços de frenagem, suporte do motor de tração, peso dos acessórios e demais cargas determinadas nos estudos.

3.12.2 Ensaio Dinâmico de Fadiga

- a) Em sequência ao ensaio estático, o protótipo da estrutura deve ser submetido a ensaio dinâmico com esforços pulsantes em diversos pontos da estrutura principal e também nas estruturas secundárias como suporte do motor de tração, timoneira de freio, suporte da barra de tração, e outros locais definidos nos estudos, através de equipamentos que reproduzam as condições normais de funcionamento do truque na via.
- b) Os esforços pulsantes devem ser executados com condições nominais de carga e com sobrecarga.
- c) O ensaio dinâmico deve ter uma duração de pelo menos 6.000.000 de ciclos com aplicação simultânea de esforços principais e esforços que reproduzam as condições normais de funcionamento do carro conforme abaixo:
- de 0 - 6.000.000 ciclos com carga nominal (AW5).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 141 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- de 6.000.000 – 8.000.000 ciclos carga nominal + 20% (carga dinâmica + quase-estática).
 - 8.000.000 – 10.000.000 ciclos carga nominal + 40% (carga dinâmica + quase-estática)
- d) Durante as duas primeiras fases do ensaio (até 8.000.000 ciclos), não deve aparecer nenhuma fissura. Na terceira fase, caso ocorram algumas pequenas fissuras, a continuidade do teste dependerá da análise do Metrô.
- e) Para os demais ensaios não explicitados nesta Especificação Técnica, devem ser seguidos os preceitos da norma UIC 615-4.

3.13 SISTEMA PARA LUBRIFICAÇÃO DE FRISOS

- a) Um equipamento lubrificador de frisos deve ser instalado nas rodas do primeiro rodeiro de cada carro de extremidade.
- b) O lubrificador de frisos deve ser adequado para a aplicação de lubrificante com alto teor de componentes sólidos e em quantidade adequada para garantir a formação de um filme lubrificante na região do friso da roda.
- c) A lubrificação não deve provocar contaminação da superfície de rolamento da roda, bem como das partes inferiores dos carros (por efeito de centrifugação).
- d) O equipamento deve permitir o ajuste das quantidades de lubrificante aplicado.
- e) O reservatório de lubrificante deve ser do tipo não pressurizado e confeccionado em material resistente à corrosão (como por exemplo alumínio ou em aço inox).
- f) A capacidade do reservatório deve ter autonomia que garanta uma demanda de funcionamento mínima de 1 (um) ano.
- g) Deve ser também equipado com visor de nível com dimensão, localização adequada e de fácil acesso na visualização.
- h) O bocal de abastecimento deve ser fornecido com tampa com fechamento por chave e estar disposto de forma a garantir o fácil acesso.
- i) A dosagem e a agitação do lubrificante devem ser feitas através de bomba dosadora, operada pneumaticamente a partir do ar comprimido do trem.
- j) O equipamento deve ser concebido de forma que a dosagem ocorra apenas quando for submetido a um ciclo completo de pressurização e despressurização, evitando desta forma o escoamento de lubrificante em caso de falha do sistema.
- k) Caso existam bombas de injeção do lubrificante como parte do sistema, o mesmo deve atender os requisitos da norma EN 50155 e EN 61373.
- l) Os componentes necessários para a mistura de lubrificante com ar bem como os distribuidores de fluxo e filtragem não devem apresentar peças móveis.
- m) O distribuidor deve ser confeccionado em material resistente a corrosão.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 142 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- n) Deve garantir a divisão equitativa dos fluxos de ar e lubrificante em toda a faixa de pressão do sistema, com diferenças nas saídas não superiores a 5% e operar instalado em qualquer posição.
- o) Deve possuir filtro para que sujidades eventualmente presentes no lubrificante não comprometam por entupimento o(s) distribuidor(es) e bico(s).
- p) A condução do lubrificante aos pontos de aplicação deve ser através de condutos de uma única via.
- q) Devem ser utilizadas mangueiras para aplicação hidráulica sem emendas, com conexões de fácil instalação e manutenção tipo ponta lisa.
- r) Todas as conexões devem ser em latão ou aço inoxidável, e os tubos em aço inoxidável ou cobre.
- s) As mangueiras e conexões devem ser projetadas para suportar todas as condições normais de operação, impedindo vazamentos que façam com que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.
- t) As mangueiras utilizadas devem atender os requisitos da norma DIN 5510.
- u) A aplicação do lubrificante deve ser por aspersão através de bicos de uma única via.
- v) A distância de aplicação deve ser tal que não permita dispersão de lubrificante por efeito de correntes de ar.
- w) O bico aspersor deve ser dimensionado para permitir a aspersão do lubrificante apenas na região da base do friso; tanto o bico quanto seus suportes devem ser projetados para suportar todas as condições normais de operação, impedindo afrouxamentos involuntários dos elementos de fixação e que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.
- x) O sistema deve prever dispositivos que permitam alterar facilmente a quantidade de lubrificante aplicada.
- y) A aplicação deve ser feita através de ajuste dos intervalos de tempos de aplicação e repouso. Deve interromper a lubrificação quando o trem estiver parado.
- z) O sistema deve permitir o controle de aplicação através de distância percorrida (a partir de sinal originário do sistema velocímetro, por exemplo).
- aa) Os equipamentos eletroeletrônicos de comando e controle devem operar a partir da tensão de bateria (72 Vcc).
- bb) O sistema de controle deve dispor de meios para realizar testes de funcionamento do sistema (através de botão para teste manual), permitindo assim a realização de procedimentos de inspeção para verificar o funcionamento da aspersão, bem como o alinhamento dos bicos aspersores.
- cc) Deve permitir a alteração dos parâmetros de controle pelo Metrô, sem a necessidade da presença do fornecedor do sistema.
- dd) O sistema de controle deve atender aos requisitos da norma EN 50121-3-2 e EN 50155.
- ee) As falhas do sistema devem ser monitoradas e sinalizadas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 143 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- ff) O lubrificante para redução do atrito entre friso e trilho, a ser aplicado por meio de equipamento adequado embarcado, deve ser de um tipo específico para esta finalidade e de forma que atenda às seguintes especificações:
- gg) O lubrificante deve ser do tipo capaz de formar um filme lubrificante resistente, extremamente adesivo, insolúvel, que penetre na estrutura do metal e que permita sua transferência para rodas seguintes;
- hh) O lubrificante deve ser a base de ésteres e sólidos (grafite, sulfeto de molibdênio, etc.), porém isento de óleos minerais ou graxas – deve ser apresentado laudo que comprove a composição química básica;
- ii) O conteúdo mínimo de sólidos deve ser superior a 23 % – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito.
- jj) Consistência NLGI: 00 ou 000 – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- kk) Pressão de ruptura: superior a 2.100 kg/cm² – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- ll) O lubrificante deve ser adequado para operar em temperaturas na faixa de -30 a 200°C – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- mm) Não deve conter solventes clorados, PCB ou PCA, ou outras substâncias tóxicas – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- nn) Deve apresentar temperatura de ignição superior a 300 °C – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- oo) Não deve apresentar restrições na utilização de água, pó químico, espuma e CO2 como meios de combate a incêndio;
- pp) O produto deve ter biodegradabilidade superior a 95 % conforme Norma Europeia CEC-L-33-A-93 – deve ser apresentado laudo que comprove esse requisito. Não deve aglutinar poeira, partículas resultantes dos freios ou outros contaminantes.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 144 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

4. SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA

4.1 DESCRIÇÃO FUNCIONAL

- O sistema de tração e frenagem elétrica deve ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade operacional e para as condições de carro vazio até carregado, considerando carregamento AW4 e atendendo aos requisitos de desempenho em tração e frenagem de serviço descritos nesta CS.
- O trem deve ser equipado com 22 rodeiros motorizados e com freio de atrito, 2 rodeiros livres, totalizando 24 rodeiros.
- O rodeiro livre não deve ser equipado com sistema de tração e freio de atrito. Detalhes adicionais de instalação dos eixos livres devem ser definidos na fase de projeto dos trens.
- Deve ser fornecido a simulação de marcha, no traçado da via da linha de operação, determinando a corrente RMS e potência do motor e apresentando as curvas de tensão, corrente de linha, corrente de motor, aceleração e esforço em função da velocidade nos modos tração e freio elétrico para carga de AW4.
- O projeto do sistema de tração e frenagem elétrica deve ser otimizado para evitar modos de falha que provoquem desligamento de mais de um eixo do respectivo carro. Desta forma, equipamentos que forem de uso comum a todos os inversores e motores de um mesmo carro, devem ter alta confiabilidade de modo a serem raros os casos de falhas que possam afetar mais que um conjunto inversor/motor.
- O equipamento de tração e frenagem elétrica em corrente alternada de cada truque motor deve ser constituído de 2 motores de tração do tipo indução, inversor para alimentação e controle dos motores, um equipamento de processamento de comando e controle, equipamentos de manobra e proteção, filtros de linha, chopper, resistores de frenagem, etc.
- O sistema de tração deve ser projetado com capacidade suficiente, para vazio e com a propulsão de um carro isolada, rebocar um trem carregado em AW4 por uma rampa de 4 %. Esta capacidade deve ser comprovada através de teste em via.
- O equipamento de tração deve operar em plena capacidade, sem sobrecargas nos motores que acionam eixos com diferenças de diâmetros de rodas no mesmo truque em tomo de 1% e, em torno, de 3% em rodas instaladas em eixos de truques diferentes do mesmo carro. Esses requisitos devem ser válidos em qualquer dimensão que as rodas possam assumir durante a sua vida útil.
- O equipamento de tração e frenagem elétrica, em conjunto com o motor de tração, devem proporcionar frenagem elétrica plena no trem conforme condições especificadas no item 1.8.2 (b).
- Para valores de velocidade acima de 90 km/h e abaixo de 5 km/h, a frenagem elétrica deve ser limitada apenas pela potência máxima dos motores e complementada pelo freio de atrito, mantendo a taxa de frenagem solicitada.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	145 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- k) A energia cinética dos carros em movimento, sendo convertida em energia elétrica nos motores de tração (operando como geradores), deve ser enviada, prioritariamente, ao sistema de alimentação, se ele for receptivo.
- l) A linha pode ser considerada não receptiva para valores de tensão de alimentação acima de 930 Vcc e toda energia cinética do carro deve ser dissipada nos resistores de frenagem elétrica.
- m) O equipamento de frenagem elétrica deve permitir ajustes de, aproximadamente, $\pm 5\%$ em torno do valor de 900 Vcc.
- n) Em linha totalmente receptiva e sob tensão nominal de alimentação, os sistemas de frenagem elétrica devem ter capacidade de regenerar, no mínimo, 55 % da energia cinética total do trem, durante um ciclo completo de frenagem, para todos os valores de carga, de desaceleração requisitada e de velocidade acima de 25 km/h. isso deve ser considerado para via em tangente e em nível.
- o) O sistema de tração e frenagem elétrica a ser fornecido poderá efetuar o controle dos motores de tração por truke.
- p) A Contratada deve apresentar na proposta, a configuração do sistema de tração e frenagem elétrica, o memorial de cálculo do dimensionamento do sistema e a interação com o sistema de freio de atrito.

4.1.1 Modo socorro ou modo degradado

- a) O sistema de tração e frenagem elétrica de cada carro deve possibilitar uma modalidade operativa para condução do trem, denominada "Modo Socorro, na qual o sistema de tração propiciará a condução e a retirada do trem da operação comercial, na velocidade máxima de 30 km/h, em modo Automático (CBTC) ou Manual.
- b) O sistema de tração e frenagem elétrica deve identificar e impor a sinalização modalidade "Modo Socorro" nos casos de impossibilidade ou erro da leitura (sinal inválido) dos níveis de tração ou frenagem solicitados pelo operador ou equipamento de condução automática.
- c) O modo socorro deve ser ativado por exemplo, em caso de defeito nas redes MVB do trem, que não consiga interpretar corretamente os esforços de tração/freio solicitados ou do controlador de nível de tração/freio (*encoder*). A imposição do trem em modo socorro deve ser realizada através de chave presente no console de liderança do trem, pelo operador no trem, após trem detectar necessidade de movimentação em modo socorro devido a falha na rede MVB e ser mostrada esta necessidade em pelo menos uma das IHMs do console.
- d) No Modo Socorro o equipamento de tração e frenagem elétrica deve propiciar um nível de esforço padrão, da ordem de 50% para tração e 65% para frenagem elétrica em relação ao esforço que seria demandado considerando o trem com carga plena.
- e) Para o freio de atrito o modo socorro deve considerar o percentual de 100% para o freio máximo de serviço.
- f) O Modo Socorro deve ser sinalizado em destaque na IHM e sua real efetivação dependerá de autorização dada pelo operador do trem ou do CCO (no caso da modalidade operativa automática).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	146 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- g) A chave “Modo Socorro” deve ser vermelha com lacre e localizada no painel de chaves operacionais no console dos carros A.
- h) A forma de autorização da movimentação do trem no “Modo Socorro” deve ser definida com o Metrô durante a fase de projeto dos trens.

4.2 INVERSOR ESTÁTICO DE TRAÇÃO

- a) Os inversores do equipamento de tração e frenagem elétrica dos truques motores devem ser do tipo "controle por tensão" para alimentação e controle dos motores de tração.
- b) O controle deve ser do tipo vetorial e os inversores não devem utilizar tacômetros para o controle.
- c) Deve ser projetado de forma modular, constituído, basicamente, de semicondutores de potência, como diodos e elementos de chaveamento do tipo IGBT, sistema de resfriamento dos semicondutores, indutores etc.
- d) Os dissipadores dos semicondutores devem ter dispositivos que possam desativar todo o sistema de tração e frenagem elétrica, quando houver sobreaquecimento.
- e) Não serão aceitos sistemas de resfriamento onde os semicondutores de potência sejam imersos em câmaras de líquido refrigerante.
- f) Os inversores devem ser refrigerados por ventilação natural, sem a necessidade de utilização de ventilação e filtros para o resfriamento de nenhum dos componentes do equipamento.
- g) Os semicondutores de potência (IGBT e diodos) devem ter facilidades de substituição de componentes, necessitando, para isso, somente o trem na vala e ferramentas adequadas.
- h) O inversor de tração não deve gerar perturbações elétricas na linha de alimentação, bem como, deve ser protegido contra perturbações geradas externamente na linha por outros equipamentos.
- i) Devem ser evitadas as interferências eletromagnéticas no espectro de frequências conforme item 1.10.3 (e).
- j) O reator de filtro deve ser dimensionado para trabalhar com ventilação natural, com classe de isolamento H ou superior.
- k) O inversor estático de tração deve incorporar, também, um circuito de potência para controlar a corrente nos resistores de frenagem reostática.
- l) O inversor e chopper devem possuir sensores para proteção contra sobre correntes, sobre tensão, correntes de curto entre fases, correntes de curto contra o terra e temperatura excessiva nos semicondutores de potência e proteção contra o desacoplamento dos motores.
- m) O dimensionamento dos semicondutores e do sistema de radiadores de calor devem ser dimensionados de forma a não ocorrer falhas por fadiga dos IGBTs por ciclos térmicos, em tempo inferior a 10 anos, considerando as condições operacionais definidas nesse documento. A Contratada deve apresentar memorial de cálculo para demonstrar o atendimento desse requisito.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 147 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- n) Deve existir intercambiabilidade mecânica e elétrica entre os cofres dos inversores de tração para os carros de 3 motores e de 4 motores.
- o) O inversor estático de tração deve atender às condições descritas nas normas NBR-8365 e IEC-60077, onde aplicáveis e os ensaios serão:
1. Ensaios de Tipo:
 - funcional;
 - de impulso;
 - de calor seco;
 - de calor úmido;
 - de vibrações e choques.
 2. Ensaio de Rotina:
 - funcional;
 - de tensão suportável.

Observação: Caso o equipamento já tenha sido ensaiado, o Fabricante poderá apresentar os certificados de testes de tipo.

4.3 COMANDO E CONTROLE DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA

- a) O equipamento de comando e controle de tração receberá os sinais de comando do trem do sistema TCMS e deve utilizá-los para o cálculo do esforço trativo ou frenante dos motores, levando em conta o peso dos passageiros, a tensão da linha, o diâmetro das rodas, e a máxima variação de aceleração (jerk).
- b) No caso de perda de referência do peso dos passageiros o equipamento deve considerar a condição de carro vazio.
- c) Os valores de diâmetros das rodas devem ser calculados pelo sistema de controle da tração e frenagem elétrica automaticamente, sem a necessidade de atualização dos valores manualmente.
- d) A mudança do sentido de marcha deve ser intertravada com a condição de carro parado.
- e) A transição de tração máxima para freio elétrico máximo e vice-versa, deve ser executada em tempo menor que 2,5 segundos, respeitando-se os limites de solavanco (jerk).
- f) Deve haver interface do equipamento de tração com o equipamento de anti-patinagem e anti-deslizamento do sistema de freio de atrito, o qual informará quando da ocorrência de patinagem ou deslizamento de alguma roda, de forma que o equipamento de controle de tração atue. Caso o sistema de tração não consiga corrigir o deslizamento após um certo tempo, o controle deve ser realizado pelo sistema anti-deslizamento do sistema de freio de atrito.
- g) O equipamento de tração e frenagem elétrica deve fornecer ao sistema de frenagem por atrito um sinal imune às interferências, proporcional ao esforço frenante que está sendo fornecido

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 148 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

ao carro pela frenagem elétrica. Os sistemas devem ser compatibilizados para que haja um entendimento perfeito para atender a taxa de frenagem requerida.

- h) Ocorrendo a requisição de frenagem de emergência, a frenagem elétrica deve ser substituída pelo freio de atrito até o valor da taxa especificada para a frenagem de emergência, sem redução da taxa durante a transição.
- i) A interface entre o equipamento de comando e controle de tração com o equipamento de comando de freio de atrito deve ser compatibilizada para que a transição entre freio de atrito e freio elétrico e vice-versa, não afete a taxa de frenagem de serviço.
- j) O equipamento de comando e controle de tração deve ser microprocessado, possuindo recursos de autodiagnóstico, com os valores dos principais parâmetros e rotina que detectaram as anomalias de funcionamento e sinalização de falhas local e no console de comando (monitor de falhas).
- k) O envio das sinalizações de falhas para o console, deve ser através do sistema TCMS e da rede Ethernet do trem.
- l) O controlador do sistema de tração deve possuir software de manutenção que poderá ser acessado através da rede Ethernet do trem ou via RCTT.
- m) O software deve permitir o monitoramento e visualização de todos os valores dos sensores que compõem o sistema de tração e frenagem elétrica, coleta de dados das falhas registradas pelo controlador do sistema e atualização de software remotamente.
- n) O controlador do sistema deve enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema, sendo necessários o envio medido das tensões, correntes e esforços calculados para controle dos motores. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- o) O equipamento deve ter, em seu painel frontal, pontos de testes que possibilitem a pesquisa de defeitos. Estes pontos devem permitir a leitura ou registro gráfico dos principais sinais, simultaneamente, sem prejuízo do funcionamento normal do equipamento.
- p) O equipamento de comando e controle de tração deve possuir interface com o sistema TCMS do trem, providenciando a isolação do freio elétrico individualizada em cada carro para efeito de testes pela manutenção do Metrô.
- q) A isolação do freio elétrico em cada carro, deve ser sinalizada no sistema TCMS.
- r) As sinalizações de isolação e falhas no sistema de tração devem ser enviadas ao sistema CBTC, pela rede MVB.
- s) Devem ser previstas facilidades para leitura de posições de memória.
- t) Deve ser possível acessar histórico de falhas e eventos do sistema de propulsão. O registro de histórico de eventos deve conter data, horário e o estado das principais variáveis consideradas pelo sistema de controle momentos antes e momentos após cada evento de forma a facilitar a pesquisa de falhas pela manutenção.
- u) Toda atuação de proteções do sistema de tração deve ser armazenada no registro de eventos do equipamento de controle da tração.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	149 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- v) O equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deve monitorar a temperatura nos motores de tração, nos semicondutores de potência, filtros e reatores dos equipamentos de controle, atuando nas proteções para impedir a sua degradação.
- w) No caso da tensão de alimentação cair abaixo de seu valor mínimo, o equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deve paralisar o sistema de tração ou frenagem elétrica, impedindo, por exemplo, que o carro alimente (quando em regeneração) um curto-circuito da linha.
- x) Nos casos em que a tração apresentar falha ou que seja paralisada por algum dos motivos previstos, o sistema de propulsão do carro com falha deve ser aliviado automaticamente com sinalização na IHM.
- y) O equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deve realizar toda a sincronização e o sequencial dos elementos de chaveamento, seja em tração ou frenagem elétrica, assim como gerar sinais de velocidade para serem utilizados para comando e controle das correntes dos motores ou do sistema de tração como um todo.
- z) O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deve ser submetido a ensaios, conforme norma NBR-8365 ou IEC 60571, que são:
1. Ensaio de Tipo:
 - funcional;
 - de impulso;
 - de calor seco;
 - de calor úmido;
 - de vibração e choques.
 2. Os ensaios de rotina serão os seguintes:
 - funcional;
 - de tensão suportável.
- aa) Caso o equipamento já tenha sido ensaiado, a Contratada poderá apresentar os certificados de testes de tipo.

4.4 EQUIPAMENTO DE MANOBRA E PROTEÇÃO

- a) Esse equipamento terá como finalidade energizar, desenergizar e manobrar os circuitos do equipamento de tração, frenagem elétrica e equipamentos auxiliares. Deve interromper correntes de curto-circuito ou sobrecargas (sobre correntes).
- b) A entrada dos sistemas de potência deve possuir uma chave manual tipo faca, que desempenhará as seguintes funções:
- energizar o sistema de tração e auxiliares do carro;
 - possibilitar a energização dos serviços auxiliares, mantendo os circuitos de tração desenergizados;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	150 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- desenergizar os sistemas de tração e auxiliares do carro.
- c) Após a chave manual, no sentido do fluxo de energia, deve haver um disjuntor geral para proteção de todo sistema de tração e frenagem elétrica do carro, apto a interromper qualquer corrente de sobrecarga e curto-circuito que puder ocorrer nos carros.
- d) A atuação das chaves em correntes operativas e de sobrecargas não deve implicar em manutenção dos contatos.
- e) O disjuntor deve suportar até 3 interrupções seguidas, com intervalo de 30 s entre atuações, da corrente de curto-circuito especificada, sem necessidade de intervenção da manutenção.
- f) A ocorrência de sobrecarga em qualquer carro do trem (tração ou frenagem) deve ser sinalizada no console de operação.
- g) O equipamento de tração deve prover automaticamente até dois religamentos do disjuntor de linha.
- h) Se a operação de algum tipo de proteção do sistema de tração e frenagem não admitir rearme do disjuntor (relé diferencial, por exemplo) deve ocorrer, automaticamente, seu bloqueio.
- i) O equipamento de tração e frenagem elétrica deve ser projetado para possibilitar o rebocamento dos carros de forma segura, qualquer que seja o defeito ocorrido no equipamento.
- j) A ocorrência de tensões inferiores a 500 Vcc deve, automaticamente, abrir o disjuntor e o retorno da tensão a valores superiores a 500 Vcc deve rearmar, também automaticamente, o disjuntor.
- k) A ausência de tensão de alimentação simultânea em todos os carros do trem indicará desenergização da linha e nesse caso, o religamento dos equipamentos de tração e frenagem e da fonte de corrente alternada deve ser efetuado após uma temporização ajustável entre 5 e 30 segundos após o retorno da tensão para valores acima de 500 Vcc.
- l) Os equipamentos de manobra e proteção (relés, contadores, chaves eletromecânicas e eletropneumáticas, disjuntor de linha, disjuntores, etc.) devem obedecer aos requisitos da norma IEC 60077 ou ABNT NBR 7428.

4.5 MOTOR DE TRAÇÃO

- a) O motor de tração deve ser do tipo indução, rotor não bobinado (gaiola de esquilo), trifásico e balanceado dinamicamente.
- b) O motor de tração deve ser autoventilado e o ventilador deve ser do tipo removível e o balanceamento ser independente do rotor.
- c) Os filtros de ar devem ser descartáveis, eficientes de material auto extingüível de fácil aquisição no mercado nacional e que não haja desprendimento de partículas ou fibras que danifiquem os motores.
- d) A instalação e remoção dos filtros devem ser de acesso fácil sem necessidade de ferramentas especiais.
- e) A durabilidade deste filtro deve ser de no mínimo 50.000 km.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 151 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- f) A filtragem do ar de resfriamento de motor deve ser efetuada por um sistema de pré-filtro por onde devem ser eliminadas as partículas sólidas de sujeira por processo mecânico e em seguida passar pelo filtro.
- g) A carcaça do motor deve ser provida de argolas removíveis para facilitar a remoção por içamento.
- h) O motor de tração deve ser dimensionado para suportar sobrecargas durante a frenagem elétrica a partir da máxima velocidade operativa e máxima desaceleração, quando ocorrerem valores de potência no motor bem superiores à potência nominal por breves intervalos de tempo.
- i) Eles devem ser projetados para suportar sobre giro de até 20% acima da condição máxima de uso normal, por tempo indeterminado.
- j) Os enrolamentos das bobinas do estator devem ser isolados com material classe H ou superior e, posteriormente, impregnados, sendo que a elevação de temperatura não deve ultrapassar os limites da classe F.
- k) Os rolamentos do motor de tração devem ser alojados em mancais com válvula de graxa com bico graxeiro, ter isolamento elétrico eficiente para evitar passagem de corrente devido as tensões internas geradas no motor.
- l) O rolamento escolhido do lado acoplado deve ser do tipo rolo cilíndrico e do lado oposto esfera de uma ou duas fileiras e devem ser de alta capacidade de carga.
- m) O eixo do motor de tração deve ser fabricado com material adequado e ser dimensionado para suportar as solicitações de cargas sem danos e com segurança.
- n) A vida nominal calculada dos rolamentos para os motores de tração sobre as condições de cargas deve ser maior que 2.400.000km.
- o) O conjunto de mancal deve garantir um serviço normal com intervalo mínimo de relubrificação de 120.000 km.
- p) A Contratada deve especificar pelo menos três fornecedores de graxas equivalentes que atendam às exigências técnicas que garantam a durabilidade e o intervalo de relubrificação.
- q) O motor de tração deve ser protegido contra sobrecargas (sobre correntes), falta de fase, inversão de fase e, se necessário, contra excesso de harmônicas que possam prejudicá-lo.
- r) Deve haver sensores térmicos no estator do motor. Os sensores devem ser removíveis e substituíveis sem necessidade de remover o enrolamento do estator.
- s) A proteção contra curtos-circuitos no motor deve ser efetuada pelo conjunto disjuntor de linha, fusível, agindo em conjunto com o inversor.
- t) O projeto de construção do motor de tração deve prever que, a sua instalação e remoção, possam ser executadas sem a desmontagem do truque, para isso deve ser projetado um sistema de suspensão do motor seguro, confiável de fácil remoção.
- u) O projeto de construção do motor de tração deve ser adequado a funcionar submetido às condições de vibração e choque existentes no truque e poeira abrasiva e condutora da via.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 152 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- v) O projeto de construção do motor de tração deve ser de fácil montagem e desmontagem para troca dos rolamentos durante a manutenção.
- w) A instalação e remoção do motor de tração deve ser facilitada, tanto no acesso a desconexão dos cabos, como no desacoplamento mecânico.
- x) Os motores de tração devem ser instalados com conectores elétricos de potência de forma a propiciar teste de giro dos motores a partir de um inversor externo e evitar a inversão de fases durante a manutenção. Os cabos nos conectores devem ser climpados, sem a utilização de parafusos.
- y) Os motores de tração devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme norma IEC 60349-2 e serão os seguintes:
1. Ensaio de Tipo:
 - elevação de temperatura;
 - curvas Características;
 - sobre velocidade;
 - ruído.
 2. Ensaio de Rotina:
 - aquecimento de curta duração;
 - curvas características;
 - sobre velocidade;
 - tensão suportável;
 - vibração;
 - valores característicos com tensão nominal (tipo e rotina).

4.6 RESISTORES DE FRENAGEM

- a) Os resistores devem ser dimensionados para dissipar a energia gerada em frenagem elétrica plena, sem considerar a energia regenerada para a linha, em todas as condições de carga, desaceleração ou velocidade inicial.
- b) A montagem dos resistores deve permitir fácil substituição de elementos eventualmente danificados.
- c) O projeto de instalação dos resistores de frenagem deve evitar problemas de sobreaquecimento de cabos, equipamentos e piso do carro.
- d) Os bancos de resistores devem ser equipados com proteção térmica, se necessário.
- e) Os resistores de potência utilizados no equipamento de frenagem elétrica, devem ser submetidos aos ensaios, de acordo com as prescrições da norma IEC 60322, que são:
- verificação do material dos elementos do resistor (tipo);
 - elevação de temperatura (tipo);

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 153 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- vibração e choque (tipo);
- curto-circuito (tipo);
- higroscópico (tipo);
- desempenho sob chuva (tipo). Será realizado ou não, dependendo do local de instalação dos resistores de frenagem no trem;
- verificação da resistência nominal (rotina);
- tensão suportável (rotina).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 154 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

5. SISTEMA DE FREIO DE ATRITO E ANTI-DESLIZAMENTO

5.1 SISTEMA DE FRENAGEM POR ATRITO

- a) O sistema de freio por atrito deve ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade máxima até zero, para as condições de carro vazio até carregado, considerando AW5 e atendendo ao item de desempenho em frenagem e seus subitens.
- b) O trem deve possuir 24 (vinte e quatro) eixos, sendo 22 (vinte e dois) eixos com comando e controle do sistema de freio de atrito (pneumático e eletrônico). Os outros 2 (dois) eixos devem ser livres. Entende-se como eixos livres, aquele sem comando e controle de tração e frenagem elétrica e sem freio de atrito.
- c) Nos eixos livres serão incorporados os equipamentos de odometria do sistema de sinalização, localizados nos últimos eixos de ambos os carros A.
- d) O sistema de frenagem por atrito deve propiciar uma frenagem, em qualquer uma de suas modalidades sem solavancos, mesmo no caso de falha da unidade de comando do freio de atrito de cada carro.
- e) O sistema de freio por atrito deve ser compatibilizado e sintonizado com o sistema de freio elétrico, para garantir a frenagem segura, suave e isenta de solavancos.
- f) As funções do sistema de frenagem por atrito são:
- Substituir frenagem elétrica na parada final;
 - Aplicar freio de serviço, em caso de falha do freio elétrico do carro;
 - Complementar a frenagem elétrica, caso necessário, para garantir a taxa de freio de serviço solicitada;
 - Aplicar a frenagem de emergência.
 - Substituir a frenagem elétrica em caso de falha desta ou em caso de falta de alimentação do terceiro trilho, para a condição de ultrapassagem da velocidade de 30 km/h, na modalidade Manual, inclusive na condição de “Coasting” (Manual Neutro).
- g) Na frenagem de serviço, o sistema de freio por atrito deve complementar o esforço frenante do freio elétrico, de forma a prover o esforço da frenagem solicitado, mesmo quando o freio elétrico for menor que o valor requerido.
- h) O sistema de frenagem por atrito deve também possibilitar a movimentação e a parada do trem na modalidade operativa denominada “Modo Socorro”, imposta pelo sistema de tração. Nesta modalidade operativa, o sistema de tração propiciará a condução e a retirada do trem da operação comercial, na velocidade máxima de 30 km/h, em modo Automático (CBTC) ou Manual. Por sua parte, o sistema de frenagem por atrito deve garantir o percentual de 100% de esforço na aplicação da frenagem de serviço (processado em carga) e a aplicação da frenagem de emergência por abertura do laço de emergência, quando solicitada.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 155 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- i) O modo socorro é imposto pelo sistema de tração e frenagem elétrica, nos casos de impossibilidade ou erro da leitura (sinal inválido) dos níveis de tração ou frenagem solicitado pelo operador ou equipamento de condução automática. A efetivação do modo socorro depende de autorização dada pelo operador do trem ou do CCO (no caso da modalidade operativa automática).
- j) A forma de autorização da movimentação do trem no Modo Socorro deve ser definida com o Metrô durante a fase de projeto dos trens.
- k) A aplicação de freio de emergência deve ser por comando elétrico (laço de emergência) com atuação direta nas válvulas de aplicação do freio de emergência, independentemente do equipamento de comando de freio de atrito.
- l) Na aplicação do freio de emergência o sistema de freio deve considerar o peso real de cada carro dado pela válvula de carga variável.
- m) A frenagem de emergência deve ser totalmente de atrito, acionada através dos seguintes dispositivos:
- dispositivo de homem morto;
 - detector de descarrilamento;
 - dispositivo de acionamento do freio de emergência localizado no console;
 - aplicação de emergência pelo controlador mestre;
 - automaticamente quando houver uma degradação do sistema de freio de atrito que comprometa a frenagem segura do trem.
- n) A atuação de qualquer um dos dispositivos acima deve acionar um sistema de comando de aplicação do freio de emergência. Esse sistema deve ser independente do comando do freio de serviço.
- o) Uma vez atuada a aplicação do freio de emergência, ele deve permanecer até a completa parada do trem.
- p) A função de freio de emergência deve ser do tipo falha segura (“fail safe”).
- q) O sistema de freio de atrito deve ser dimensionado para garantir, no mínimo, a aplicação de 3 (três) frenagens de emergência consecutivas (com carga AW5) a partir da velocidade máxima de 100km/h.
- r) A frenagem de emergência deve ser comandada pelo equipamento de Controle de Sinalização de Bordo (CBTC) para compensar possíveis desvios no perfil de frenagem segura. Cessado o comando o sistema deve retornar à frenagem de serviço.
- s) O sistema de frenagem por atrito deve ser compatibilizado em todas as modalidades de frenagens, com um sistema de anti-deslizamento para proteger as rodas contra escorregamentos.
- t) Deve haver dispositivos que permitam a isolação do freio de serviço de cada carro, efetuando o alívio, exclusivamente para contornar a falha de remoção de freio. Estes dispositivos devem estar localizados nos painéis laterais internos ao carro. Além disso, os dispositivos de isolação

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	156 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

do freio dos carros do trem, poderão ser comandados pelo TCMS e remotamente pelo equipamento CBTC, via “trainlines”.

- u) A Contratada deve discutir com o Metrô, durante a fase do projeto executivo, os critérios da isolamento dos freios de serviço de forma automática pelo TCMS e remotamente pelo CBTC.
- v) A ocorrência de freio falha remoção em um ou mais carros não deve impedir a movimentação do trem.
- w) O sistema deve permitir, mesmo com o freio de serviço isolado, a atuação do freio de emergência por qualquer um de seus comandos.
- x) Deve haver também, em cada carro, um dispositivo para isolamento do freio de emergência. Esse dispositivo deve ser acessível tanto pelo salão de passageiros (operação) como do nível da via (manutenção). Os carros que estiverem com o freio de emergência isolado devem manter o sistema de propulsão e frenagem elétrica ativo.
- y) A isolamento do freio de emergência de 3 ou mais carros, deve implicar na inibição da movimentação do trem por aplicação do freio de emergência. Esta aplicação de freio de emergência não poderá ser derivada pela função Derivação do Laço de Emergência.
- z) Deve haver indicações distintas no monitor do console, na tela do sistema TCMS, de isolamento de freio de serviço e de emergência de cada carro.
- aa) Os circuitos de comando, controle e indicação de isolamento do freio de emergência devem ser submetidos à análise de segurança dos modos de falha de hardware e software, conforme norma MIL STD 882 ou EN 50126, através de empresa independente, de comprovada capacitação.
- bb) O controlador do sistema deve enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.

5.1.1 Equipamento de Controle Pneumático

- a) Os carros devem ser equipados com duas Unidades de Controle Pneumático do freio, que possibilitará a alimentação dos cilindros de freio por truque.
- b) Cada unidade de controle pneumático deve ser constituída, basicamente, de um conjunto de válvulas e componentes para executar as funções de aplicação e alívio de freio de serviço, aplicação e liberação do freio de emergência e válvula de carga variável.
- c) No console dos carros de extremidade, em lugar bem visível e de fácil acesso ao operador do trem, deve haver um dispositivo na cor vermelha de acionamento manual do freio de emergência.
- d) Esse dispositivo, quando acionado, deve comandar a aplicação do freio de emergência em toda e qualquer situação de operação, inclusive nos carros com freio de serviço isolado.
- e) A frenagem de emergência, deve ser aplicada automaticamente sempre que a pressão de ar nos reservatórios de freio sistema atingir um limite mínimo de segurança preestabelecido (pressão de segurança).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 157 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- f) A pressão da tubulação principal do trem, deve ser indicada na parte fixa da tela da IHM do console e deve mudar de cor intermitentemente quando atingir a pressão de alerta a ser definida na fase de projeto.
- g) O equipamento de controle pneumático deve ter uma eletroválvula para isolamento do freio de serviço.
- h) Em todos os carros deve haver uma torneira com venta, identificada, localizada sob o estrado, próxima à lateral e com acesso pelo salão de passageiros, para bloquear a alimentação e aliviar o ar comprimido dos cilindros de freio do carro. Quando acionada, deve isolar o freio de serviço e emergência.
- i) Esta torneira deve ser acionada manualmente em seu próprio manípulo, sem extensores, e deve estar localizada em um compartimento no interior do salão, na lateral do carro, próxima à porta de serviço, e com abertura da portinhola do compartimento por chave padrão.
- j) A isolação deve ser supervisionada automaticamente através do sistema de monitoramento e controle do trem (TCMS), de forma que, a partir da isolação do terceiro carro, deve ocorrer o corte imediato de tração, a aplicação de emergência no trem e a sinalização na IHM por meio de uma tela de pop-up informando ao operador a necessidade de rebocamento do trem.
- k) Qualquer dispositivo de isolamento do freio de um carro, quando acionado, deve liberar a movimentação do trem mesmo que o carro cujo freio tenha sido inibido tenha baixa pressão no reservatório de freio. Ou seja, o transdutor ou pressostato que realize a medição da pressão no reservatório de freio do carro deve ser isolado também. No entanto, a isolação do freio de emergência de 3 ou mais carros, deve implicar na inibição da movimentação do trem.
- l) O equipamento de controle pneumático deve possuir dispositivo abafador na saída de forma a atenuar o ruído propiciado pela exaustão do ar dos cilindros de freio.
- m) No console de operação deve haver indicação de isolamento dos cilindros de freio do carro isolado.
- n) Para efeito de facilidades de manutenção deve haver em cada carro um dispositivo do tipo torneira que quando acionado permitirá a substituição das válvulas ou até mesmo das unidades de comando pneumático existentes no carro, sem haver a necessidade de esgotar o ar dos reservatórios de freio e ou principal.
- o) A atuação nesse dispositivo deve ser sinalizada no sistema TCMS.
- p) Deve existir tomadas pneumáticas para medição de pressão no sistema de freio nos seguintes locais:
- pressão individual dos freios em cada eixo;
 - pressão de bolsa da suspensão secundária;
 - pressão de alimentação do sistema de freio;
 - pressão de saída de cada unidade pneumática.
- q) Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito devem ser submetidos aos seguintes ensaios, conforme normas, IEC 60077:

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 158 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- funcional (tipo e rotina);
 - de acréscimo de temperatura seca (tipo);
 - de vibração e choques (tipo).
- r) Os componentes eletromecânicos devem ser submetidos a ensaios de durabilidade.

5.1.2 Equipamento de Comando de Freio de Atrito

- a) O equipamento de comando de freio de atrito deve interpretar os sinais de comando do trem via rede MVB do sistema TCMS. Esses sinais devem indicar o esforço frenante solicitado pelo manipulador principal de tração/freio ou determinado pelos equipamentos de sinalização.
- b) Para o cálculo da pressão necessária do freio de atrito, deve ser considerado o esforço frenante solicitado, o peso do carro e o sinal de frenagem elétrica enviado pelo equipamento de comando e controle de tração.
- c) O sistema de freio de atrito deve efetuar o controle da pressão nos cilindros de freio, considerando a pressão efetiva obtida através de sensores instalados junto aos cilindros e não assumindo que a pressão aplicada é a que foi inicialmente calculada e comandada.
- d) O intervalo de tempo total entre o comando de frenagem e o instante em que a desaceleração atingir 90% do seu valor nominal, em uma frenagem totalmente pneumática, deve ser inferior a 2 segundos.
- e) No caso de aplicação de frenagem somente por atrito, o intervalo de tempo entre o comando de frenagem e o instante em que a pressão atingir 10% do seu valor nominal deve ser inferior a 1 segundos.
- f) O tempo de resposta para a retirada total do freio de atrito deve ser suficiente para que não ocorra a rolagem do trem no sentido contrário à tração (*“rollback”*), no instante da partida em uma rampa ascendente de 4% e limitados aos parâmetros estabelecidos na IEEE 1474. Esses intervalos devem ser considerados para qualquer condição de carga do carro.
- g) O equipamento de comando de freio de atrito e anti-deslizamento / anti-patinagem de cada carro deve proporcionar facilidades para verificação do comportamento e da calibração do sistema de freio, durante as atividades de manutenção. Assim sendo, e considerando-se que a verificação dos ajustes, será feita estaticamente, ou seja, com o trem parado, deve ser possível através do software de manutenção do sistema de freio simular ajustes dos principais parâmetros abaixo relacionados, observando-se o comportamento do sistema:
- carregamento do carro;
 - coeficiente de atrito (μ de 0,30 a 0,40 das sapatilhas de freio);
 - sinal de demanda de freio/tração;
 - nível do sinal de freio elétrico;
 - níveis de aceleração/ desaceleração dos eixos.
- h) O ajuste dos parâmetros acima referenciados deve ser feito de forma temporária, correspondendo ao tempo em que o software de manutenção estiver em curso de utilização. Ao término do uso do software de manutenção, ou se o trem for movimentado, os referidos

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	159 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

parâmetros devem reassumir automaticamente os valores originalmente especificados no projeto, observando as condições dos comandos do trem.

- i) Além disso, o software de manutenção do sistema de freio deve permitir modificação de forma permanente no ajuste do jerk, dentro da faixa especificada nesta CS. Esses ajustes somente poderão ser possíveis de serem realizados por pessoal do Metrô devidamente autorizado (engenharia) e para isso o software do sistema de freio deve possuir senha de acesso para essas funcionalidades
- j) O sistema deve permitir o ajuste do valor do coeficiente de atrito das pastilhas de freio (μ na faixa de 0,30 a 0,40) para cada carro através da tela de parâmetros do TCMS. Esses ajustes somente poderão ser possíveis de serem realizados em área de configuração de parâmetros da IHM, com acesso controlado por senha de acesso para essas funcionalidades. Estes ajustes pelo TCMS devem permanecer ativos mesmo após o desligamento do trem.
- k) Caso haja a necessidade de isolar o freio de serviço de até quatro carros, devido a falhas, a unidade de controle pneumático do freio deve ser configurada de forma a executar esta tarefa automaticamente, sob a supervisão do sistema de monitoramento e controle do trem (TCMS), com indicação na IHM para o operador. Esta operação não deve isolar o sistema de tração e frenagem elétrica do respectivo carro com falha. A partir da falha no quinto carro, deve ocorrer o corte imediato de tração no trem, aplicar emergência e sinalizar, na IHM do TCMS para o operador e informar o CCO via CBTC, a necessidade de rebocamento do trem através de um alarme, com tela pop-up na IHM.
- l) O equipamento de comando do freio de atrito deve ser microprocessado e deve possuir recursos de autodiagnóstico, com possibilidade de leitura dos parâmetros de controle e da rotina que detectou a anormalidade e sinalização de falhas local e no console de operação
- m) O software de controle deve seguir os requisitos da norma EN 50128.
- n) O autodiagnóstico deve monitorar, além das falhas e anormalidades de funcionamento do equipamento, as dos componentes externos, tais como atuadores, sensores e freio elétrico. Estas falhas e anormalidades, permanentes ou intermitentes, devem ser memorizadas mesmo em caso de falta de alimentação do sistema de frenagem por atrito.
- o) Os sinais de falhas e anormalidades do sistema de frenagem por atrito, bem como a isolação local do equipamento de frenagem devem ser enviadas ao sistema TCMS para serem enviadas ao monitor de falhas existente no console.
- p) As sinalizações de isolação e falhas no sistema de freio devem ser enviadas ao sistema CBTC pela rede MVB.
- q) As falhas a serem sinalizadas devem considerar todas as falhas que envolvem a segurança da aplicação do freio de emergência e outras restritas às demais funções do freio que não comprometem a segurança da aplicação do freio de emergência.
- r) A ocorrência de freio falha aplicação deve ser sinalizada através do sistema TCMS no monitor de falhas do console.
- s) A ocorrência de freio falha remoção em qualquer carro deve ser sinalizada no monitor de falhas do console através do sistema TCMS e também localmente nas laterais superiores de cada carro. A sinalização de freio falha remoção deve ser projetada de forma a apresentar a

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	160 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

indicação até que o freio retido daquele carro seja isolado ou até que seja executado com sucesso um novo alívio do freio que havia ficado retido, ou seja, uma vez apresentada a sinalização externa, deve permanecer acessa, mesmo com o trem parado, até a atuação no problema.

- t) A ocorrência de freio falha remoção em qualquer carro não deve impedir a movimentação do trem, ou seja, o sistema de freio deve realizar a isolação do freio de serviço automaticamente quando for detectado freio falha remoção.
- u) A isolação de um freio falha de remoção deve apagar o anunciador de freio falha remoção das laterais do carro e monitor do console e acender o anunciador freio falha de aplicação.
- v) Deve ser possível realizar um teste para verificação simultânea da integridade das sinaleiras locais de freio falha remoção de todos os carros.
- w) Os equipamentos eletrônicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito serão submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571, quais sejam:
 - funcional;
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seca);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração e choques.
- x) Os ensaios de rotina serão os seguintes:
 - funcional;
 - de tensão suportável.
- y) Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito serão submetidos a ensaios, conforme normas, IEC 60077 e serão os seguintes:
 - funcional (tipo e rotina);
 - de acréscimo de temperatura seca (tipo);
 - de vibração e choques (tipo).

5.2 SISTEMA DE ANTI-DESLIZAMENTO

- a) O sistema anti-deslizamento e anti-patinagem deve controlar o esforço de frenagem por atrito, em função da aderência entre a roda e o trilho, comandar o corte de tração, quando for detectada a patinagem e o corte do freio elétrico, quando for detectado o deslizamento.
- b) Deve haver perfeita sintonia entre a atuação do sistema de anti-deslizamento e anti-patinagem do sistema de freio de atrito com o sistema de tração e frenagem elétrica, sendo que o sistema da tração e frenagem elétrica deve ter prioridade e supervisionado pelo sistema de freio de atrito.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 161 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- c) O equipamento deve ser projetado para evitar o travamento e a formação de calos nas rodas, minimizar a distância de frenagem com o aproveitamento, ao máximo, da aderência disponível, em toda a faixa de velocidade atendendo aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541.
- d) Em situação de baixa aderência na via, o sistema deve controlar o esforço frenante aplicado no rodeiro, de forma gradativa, com eficácia superior a 95 %, na faixa de velocidade compreendida entre velocidade máxima e 5 km/h, de modo a manter a velocidade periférica das rodas no limite de travamento ou escorregamento.
- e) O circuito de controle deve ser do tipo falha segura e a atuação poderá ser por carro ou truque em consonância com o comando e controle de tração e frenagem elétrica.
- f) O equipamento deve ser projetado com lógica microprocessada, funções de autodiagnostico, memorização de falhas e facilidades para sua manutenção.
- g) O sistema anti-deslizamento e anti-patinagem deve atuar e controlar em frenagem de serviço, serviço e em emergência.
- h) As falhas do sistema de anti-deslizamento e anti-patinagem devem ser enviadas ao Sistema TCMS, para serem enviadas ao monitor de falhas existente no console da console.
- i) O software de controle do sistema anti-deslizamento deve seguir os requisitos da norma EN 50128.
- j) Os equipamentos eletrônicos que compuserem sistema de anti-deslizamento e anti-patinagem serão submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571 e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541, quais sejam:
- funcional;
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seca);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração e choques.
- k) Os ensaios de rotina devem ser os seguintes:
- funcional;
 - de tensão suportável.
- l) Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de anti-deslizamento serão submetidos a ensaios, conforme normas, IEC 60077 e serão os seguintes:
- funcional (tipo e rotina);
 - de acréscimo de temperatura seca (tipo);
 - de vibração e choques (tipo)

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 162 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

6. SISTEMA DE PORTAS DO SALÃO

6.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

- A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do sistema de portas do trem, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas.
- O sistema de portas deve acionada por motores elétricos com comando eletrônico e monitoramento de fechamento individual por folha de porta.
- Todas as folhas de portas devem ser de face dupla, com estrutura rígida, livres de ondulações, isoladas termo acusticamente, fabricadas em aço inoxidável com acabamento escovado.
- As folhas de portas devem ser de corrediça externa, percorrer a lateral da caixa sobre um rolamento linear conduzido por um braço sobre o fuso e guiado inferiormente por uma guia montado sob a soleira.
- As folhas das portas devem ser travadas para que em hipótese algum ocorra o desencaixe da guia, e para isto deve estar equipado com trava de segurança que impeça o desencaixe acidental da guia.
- As folhas de portas devem estar travadas quando fechadas ou abertas para não permitir movimentos transversais à caixa do carro.
- Na soleira das portas devem ser montadas as guias de forma que deslizem suavemente as folhas de portas durante sua movimentação, tanto no fechamento com na abertura.
- A força de abertura e fechamento das portas quando executada manualmente não deve ser superior a 150 N.
- A geometria das guias e das folhas de portas deve ser utilizada de forma a evitar a vibração das folhas de portas durante a movimentação do trem.
- As guias de portas devem ser à prova de desencaixe e preferencialmente instalado pelo lado inferior da soleira, assim diminuindo a interferência com sujeidade ou objeto que possam bloquear o movimento da porta.
- As guias de portas devem ter orifícios para escoar a água de chuva ou de lavagem do trem, facilitando a limpeza e dificultando o acúmulo de sujeira.
- A soleira de portas na parte externa deve ter um rebaixo de 15 a 20 mm com relação à altura do piso do lado interno do salão para impedir a entrada de água de chuva ou da máquina de lavagem e também para a facilitar a subida de cadeira de roda no trem, diminuindo a impressão de desconforto por piso elevado com relação à plataforma.
- O projeto do sistema de portas deve atender a norma EN14752 e as funcionalidades específicas descritas nesta especificação. Detalhes devem ser definidos na fase do projeto dos trens.
- O mecanismo de acionamento e o sistema de sustentação das folhas sejam montados em um quadro estrutural único. Esse quadro deve ser rígido, mantendo o paralelismo das folhas,

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 163 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

de maneira a evitar desregulagem ou interferência no funcionamento das portas, devido às obstruções ou a quaisquer deformações que possam ocorrer na movimentação normal dos carros.

- o) As folhas de portas devem estar equipadas com puxadores tanto do lado interno como do lado externo, acessível em ambos os lados a uma altura de 120 a 160 cm do piso acabado do salão na face interna e de 40 a 60 cm pelo lado externo.
- p) As folhas que compõem a porta devem ser intercambiáveis e de fácil substituição. Deve haver uma boa vedação contra a entrada de água de chuva e da máquina de lavagem mecanizada.
- q) As folhas de portas devem ser projetadas de forma rígida para resistir a uma carga concentrada de 150 daN, aplicada perpendicularmente à sua face, no centro da borda frontal, quando apoiada nas extremidades, com uma deflexão máxima de 3 mm, sem ocasionar deformação permanente.
- r) Os quadros e as folhas de portas devem ser projetados, de forma a não prender a mão do passageiro durante as aberturas de portas.
- s) As portas devem ser do tipo corrediça externa garantindo um vão de no máximo 3 mm entre a folha da porta e os batentes internos ao longo de toda a sua extensão, para proteger contra o arraste acidental da mão dos passageiros para o interior entre a folha e a lateral da caixa durante a sua abertura.
- t) Os carros devem ser providos de quatro portas de cada lado com largura livre de 1.600 mm em suas laterais e altura livre de 1.900 mm desde o piso do trem.
- u) A suspensão das folhas das portas deve ser feita por rolamento linear, com esferas de aço que deslizarão suavemente sobre suporte de aço ou outra aprovada pelo Metrô.
- v) O intervalo mínimo entre manutenções preventivas da suspensão de portas é de 12 meses.
- w) O sistema de portas deve ser projetado para não sinalizar ou reconhecer o estado da porta como fechada e travada quando essa for obstruída no fechamento por um objeto cilíndrico de 5 mm de diâmetro, no mínimo, posicionado a 1.000 mm do piso acabado, entre os perfis de borracha das folhas de porta.
- x) Os sensores devem indicar que as portas estão fechadas e permitir a movimentação da composição, somente se as portas estiverem efetivamente em posição de fechamento completo e devidamente travada.
- y) A detecção de portas fechadas deve ser independente para cada folha de porta. A sinalização de travamento não deve impedir a movimentação do trem, após sair da plataforma, e será utilizada somente para monitoramento de falhas do sistema de portas.
- z) Se durante a movimentação do trem, após sair da plataforma, ocorrer o destravamento de uma ou mais portas, essa informação deve sinalizar no monitor de falhas do console e ser enviada ao CBTC, com indicação da porta e do carro em que isso ocorreu. Nessa condição não deve haver o corte da propulsão do trem.
- aa) Caso ocorra a perda do sinal de portas fechadas, distância do vão ajustável de 05 a 30 mm, deve ativar o motor da porta na direção do comando de fechamento nestas portas, impedindo a abertura, seguida de registro da sinalização de porta aberta e destravada no monitor de

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 164 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

diagnóstico, com a identificação da porta e do carro. Caso a sinalização de portas fechadas não seja recuperada após comando de fechamento, deve ser aplicado a frenagem de emergência no trem, com penalização, e em seguida ocorrer a sinalização de porta aberta e destravada no monitor de falhas do console, com indicação da porta e do carro.

- bb) Na condição de aplicação de frenagem de emergência a movimentação do trem só deve ocorrer após a normalização da porta aberta ou isolação da mesma. Caso a controladora da porta identifique que a perda da sinalização ocorreu devido a falha na micro chave da porta, o trem não deve aplicar emergência.
- cc) O monitoramento de portas fechadas deve ser feito por circuito independente do monitoramento de portas abertas.
- dd) Os laços de portas fechadas devem possuir redundância na sinalização do estado das portas ao CBTC. A função de fechamento e travamento deve ser nível SIL4.
- ee) A suspensão das folhas das portas deve estar diretamente interligada ao mecanismo de acionamento, de forma conjugada, as duas folhas. A conjugação deve ser realizada através de fuso tratado com lubrificação a seco.
- ff) O fuso deve ser em aço laminado com diâmetro suficiente de forma que não ocorra flexão durante a movimentação das folhas mesmo que haja alguma obstrução que impeça o movimento das folhas.
- gg) O acionamento da movimentação do conjunto de folhas de portas deve ser feito por motor elétrico alimentado pelo sistema de baterias do trem de 72Vcc.
- hh) As folhas das portas devem ser providas de guarnições de borracha em toda a sua extensão de contato entre folhas e na parte traseira da folha para garantir a vedação do salão de passageiros.
- ii) As guarnições devem ser projetadas de forma que tenham flexibilidade suficiente para não causar lesões aos passageiros no fechamento e rígida o suficiente para não permitir a penetração da mão do passageiro entre as guarnições, no estado porta travada.
- jj) Estas guarnições devem ter perfil que permitam encaixe no fechamento. A montagem do perfil de borracha nas folhas das portas deve ser por encaixe com auto retenção, de forma a facilitar sua substituição com a porta montada no carro. As guarnições devem ser projetadas de acordo com o perfil e materiais especificados no desenho DE-9.86.0E.24/L10-001 Rev. 0 – “Junta de Portas (Beijo)”.
- kk) O projeto das vedações das folhas, calhas e defletores de água das portas laterais não deve permitir, em hipótese alguma, a entrada de água de chuva ou da máquina de lavagem no salão de passageiro, na condição porta travada.
- ll) Na plataforma, o projeto não deve permitir que o fluxo, causado pelo acúmulo de água sobre o teto, venha atingir qualquer área interna do trem ou seus equipamentos na condição de porta aberta ou em movimentação de abertura.
- mm) As portas devem ser providas de janelas com policarbonato com espessura de 8 mm, fixados nas folhas através de caixilhos de alumínio e guarnições de borracha. O policarbonato da janela deve ser faceado com a folha pelo lado interno do carro. Não deve apresentar opacidade com exposição à radiação solar ou envelhecimento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 165 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- nn) A área da janela deve ser de, no mínimo, 25 % da folha da porta.
- oo) Deve ser possível a remoção e substituição do policarbonato, no próprio local instalado no carro, sem necessidade de remoção da folha de porta. Deve ser instalado um filme protetor sobre o policarbonato, do lado interno ao carro para proteção e contra vandalismo conforme descrito no item 1.11.13.
- pp) O acionamento da porta deve ser feito por motor elétrico controlado, de forma a garantir uma força de primeira tentativa de fechamento configurável de 100 a 300 N na guarnição de borracha das folhas, durante o fechamento. A força de fechamento das folhas de porta deve ser ajustável através do software de manutenção dentro desta faixa de valores.
- qq) O sistema de portas deve propiciar uma redução da velocidade no final do percurso de abertura e fechamento, de forma a suavizar os movimentos.
- rr) O tempo de abertura e do fechamento das portas deve ser entre 2 e 3 s, com possibilidade de regulação entre 1,5 a 4,0 s, contados a partir do instante do comando, descontado o tempo de espera de fechamento em que é emitido o sinal sonoro de fechamento.
- ss) O tempo de espera de fechamento deve ser configurável, de 3 a 4 segundos, pelo software de manutenção do sistema de portas.
- tt) A substituição de qualquer dispositivo de controle do sistema de portas deve ser reconhecida pela rede sem necessidade de reconfiguração manual dos endereços e softwares neles instalados. (plug and play).
- uu) As portas devem ser numeradas de acordo com a sequência padrão Metrô: dois dígitos no sentido horário a partir do carro 1, onde o primeiro dígito representa o carro e o segundo dígito o número da porta daquele carro (Exemplo: 42 - carro 4 e porta 2).

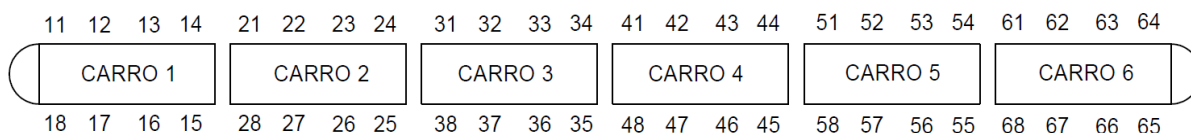


Figura 1 - Numeração das portas na sequência padrão Metrô.

- vv) A identificação das portas no trem deve ser feita por placas instaladas junto a cada porta, no lado do salão de passageiros, definidas pela equipe de comunicação visual do Metrô durante o projeto.

6.2 DISPOSITIVO DE ISOLAÇÃO E TRAVAMENTO DA PORTA (CHAVE LOS)

- a) Em cada porta deve haver um dispositivo de isolamento individual de porta e travamento mecânico na posição fechada (chave LOS), acionado por chave padrão Metrô. No caso do acionamento desse dispositivo, a referida porta ficará travada, impossibilitada mecanicamente de se movimentar.
- b) O travamento mecânico poderá ser feito internamente ou externamente ao veículo e deve ser sinalizado na IHM do console dos carros de extremidade.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 166 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- c) Uma vez acionado o dispositivo mecânico de travamento da porta deve inibir o comando de abertura desta porta e desenergizar o motor de acionamento da porta.
- d) A chave LOS deve realizar a isolação elétrica dos sinais de portas fechadas/travadas e dos dispositivos de emergência de sua respectiva porta. A isolação de porta pela chave LOS deve ser informada ao CBTC.
- e) O sensor de detecção de acionamento da chave LOS não deve ser acessível para os passageiros, esteja as portas aberta ou fechadas, de forma a evitar o acionamento indevido por pessoas não autorizadas.
- f) Deve ser possível realizar a isolação da porta pela chave LOS através de comandos remotos, provenientes do CCO pelo CBTC ou de maneira automática pelo TCMS.

6.3 SAÍDA DE EMERGÊNCIA

- a) Em cada carro do trem, as portas centrais 2, 3, 6 e 7 devem ter a função de saída de emergência.
- b) A função saída de emergência deve ser acionada por um dispositivo de destravamento de atuação mecânico, denominado manípulo de emergência, localizado ao lado direito de cada porta de emergência no salão de passageiros.
- c) O manípulo deve estar localizado internamente ao carro, protegido por uma tampa, tipo lacre fixada por parafusos fenda em cruz, faceada com o acabamento interno do salão de passageiros, e afastado da porta correspondente, de forma que um usuário em frente à porta não tenha acesso normal a esse dispositivo.
- d) O manípulo de emergência pelo lado externo a caixa deve estar protegida contra intempérie, próximo a porta no lado direito, acessível do nível da via, fora da folha de porta quando aberta, e será de uso exclusivo em caso de emergência e a sua funcionalidade deve ser detalhada durante a fase do projeto executivo.
- e) Este dispositivo deve destravar a porta, sinalizar para o operador (porta destravada) e para o CBTC e propiciar ao passageiro a possibilidade da abertura da porta de forma manual quando houver permissão.
- f) O manípulo de emergência deve possuir dois estágios de acionamento, o primeiro somente de sinalização e o segundo, quando habilitada a permissão de abertura de emergência, deve permitir o destravamento da porta.
- g) A abertura das portas pelo dispositivo de emergência deve ser possível somente quando houver habilitação de abertura de emergência, com detecção de velocidade zero, que ocorre nas seguintes situações:
 - Em manual, a porta poderá ser aberta quando o dispositivo for acionado;
 - Em CBTC (AM, MCS ou RM), a permissão de abertura da porta de emergência será informada através do comando de travamento de portas, correspondente ao lado de atuação, recebido via trainline do equipamento de bordo do CBTC.
 - Quando os sistemas do trem detectarem descarrilamento ou alarme de incêndio.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 167 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- h) Em qualquer situação, quando o manípulo de emergência for acionado, deve:
- ser sinalizado na IHM do console e ao CCO, através do CBTC;
 - emitir alarme sonoro no console do carro líder quando o trem estiver em operação manual ou MCS;
 - ser identificado na IHM, tanto no sinótico do trem como na lista de alarmes, o manípulo de emergência acionado;
 - haver sinalização vermelho piscante individual da respectiva porta;
 - haver sinalização vermelha piscante externa ao carro deve ficar piscante até a normalização do dispositivo;
 - realizar interface com o sistema de CFTV que deve disponibilizar, automaticamente as imagens das câmeras, próximas ao local onde o manípulo foi acionado na IHM e ao CCO, através da RCTT;
 - realização de chamada de áudio do intercomunicador da porta acionada ao CCO;
- i) O manípulo uma vez atuado poderá ser normalizado pelo operador ou qualquer usuário, sem a necessidade do uso de chave padrão Metrô.
- j) Independentemente dos modos de falha dos equipamentos envolvidos, essa função deve garantir a possibilidade de destravamento da porta para abertura manual, quando houver habilitação de abertura em emergência, mesmo em caso de falha geral no controlador da porta ou da inexistência de alimentação elétrica.
- k) Todas as falhas elétricas que possam interferir no correto funcionamento do manípulo devem ser detectadas e anunciadas no console do operador e informado ao CCO através do sistema de monitoramento do trem.
- l) O acionamento do manípulo quando a porta possuir todos os requisitos necessários, com a abertura das portas ou quando já estiver aberta no momento da atuação, deve ocasionar na aplicação do freio de emergência do trem até sua parada total e a sinalização de portas fechadas no console deve indicar portas abertas.
- m) Caso o manípulo atinja a permissão de abertura sem a abertura das folhas da porta, ao perder qualquer uma das condições, a função deve bloquear novamente a abertura da porta e evitar que as portas sejam abertas com trem em movimento.
- n) O display luminoso da porta deve exibir a mensagem de porta destravada.
- o) Se o manípulo seja acionado, porém a porta não possua as condições necessárias para liberação da abertura manual, não deve ser aplicado freio de emergência no trem e nestes casos, o display luminoso da porta deve informar o estado do dispositivo atuado e que não há a permissão para a abertura das portas. Se houver, posteriormente, a liberação de abertura de emergência a porta deve ser liberada para a abertura manual com as informações atualizadas no display da porta.
- p) Quando o trem chegar na próxima plataforma com dispositivo atuado e for comandado a abertura das portas, todas as portas do lado que foi solicitada abertura devem abrir. Após comando de fechamento, se o dispositivo atuado for do mesmo lado da plataforma, a porta cujo dispositivo foi atuado deve permanecer aberta. Se for atuado do lado oposto, apesar das

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	168 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

portas estarem fechadas, o trem não deve se movimentar até que seja normalizado o manípulo.

- q) Nos casos em que ocorrer aplicação de freio de emergência e em decorrência de acionamento do dispositivo, quando o trem estiver em modalidade operativa controlada pelo CBTC (AM), para poder movimentar o trem novamente, será necessário, após normalização do dispositivo, atuar em uma chave de “Rearme do Laço de Portas” correspondente ao carro com o dispositivo atuado.
- r) Deve ser possível realizar o rearme do laço de portas através de comando remoto do CCO recebido pelo CBTC.
- s) A chave de rearme do laço de portas deve ser sem retenção e ser instalada no painel de chaves operacionais de cada carro, com posição a ser definida na fase de projeto.
- t) Ao normalizar o manípulo, a porta deve assumir o estado referente aos comandos recebidos do trem ou do CBTC.
- u) As sinalizações individuais, do carro e na IHM devem ser normalizadas após a normalização do manípulo de portas.

6.4 PORTA DE SERVIÇO

- a) Além das portas com função de saída de emergência, nos carros de extremidade as portas próximas ao console (11, 18, 64 e 65) devem ser de serviço. Para os carros intermediários as portas de serviço devem ser as portas 2 e 7 de cada carro.
- b) Cada porta de serviço deve possuir duas chaves de acionamento (padrão Metrô), uma no interior de cada carro e outra do lado externo, com funcionamento paralelo (ou seja, é possível abrir por uma chave e fechar pela outra, ou vice-versa), possibilitando a abertura ou seu fechamento através de um comando elétrico.
- c) A abertura somente é permitida com o trem parado (velocidade de 0 km/h).
- d) A chave interna deve estar localizada próxima ao batente da porta com distância máxima de 35 cm, sendo que sua localização exata deve ser definida durante o desenvolvimento do projeto executivo.
- e) A abertura e fechamento da porta de serviço elétrica deve ser possível quando acionada interna ou externamente por um dispositivo com chave padrão Metrô, independentemente de estar ou não com comando ou porta isolada.
- f) Uma vez que a porta for aberta pela chave de serviço, ela permanecerá aberta, mesmo que receba o comando de fechamento.
- g) Caso a porta esteja isolada e seja aberta pela chave de serviço, deve ser sinalizado na lista de falhas do console e não deve permitir tração no trem.
- h) As portas de serviço devem possuir também outro dispositivo de abertura, acionado manualmente, localizado do lado externo da caixa, fora da região de porta aberta, em local acessível pelo operador, que permita destravar mecanicamente a porta caso falte energia elétrica, possibilitando sua abertura manual em qualquer condição.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 169 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- i) As chaves externas devem ser acessíveis a partir da plataforma e ao nível da via e as internas devem ser instalados para acionamento com operador em pé. A chave mecânica externa deve estar entre 50 a 80 cm acima do piso acabado do carro.
- j) A abertura de qualquer porta de serviço do trem deve ser sinalizada na IHM do console, tanto no sinótico do trem como na lista de falhas do TCMS, e pelas sinalizações de portas fechadas e portas abertas no console e registrar no diagnóstico de falhas e registrador de eventos, mantendo também acesa a sinalização luminosa intermitente da sinalização individual de porta e a sinalização externa de porta aberta do respectivo carro.
- k) O acionador mecânico da chave elétrica deve ser concebido de tal forma que, ao ser retirada a chave padrão Metrô, não fique em uma posição intermediária que permita um comando indevido da porta por vibração durante a movimentação do trem.
- l) A controladora de portas deve somente aceitar o comando elétrico da porta de serviço após cerca de 0,5 segundos de atuação no acionador mecânico.
- m) O mecanismo de acionamento da fechadura padrão Metrô da porta de serviço deve garantir o movimento da fechadura até o seu fim de curso, mesmo que a chave padrão Metrô seja removida da fechadura antes do curso total.
- n) Do lado externo destas portas deve haver escada e pega mão embutido na caixa para acesso do operador a partir do leito da via.
- o) A escada deve estar acessível a partir de no máximo 500 mm acima do topo do boleto.
- p) A Contratada deve informar os parâmetros, referentes aos componentes da chave, para a realização manutenção preventiva que garanta o nível de confiabilidade requerido deste dispositivo. Na instalação no trem, os contatos da chave devem ser protegidos contra umidade, poeira e água.

6.5 COMANDO E SINALIZAÇÃO DE PORTAS

- a) A transmissão dos comandos deve ser fornecida aos controladores de cada porta através de trainlines.
- b) Os comandos vitais recebidos do CBTC incluem a autorização de abertura e permissão de abertura de emergência de portas.
- c) O trem deve enviar sinalização de portas fechadas e travadas ao CBTC via trainlines de forma vital. A sinalização deve ser independente, sendo um trainline para portas fechadas e outro para portas travadas. A leitura dos sinais pelo CBTC não deve depender do modo operacional (AM ou MCS).
- d) Os comandos de abertura e fechamento de portas provenientes do sistema de sinalização também devem ser realizados via trainlines.
- e) O trem deve enviar ao CBTC os comandos de abertura e fechamento de portas emitidos pelas botoeiras do console com o trem.
- f) O controle do sistema de portas e estado do sistema de portas devem ser fornecidos via sistema TCMS.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	170 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- g) As controladoras das portas devem estar conectadas diretamente a rede MVB do TCMS e possuir conectividade através da rede Ethernet para acesso de manutenção e monitoramento de variáveis do sistema.
- h) O sistema de comando deve ser eletrônico, microprocessado, de alta confiabilidade, evitando-se circuitos e intertravamentos por componentes eletromecânicos como relés e contadores.
- i) O sistema deve monitorar, continuamente, o estado funcional dos sensores de portas fechadas e travadas e abertas, sinais de velocidade do trem e estado funcional de cada porta do trem, efetuando diagnósticos automáticos e anunciando os eventos de falhas no monitor do console do operador, pela rede MVB.
- j) As unidades de comando e controle de cada porta devem efetuar funções de auto teste e autodiagnóstico durante a sua inicialização das mesmas informando seu estado funcional ao sistema TCMS.
- k) As controladoras individuais de portas que estejam com qualquer tipo de falha em qualquer porta do trem não devem afetar a comunicação de outras controladoras com o controlador central do trem (TCMS).
- l) As falhas de comunicação da controladora com o TCMS não devem afetar o funcionamento das portas conforme os sinais recebidos pelas trainlines de comando para de abertura e fechamento.
- m) Os controladores das portas devem enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- n) Deve haver intertravamento entre o sistema de portas e o sistema de tração, de forma que em condições normais, o trem somente possa se movimentar quando todas as portas estiverem fechadas e travadas. Este intertravamento deve possuir redundâncias de trainline e nível de integridade de segurança SIL 4.
- o) Os circuitos elétricos de controle de abertura devem ser projetados com a filosofia de “falha segura”, ou seja, qualquer modo de falha de componente não deve provocar a abertura indevida de uma ou mais portas do trem.
- p) A filosofia “falha segura” também deve ser aplicada aos circuitos que permitem a movimentação do trem quando as portas estiverem devidamente fechadas e travadas e sem acionamento do dispositivo de abertura de emergência, isto é, em qualquer modo de falha de seus componentes não deve haver uma habilitação indevida de permissão de movimentação da composição sem a devida confirmação do estado real de cada porta do trem.
- q) O comando de portas deve proporcionar a abertura e o fechamento das portas em qualquer modalidade operativa, sempre com o trem com velocidade abaixo de 3km/h.
- r) Em condução manual e MCS, a operação de comando de abertura e fechamento das portas deve ser realizada pelo operador, enquanto na condução automática, a operação de portas deve ser realizada pelo equipamento de bordo do CBTC, que se encarregará da abertura e fechamento das portas.
- s) A abertura das portas, em modo manual, deve ser comandada pelas botoeiras localizadas no console de condução.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 171 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- t) As botoeiras devem estar ativas para emissão de comando de abertura somente quando o console de condução for selecionado e com o trem parado (Velocidade<3km/h).
- u) Deve possuir botoeiras de abertura e fechamento de portas independentes para cada lado do trem que estarão localizadas no console. Não deve existir chave de seleção de lado de abertura e fechamento.
- v) As botoeiras que comandam a abertura e o fechamento das portas do carro devem ser de cor vermelha para fechamento e verde para abertura.
- w) As botoeiras de fechamento devem possuir iluminação para indicar o estado aberto ou fechado da lateral correspondente.
- x) O comando das botoeiras deve abrir ou fechar as portas do lado correspondente a botoeira acionada.
- y) O projeto deve ser concebido de forma que garanta a abertura, em qualquer situação, sempre do lado da plataforma, conforme as informações recebidas do CBTC.
- z) A indicação de portas fechadas, na cor âmbar, no console deve acender somente quando todas as portas do trem estiverem devidamente fechadas e travadas, consequentemente a tração dos carros ficarão habilitadas e a indicação deve permanecer acesa.
- aa) Os indicadores das botoeiras vermelhas de comando de fechamento de cada lateral devem sinalizar, quando apagado, que todas as portas do respectivo lado estão devidamente fechadas e travadas.
- bb) Se houver uma ou mais portas abertas no lado correspondente, o indicador deve permanecer aceso.
- cc) Na IHM do console de condução, o operador poderá selecionar uma tela, com sinótico do trem, onde será possível verificar o estado real de cada porta do trem de forma individual bem como o estado operacional, funcional e tipo de falha de cada porta, indicando inclusive o carro em que a falha ou evento no sistema foi verificado.
- dd) As indicações de portas abertas por lado e fechadas devem estar disponíveis para o CBTC, via trainlines.
- ee) Devem sinalizar individualmente o estado de funcionamento (portas abertas, fechadas, travadas, isoladas e em falha) ao CBTC e o TCMS através da rede MVB.
- ff) Em cada lateral externa de cada carro deve haver uma sinalização luminosa vermelha que permanecerá acesa, em ambos os lados, enquanto uma ou mais portas estiverem abertas ou com problemas que impeçam o seu fechamento ou travamento normal. A sinalização deve ser piscante quando houver qualquer dispositivo (manípulo e chaves de serviço) atuada no respectivo carro.
- gg) Se por algum motivo uma ou mais folhas de portas não completarem o fechamento e travamento por obstrução, deve ser, automaticamente, executado um reciclo individual de fechamento, através de um novo comando de abertura, seguido do comando de fechamento, somente nas portas que detectarem a obstrução.
- hh) Na detecção de obstrução deve haver um alarme sonoro local na porta, com intensidade configurável por softwares de manutenção e deve ser emitido informações automáticas no

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	172 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

painel luminoso da porta e mensagem pré-gravadas no carro com porta obstruída. As mensagens transmitidas serão definidas durante o projeto.

- ii) Caso a obstrução ao fechamento da porta permaneça após o tempo ajustável o sistema automaticamente deve propiciar o reciclo da porta, ou seja, abrir novamente, somente a referida porta, com abertura de 100 a 200 mm desde o ponto de obstrução e retornar ao movimento de fechamento. A distância de abertura desde a detecção deve ser ajustável por softwares de uso da manutenção.
- jj) A quantidade de reciclos de portas deve ser configurável através de tela no console, com acesso restrito somente à equipe de manutenção, de 0 a 10 reciclos.
- kk) A força de fechamento do reciclo deve ser ajustável entre 100 e 300 N.
- ll) Se houver obstrução durante o fechamento da porta, a qualquer tempo, por exemplo um usuário preso, o sistema deve incrementar um aumento na força de fechamento da porta, inferior a 300 N por um tempo configurável por software para tentar fechar a porta.
- mm) Após o último reciclo, o motor de portas permanece exercendo uma força de fechamento (ajustável pelo Metrô), suficiente para fechar a porta e sem causar danos ao motor, até que ocorra um novo comando de abertura e o evento deve ser sinalizado na IHM do TCMS.
- nn) A abertura de uma ou mais portas do trem ou a perda das sinalizações de portas fechadas e travadas com o trem em movimento devem ser indicadas no console e externamente ao carro acarretando: o corte da tração e a aplicação de freio de emergência.
- oo) Os motores de abertura de portas devem permanecer bloqueados ou desativados enquanto o trem estiver em movimento.
- pp) O monitoramento da condição de “portas fechadas” e de “portas abertas” deve ser feito de forma independente tal que um evento ou falha em uma das portas não afete a monitoração e intertravamentos de outra porta.
- qq) Independentemente da modalidade operativa, todo fechamento de portas do trem deve ser precedido de um sinal sonoro de alerta que deve durar por um tempo ajustável de 1 a 5 segundos e concomitantemente um luminoso intermitente (vermelho) que deve perdurar até o fechamento e travamento individual por porta. Quando a porta iniciar seu fechamento, somente o aviso visual deve permanecer ativo enquanto a porta estiver aberta.
- rr) O sinal luminoso deve ser produzido pelo conjunto de sinalizadores de LEDs instalados nos batentes de todas as portas do salão de passageiros. O sinal luminoso de qualquer uma das portas deve sinalizar também quando for acionado o dispositivo de emergência da porta, informação de lado de desembarque, porta em funcionamento normal e também quando aquela porta não está fechada e travada.
- ss) O sinal sonoro de alerta de fechamento deve ser único para o trem, gerado pelo sistema de sonorização do trem, além do sinal sonoro individual por porta em caso de incidentes ou de falhas. A característica do sinal, pressão mínima e frequência dos alertas, deve ser definida no desenvolvimento do projeto. O volume do sinal de fechamento de portas deve ser ajustável por tela com acesso restrito à manutenção.
- tt) O sinal sonoro deve iniciar sincronizado com o sinal luminoso e parar antes do início de movimento de fechamento das portas.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	173 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- uu) O sinal sonoro de fechamento de portas deve ser emitido sempre que houver um comando de fechamento, independentemente do modo de condução. O aviso deve ser emitido por completo mesmo que qualquer dessas condições sejam retiradas ou alteradas antes do fechamento completo das portas.
- vv) A característica do sinal, pressão mínima de 95 dB(A) e frequência dos alertas, deve ser definida no desenvolvimento do projeto.
- ww) O trem deve enviar ao SCC a relação de portas do trem que estão isoladas ou que não forem abrir na próxima estação por qualquer motivo, de forma que o SSC possa realizar o funcionamento sincronizado das portas do trem com o sistema PSD, inibindo as respectivas portas de plataforma.
- xx) Caso uma ou mais portas venham a ser isoladas, por alguma das chaves de isolamento de portas ou por comando enviado do SCC, deve ocorrer a inibição do comando de abertura, sinalização de porta fechada e travada e ativar a comunicação visual individual interna ao salão de passageiros, indicando "PORTA FORA DE SERVIÇO", sobre cada porta isolada e fechada.
- yy) A indicação de "portas isoladas" deve ser informada ao sistema de sinalização, através do sistema TCMS, o sistema de sinalização que efetuará a comunicação com o sistema de portas de plataforma afim de se evitar a abertura da porta de plataforma correspondente a porta do trem isolada.
- zz) Os circuitos de comando e controle de abertura de portas devem ser projetados com filosofia de "Falha Segura", ou seja, qualquer modo de falha não deve provocar condições de falhas Críticas ou Catastróficas. Essa filosofia também deve ser aplicada aos circuitos que permitem a movimentação do trem quando as portas estiverem devidamente fechadas e travadas e sem acionamento do dispositivo de abertura de emergência, isto é, em qualquer modo de falha de seus componentes não deve haver uma habilitação indevida de permissão de movimentação da composição sem a devida confirmação do estado real de cada porta do trem.
- aaa) O software e o hardware das funções de controle de portas devem ser analisados por empresa independente devidamente habilitada, quanto à segurança dos seus modos de falha, obedecendo aos requisitos da norma MIL STD 882 ou EN 50126.
- bbb) Para essas análises, deve ser considerada falha com consequência catastrófica se:
- houver abertura indevida de uma ou mais portas com o trem em movimento;
 - houver inibição ou perda da função de saída de emergência em todas as portas do trem;
 - houver habilitação indevida da habilitação de movimentação do trem com uma ou mais portas abertas;
 - movimentação do trem com sinalização de portas fechadas apagada.
- ccc) Da mesma forma, com o trem parado, considerar falhas com consequência crítica se:
- houver abertura indevida das portas do lado oposto à plataforma;
 - houver abertura de portas sem comando do operador ou do CB ou por acionamento do dispositivo de emergência pelos usuários.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	174 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- ddd) As falhas e diagnósticos deverão ser indicados no próprio equipamento, no monitor do console e externados ao SAM através do TCMS ou rede Ethernet. As anomalias deverão ser registradas juntas com os principais parâmetros de controle do sistema de portas e a rotina que detectou a falha.
- eee) Os controladores individuais de portas devem disponibilizar ao TCMS e ao SAM todas as variáveis de comando e monitoramento do sistema. Entre as variáveis disponíveis devem estar o estado das micro chaves, corrente e tensão dos motores de acionamento e o tempo de abertura e fechamento das folhas de porta.
- fff) Mediante menu de acesso restrito ao pessoal de manutenção, os monitores do console poderão apresentar histórico de eventos do sistema de portas, apresentando, no mínimo, o registro dos eventos dos últimos 30 dias.
- ggg) Os ensaios devem seguir as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571 e serão:
1. Ensaios de tipo:
 - funcional (desempenho);
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seco);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração.
 2. Ensaios de rotina:
 - funcional;
 - de tensão suportável.

6.5.1 Monitoramento do Sistema de Portas

- a) Quando todas as portas do trem estiverem fechadas e travadas, deve ser sinalizado o estado de portas fechadas e travadas no console (lâmpada acesa na cor âmbar) e as lâmpadas vermelhas referentes a cada lateral de portas abertas do console (apagadas).
- b) A sinalização de portas fechadas é obtida através dos trainlines quando todas as micro chaves do trainline de travamento e trainline de fechamento estão com seus contatos fechados.
- c) As trainlines de portas travadas e de portas fechadas devem ser independentes entre si, sendo que ambas funções devem ser SIL4.
- d) A sinalização do estado de fechamento e de travamento das portas é uma das condições que deve ser atendida para permitir que o trem possa ser movimentado.
- e) Quando o trem estiver em movimento e ocorrer uma abertura do contato da micro chave de travamento de uma ou mais portas (seja por falha ou por acionamento do dispositivo de abertura da porta da saída de emergência - manípulo de emergência), permanecendo fechados os contatos de todas as micro chaves de fechamento, ou seja, todas as portas

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 175 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

permanecem fechadas, porém nem todas estão travadas, não deve ocorrer o corte da tração mesmo com a parada do trem entre estações.

- f) No caso de ocorrer inconsistência de perda de sinalização de portas fechadas com a permanência do sinal de portas travadas, também não deve ocasionar em corte de tração, permitindo a movimentação do trem, mesmo com a parada entre estações.
- g) Nestas condições descritas acima, nos subitens e/f, a sinalização de portas fechadas no console deve permanecer acesa (lâmpada na cor âmbar) e a sinalização de lado de portas abertas no console deve permanecer acesa no lado correspondente ao destravamento da porta. A sinalização externa (vermelho) do carro correspondente deve acender. Na tela de IHM do TCMS devem ser mostrados o carro e a porta que apresenta problema.
- h) As vibrações durante a movimentação do trem e os esforços laterais exercidos pelos passageiros nas folhas das portas não podem, em hipótese alguma, alterar o estado das micro chaves.
- i) Estando o trem parado na plataforma e após o comando de fechamento de portas, se o contato de uma ou mais micro chaves de fechamento ou de travamento permanecer aberto, não deve sinalizar portas fechadas no console (lâmpada de cor âmbar apagada) e deve sinalizar a lateral de portas abertas correspondente do console (lâmpada de cor vermelha acesa).
- j) O TCMS deve indicar na IHM e informar ao SCC o carro e a porta com falha (tanto no sinótico do trem como na tela de falhas) e, conseqüentemente, o trem não deve ter tração.
- k) Quando o trem estiver em movimento e ocorrer uma abertura do contato da micro chave de fechamento e de travamento de uma ou mais portas (seja por falha ou pela abertura manual das folhas de portas após o acionamento do dispositivo de abertura da porta da saída de emergência - manípulo de emergência), deve ser comandada a parada do trem imediatamente utilizando o freio de emergência.
- l) A função derivação de portas permite a movimentação do trem quando não existir sinalização de portas fechadas ou quando o trem estiver em emergência, devido a um dispositivo de portas acionado, em todas as modalidades operacionais existentes.
- m) A derivação de portas deve ser acionada por chave elétrica com fechadura tipo padrão Metrô com retenção localizado no console com liderança (modo Manual ou MCS). Quando acionada, deriva a sinalização de portas fechadas e permite a movimentação do trem, independentemente do estado das portas, e em qualquer modalidade. O acionamento desta chave deve ser sinalizado no Sistema TCMS e registrado no registrador de eventos.
- n) Esta chave somente deve ser operativa no console selecionado como líder. O acionamento da chave de derivação de portas no console com comando, deve ser sinalizado na IHM do sistema de monitoramento do trem (TCMS) através de ícone específico de by-pass de derivação de portas a ser mostrado na tela de preparação da IHM.
- o) Caso seja retirado o comando de liderança do console do trem, com o dispositivo de derivação de portas acionado, em qualquer console, deve soar um alarme, devendo também existir uma sinalização na IHM do TCMS (tela "Pop-up" – Derivação de Portas Acionada) e informar a falha ao SCC, tão logo seja selecionado um console com comando.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	176 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- p) Quando ocorrer a situação do CBTC não conseguir conduzir até a próxima estação, é necessário acionar localmente a chave sem retenção do respectivo carro para restabelecer o laço de tração e permitir a movimentação do trem.
- q) A identificação desta chave e sua localização deve ser definida com o Metrô durante a fase do projeto.
- r) Em todos os casos deve ser mostrado na IHM, em um sinótico do trem, o carro e a porta que está com problema, sendo que as portas podem possuir os seguintes estados operacionais:









ÍCONE	COR	SIGNIFICADO
	Branco	Porta aberta
	Amarelo	Porta isolada
	Verde	Porta fechada
	Laranja	Chave serviço acionada
	Vermelho	Falha de portas (não obedece aos comandos do trem)
	Cinza	Falha comunicação de rede
	Vermelho	Manípulo de emergência acionado – Lado 1
	Vermelho	Manípulo de emergência acionado – Lado 2

Figura 2 - Indicação de estados de portas no sinótico na IHM

- s) Caso a micro chave de travamento abrir durante a movimentação do trem, a sinalização da porta no sinótico do trem deve ser na cor vermelha, ou seja, porta com falha.
- t) No caso de atuação de destravamento na porta de emergência, deve indicar a seta azul em conjunto com o verde.
- u) As falhas que exijam atuação do operador devem ser sinalizadas na IHM através de janelas “Pop-up” na IHM, caso o comando esteja em manual ou MCS, e informadas ao CCO, através do CBTC, se comandado em CTBC (AM).

6.5.1.1 Sinalização Externa do Carro (Vermelha)

- a) A sinaleira externa do carro deve ser de cor vermelha, instalada no centro de ambos os lados do carro, com altura superior as janelas do carro.
- b) Após o comando de fechamento, quando as 08 portas do carro estiverem fechadas e travadas, a sinalização externa ao carro deve permanecer apagada.
- c) A sinalização deve permanecer acesa se após o comando de fechamento ocorrer qualquer anormalidade referente ao fechamento e travamento de portas do carro correspondente.
- d) Após o comando de abertura, a sinalização externa da porta deve acender com a abertura de qualquer porta do carro. Se nessa condição a sinalização permanecer apagada em ambos os lados, indica que existe falha no sistema de portas do carro e as portas permaneceram fechadas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 177 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- e) Quando existir algum dispositivo de emergência de portas acionado (manípulo de emergência), bem como uma chave de serviço atuada, estando com as portas abertas ou fechadas, a sinalização externa do carro deve ficar na configuração vermelho piscante.
- f) A sinalização de portas indicada no console, em hipótese alguma, deve divergir da sinalização lateral externa em cada carro.

6.5.1.2 Sinalização Interna e Individual da Porta

- a) No salão, em ambas as laterais de cada porta do carro, deve ser indicado o estado operacional desta porta, aos passageiros.
- b) O trem deve receber do SSC a relação de portas do trem que devem ter sua abertura inibida em função de inibição do sistema PSD da próxima estação. Estas portas não devem ser abertas e devem ativar a comunicação visual interna ao salão de passageiros, exibindo no painel sobre a porta, a mensagem “FORA DE SERVIÇO” e sinalizar nos indicadores luminosos da lateral.
- c) Deve existir um indicador luminoso, uma faixa de LED, embutido no acabamento, ao longo de todo o batente lateral em ambos os lados das molduras de cada porta. A faixa luminosa deve possuir um difusor translúcido faceado ao revestimento do batente.
- d) A sinalização do LED deve possuir brilho suficiente para ser identificável e visível externa e internamente ao trem. A sinaleira deve ser brilhante o suficiente para identificar sua indicação em áreas abertas com a incidência solar.
- e) O indicador deve possuir, no mínimo, três cores (branco, verde e vermelho) que acendem ou piscam de acordo com as operacionalidades exercidas pela porta. Cada cor deve representar as funcionalidades conforme abaixo.

Tabela 15 - Funcionalidades da sinalização interna e individual de portas

Branco (fixo)	- Porta com funcionamento OK + fechada/travada
Verde (fixo)	- Lado abertura - Porta aberta sem comando de fechamento
Vermelho (fixo)	- Falha na porta que impossibilita sua abertura ou fechamento.
Vermelho (piscante)	- Porta aberta com comando de fechamento até sinalizar fechada e travada. - Dispositivo de emergência acionado

6.5.2 Chaves de Isolação Individual

- a) Deve haver uma chave de isolamento individual em cada porta (atuada com chave padrão Metrô), localizada o mais próximo possível ao batente da respectiva porta, com função de isolar a respectiva porta.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 178 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) Ao ser posicionada a chave de isolamento individual de portas na posição isolada, deve ocorrer o seguinte:
- Se não existir falha mecânica, a respectiva porta se fecha, permanecendo nessa condição;
 - O manipulador de emergência da respectiva porta permanece inoperante (isolado);
 - O laço de portas é restabelecido, ou seja, normaliza a emergência e as sinalizações referentes ao acionamento do manipulador da porta saída de emergência;
 - A chave de serviço de acionamento mecânico permanece ativa;
 - Normaliza os indicadores luminosos de porta aberta e fechada no console e sinalização externa do carro;
 - A IHM indica o carro e a porta isolada, tanto no sinótico do trem como na lista de falhas.
 - Informa ao CCO, através do CBTC e RCTT, a identificação da porta isolada;
 - A mensagem “Porta Fora de Serviço” deve ser informada ao passageiro através de sinalização específica em cada porta isolada.

6.6 MOTOR DE ACIONAMENTO DAS PORTAS

- a) Um motor elétrico, instalado na parte superior de cada porta, deve acionar as duas folhas, de forma conjugada.
- b) A tensão de alimentação do motor deve ser a da bateria do trem. A potência do motor tem que ser suficiente para imprimir uma força líquida no gume da porta de até 30 kgf.
- c) O enrolamento deve ter isolamento classe “H”.
- d) O motor deve ser dotado de mancais de rolamento blindado e ter grau de proteção tipo IP 54.
- e) O motor deve ser do tipo sem escova (“brushless”). Caso seja utilizado motor de tipo ímã permanente, deve existir proteção para evitar a desmagnetização do campo produzido pelo ímã permanente, no caso de sobrecarga, rotor bloqueado ou curto-circuito.
- f) O período de inspeção do motor não deve ser inferior a 1.000.000 de ciclos de operação.
- g) Os ensaios devem seguir as condições descritas na norma ABNT NBR 5165 e serão de dois tipos:
1. Ensaios de Rotina:
 - medição da resistência do enrolamento de armadura;
 - medição da resistência do enrolamento de campo se houver;
 - colocação das escovas na linha neutra elétrica;
 - de tensão suportável;
 - de desempenho;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	179 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- de comutação;
 - sobre velocidade.
2. Ensaio de Tipo:
- elevação de temperatura;
 - rendimento;
 - de desempenho (curvas características);
 - vibração.

6.7 POSICIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS

Os dispositivos de emergência e chaves operacionais de isolamento devem ser posicionados próximo as portas conforme definidas abaixo:

- Manípulo de emergência interna do salão: lado direito de cada porta de emergência (2, 3, 6 e 7), em uma altura entre 1.800 a 2.000 mm, em relação ao piso acabado.
- Manípulo de emergência externa: lado esquerdo de cada porta e de frente para o manípulo interna do salão nas portas (2, 3, 6 e 7), em uma altura entre 400 a 800 mm, em relação ao piso acabado.
- Chave de isolamento individual de portas: lado direito de cada porta, em uma altura de 1700 mm, em relação ao piso do salão com acionamento somente por chave padrão.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 180 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

7. SISTEMA DE AR REFRIGERADO DO SALÃO

- O sistema de ar refrigerado deve ser montado sobre a cobertura dos carros. Todos os seus componentes devem ser instalados sobre uma estrutura separada e essa deve ser fixada no teto do carro.
- Cada carro deve ser equipado com duas unidades independentes de ar refrigerado e devem ser alimentados pela rede de corrente alternada, em tensão de 380 Vca, trifásica e 60 Hz, proveniente do conversor auxiliar (CVS).
- O painel elétrico de controle deve ser instalado no armário elétrico dentro do veículo.
- As unidades devem ser idênticas e intercambiáveis, mesmo entre os diferentes carros de um trem de extremidades e intermediários.
- Cada unidade de ar condicionado deve ser duplicada em seus componentes principais (compressor, ventilador do condensador e ventilador do evaporador), aumentando a disponibilidade.
- Cada conjunto de componentes duplicado da unidade deve ser alimentada por fonte de alimentação diferente, proporcionada pelo circuito de alimentação da saída dos conversores auxiliares.
- O desligamento de qualquer uma das fontes de alimentação (CVS) da unidade de ar condicionado não deve afetar o funcionamento normal do outro conjunto de componentes da mesma unidade de ar refrigerado.
- O projeto dos equipamentos de ar refrigerado deve prever espaço para a substituição dos componentes internos, acesso aos parafusos e atuação com maçarico ao redor dos elementos que são soldados, como válvulas, baterias condensadoras e evaporadoras.
- As válvulas devem ser fixadas à tubulação através de conexões com o objetivo de facilitar a sua substituição.
- O projeto também deve prever espaço físico para esgotar o óleo do compressor, permitindo a troca do óleo lubrificante, se necessário, sem remover o compressor do trem.
- Os dutos de distribuição do ar no salão devem ser projetados, de modo que, caso ocorra a perda de uma unidade de ar condicionado, a distribuição de ar seja garantida por todo o salão de passageiros pela unidade em funcionamento comprometendo a eficiência especificada o mínimo possível.
- O diâmetro mínimo da tubulação de saída d'água de drenagem deve ser de 1 polegada.
- A distribuição do fluxo de ar deve ser realizada através de grelhas dispostas no teto ao longo do salão de forma a garantir a homogeneidade de refrigeração do salão, inclusive nas cabeceiras.
- A distribuição do fluxo do ar refrigerado ao longo do salão não deve incidir diretamente no corpo do pega mãos.
- A captação de ar de retomo do interior do salão deve estar localizada em algum ponto que não comprometa a refrigeração de nenhum ponto do salão de passageiros.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	181 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- p) Devem existir portas de inspeção ao longo dos dutos em quantidade suficiente para manutenção e limpeza interna sem que haja necessidade da desmontagem de qualquer equipamento ou pega mão.
- q) As portas de inspeção devem estar revestidas internamente de um material isolante térmico e devem possuir dimensão mínima de 0,12m² cada.
- r) Os elementos filtrantes do ar devem ser de fácil troca e acessados a partir de compartimentos fechados com chave padrão Metrô, sem a necessidade de desmontar componentes do equipamento de ar condicionado.
- s) O acesso para a substituição dos elementos filtrantes deve ser realizado pelo salão de passageiros sem a necessidade de retirada dos pega mãos e acesso através de chave padrão Metrô.
- t) O filtro deve manter suas propriedades filtrantes por um período superior a 30 dias.
- u) O sistema de ar refrigerado deve ser projetado para operar nas condições ambientais da cidade de São Paulo e deve proporcionar conforto conforme indicado na norma EN 14750-1 e testado conforme normas EN 14750-2.
- v) O ar refrigerado deve ter a capacidade de reduzir até 9°C a temperatura interna em relação à externa em todo o trem, considerando o carregamento de 8 passageiros/m², com máximo nível de insolação e temperatura externa de 35°C, considerando ciclos contínuos de abertura e fechamento de portas, sendo 20s para portas abertas e 90s para fechadas.
- w) Os equipamentos devem ter capacidade de operar normalmente até uma temperatura externa de 45°C.
- x) O dimensionamento deve ser realizado com renovação mínima de 12 m³ de ar fresco por passageiro por hora.
- y) A distribuição do ar deve ocorrer de maneira uniforme em toda a extensão do salão. A faixa de variação de temperatura interna, medida a 1,1 m do piso, não deve ser superior a ±2°C.
- z) A velocidade do ar deve estar de acordo com o anexo B (Acceptable air speed) da norma EN14750 Part 1 (Comfort parameters) categoria B (< 0,5 m/s²) medidos a 1,1 m e 1,7 m do piso de acordo com o anexo D da norma EN14750 Part 2 (Type tests).
- aa) Para temperatura interna abaixo de 22°C (temperatura de referência), o sistema de refrigeração deve desligar automaticamente e somente o sistema de ventilação do evaporador permanecerá ligado, funcionando como um sistema de renovação de ar.
- bb) Na inicialização do trem, a ventilação deve entrar em funcionamento em no máximo 10 segundos após a partida do CVS e o sistema de ar condicionado em modo de operação automática.
- cc) Deve haver um botão na IHM do TCMS que quando acionado desliga ou liga todas as unidades de ar refrigerado do trem, inclusive a ventilação. Deve ser possível receber este comando de acionamento do CCO através do CBTC.
- dd) Deve ser mostrado na tela IHM do TCMS as temperaturas de todos os carros e a temperatura externa média medida pelos 6 carros. Caso a informação de um dos sensores esteja divergente dos demais sensores (> 3°C), deve gerar uma falha para posterior ação da

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 182 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

manutenção. Os detalhes de apresentação destas informações na IHM devem ser definidos com o Metrô em fase de projeto.

- ee) As temperaturas internas do salão de cada carro devem ser enviadas ao CCO através do CBTC e RCTT.
- ff) O controle de temperatura deve ser automático e comum para as unidades de refrigeração de um mesmo carro.
- gg) O controle de temperatura para ajuste de potência de funcionamento do ar refrigerado deve considerar o peso do carregamento de cada carro, trabalhando em avanço em relação ao ar de retorno.
- hh) Para temperatura externa acima de 22°C (inclusive), o controle deve determinar uma temperatura interna de referência T_{ir} , como definido na seguinte equação:

$$T_{ir} = T_a + 0,25 \times (T_e - 19)^{\circ} \text{ C}$$

Onde:

T_a : Temperatura de ajuste

T_e : Temperatura externa

T_{ir} : Temperatura interna de referência

- ii) Para temperatura interna superior a temperatura de ajuste, o sistema de refrigeração deve ligar automaticamente, independente da temperatura externa.
- jj) O parâmetro de temperatura deve ser ajustável através da IHM do TCMS e remotamente pelo do CCO. Neste caso, deve ser escolhida a temperatura de controle entre os valores de 20°C a 24°C com intervalos de 1°C. O valor ajustado no parâmetro deve persistir mesmo que o trem seja reiniciado.
- kk) O sistema deve então perseguir a temperatura de controle sem falhas e em um período mínimo de 20 horas ininterruptas, embora a potência frigorífica fique limitada a sua capacidade máxima.
- ll) A temperatura interior média T_{im} é a média aritmética das temperaturas medidas a 1,1m sobre o piso de salão de passageiros. Considerando a temperatura de referência T_{ir} como sendo a temperatura teórica a conseguir no interior do salão de passageiros tem-se:
 - Temperatura interior média T_{im} com relação à temperatura de referência T_{ir} , quando o equipamento de ar condicionado trabalha em sua capacidade nominal, não deve ser maior que $\pm 2^{\circ} \text{C}$;
 - Variação máxima das temperaturas medidas a 1,1m do piso do salão de passageiros deve ser menor que 2°C;
 - Variação máxima de temperatura medida em uma seção vertical qualquer no salão deve ser menor que 4°C.
- mm) A distribuição será verificada em teste de tipo medindo temperatura do veículo tanto nas cabeceiras como no centro dos carros. A validação e aprovação do projeto de refrigeração

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 183 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

do trem será realizada após a execução do teste tipo e o atendimento a todos os requisitos da especificação.

- nn) A regulação deve ser efetuada com controle de temperatura por sensores convenientemente localizados no interior e exterior do carro. Cada equipamento do sistema de ar condicionado deve dispor de pelo menos 03 sensores de temperatura, sendo o primeiro para medir o ar extemo, o segundo para medir o ar de retorno (ar do salão) e o terceiro para medir o ar insuflado (medido após as baterias evaporadoras).
- oo) Caso a eletrônica de controle automático de temperatura esteja em falha, o sistema deve continuar em operação em modo degradado, com um dispositivo regulável para o controle fixo de temperatura do salão de passageiros.
- pp) Cada sistema frigorífico deve possuir 02 transdutores de pressão (linha de alta e baixa) e 01 de corrente (compressor).
- qq) Os trens devem possuir um sistema de alimentação de emergência, que mantenha a ventilação em funcionamento normal para ser utilizado em caso de falta de alta tensão, falha do sistema de ar refrigerado ou falha na fonte de alimentação (CVS) da unidade de ar condicionado.
- rr) A ventilação de emergência deve ser alimentada pela tensão da bateria. Os ventiladores devem operar por, no mínimo, 30 minutos e atender a norma UIC 533-OR.
- ss) A Contratada deve apresentar o memorial de cálculo adotado em projeto, indicando todas as características do sistema e seguindo as recomendações das normas aplicáveis.
- tt) Para aprovação do sistema de distribuição do ar refrigerado, a Contratada deve efetuar testes em Mock-Up em tamanho real do salão do passageiro para comprovação do atendimento as características técnicas especificadas.
- uu) Os testes de tipo e rotina devem seguir as normas aplicáveis e com carga térmica total equivalente.
- vv) O sistema de ar refrigerado para o salão de passageiros deve atender aos requisitos das normas:

Tabela 16: Norma para sistema de refrigeração

Norma	Assunto
UIC 553 – OR	Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário
EN13129-1	Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para salão dos veículos urbanos e suburbanos – Parâmetros de Conforto
EN13129-2	Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para salão dos veículos urbanos e suburbanos (ensaios de tipo)
EN14750-1	Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para salão dos veículos urbanos e suburbanos – Parâmetros de Conforto
EN14750-2	Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para salão dos veículos urbanos e suburbanos (ensaios de tipo)
EN14813-1	Aplicações ferroviárias: Ar condicionado para console de Operadores – Parâmetros de Conforto

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	184 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

Norma	Assunto
EN14813-2	Aplicações ferroviárias. Ar condicionado para console de Operadores - Teste tipo
EN 779	Filtros de ar
NF F 16 101 e NF 16 102 (categoria de circulação por túnel)	Resistência a fogo e emissão de fumaça.
EN 50155	Equipamentos eletrônicos utilizados em material rodante
EN 50343	Regras de instalação de cabos elétricos
EN 50121-3-2	Compatibilidade eletromagnética
EN 50153	Medida de proteção de contra danos de origem elétrica
IEC 60077-1	Equipamentos elétricos de material rodante
IEC 60349-2	Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático
EN 50306-1 a 4	Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle.
EN 50264-1 a 3	Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência.
EN 50382-1 a 2	Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C)
EN 50126	Especificação e demonstração da confiabilidade, da disponibilidade, da manutenibilidade e da segurança (CDMS)

- ww) Os componentes do sistema montados no chassi e base dos veículos e seus elementos de fixação devem atender aos requisitos da norma EN 12663, devendo suportar as seguintes acelerações em regime permanente:
- Longitudinal: +3g.
 - Vertical: + (1 + c) g (com “c” variando entre 0,5 no centro do carro e 2 na cabeceira).
 - Transversal: +1g.
- xx) O chassi do equipamento de ar refrigerado deve ser confeccionado em aço Inox. Deve conter todos os componentes de um sistema de ar refrigerado, com exceção do painel de controle que deve estar no armário da cabeceira do salão de passageiros. Os chassis do equipamento devem ser estruturados para ser instalado sobre o teto do carro, suportando todas as acelerações especificadas. Os chassis devem estar equipados com pontos de içamento e pinos guia para remoção e instalação.
- yy) A Contratada deve, em sua documentação, apresentar memorial de cálculo ou análise por elementos finitos ou laudos de ensaios para comprovar o correto dimensionamento do chassi para suportar os esforços especificados.
- zz) Os equipamentos de ar refrigerado e o painel de controle devem ser conectados eletricamente por meio de conectores para facilitar substituições e manutenções. Para os cabos de alimentação de potência serão permitidas conexões por borneiras ou conectores.
- aaa) Os módulos de controle que forem instalados em região de condensação devem ser protegidos contra umidade, oxidação e etc.
- bbb) Todos os componentes da estrutura do ar condicionado, instalados no teto dos carros, inclusive os elementos de conexão elétrica, devem ter um grau mínimo de proteção IP65.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 185 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- ccc) Para os elementos montados no interior do carro, o grau de proteção mínimo é IP54. Para casos de grau de proteção menor que especificado para o interior dos carros, será requerida a aprovação prévia do Metrô.
- ddd) O sistema deve cumprir os requisitos de emissão e compatibilidade eletromagnética. A Contratada deve fornecer laudo técnico dos ensaios realizados em laboratório homologado e habilitado para esse tipo de prova e que comprovem o atendimento aos requisitos especificados para emissão e compatibilidade eletromagnética.
- eee) A Contratada deve fornecer os certificados de características dos materiais empregados com relação à resistência ao fogo, emissão de fumaça e emissão de gases tóxicos.
- fff) Os cabos elétricos, tanto os de alta como de baixa tensão, devem ter características de:
- Serem auto extingüíveis, não propagadores de chama (tipo A);
 - Mínima emissão de fumaça (tipo F1);
 - Emissão nula de gases tóxicos;
 - Não produzirem compostos halogenados ou sulfurados durante a combustão.
- ggg) Os componentes que puderem gerar vibrações devem ser montados sobre elementos elásticos, de modo a não se transmitir vibrações ou ruídos à caixa do veículo.
- hhh) Os níveis de ruído gerados pelo equipamento de ar refrigerado devem atender aos seguintes requisitos:
- Nível de ruído interior ao carro parado a 1,1 m do piso deve ser menor que 66 dB(A)
 - Nível de ruído exterior a 7,5 m do carro deve ser menor que 70 dB(A).
- iii) O fabricante deve fornecer um software aplicativo do ar condicionado para uso da manutenção de forma que seja possível efetuar a verificação dos ajustes de parâmetros de funcionamento do equipamento, tais como, verificação dos valores de temperatura lidos pelas sondas, ajustar a curva de temperatura no salão em $\pm 2^{\circ}\text{C}$, verificação dos diagnósticos de falhas de todos os componentes do ar condicionado.

7.1 COMANDO E CONTROLE

- a) Os equipamentos de comando e controle devem atender aos requisitos da norma EN50155.
- b) O painel de controle deve controlar separadamente cada unidade de ar refrigerado, de forma que, independentemente da origem ou local de uma falha em seus componentes, que possa provocar o desligamento de uma unidade, a outra deve operar, normalmente, sem qualquer restrição.
- c) O sistema de comando e controle deve ser microprocessado, tanto para executar as funções de comando e controle como para efetuar funções de auto teste e autodiagnostico com histórico de eventos.
- d) Esse sistema deve ter saída para comunicação de seu estado funcional ao sistema anunciador ligado ao sistema TCMS.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	186 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- e) Também deve ter uma porta de comunicação Ethernet e USB para comunicação com o notebook de teste, onde também será possível poder monitorar todo o estado funcional e o histórico de eventos dos equipamentos de ar refrigerado.
- f) O módulo de controle deve realizar a monitoração de falhas, anormalidades e diagnósticos com o registro dos principais parâmetros de funcionamento do sistema de ar refrigerado, que deve estar disponível para leitura através do TCMS.
- g) A sinalização de falhas ou falta de energia para o sistema de ar refrigerado deve ser mostrada no próprio equipamento e transmitida a IHM do console de condução pelo TCMS e também poderá ser monitorada pela rede Ethernet. Devem ser indicadas as falhas de refrigeração e falhas da ventilação. A falha de qualquer componente do sistema de ar refrigerado deve ser sinalizada e registrada na IHM e enviada ao CCO pela RCTT.
- h) O controlador do ar condicionado de cada carro deve armazenar as falhas das duas unidades controladas por ele indicando tipo de falha, o equipamento/componente que apresenta a falha, o horário e o estado/valores dos demais equipamentos/componentes da unidade.
- i) O controlador também poderá ser empregado como registrador contínuo de sinais.
- j) O controlador deve registrar dados de corrente do compressor, pressão de alta e baixa, temperatura do fluido na sucção do compressor, na saída e na linha de líquido, das últimas 1000 horas.
- k) Devem ser registrados no registrador de eventos do trem as temperaturas do salão de passageiros de cada carro.
- l) Devem ser fornecidos todos os softwares necessários para os processos de manutenção dos equipamentos microprocessados, parametrização do equipamento e monitoração funcional via notebook de teste.
- m) O software de controle do ar refrigerado deve prever interface amigável com o usuário para permitir ajustes dos parâmetros de proteção do equipamento e temperaturas, sem necessidade de substituição do software fonte.
- n) Através de uma porta de comunicação do controlador do equipamento deve ser possível realizar o monitoramento de pressões e temperatura das zonas de baixa e alta pressão, verificar o estado e realizar acionamento dos compressores, eletroválvulas e ventiladores. A ferramenta também deve permitir a visualização do cálculo termodinâmico (superaquecimento e sub-resfriamento).
- o) Os diagnósticos de falhas do ar condicionado devem ser disponibilizados ao SAM e sinalizado ao CCO, através do CBTC.
- p) Os controladores do sistema devem enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- q) Detalhes serão definidos durante a fase de desenvolvimento do projeto executivo dos trens.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 187 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

7.2 COMPRESSOR - CONDENSADOR

- a) Os compressores devem ser do tipo scroll horizontal e suas conexões com a tubulação devem ser realizadas através de conexões flexíveis.
- b) Cada unidade de ar condicionado deve ser constituída de:
- Sistema compressor acoplado a motor elétrico, dotado de um visor, a fim de facilitar a verificação do nível de óleo;
 - Dois inversores de tensão e frequência variável (VVVF) para controle individual de cada motor de acionamento do compressor. Estes inversores devem controlar o funcionamento dos compressores do ar condicionado de modo que mantenha a temperatura interna do salão o mais constante possível e evitar o desligamento/religamentos dos motores do compressor.
 - Dois motores elétricos de acionamento do compressor, alimentado pelo inversor VVVF. Compressor, que deve ter seu projeto aprovado para uso ferroviário. A Contratada deve fornecer certificado para comprovar esse requisito.
 - Duas baterias condensadoras que devem ser constituídas de tubos de cobre aletados, devendo suportar uma pressão de prova de 35 kg/cm², com água a 30 °C.
 - Dois ventiladores da condensadora deve possuir no mínimo duas velocidades em funcionamento. A durabilidade do ventilador deve ser superior a 15 anos.
 - Receptáculo de fluido refrigerante, que deve ter válvulas de entrada e saída para realização de vácuo e carga do sistema e visor de nível do líquido refrigerante;
 - Pontos de medição de pressão, posicionados antes e após o compressor;
 - Fluido refrigerante do tipo ecológico;
 - Uma bandeja de recolhimento da água de condensação em aço inoxidável, instalada sob as baterias, com no mínimo quatro mangueiras para drenagem de Ø1" ou equivalente por umidade.

7.3 EVAPORADOR SOPRADOR

- a) A unidade evaporadora sopradora deve prover a recirculação de ar, bem como o insuflamento de ar externo, de forma a atender aos requisitos de temperatura, conforto e renovação com ar externo, conforme definido na norma EN14750-1 para trens de categoria B.
- b) Cada unidade de ar condicionado deve ser constituída de:
- Duas unidades evaporadoras sopradoras, com saída para o duto de ar, com uma separação diagonal em toda a extensão do salão de passageiros, de modo que cada unidade opere independentemente da outra.
 - Um filtro de dimensões adequadas deve ser colocado na entrada, a fim de limpar o ar que é insuflado para o duto de distribuição e que deve atender à norma EN 779;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 188 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- Um sistema ventilador acionado por motor elétrico acoplado, que deve ter, no mínimo, duas velocidades;
- As baterias evaporadoras que devem ser constituídas de tubos de cobre aletados, devendo suportar uma pressão de prova de 35 kg/cm² com água a 30 °C.
- Uma bandeja de recolhimento da água de condensação em aço inoxidável, instalada sob as baterias evaporadoras, com mangueira para drenagem;

7.4 MOTORES

- a) Os motores do compressor do ventilador do evaporador e condensador e devem atender aos seguintes requisitos:
- Tipo: assíncronos trifásicos;
 - Tensão de Linha: 380 V \pm 10 %;
 - Frequência: 60hz \pm 5 %;
 - Grau de proteção: IP54 (evaporador) e IP56 (condensador);
 - Classe de temperatura: Classe H;
 - Tipo de Operação: serviço contínuo;
 - Carcaça de alumínio e eixo em aço inox (alto grau de proteção a corrosões);
 - Mancais auto lubrificados;
 - Ensaio de rigidez dielétrica: 0,85 (2,5 Vm + 2.000 V) por 1 minuto, conforme norma IEC 60349-2. A Contratada deve entregar laudos dos ensaios de rigidez dielétrica efetuado por laboratório credenciado;
- b) Cada motor do sistema deve ter proteção térmica e contra sobre corrente individualizados.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 189 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

8. SISTEMA DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

8.1 DETECÇÃO DE INCÊNDIO

- O sistema de detecção de incêndio deve detectar a presença de fumaça no salão de passageiros através de detectores ópticos do ar do salão de passageiro, inclusive com o sistema de ar refrigerado operando na máxima potência. Devem ser instalados pelo menos 4 sensores independentes por carro, criando zonas independentes de detecção. A região do console de condução deve possuir pelo menos um sensor.
- O equipamento deve fornecer no mínimo 2 níveis de alarme (pré-alarme e alarme), com saída por relés programáveis.
- Os alarmes e a identificação do carro com fumaça devem ser sinalizados na IHM do TCMS no console de condução, no registrador de eventos, no histórico de eventos da IHM do TCMS, no CCO e memorizados no próprio equipamento.
- A atuação de um só sensor no mesmo carro, deve ser sinalizada como “Pré alarme” e deve acender na IHM do TCMS no console a sinaleira identificada como “Fogo”. A atuação de um segundo sensor no mesmo carro deve ser sinalizada como “Alarme” e fazer com que a sinalização “Fogo” na IHM do TCMS do console, fique acesa no modo piscante.
- A detecção do nível “Alarme” deve habilitar o botão de extinção que deve existir no console de operação manual dos carros cabeceira ou no painel de chaves e dispositivos operacionais cuja localização deve ser definida com o Metrô durante a fase de projeto executivo do trem. Este botão deve ser protegido por tampa para evitar acionamentos indevidos pelo operador ou atendente do trem.
- A sinalização do nível “Alarme” de incêndio deve realizar o desligamento automático do sistema de ventilação e refrigeração do carro em que ocorreu a detecção de fumaça, bem como do carro adjacente. Esse desligamento deve ser feito através do sistema TCMS quando solicitado pelo sistema de combate a incêndio de um carro em chamas.
- Na IHM do sistema TCMS deve existir em uma de suas telas, um botão virtual, que quando pressionado pelo operador ou atendente propiciará o reset do sistema detector de incêndio de todos os carros em caso de pré alarme falso. Deve também ser possível rearmar o sistema de detecção de incêndio remotamente desde o CCO através do sistema CBTC.
- O sistema de detecção de incêndio deve atender às normas EN 50155, EN 61373, CEN/TS 14972 (Fixed fire fighting water mist systems design and instalation) e a norma NFPA 750 (Standard on water mist protection systems).
- Devem ser instalados detectores de incêndio dentro dos armários elétricos que possuam tensão de 380 Vca, com detecção por temperatura $T \geq 140^{\circ}\text{C}$, no teto do armário. Este alarme deve ser na IHM do console, ser enviado ao CCO através do CBTC e registrador de eventos.
- Devem ser instalados sensores de detecção de incêndio nas caixas do sobestrado dos inversores de tração e conversores auxiliares, com detecção por temperatura $T \geq 180^{\circ}\text{C}$.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	190 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- k) O alarme gerado pelos sensores localizados nestes equipamentos deve sinalizar na IHM do console, memorizados no histórico de eventos da IHM e no registrador de eventos, e ser enviado ao CCO através do CBTC.
- l) A controladora do sistema de detecção e todos os sensores de detecção de fumaça ou temperatura devem sinalizar falhas na IHM do console e informar seu mau funcionamento ao sistema de monitoramento do trem, através da rede Ethernet do trem.
- m) O equipamento de detecção de incêndio deve ter a capacidade de armazenar em memórias não voláteis mais de 10.000 eventos de níveis de fumaça, anormalidades e falha do equipamento, com registro de data e horário.
- n) Deve dispor de interface para conexão Ethernet e USB para coleta de dados e alteração de parâmetros de programação.
- o) Os controladores do sistema devem enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- p) O equipamento deve ser certificado por entidade reconhecida e estar em conformidade com a norma NBR 9441.
- q) O equipamento de detector de incêndio deve ser submetido às condições de ensaio descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571 e serão:
1. Ensaio de tipo:
 - funcional (desempenho);
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seco);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração.
 2. Ensaio de rotina:
 - funcional;
 - de tensão suportável

8.2 SISTEMA DE COMBATE DE INCÊNDIO

- a) No trem deve existir pelo menos dois conjuntos completos de sistema de combate de incêndio, instalados no sob estrado.
- b) Cada sistema de combate de incêndio deve utilizar água nebulizada em alta pressão. A pressão de trabalho deve ser maior que 35 bar, conforme classe 1 da norma NFPA 750.
- c) Os equipamentos de combate contra incêndio devem cobrir as áreas do salão de passageiro. A região do console de condução deve possuir nebulizador.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 191 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- d) O sistema implantado no trem deve ser capaz de nebulizar, sem interrupção, em um carro, durante 10 minutos, ou de forma distribuída para todo o trem, ou seja, em caso de ocorrência de incêndio em dois carros, este mesmo sistema deve ser capaz de nebulizar, sem interrupção, durante 05 minutos, e assim proporcionalmente, de acordo com a quantidade de carros.
- e) Quando detectado incêndio em um carro, o sistema deve nebulizar água no carro em questão e no carro adjacente mais próximo ao detector atuado.
- f) O ensaio de desempenho deve ser feito com fogo de classe A e B no salão de passageiros.
- g) O cilindro de pressurização deve ser fabricado de acordo com a norma ISO9809-2.
- h) Os cilindros devem ser testados com 50 % a mais sobre a pressão nominal de trabalho e a de ruptura com no mínimo 150 %.
- i) O circuito de comando deve ser projetado com a filosofia de falha segura para evitar atuação acidental ou indevida por falha.
- j) Os dispositivos de aspersão, reservatórios e as tubulações por onde circulam a água e ar comprimido do sistema devem ser resistentes à corrosão e as pressões, comprovados por ensaios, e devem ser tais que não permitam vazamento da água nebulizada por debaixo do estrado.
- k) Durante a aspersão de água o mesmo deve formar uma névoa e não deve escorrer em forma de gotículas ou molhar os passageiros.
- l) Os equipamentos devem ser montados de forma a facilitar a inspeção e reabastecimento de água assim como do sistema de pressurização.
- m) O sistema de combate deve diagnosticar a falha ou anomalia de seus componentes memorizando internamente e disponibilizando-as no TCMS. As falhas ou anomalias devem ser sinalizadas na IHM do TCMS do console de condução do carro líder, histórico de eventos da IHM, log de falhas, registrador de eventos e remotamente no CCO via sistema CBTC.
- n) A atuação manual do sistema de combate contra o incêndio poderá ser individual ou simultânea para todos os carros do trem e o comando deve estar localizado em ambos os console dos carros A, para atuação local, e remotamente pelo CCO, através do CBTC.
- o) O sistema de combate deve ser acionado automaticamente após o sistema de detecção sinalizar “Alarme” (nível 2) e a contagem do temporizador ser finalizada. O tempo padrão do temporizador deve ser configurável pelo Metrô. O valor padrão será definido durante o desenvolvimento do projeto.
- p) O sistema deve permitir que o comando de atuação seja antecipado caso seja acionado manualmente, através do comando do console líder ou remotamente pelo CBTC.

8.3 EXTINTOR DE INCÊNDIO

- a) Todos os carros devem ter dois extintores de incêndio localizados no salão de passageiros em posição simétrica em relação ao eixo diagonal do carro, em compartimentos protegidos por tampa com vidro.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 192 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) Os compartimentos devem ser projetados de forma a permitir a fácil remoção do extintor.
- c) Os extintores devem ser de pó químico seco, adequado às classes de fogo (A, B e C), com capacidade mínima de extinção de 4-A, 80-B e C.
- d) A fabricação deve atender à norma NBR 10721 e os ensaios de classe de fogo às normas NBR 9443, NBR 9444 e NBR 12992.
- e) Os extintores não poderão ter dimensões máximas superiores às seguintes:
 - Diâmetro externo do corpo - 137 mm
 - Altura total incluindo válvula - 524 mm
- f) Deve haver uma comunicação visual para localização e instrução de utilização do extintor. A localização dos extintores e da comunicação visual será definida durante a fase de projeto.
- g) Deve haver um alarme local e uma sinalização luminosa no monitor de falhas/ estado operacional do console de condução e CCO, através do CBTC, quando a tampa do compartimento do extintor for aberta.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 193 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

9. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

- O sistema de iluminação deve ser composto por dois circuitos, sendo um principal e outro de emergência.
- O projeto deve prever a instalação de luminárias com calha, difusor e acabamento faceado ao teto do trem.
- As luminárias, tanto principais como de emergência, devem ser constituídas por LED.
- As calhas devem ser em aço inoxidável, devendo ser executada de forma que impeçam a vibração e ruído e sem a existência de frestas.
- O difusor deve ser fixado a calha de forma que possa ser facilmente removível para substituição e limpeza, sem necessidade de desmontagem de corrimãos, balaústres ou quaisquer outros dispositivos existentes no salão.
- Os difusores utilizados nas luminárias não devem propiciar uma perda no nível de iluminamento maior do que 5% e devem ser fabricados com materiais que atendam aos índices de propagação de chama, densidade máxima de fumaça e emissão de gases tóxicos especificados nesta CS.
- Os difusores não devem mostrar áreas sombreadas e devem possuir um iluminamento uniforme ao longo de todo o carro.
- As luminárias embutidas no teto devem possuir base articulada permitindo o acesso aos dispositivos da luminária.
- Em qualquer ponto do salão a iluminação deve possuir no mínimo 500 lux, medidos a 800 mm do piso, num plano horizontal.
- Na região de passagem entre carros (*gangway*) o nível de iluminamento deve ser de no mínimo 300 lux medido a 800 mm do piso.
- A iluminação deve ser alimentada diretamente pela tensão de bateria, evitando conversores e fontes adicionais.

9.1 ILUMINAÇÃO PRINCIPAL

- Em cada carro a iluminação deve ser constituída por duas fileiras de luminárias, acionadas por 2 contadores comandados pelo TCMS do trem. Cada contador deve alimentar de forma intercalada metade das luminárias de cada fileira, de forma que na falha de um contador a iluminação fique distribuída uniformemente no salão.
- O estado dos contadores de acionamento das luminárias deve ser monitorado em cada carro e sinalizado pelo TCMS, em caso de falha no monitor de falhas e estado operacional dos equipamentos no console.
- Em cada carro deve haver uma chave de 03 posições, conforme definido nesta especificação para comandar o sistema de iluminação principal.
- Deve ser possível comandar o funcionamento da a iluminação principal de todo o trem, ou ainda, de um carro individualmente, através da IHM do TCMS.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 194 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- e) As luminárias dos carros A próximas ao console devem possuir chave da iluminação do restante do carro para o controle independente de desligamento em caso de necessidades operacionais.
- f) As luminárias devem ser alimentadas pela fonte de corrente contínua existente no trem (72 Vcc).
- g) Na falta da alimentação do terceiro trilho, que provoque o desligamento do sistema de alimentação auxiliar, o sistema de iluminação principal deve permanecer ligado por 15 minutos alimentados pelas baterias do trem. Este tempo deve ser configurável por parâmetros editáveis na IHM do TCMS do console. Decorrido esse tempo, monitorado pelo sistema TCMS, devem permanecer acesas, apenas as luminárias de emergência por pelo menos 60 minutos.
- h) As luminárias do sistema de iluminação devem ser constituídas por LEDs de alta intensidade, montados em tecnologia SMD em placa de alumínio dotada de dissipadores.
- i) Os dissipadores devem ser aletados facilitando a dissipação de calor.
- j) Os LEDs utilizados devem propiciar uma temperatura de cor média de 5200 K e devem estar distribuídos em circuitos modulares independentes, de maneira que a queima de um LED em um circuito não acarrete no desligamento de toda a luminária, bem como facilitar a substituição do módulo pela manutenção.
- k) O fluxo luminoso gerado por cada LED deve ter um ângulo de incidência mínima de 120°.
- l) A fixação dos circuitos de LED nas luminárias deve feita por parafusos e o conjunto (calha, difusor, LED, etc.) deve ser do tipo anti vibratório.
- m) Os ensaios devem seguir as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571 e serão:
1. Ensaios de tipo:
 - Funcional (desempenho);
 - Tensão suportável;
 - Transitórios;
 - Acréscimo de temperatura (seco);
 - Acréscimo de temperatura (úmida);
 - Vibração.
 - Medida do nível de iluminamento com o carro totalmente acabado (tipo);
 2. Ensaios de rotina:
 - Funcional;
 - Tensão suportável

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 195 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

9.2 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

- As luminárias na região de portas dos carros, que são parte da iluminação principal, devem funcionar como luminárias de emergência, ou seja, devem ser alimentadas diretamente pela bateria e energizadas através de um contator e comandadas pelo TCMS.
- Quando o trem estiver em modo socorro as luminárias de emergência devem permanecer acesas.
- Devem ser realizados ensaios de tipo com medição do nível de iluminamento com o carro totalmente acabado. A avaliação do iluminamento de emergência é de carácter investigativo e não reprobatório.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 196 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

10. SISTEMA DE INDICADORES E ANUNCIADORES

10.1 RELÓGIO

- O monitor do console deve apresentar um relógio com data e hora cujo horário deve ser atualizado automaticamente, por meio dos dados transmitidos pelo sistema CBTC.
- O relógio deve indicar horas (0 a 23) e minutos (0 a 59), e a data deve ser no formato DD/MM/AA.
- A indicação do relógio das IHMs no console deve estar sincronizada com a indicação do salão
- Quando não houver comunicação ou quando o trem for desligado, a base horária do relógio deve continuar a ser mantida por bateria própria.
- Caso a alimentação do TCMS seja interrompida, com o CBTC fora de serviço, ao inicializar o TCMS, este deve ajustar o relógio a partir do registrador de eventos.

10.2 CRONÔMETRO

- No monitor do console deve existir a função cronômetro, com indicação de segundos e minutos.
- A partida, parada e rearme automático do cronômetro devem ser realizados da seguinte forma:
 - Partida/rearme: quando uma ou mais portas do salão de passageiros abrirem. Ao abrir as portas do trem, a contagem anterior acumulada no cronômetro deve ser zerada e em seguida uma nova contagem deve ser iniciada;
 - Parada: Ao fechar as portas o cronometro deve parar de contar o tempo e ficar mostrando o tempo que as portas ficaram abertas na última abertura.
- O cronômetro deve ter, também, rearme/partida manual.

10.3 VOLTÍMETRO

- O monitor do console deve ter indicação da tensão de linha, com escala de 0 a 1000 V, pelo menos. A indicação deve ter resolução de pelo menos 50 V.
- A indicação da tensão de linha deve ficar vermelho piscante quando o Voltímetro indicar 0 (zero) V.
- O sistema de medição deve ser isolado galvanicamente da tensão da rede de alimentação.
- O monitor do console deve exibir a tensão de bateria do trem, com escala de 0 a 100 V, com resolução de 1 V.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 197 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

10.4 MANÔMETRO

- O monitor do console (TCMS) deve ter indicação da pressão do sistema de suprimento de ar comprimido (encanamento principal). O valor da pressão deve ser mostrado ao operador em “PSI”.
- No monitor também deve ser possível mostrar (TCMS), para o operador ou as equipes de manutenção, pressões dos cilindros de freio, bolsas de suspensão e freios de estacionamento de cada carro. Os valores devem ser apresentados em “PSI”.

10.5 VELOCÍMETRO

- O valor da velocidade real do trem deve ser indicado no monitor do sistema TCMS e poderá ser obtido por processador próprio ou de outro equipamento do trem que tenha o processamento desse sinal (ex. CBTC, sistema de propulsão, sistema de freio, etc.).
- No monitor do console destinado ao sistema CBTC, deve haver um velocímetro com indicador de velocidade real do trem conjuntamente com o valor da velocidade comandada pelo sistema de sinalização.
- As velocidades devem ser apresentadas como mostrador analógico, na escala de 0 a 120 km/h.
- A classe de precisão do velocímetro deve ser de 1,5 % ou melhor.
- A escala do indicador de velocidades deve ser graduada de 10 em 10 km/h, com subdivisões de 5 km/h, e o fundo de escala deve ser de 120 km/h.
- O velocímetro deve também fornecer indicação digital da velocidade real.

10.6 ODÔMETRO

- No monitor do TCMS do console deve haver um acumulador de quilometragem percorrida.
- O acumulador de quilometragem deve ter capacidade de 6 dígitos, atingindo sua contagem máxima ao alcançar 999.999km.
- Deve prever uma interface para manutenção, que permita o ajuste da quilometragem acumulada em qualquer dos seus dígitos.
- O odômetro do monitor deve memorizar a quilometragem acumulada com o trem desligado ou na ocorrência de falhas do sistema TCMS.
- O odômetro do monitor dos dois consoles deve a qualquer tempo indicar a mesma quilometragem acumulada.
- A quilometragem acumulada deve ser enviada ao sistema de apoio a manutenção (SAM).

10.7 BUZINA

- Todos os carros de extremidades devem ter uma buzina localizada na cabeceira frontal sob o estrado, protegida contra a entrada de água.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 198 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) A buzina deve ter um som característico a ser definido pela Cia do Metrô.
- c) O comando elétrico deve ser alimentado pela bateria do carro e provido de um fusível de proteção.
- d) Deve ser instalado, no console, em local de fácil atuação, um botão do tipo pulsador, na cor preta, para acionamento da buzina.
- e) A isolação da buzina deve ser feita mediante uma tomeira pneumática na parte inferior do console. A isolação da buzina deve ser sinalizada na lista de falhas do TCMS.
- f) Os carros A devem ter sinalizador sonoro intermitente de ré com o nível de pressão sonora e frequência a ser definido na fase de projeto.

10.8 BUZINA DO CBTC

- a) Por ocasião do despacho automático de trens, no pátio de manutenção, 30 segundos antes de o trem se movimentarem deve ser acionado alarme sonoro pelo equipamento de Controle de Bordo (CBTC) com pressão acústica entre 80 e 90 dBA, medida a 1m da parte frontal da máscara.
- b) A buzina deve possuir controle em botão virtual na IHM que possibilite desabilitar a função em horários selecionados.
- c) A buzina deve atender aos seguintes requisitos:
 - Soar de forma intermitente na frequência ajustável de 0,5 a 5Hz durante 5 segundos;
 - Som na frequência 500 a 3.000Hz (ajustável).
 - A buzina deve ser fornecida e instalada pela Contratada.
- d) Maiores detalhes sobre as características dessa buzina serão definidos durante a fase de projeto do trem.

10.9 FARÓIS, LUZES DEMARCADORAS E LANTERNAS

- a) Os carros de extremidades devem ser equipados com dois faróis com tecnologia de LED, com duas luzes demarcadoras na parte superior da máscara e duas luzes de cauda também utilizando LED e alimentado pela bateria.
- b) O acendimento das luzes de farol, luz de cauda e demarcadora será definida com o Metrô na fase de projeto.
- c) As lentes das luzes de cauda devem ser de cor vermelha e as luzes demarcadoras na cor âmbar.
- d) A instalação dos faróis, das luzes demarcadoras e das luzes de cauda deve ser de fácil acesso para fins de ajuste e manutenção.
- e) O acionamento da chave de energização geral do trem implica na energização automática das luzes de cauda e dos faróis de ambas as cabeceiras do trem, com a chave de seleção em neutro.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 199 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- f) A seleção da posição frente pela chave reversora ou pelo equipamento CBTC, no carro líder, deve acender os faróis na posição baixa e desligar a luz de cauda deste carro, permanecendo acesa a luz de cauda da outra extremidade do trem.
- g) A seleção da posição ré pela chave reversora, no carro líder, deve manter acesa a luz de cauda e, na outra extremidade, acender as lâmpadas dos faróis e a luz de cauda, além de um sinal intermitente de alerta acústico.
- h) Deve haver controle de acionamento do farol, com as posições alto e baixo, não existindo a posição desliga, na IHM do TCMS.
- i) Todas as iluminações de luzes de cauda e demarcadoras devem ser em LED de alta intensidade (maior que 5.000 mcd) alimentadas pela tensão de 24 Vcc e o fecho de luz deve incidir sobre toda a área da lente.
- j) O fluxo luminoso do farol deve ter ângulo de incidência de no mínimo 120° na horizontal.

10.10 INDICADORES

- a) Os principais indicadores a serem apresentados nas telas dos monitores no console são:
- Indicadores do Sistema de Comunicação citados nesta especificação;
 - Outros indicadores conforme abaixo relacionados:
 1. Freio de Emergência;
 2. Portas Fechadas/Travadas;
 3. Portas Abertas;
 4. Freios Aliviados para Rebocamento;
 5. Falha verifique conforme especificado nesta especificação;
 6. Rebocamento. Esse indicador quando aceso informará ao operador que a chave para rebocamento foi acionada;
 7. Transferência de Comando;
 8. Operação Manual;
 9. Velocidade Real;
 10. Odômetro;
 11. Pressão do encanamento principal;
 12. Pressão dos reservatórios de freio;
 13. Tensão de linha;
 14. Relógio e cronômetro
 15. Voltímetro
 16. Indicação do número do trem;
 17. Listas de mensagens audiovisuais e nome das estações.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	200 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) Demais indicadores devem ser definidos na fase de projeto executivo:
- Indicadores de LED de alta intensidade na cor âmbar, instalados conforme abaixo:
 - Porta Direita Aberta na lateral direita do console;
 - Porta Esquerda Aberta na lateral esquerda do console;
 - Portas Abertas no console.
 - Indicadores externos de LED de alta intensidade, instalados em ambas as laterais de todos os carros, acima das janelas, em local visível a partir da região da plataforma, com as seguintes características:
 - Anunciador, na cor âmbar, que deve acender em ambas as laterais do carro em que ocorrer uma falha no sistema de freio de atrito (falha de remoção de freio);
 - Anunciador, na cor vermelha, que deve acender em ambas as laterais do carro, quando uma ou mais portas no carro não estiver fechada e travada; Estes anunciadores devem acender de forma intermitente quando houve dispositivos de portas (manípulo de emergência ou chaves de serviço) acionados no carro correspondente.
- c) Anunciador interno e individual de portas nos batentes laterais das portas, conforme definido no item 6.5.1.2.

10.11 ANUNCIADORES DE FALHAS

- a) Os anunciadores de falhas, abaixo relacionados, devem ser implementados na IHM do TCMS, em lista de falhas do monitor do TCMS no console.
- b) Quando da ocorrência de uma falha, deve acender o anunciador "Falha Verifique" na cor vermelha, no monitor do console, e ao mesmo tempo soar um aviso sonoro do tipo "beep" para o operador, quando o trem estiver em modo Manual, RM e MCS.
- c) Após o reconhecimento da falha pelo operador na IHM, o anunciador "Falha Verifique" deve apagar.
- d) A lista de falhas a ser anunciada e registradas pela IHM deve ser editável, possibilitando a criação e alteração de alarmes, alteração de lógicas e classificações da publicação das falhas e alarmes existentes. O arquivo de configuração das falhas deve ser editável pelo Metrô.
- e) A classificação da severidade de todas as falhas e a forma de apresentá-las na IHM do TCMS deve ser definida conjuntamente com o Metrô durante a fase do projeto executivo do trem.
- f) O sistema de anunciadores de falhas deve também, realizar o armazenamento das falhas ocorridas nos diversos sistemas/equipamentos do trem, com indicação de data, hora e número do carro referente ao equipamento em falha, constituindo, desta forma, um histórico de falhas cronológico, que deve estar disponível na IHM do trem no console, armazenado no sistema de apoio a manutenção (SAM), com acesso remoto pelo CCO através da rede RCTT.
- g) Maiores detalhes sobre o histórico de falhas, tais como, capacidade e forma de armazenamento devem ser definidos durante a fase de projeto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 201 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

h) Os anunciadores principais no monitor do TCMS são:

- Falha de tração - deve acender, indicando o carro em que for detectada falha de tração ou quando o sistema de tração tiver sido isolado;
- Falha de aplicação de freio - deve acender, indicando o carro em que houver a falha de aplicação do freio de atrito ou quando o freio estiver isolado;
- Falha de remoção de freio - deve acender, indicando o carro em que houver a falha de remoção do freio de atrito ou quando o equipamento de comando de freio estiver desligado;
- Falha de freio elétrico - deve acender, indicando o carro em que houver a falha de frenagem elétrica ou quando o freio elétrico tiver sido isolado;
- Falha de compressor - deve acender, indicando o carro em que houver a falha no compressor ou compressor desligado;
- Falha do sistema de alimentação auxiliar - deve acender, indicando o carro em que houve a falha no inversor auxiliar trifásico de corrente alternada;
- Sobrecarga de tração e frenagem - deve acender, indicando o carro em que houver a sobrecarga rearmável, tanto em tração como em freio;
- Falha do sistema de climatização - deve acender, indicando o carro em que houver a falha do sistema de climatização do salão;
- Falha do conversor retificador - deve acender, indicando o carro em que houver a falha do conversor/retificador carregador de baterias;
- Falha do Sistema TCMS - deve acender, indicando toda vez que houver falha no sistema TCMS;
- Falha de comunicação - deve acender, indicando o carro em que houver falha do sistema de sonorização;
- Falha de CFTV - deve indicar que ocorreu falha no sistema de CFTV;
- Falha do Sistema de Radiocomunicação - deve acender, indicando que houve falha no sistema de radiocomunicação;
- Falha do equipamento de controle de bordo (CBTC) - Deve acender, indicando que ocorreu falha no equipamento de Controle de Bordo (CBTC);
- Falha de portas - deve acender, indicando o carro e a porta em que ocorreu falha no sistema de portas ou existir isolação/derivação;
- Falha do sistema de diagnóstico e atuação em falhas de trens - deve acender, indicando que o sistema de diagnóstico e atuação em falhas de trens está com falha.
- Falha do sistema de detecção de incêndio – deve acender indicando o carro em que ocorreu a falha no sistema de detecção de incêndio.
- Falha no Registrador de Eventos - deve acender indicando o carro em que ocorreu a falha no registrador de eventos.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 202 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- Falha do gravador de imagens que deve acender indicando que há falha no gravador de imagens ou caixa preta.
 - Consumo excessivo de ar que deve acender quando houver vazamentos no sistema de suprimento de ar ou quando os compressores estiverem trabalhando por um tempo prolongado (a ser definido no projeto) e não estiverem dando conta da demanda de ar
 - Falha do sistema lubrificador de friso das rodas.
- i) Outros anúncios de falhas a serem definidos na fase de projeto executivo do trem.
- j) Além dos anunciadores de falha, os monitores de vídeo devem implementar os seguintes indicadores:
- Freio de estacionamento aplicado - deve acender, indicando o carro que está com o freio de estacionamento aplicado;
 - Dispositivo de destravamento de porta de emergência acionado - deve acender, indicando o carro e a porta em que foi acionado o dispositivo de destravamento de porta de emergência;
 - Dispositivo de emergência de portas acionado - deve acender, indicando o carro e a porta em que foi acionado o dispositivo de emergência de portas.
 - Atuação do sistema detector de descarrilamento – deve acender indicando o carro em que houve atuação do sistema detector de descarrilamento.
 - Operação em modo Manual Liberado – deve acender quando o trem estiver com a chave de by-pass de 30 km/h acionada pela manutenção, para execução de testes dinâmicos.
 - Sinalização da isolação do sistema detector de descarrilamento - deve acender indicando que o carro em que o dispositivo de isolação do sistema detector de descarrilamento foi atuado.
 - Sinalização de isolação do freio elétrico em cada carro, para execução de testes por parte da manutenção (testes de homologação de pastilhas de freio, por exemplo).
 - Outros indicadores a serem definidos com o Metrô durante a fase de projeto.
 - Os pictogramas utilizados para representar os estados funcionais de cada equipamento serão definidos durante fase de projeto.

10.12 ANUNCIADORES LOCAIS DE FALHA

- a) Os anunciadores locais de falhas devem identificar o equipamento em falha e devem estar instalados nos próprios equipamentos.
- b) Os anunciadores devem estar normalmente apagados, acendendo quando houver falhas.
- c) Os anunciadores locais de falhas devem ser em LED de alta intensidade na cor vermelha, preferencialmente.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 203 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

10.13 MONITORES DE VÍDEO DO CONSOLE

- a) No console dos carros de extremidades devem existir dois monitores de vídeo (IHM), fornecidos pela Contratada, com as seguintes características:
- Os monitores devem ser instalados em local de fácil visualização, para o operador sentado ou em pé no posto de trabalho, devendo possuir acabamento que minimize os efeitos da claridade e reflexos.
 - Devem ser coloridos, em LED ou LCD, touchscreen, com dimensões entre 12" e 15", resolução padrão XGA (mínimo), tela plana (widescreen) e ter proteção antirreflexos.
 - Deve ser possível ativar as funções de um monitor em outro monitor e vice e versa, para configurar as seguintes funcionalidades: TCMS, CBTC, SCT.
 - As funcionalidades definidas para os dois monitores devem ser possíveis de serem executadas em qualquer um dos dois monitores a critério dos operadores do trem, e acionadas através de abas específicas existentes em cada monitor, referenciando as 03 funcionalidades (TCMS, CBTC e SCT).
 - Ao ligar o trem as funcionalidades dos monitores devem ser padronizadas com TCMS (IHM da esquerda) e CBTC (IHM da direita).
 - Devem possuir ajustes de brilho e contraste e "LED" indicativo de funcionamento.
 - A alimentação dos monitores de vídeo deve ter redundância e ser de alta confiabilidade em tensão de bateria.
 - O detalhamento desse sistema deve ser definido durante o desenvolvimento do projeto.
 - As telas das IHM do console devem se apagar quando estiver inativa por tempo ajustável pela manutenção.
- b) Os dois monitores do console devem apresentar as funcionalidades abaixo relacionadas:

10.13.1 Monitor com Funcionalidades do TCMS

- a) Nas telas do TCMS, deve apresentar as informações do sistema TCMS conforme a seguir:
- Anunciador de falhas;
 - Estado funcional dos equipamentos do trem;
 - A qualquer instante o estado real de todas as portas do salão de passageiros individualmente. Exemplo: com as portas abertas e comandado o fechamento, a sinalização de porta fechada deve ocorrer individualmente, para cada porta após o seu respectivo fechamento. Com o comando de abertura, a sinalização individual do estado de cada porta, deve ocorrer quando detectado o início da abertura de cada porta.
 - Acionamento de saídas de emergência pelos usuários;
 - Acionamento de intercomunicadores pelos usuários;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	204 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Peso de cada carro com exatidão de 1,5 % (em toneladas e sem casa decimal);
- Laço de emergência, modo socorro, detecção de fogo e fumaça, freio de estacionamento (aliviado/aplicado), estado dos dispositivos de isolamento do trem, etc.
- Relógio, cronômetro, calendário, voltímetro, acoplamento entre trens, etc.
- Velocidade real, tensão de linha, tensão e carga de bateria;
- Pressão do suprimento de ar comprimido;
- Indicação de presença de operador no console (quando conduzido em modo manual ou MCS);
- Informações necessárias ao sistema de Rádio para comunicação entre o condutor do trem (presente no trem) com o CCO, Centro de Controle de Pátios e terminais portáteis;
- Monitoramento de variáveis da rede MVB;
- Configuração de parâmetros editáveis com controle de acesso através de senha.

10.13.2 Monitor com as Funcionalidades do SCT (CFTV/PAPIS)

- a) Nas telas do sistema SCT devem ser exibidas as informações do sistema de comunicações do trem.
- b) As funções previstas nos monitores devem ser:
- Comandos de mensagens especiais;
 - Emissão de mensagens gravadas;
 - Veiculação de vídeos no salão de passageiros;
 - Interação com os intercomunicadores dos usuários;
 - Intercomunicação entre console do trem e trem com CCO;
 - Apresentação das câmeras de CFTV do trem;
 - Configuração de parâmetros do sistema SCT.

10.13.3 Monitor com as Funcionalidades do Sistema CBTC

- a) As telas do sistema de controle de bordo (CBTC) devem integrar as informações enviadas pelo equipamento para o sistema TCMS.
- b) A forma de apresentação das informações como ícones, cores e disposição, deve ser definida com o Metrô na fase de projeto.

10.14 ENSAIOS

- a) O Sistema de Anunciadores deve estar em conformidade com as recomendações da norma IEC 60571 ou EN 50155 e também serão ensaiados conforme elas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 205 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) Os ensaios de tipo serão os seguintes:
- Funcional;
 - Tensão suportável;
 - Transitórios;
 - Acréscimo de temperatura (seca);
 - Acréscimo de temperatura (úmida);
 - Vibração e choques.
- c) Os ensaios de rotina serão os seguintes:
- Funcional;
 - Tensão suportável.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	206 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

11. SUPRIMENTO ELÉTRICO

11.1 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA EM CORRENTE ALTERNADA

- O sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deve ser constituído por inversores estáticos com tensão de entrada nominal em 750 Vcc e saída, com tensões nominais entre fases de 380 Vca e 220 Vca entre fase e neutro, sob frequência nominal de 60 Hz, senoidal.
- Deve haver isolamento galvânica entre a tensão de entrada e a tensão de saída em corrente alternada.
- A quantidade de inversores nos trens deve ser de no mínimo 4 inversores instalados nos carros 2, 3, 4 e 5.
- Os 4 inversores devem ser iguais em componentes e em todas as suas funcionalidades, ou seja, completamente intercambiáveis entre si.
- Os inversores devem ser protegidos contra as variações bruscas de tensão de entrada, além de transitórios de tensão, gerados por atuação de contadores de disjuntores em carga.

11.1.1 Características Gerais

- O inversor de tensão e frequência fixa deve fornecer ao trem corrente alternada trifásico de 380 Vca entre fase-fase e 220 Vca entre fase e neutro (aterrado) de frequência fixa de 60 Hz e deve alimentar os seguintes equipamentos:
 - Sistema de climatização do salão de passageiros;
 - Motor do compressor do sistema de suprimento de ar;
 - Sistema de corrente contínua de 72 Vcc;
 - Iluminação do salão de passageiros em 72 Vcc;
 - Tomadas para eventuais instrumentos, ferramentas portáteis e equipamentos de limpeza ou equipamentos operacionais (console).
- Em todos os carros deve ser prevista a possibilidade de alimentar as cargas da rede de corrente alternada do trem por intermédio de uma fonte externa, de 380 Vac ou 750 Vcc, para efeito de manutenção nas oficinas.
- A alimentação dos carros por fontes externas deve excluir totalmente a possibilidade de funcionamento em paralelo com a fonte interna do carro.
- A alimentação auxiliar externa de manutenção de 380 Vac, limitada a 60 A, deve alimentar os equipamentos conectados ao CVS correspondente, limitando o funcionamento dos equipamentos, permitindo a partida através de tela restrita a manutenção da IHM do TCMS.
- O funcionamento do conversor auxiliar deve estar desabilitado ao se conectar a alimentação pela tomada externa de 380 Vac.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 207 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) A alimentação auxiliar externa de manutenção de 750 Vcc deve alimentar o equipamento do conversor auxiliar, em funcionamento normal, correspondente a todos os equipamentos e cargas conectadas a este conversor.
- g) Os inversores devem possuir recursos de autodiagnóstico, com possibilidade de leitura dos parâmetros de controle e da rotina que detectou a anormalidade e sinalização de falhas local e na IHM do TCMS por meio da rede MVB.
- h) O autodiagnóstico deve monitorar, além das falhas e anormalidades de funcionamento do equipamento, as falhas dos componentes externos, tais como sensores, contadores, etc. Essas falhas e anormalidades, permanentes ou intermitentes, devem ser memorizadas, mesmo em caso de falta de alimentação de bateria.
- i) Os controladores do sistema devem enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- j) A Contratada deve apresentar para aprovação a configuração do sistema de alimentação elétrica (CA e CC) do trem e memorial de cálculo do dimensionamento do sistema no Design Review.
- k) O projeto de distribuição de cargas deve ser realizado de forma a distribuí-las de maneira equilibrada entre os inversores do trem.

11.1.2 Inversor Estático

- a) O inversor deve ser ligado à tensão de alimentação, com um fusível próprio de proteção e um contator ou um disjuntor, localizado na caixa do equipamento.
- b) O contator ou disjuntor deve possibilitar o acionamento do inversor com comando local ou via chave de energização geral.
- c) Os fusíveis do inversor ligados diretamente à tensão de linha devem ter capacidade de interrupção igual ao fusível principal ou disjuntor de tração, protegendo o inversor e sua fiação contra todo tipo de curto-circuito que puder ocorrer.
- d) O contator deve desligar o inversor em casos de sobrecarga e sobtensão de alimentação.
- e) A ocorrência de tensões inferiores a 500 V na linha deve, automaticamente, abrir o contator.
- f) O retorno da tensão a valores superiores a 500 V deve rearmar, também automaticamente, o contator.
- g) A ausência de tensão de alimentação simultânea em todos os carros do trem representará desenergização da linha. Antes de ocorrer a reenergização da via, será efetuado, pela subestação retificadora, um teste de curto-circuito na linha.
- h) Para se evitar um religamento dos inversores durante o teste de curto-circuito, deve existir no circuito do inversor, uma temporização ajustável entre 5 e 30 segundos para retardo do seu religamento, após a tensão de linha atingir 500 Vcc.
- i) Cada um dos inversores deve alimentar um compressor do suprimento de ar e metade de cada uma das unidades de refrigeração de ar de 3 carros. A alimentação dos equipamentos de ar-condicionado estão demonstrados na Figura 3 - Esquema de alimentação de

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	208 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

equipamentos de ar-condicionado pelos inversores.. Os detalhes dessa alimentação serão definidos na fase de projeto.

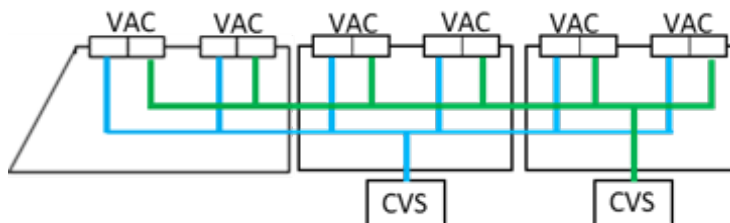


Figura 3 - Esquema de alimentação de equipamentos de ar-condicionado pelos inversores.

- j) Os inversores devem ter filtros que propiciem a eliminação de flutuações ou transientes de entrada que possam introduzir ruídos para o equipamento ou para a rede de alimentação.
- k) A saída do inversor deve ser protegida contra curto-circuito por fusíveis e contra sobrecarga por relés de sobre corrente.
- l) A saída do inversor deve ser ligada à carga do circuito auxiliar do veículo por contator trifásico.
- m) As proteções de sobre tensão, sub tensão e sobrecarga devem ser temporizadas para que sejam evitados desligamentos indevidos. Cessada a causa do desligamento, o inversor deve religar automaticamente.
- n) O contator de saída somente poderá energizar a carga do veículo quando as tensões e frequência estiverem dentro dos valores especificados.
- o) No caso de curtas interrupções da tensão de alimentação (0,1 a 1,0 segundo), o equipamento deve reassumir a carga dos serviços auxiliares automaticamente.
- p) Os semicondutores de potência devem ser protegidos contra sobreaquecimento por sensores de temperatura.
- q) Os inversores devem ser refrigerados por ventilação natural, sem a necessidade de utilização de ventilação e filtros para o resfriamento de nenhum dos componentes do equipamento.
- r) Não serão aceitos sistemas de resfriamento onde os semicondutores de potência sejam imersos em câmaras de líquido refrigerante.
- s) Características do Inversor auxiliar com saída de tensão e frequência fixa:
 - Tensão nominal de saída: 380 e 220Vac, trifásico simétrico, com neutro acessível.
 - Regulação da tensão de saída: 380 e 220 Vca \pm 5 %
 - Frequência de saída: 60 Hz \pm 5 %
 - Forma de onda de saída: Senoidal
 - Deslocamento de fase admissível: 10 %
 - Sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 4.000 V em 1ms
 - Fator de Potência Nominal: 0,85

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 209 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- t) A tensão é considerada praticamente senoidal se nenhum dos valores instantâneos da onda diferir do valor instantâneo da mesma fase da onda fundamental em mais de 5 % da amplitude desta última.
- u) O sistema polifásico é considerado praticamente simétrico se nem o componente de sequência negativa nem o componente de sequência zero exceder a 2 % do componente de sequência positiva.
- v) A operação de partida dos equipamentos de funcionamento intermitente (compressor, ventiladores, etc.) não deve causar nenhuma perturbação visível aos passageiros (iluminação) ou para o desempenho do carro.
- w) Devem ser previstas facilidades de ajuste dos principais parâmetros de controle do inversor através do software aplicativo de manutenção, tais como:
- Tensão de entrada;
 - Tensão de saída;
 - Frequência de saída;
 - Tempo para religamento;
 - Regulação do controle;
 - Parâmetros de proteção.
- x) As tomadas dos armários elétricos das cabeceiras 2 de cada carro (3 tomadas por carro) devem ser em 220 Vca, corrente alternada, 60 Hz, senoidal, com previsão de carga de 3 kVA para cada carro.
- y) O inversor deve ser submetido aos ensaios conforme as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 61287 onde aplicáveis e serão de dois tipos:
1. Ensaios de tipo:
 - Funcional;
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seca);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração e choques.
 2. Ensaios de rotina:
 - Funcional;
 - de tensão suportável.
- z) Os componentes eletromecânicos que compuserem o sistema de alimentação elétrica auxiliar serão submetidos a ensaios, conforme normas, IEC 60077, quais sejam:
- Funcional (tipo e rotina);

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	210 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Tensão suportável (rotina);
- Acréscimo de temperatura seca (tipo);
- Vibração e choques (tipo).

11.2 ALIMENTAÇÃO DE BAIXA TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

11.2.1 Alimentação Auxiliar em 72Vcc

- A alimentação auxiliar em 72 Vcc deve ser composto de conversor e baterias.
- As saídas da inversor/retificadores em 72 Vcc devem operar em paralelo, alimentando as baterias e equipamentos do trem e, portanto, devem, automaticamente, ajustar suas potências de saída cargas sem se sobrecarregarem (curva de regulação).
- O sistema de alimentação em 72 Vcc deve ser dimensionado para alimentar todas as cargas nessa tensão, mesmo com falha de, pelo menos, um inversor/retificador, sem perda de desempenho.
- As características de saída do conversor/retificador devem ser as seguintes:
 - Tensão nominal (sob carga nominal): 72,0 Vcc
 - Tensão mínima do sistema: 50,4 Vcc
 - Tensão máxima do sistema: 86,4 Vcc
 - "ripple" máximo: 5 %
- Deve ocorrer sinalização de alerta na IHM do TCMS no console de condução manual e CCO, pelo CBTC, para quando a tensão da bateria atingir o valor abaixo de 58 V (ajustável no TCMS para a faixa de 58 a 55 Vcc), informando que o trem será desligado em 5 minutos devido a tensão de bateria baixa.
- Quando a tensão de bateria chegar ao valor de 56 Vcc deve ocorrer o desligamento do trem, somente se o trem não estiver sendo alimentado pela alta tensão (750 Vcc).
- Caso o trem esteja sem receber alimentação de alta tensão, se o nível de tensão da bateria atingir o valor inferior ao mínimo de 50,4 V, deve ocorrer desconexão da bateria de forma a preservá-la e permitir um religamento do trem quando a alta tensão estiver disponível novamente.
- A forma como ocorrerá esse religamento deve ser apresentada ao Metrô para a devida aprovação
- O trem e o sistema conversor auxiliar deve possuir todos os elementos necessários para propiciar o referido desligamento do trem nas condições acima referenciadas.
- Deve haver, necessariamente, isolamento galvânica entre a baixa tensão, 72 Vcc e os sistemas de 750 Vcc e 380 ou 220 Vca.
- Deve existir um dispositivo para limitação da corrente de saída do inversor/retificador, de forma a evitar que o equipamento entre em sobrecarga em qualquer condição operativa.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 211 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- l) A entrada e a saída do inversor/retificador devem ser protegidas contra curtos-circuitos por fusíveis e os semicondutores devem ter proteção contra transitórios de tensão.
- m) A tensão média fornecida pelo inversor/retificador deve ser de 72 Vcc sob carga nominal.
- n) O equipamento deve ter em sua parte frontal um anunciador de estado local de manutenção e prover meios para indicação de falhas na IHM do console de condução, através do sistema TCMS e enviar os alarmes do sistema ao CCO, através do CBTC e RCTT.
- o) O retificador deve ser submetido aos ensaios, conforme a norma NBR 8365 ou IEC 60571 e serão de dois tipos:
 - 1. Ensaios de tipo:
 - Funcional;
 - Tensão suportável;
 - Vibração e choques.
 - 2. Ensaios de rotina:
 - Funcional;
 - Tensão suportável.

11.2.2 Alimentação Auxiliar em 12 Vcc e 24 Vcc

- a) As saídas da inversor/retificadores em 12 e 24 Vcc devem operar em paralelo, alimentando os equipamentos do trem e, portanto, devem, automaticamente, ajustar suas potências de saída cargas sem se sobrecarregarem (curva de regulação).
- b) Deve existir um trainline específico e único para cada tensão auxiliar de 12 Vcc e 24Vcc ao longo de todos os carros do trem, alimentados em paralelo pelos 4 conversores.
- c) A alimentação do motor de limpador de para-brisa, lavador, esguichador e luzes demarcadoras deve ser em $24 \pm 1,5$ Vcc.
- d) Não será aceita alimentação destas tensões por derivação de elementos da bateria.
- e) A alimentação em corrente contínua de 24 Vcc, e os equipamentos conectados a esta tensão, também deve atender aos requisitos da norma EN-50155.

11.2.3 Carregadores Dispositivos Eletrônico (USB)

- a) Devem ser instalados 8 carregadores de dispositivos eletrônicos em cada carro.
- b) Cada carregador deve ter 02 (duas) portas USB padrão A, totalizando 16 portas USB por carro.
- c) O carregador deve atender a especificação de Carregadores de Baterias versão 1.2 (BC 1.2 – 12/2010) editado pelo Fórum de Implementadores USB, e enquadrado na categoria de porta de carregamento dedicado, ou DCP (“Dedicated Charging Port”).
- d) A corrente elétrica de carga deve ser de no mínimo de 1,5 A por porta.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 212 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- e) O carregador deve ter proteção contra curto-circuito entre pinos da porta e entre portas, contra descarga eletrostática (ESD), contra polaridade invertida e surto de tensão.
- f) O circuito elétrico dos carregadores deve ser protegido por disjuntor exclusivo.
- g) A falha em um carregador não deve interferir no funcionamento dos demais carregadores do carro.
- h) A temperatura ambiente de operação deve ser de 0° C a 70° C.
- i) Os carregadores não devem ter cantos ou arestas cortantes ou pontiagudos e deve ser faceado com o acabamento interno do trem (embutido). Caso a fixação do carregador seja aparente, deve ser utilizado parafuso com fenda especial.
- j) Os locais de instalação serão definidos durante o projeto executivo.

11.2.4 Bateria

- a) Devem ser instalados dois bancos de bateria por trem para 72 Vcc do tipo alcalinas (NiCd) para descarga sem picos de corrente.
- b) A Contratada deve garantir o descarte da bateria.
- c) A Contratada deve apresentar a vida útil e os ciclos de manutenção das baterias para que sejam aprovados pelo Metrô.
- d) O número de elementos deve ser adequado à faixa de tensão especificada, devendo ser mantida permanentemente em carga sob tensão constante de 72 Vcc, proveniente do inversor/ retificador.
- e) Os monoblocos devem possuir identificação do fabricante, o modelo e capacidade da bateria, a data de fabricação mês / ano e número de série.
- f) Devem armazenar energia suficiente para manter em operação por uma hora todos os equipamentos do trem alimentados em 72 Vcc.
- g) O dimensionamento da capacidade da bateria deve considerar sua utilização por um período de 10 anos.
- h) Ao final desse período, a bateria ainda deve ter condições de alimentar as cargas do trem em sua condição operacional por 1h, mesmo com perda natural de sua capacidade de armazenamento de energia.
- i) A bateria deve suportar as seguintes cargas vitais pelos seguintes tempos:
 - Iluminação principal: 30 minutos;
 - Iluminação de emergência: 60 minutos;
 - Ventilação de emergência no salão: 30 minutos;
 - Demais sistemas do trem: 60 minutos.
- j) Os elementos de bateria devem ter caixas plásticas resistentes, de fácil limpeza, inspeção e remoção.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 213 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- k) A bateria, como conjunto de elementos interligados e justapostos, deve ser montada em uma caixa com revestimento interno adequado contra a corrosão causada por vapores, gases e eletrólito provenientes do seu uso.
- l) A caixa da bateria deve ser provida de orifícios para exaustão de gases com filtros removíveis e laváveis.
- m) A tampa da caixa deve ser provida de trincos rápidos e de fácil remoção e boa ventilação.
- n) Os elementos da bateria devem ser montados em conjunto únicos para permitir a retirada por intermédio de empilhadeira.
- o) Todos os conjuntos de baterias devem ser carregados pelo menos por mais de um inversor auxiliar de forma que, na falha de um inversor, o outro ainda possa efetuar a recarga de baterias.
- p) As baterias devem informar em tempo real o estado de carga aproximado na IHM do trem e no CCO, através da RCTT.
- q) As baterias devem ser submetidas aos seguintes ensaios:
1. Ensaios de Tipo:
 - Com bateria totalmente carregada, efetuar uma descarga, sob corrente nominal, de uma hora com todas as cargas de corrente contínua conectadas, conforme tempos especificados nesta especificação.
 - Vibração: a ser realizado segundo a norma ABNT-EB-18 e MB-64 ou IEC equivalente
 2. Ensaios de Rotina:
 - Inspeção dos elementos mecânicos: dimensional e de acabamento, conexões, etc.;
 - Verificação do nível e da densidade de eletrólito.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 214 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

12. SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO

- a) O trem deve ser composto de pelo menos quatro unidades de compressores do tipo êmbolo de dois estágios.
- b) O sistema de suprimento de ar comprimido deve ser instalado nos carros 1, 2, 5 e 6. Não poderão ser montadas duas unidades compressoras no mesmo carro.
- c) O sistema de suprimento de ar comprimido deve ser dimensionado para atender as demandas de ar do trem, a partir da pressão mínima de 8,5 bar início de trabalho dos compressores para as seguintes condições simultâneas:
 - 50 % dos compressores desligados simulando falhas;
 - Variações rápidas das condições das bolsas de ar de apoio e suspensão dos carros do trem, partindo da situação de trem vazio para carregado;
 - um ciclo completo de freio de atrito;
 - não atingir a pressão mínima de segurança de 6,5 bar.
- d) Os compressores devem ser dimensionados para atender ao consumo normal de ar e restabelecer a pressão normal do sistema de suprimento de ar comprimido em menos de 5 min.
- e) O sistema de suprimento de ar comprimido deve constituir-se basicamente de:
 - Unidade compressora
 - Unidade de tratamento de ar
 - Reservatórios
 - Pressostatos
 - Válvulas de segurança e retenção
 - Filtros
 - Torneiras
- f) O sistema de ar comprimido deve fornecer ar na pressão de até 10,5 bar para os sistemas de freio, suspensão e auxiliares.
- g) O ar comprimido no reservatório principal fornecido pelo sistema deve ser isento de impurezas, água, óleo e a umidade relativa do ar deve ser menor ou igual a 35 %, na pressão de 10,5 bar e temperatura ambiente.
- h) O vazamento máximo no carro permitido será de 0,03 bar por minuto, em média, medido durante 5 min., com o sistema totalmente carregado, em qualquer condição de operação e com o compressor desligado.
- i) Com exceção do secador de ar, os componentes, tais como retenção, restrição, válvulas, etc., que fazem parte do circuito pneumático não devem apresentar ruídos devido ao fluxo de ar. Tais componentes que poderão propiciar ruídos devem ser fabricados com sedes não metálicas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 215 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- j) Os compressores devem ser dimensionados para atender ao consumo médio durante o percurso, mesmo com falha de compressores que acarrete uma degradação de 50 % do suprimento de ar.
- k) No dimensionamento do compressor deve ser considerado o ciclo de 30 % do tempo ligado, para sistema à pistão.
- l) As válvulas de escape do circuito pneumático devem ser providas de abafador de ruído.
- m) O tempo máximo de carregamento do sistema do trem, de vazio à pressão máxima de trabalho, deve ser inferior a 8 minutos.
- n) Em cada carro, no painel de chaves de isolamento, deve existir uma chave elétrica denominada “Isolação de Vazamento” para dois tipos de situações: Vazamento sob a caixa do carro e vazamento entre cabeceiras.
- o) A chave de isolação de cabeceira deve ter as seguintes posições, respeitando a seguinte sequência:
- CARRO ISOLADO - Isola todo o sistema pneumático do carro em uma condição de vazamento, ou seja, isola as duas cabeceiras e libera freio de estacionamento a partir do reservatório de suspensão. Ao isolar as cabeceiras de qualquer carro do trem as pressões dos reservatórios de freio devem ser mostradas independente das pressões lidas pelo transdutor de pressão do encanamento principal nos carros A;
 - NORMAL – Não há isolação no sistema pneumático para o respectivo carro;
 - CABECEIRA 1 ISOLADA - Isola a cabeceira 1 do carro e a cabeceira seguinte do carro adjacente, ou seja, isola a mangueira de ar entre carros em uma condição de vazamento entre carros;
 - CABECEIRA 2 ISOLADA - Isola a cabeceira 2 do carro e a cabeceira seguinte do carro adjacente, ou seja, isola a mangueira de ar entre carros em uma condição de vazamento entre carros.
- p) Quando o trem detectar baixa pressão no encanamento principal em qualquer um dos carros, o trem deve possuir mecanismos de detecção da posição do vazamento para que seja realizado a isolação do vazamento automaticamente, em qualquer uma das situações descritas acima.
- q) O carro em que for detectado o vazamento deve ter o transdutor ou pressostato, que realize a medição da pressão no reservatório de freio do carro, isolado também.
- r) A isolação de cabeceira automática pelo controle do trem deve ser sinalizada ao CBTC.

12.1 COMANDO E CONTROLE DO COMPRESSOR

- a) O circuito elétrico de comando da unidade compressora deve possuir uma chave elétrica de 3 posições (Desligado, Ligado Automático, Ligado Local), localizada no armário elétrico e outra chave em série, de 2 posições (Ligado e Desligado), localizada no painel do compressor.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	216 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) O comando e o controle de cada compressor devem ser do tipo inversor com controle total da corrente de partida, controle de rotação (sobre velocidade de até 15 % se necessário), diagnósticos de falhas, temporizador, entre outros.
- c) O sistema de comando e controle deve detectar falha quando após 4s a pressão na entrada do sistema secador de ar acusar 90 PSI, caracterizando falta de compressão ou um grande vazamento de ar. O alarme de falha de baixa pressão deve ser sinalizado ao CCO através do CBTC.
- d) O circuito também deve prover sinalização de falha local e remota para o sistema TCMS e no monitor de falhas do console.
- e) Os compressores devem funcionar de forma sincronizada, ao ligar e desligar. Deve haver uma chave para isolação do sincronismo dos compressores e ser possível a isolação individual do sincronismo dos compressores.
- f) Em condição normal de funcionamento, deve haver somente 02 compressores trabalhando, controlando a pressão do ar comprimido adequadamente.
- g) A prioridade de funcionamento dos compressores deve ser realizada pelo sistema TCMS, em função da liderança de cabine do trem. Havendo um alto consumo de ar ou a falha de um desses compressores, os demais compressores devem partir para evitar que a pressão no encanamento principal seja baixa o suficiente para a aplicação de freio de emergência por baixa pressão.
- h) Se houver necessidade de funcionamento de 03 ou 04 compressores, concomitantemente, deve ser monitorado o tempo de funcionamento desses compressores, de forma a sinalizar "Consumo Excessivo de Ar" na IHM do sistema TCMS e remotamente no CCO, através do CBTC, caso os compressores fiquem funcionando por um período acima do esperado. Nessa condição o trem deve ser retirado de operação.
- i) O tempo para a sinalização de consumo excessivo de ar deve ser definido durante a fase de projeto executivo do trem.
- j) O tempo para emissão do alarme deve ser um parâmetro configurável pela IHM do TCMS com acesso restrito a manutenção.
- k) O ciclo normal de partida deve ocorrer quando um dos sensores da tubulação principal detectar pressão mínima 8,5 bar.
- l) O desligamento do sistema de ar comprimido deve ser efetuado quando o último sensor atingir a pressão máxima de 10,5 bar no encanamento principal do trem.
- m) Deve haver proteção contra a inversão de rotação do compressor.
- n) O circuito de comando da unidade compressora deve ser submetido a ensaios, conforme norma IEC 60077.

12.2 GRUPO MOTOR-COMPRESSOR

- a) O compressor deve ser acionado por um motor de indução trifásico, 380 Vca - 60 Hz, do tipo auto lubrificado, sem óleo.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 217 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- b) O compressor deve operar normalmente sem intervenção corretiva no mínimo, por 200.000 km ou 15.000 h.
- c) O sistema pneumático do trem deve operar na faixa entre 8,5 a 10,5 bar. Caso ocorra alguma elevação de pressão no sistema, uma válvula de alívio deve operar quando a pressão atingir 11,5 bar.
- d) O compressor deve sempre partir em vazio.
- e) A instalação do grupo deve ser feita de forma a possibilitar o fácil acesso ao compressor nas inspeções periódicas de manutenção. A fixação do grupo deve garantir total absorção de vibrações sensíveis à caixa do carro, através do uso de coxins de suspensão metálica que não necessite de manutenção ou troca.
- f) O filtro de ar na admissão do compressor deve ser descartável e dimensionado para ser inspecionado apenas nas manutenções preventivas do trem.
- g) No alojamento do filtro de ar de admissão deve haver um sistema de indicação de filtro saturado.
- h) Cada compressor deve possuir um dispositivo do tipo horímetro que some o tempo de operação em que o compressor permaneceu trabalhando.
- i) O horímetro deve informar ao TCMS este valor, que por sua vez, deve registrar estes valores na IHM do TCMS com a possibilidade de “zerar” a contagem pela manutenção. Estes valores devem ser enviados remotamente ao sistema de monitoramento da manutenção (SAM).
- j) Os compressores devem possuir sistema de monitoramento do correto funcionamento, com medição do desempenho da vazão, pressão de trabalho, estado de funcionamento e ocorrência de falhas.
- k) Os valores monitorados devem ser registrados pelo sistema de apoio a manutenção (SAM) e enviados ao CCO pela RCTT.

12.3 RESERVATÓRIOS

- a) Todos os reservatórios devem ser fabricados em aço com pintura eletrostática na parte interna ou alumínio, com durabilidade tal que permita passar pelos testes hidrostáticos mesmo decorridos 2.400.000 Km de uso, no mínimo.
- b) Os reservatórios, bem como os demais equipamentos do sistema pneumático, devem ser testados (teste hidrostático) nas condições determinadas pelas normas EN286-3 e EN286-4.
- c) Todos os reservatórios devem estar equipados na entrada com filtro e válvula manual e na saída por válvula manual.
- d) Os principais reservatórios são conforme os itens abaixo:
 - Reservatório Principal: Em todos os carros devem estar equipados com um reservatório principal com capacidade mínima de 250 l, dotado de válvula manual para dreno e alimentado diretamente do encanamento principal local através de torneira e válvula de isolamento.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	218 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Reservatório Suplementar (Freio de Atrito): Este reservatório estará localizado em todos os carros e deve ter capacidade mínima de 120 l, dotado de bujão para dreno com válvula de retenção e alimentado pelo reservatório principal.
- Reservatório para Suspensão: Este reservatório deve equipar todos os carros, uma por trave, com capacidade mínima de 80 l, dotado de bujão para dreno e alimentado pelo reservatório principal com válvula de retenção e filtro.

12.4 ENCANAMENTO PRINCIPAL

- a) Os encanamentos devem ser aço inoxidável, com ligações soldadas ou com uniões onde necessárias e devem estar em conformidade com o padrão AAR S-401.

NOTA: Outro tipo de material e ligação poderá ser utilizado, após prévia aprovação do Metrô.

- b) O encanamento principal deve interligar todos os carros de um trem e garantir a equalização de pressão em todos os reservatórios principais dos carros, através do encanamento principal “local”.
- c) Todos os carros devem ter o encanamento principal “local” alimentado pelo encanamento principal, com possibilidade de isolar através de eletroválvula de isolamento, para operação, comandada pela chave no painel lateral externo e válvula manual acessível no sobestrado para a manutenção.
- d) As pressões existentes nos encanamentos principal e local devem ser indicadas nos manômetros eletrônicos existentes no console dos carros de extremidades.
- e) O encanamento principal local deve alimentar todos os sistemas do carro com exceção do circuito do freio de estacionamento que é alimentado diretamente pelo encanamento principal.
- f) Todas as válvulas, quando em posição aberta, devem ter a haste na posição transversal em relação ao eixo do encanamento.
- g) As válvulas de acionamento manual devem estar localizadas em pontos de fácil acesso, identificadas e montadas de forma que, na operação, estejam livres de interferências.
- h) Todas as válvulas de operação manual devem ter identificação de posições aberta e fechada.
- i) Em cada cabeceira, sobestrado, deve haver torneiras de isolamento do encanamento principal para manutenção, em local de fácil acesso, a partir da plataforma e da via. Essas torneiras quando acionadas, interromperão a continuidade desses encanamentos no trem.
- j) Nas cabeceiras de cada carro deve haver também eletroválvulas que, quando acionadas pelas chaves localizadas em qualquer dos painéis laterais internos de cada carro ou automaticamente pelo TCMS, deve acionar também a eletroválvula da cabeceira do carro adjacente que interromperão o fluxo de ar do encanamento principal.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 219 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

12.5 MANGUEIRAS PARA AR COMPRIMIDO

- Todas as mangueiras utilizadas nesse fornecimento devem ser fabricadas em borracha sintética ou nylon reforçado e devem obedecer aos padrões de teste ASTM D380, ASTM D 471, ASTM D 518 e ASTM D 1149.
- Estes materiais devem ser resistentes ao ataque de ozona, graxa, óleo, ressecamento, luzes solar e artificial, dobramento etc.
- Os terminais das mangueiras e componentes em aço devem atender à norma DIN 2353 e devem ter proteção superficial contra corrosão do tipo níquel químico, preferencialmente, conforme ASTM B 571/97 e ASTM B 733/97 ou zincado, com resistência mínima de 96h em névoa salina, segundo a norma ASTM-B117.
- As mangueiras, conexões e terminais, devem ser fabricados para uma vida igual ou superior a 15 anos nas condições de operação previstas nessa especificação.
- As conexões de compressão devem atender à norma DIN 2353, ser em aço carbono com tratamento níquel químico, aço inoxidável ou latão e ter dupla vedação e resistir, no mínimo, 5 vezes a pressão de trabalho, sem ocasionar rompimento ou fissuramento, mesmo quando submetidas a vibrações e oscilações normais de trabalho e, em hipótese alguma, poderá apresentar vazamento de ar.
- Para melhorar a flexibilidade, as mangueiras do tipo nylon poderão ter uma conformação em espiral ao longo do seu comprimento.
- Todas as conexões das mangueiras devem ser ligadas por meio de "climpagens" e testadas, conforme norma AAR M-601.

12.6 UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR

- A unidade de tratamento de ar deve funcionar de forma contínua e isentar o ar comprimido de impurezas de água e óleo, reduzindo o nível de umidade relativa do ar para valores inferiores a 35 % a 10 bar nos reservatórios.
- O secador de ar poderá ser de dupla câmara e funcionar por sistema de adsorção com regeneração a frio.
- O tempo de funcionamento de cada câmara deve ser de 2 minutos, de forma alternada, devendo ocorrer sinalização de falha na IHM do TCMS e remotamente no CCO se houver a falha de comutação do funcionamento das câmaras de adsorção.
- Na entrada do sistema de tratamento de ar deve ter um dispositivo separador de água e óleo do tipo coalescente com retenção de partículas superiores a 1 microns, em seguida deve haver filtros do tipo membrana (preferencialmente) e ainda filtros separadores do tipo coalescente para partículas superiores a 0,1 microns. Esse sistema deve eliminar continuamente as partículas e vapores de água e óleo.
- Na saída do sistema de tratamento de ar deve existir um dispositivo abafador para minimizar o ruído proveniente da descarga atmosférica do ar.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 220 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) O sistema de comando e controle do secador deve estar perfeitamente integrado ao sistema de monitoramento do trem de modo que identifique as falhas e as disponibilize no sistema de diagnósticos do painel de controle da IHM do TCMS, do sistema de monitoramento do trem e ao CCO, através do CBTC.
- g) O período para inspeção deve ser de no mínimo 20.000 h de funcionamento.

12.7 ACESSÓRIOS DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

Todos os acessórios montados nos encanamentos, tais como: filtro, drenos e outros sujeitos a inspeções periódicas de manutenção, devem estar em local de fácil acesso.

12.7.1 Válvulas do Tipo Tomada Rápida

- a) Todos os carros devem ser providos de válvulas de tipo tomada para possibilitar a leitura de pressão nos seguintes pontos:
- Molas de ar da suspensão secundária (do truque que fornece informação de pressão para o sistema de controle de tração e freio elétrico e de freio de atrito);
 - Encanamento de alimentação dos cilindros de freio (do mesmo truque acima referido);
 - Reservatório principal.
- b) Devem estar localizados sob o estrado do carro em pontos de fácil acesso e próximas entre si, e terem a fixação suficientemente resistente para permitir que na operação de acoplamento e desacoplamento de tomadas de encaixe, não haja excesso de esforço sobre o encanamento, que possa danificar a ligação entre a válvula e encanamento.

12.7.2 Válvulas de Retenção

- a) O sistema deve ser provido de válvulas de retenção eficazes nos seguintes pontos:
- na saída do compressor;
 - na entrada do reservatório de baixa pressão;
 - na entrada da válvula de nivelamento das molas de ar da suspensão.
- b) Estas válvulas não devem provocar ruídos metálicos durante a passagem de ar.

12.7.3 Válvula de Operação Manual

- a) Devem ser montadas à entrada de equipamentos onde se prevê a necessidade de isolamento. Sua operação deve ser de fácil atuação mesmo que eventual ou nas inspeções de manutenção.
- b) Todas as válvulas quando em posição aberta devem ter a haste na posição transversal em relação ao eixo do encanamento.
- c) As válvulas de acionamento manual devem estar localizadas em pontos de fácil acesso, identificados e serem montadas de forma que na sua operação estejam livres de interferências e da proximidade de cabos e outros equipamentos.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 221 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) As válvulas de operação manual devem ter identificação de posição normal e isolada quando não houver possibilidade da visualização da posição do punho.

12.7.4 Filtros

- a) Sempre que necessário devem ser providos filtros para proteção dos componentes do sistema que devem ser dimensionados para garantir a retenção efetiva das impurezas contidas no ar.
- b) Os filtros devem ser dimensionados para serem inspecionados apenas nas manutenções preventivas do trem.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 222 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

13. ACOPLAMENTO E LIGAÇÃO ENTRE CARROS

13.1 ENGATES

- O engate é o responsável por acoplar dois carros ou dois trens, realizando uma união mecânica, elétrica e/ou pneumática.
- Dois tipos de engates devem ser instalados em um trem, sendo o primeiro, chamado de automático, que deve ser instalado nos carros cabeceira com console do trem (carros de extremidade) e o segundo, chamado engate semipermanente que deve ser instalado nas cabeceiras sem console (carros de extremidade e carros intermediários).
- Os dois tipos de engates devem ser projetados com dispositivos de absorção de toda a energia gerada na tração e compressão dos engates.
- Ambos os tipos de engates devem ser projetados com dispositivos de absorção (gás-hidráulica ou hidrostática, o que for mais adequada) que não seja realizado por elastômero, para toda a energia gerada na tração e compressão dos engates, sendo que o engate automático deve ser projetado para suportar também a transferência de carga.
- O sistema de engates deve ser dotado de fusível mecânico contra choques que possam causar danos a estrutura da caixa.
- No caso de impactos acima dos limites operacionais do engate, o fusível mecânico deve promover a atuação do dispositivo anti-encavalamento.
- Os seguintes ensaios devem ser realizados pela Contratada:
 - Desempenho do acoplamento com trem carregado (tipo);
 - Acoplamento entre trens (tipo);
 - Desempenho da porção elétrica (tipo);
- Ambos os tipos de engates devem ser projetados para que possam ser montados e desmontados do trem sem que seja necessário remover os truques adjacentes a eles.

13.1.1 Engate Automático

- Todas as cabeceiras de extremidade devem possuir engates do tipo automático com porção elétrica para acoplamento entre trens.
- No engate automático, o desacoplamento deve ser feito de três maneiras: manualmente através de um mecanismo localizado no próprio engate; pneumaticamente através do acionamento de um dispositivo no console pelo operador ou remotamente através do comando do CBTC.
- O engate automático dos trens deve ser compatível com o engate das demais frotas, possibilitando o acoplamento entre os trens.
- Deve ser previsto um dispositivo de centralização do engate para facilitar o acoplamento.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	223 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- e) Em local visível, deve ser previsto um dispositivo indicador, que permita visualizar e garantir o acoplamento seguro.
- f) Os engates devem ser projetados para suportar uma velocidade de acoplamento de até 11km/h vazio e 9 km/h carregado (AW4).

13.1.1.1 Porção Elétrica do Engate Automático

- a) A porção elétrica deve ser dimensionada para trabalhar nas condições de vibração e choque no local de instalação, e ainda, resistir a chuva, poeira e lavagem mecanizada, tanto em uso (acoplado) quanto recolhido (desacoplado), com padrão IP 55 de proteção.
- b) Não será permitido a utilização de capas removíveis para proteção do conjunto engate e porção elétrica.
- c) A porção elétrica deve ter contatos suficientes para ligação de pelo menos 15 cabos de trainlines do trem e deve ser compatível com as demais frotas, para garantir a comunicação entre consoles e informar ao CBTC que dois trens estão acoplados.
- d) Os contatos não devem estar expostos ao meio externo. Quando acoplada, a porção elétrica deve possibilitar a comunicação entre consoles de dois trens, totalizando quatro consoles.
- e) A conexão é somente para tráfego de dados, de forma que deve evitar que ocorra uma contaminação ou outros tipos de falhas no trem rebocador.
- f) Os cabos e os tipos de sinais a serem ligados serão definidos durante a fase de projeto.

13.1.2 Engate Semipermanente

- a) Todas as cabeceiras entre carros devem possuir engates do tipo semipermanente com acoplamento pneumático. Este tipo de engate deve realizar a ligação do tipo semi-barras entre carros, isto é, duas semi-barras iguais, fixadas nas cabeceiras sem console.
- b) O acoplamento e desacoplamento das semi-barras entre os carros devem ser executados manualmente.

13.2 CONEXÃO ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO

- a) A conexão entre carros deve ser executada por cabos e conectores que suportem as vibrações e balanço do carro e possuam proteção IP 67.
- b) Os conectores devem ter bloqueio mecânico, de forma a evitar qualquer possibilidade de erro na operação de conexão. Os conectores dos cabos entre carros devem ser instalados sob o estrado dos carros.
- c) Deve ser prevista uma reserva de, pelo menos, 20 % de condutores e pinos dos conectores nos cabos Jumper.
- d) Na cabeceira traseira (cabeceira 2) do carro de extremidade, deve haver duplicidade de conexão para manter a simetria.
- e) As extremidades dos conectores que ficarem sem conexão permanente devem ser convenientemente protegidas por tampas.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	224 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- f) A conexão entre carros dos cabos de bateria deve ser feita por terminais com parafusos.
- g) Os pinos dos conectores com alimentação de bateria não devem estar localizados próximos aos dos comandos.

13.3 CONEXÃO ELÉTRICA DE POTÊNCIA ENTRE CARROS.

- a) Os carros devem ser interligados 2 a 2 com um cabo, de forma que as 04 sapatas coletoras de um carro estejam sempre no mesmo potencial elétrico das 04 sapatas coletoras do carro adjacente.
- b) Na cabeceira traseira (cabeceira 2) dos carros de extremidades, deve haver duplicidade de conexão para manter a simetria.
- c) O carro intermediário deve ter um terminal para a conexão elétrica de potência em cada cabeceira.
- d) A conexão desses cabos aos carros deve ser efetuada, normalmente, por parafusos e protegida por tampas isolantes, sem a aplicação de isolantes adesivos.
- e) No cabo da conexão de potência deve haver, se necessário, resistor de equalização.
- f) O cabo de aterramento, entre caixas, deve ter o mesmo dimensionamento do cabo da conexão de potência entre carros.

13.4 CONEXÃO ELÉTRICA DO SISTEMA TCMS

- a) Os cabos devem ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho na região dos engates entre carros.
- b) Os conectores devem ser robustos com bloqueio mecânico, para evitar erros de conexão e devem possuir travas e lacres, para evitar desconexão por vibração e ter uma proteção IP 67.
- c) Os pinos e/ou receptáculos para contatos elétricos devem ser fabricados em ligas de cobre com proteção superficial em prata.
- d) Deve ser prevista uma linha reserva de rede MVB e de pinos nos conectores.

13.5 CONEXÃO ELÉTRICA INTERCOMPOSIÇÕES

A conexão elétrica entre composições deve ser feita através do engate automático com porção elétrica, inclusive para os sinais de comunicação.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 225 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

14. SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES DO TREM - SCT

14.1 GLOSSÁRIO

- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações;
- CAG – Controle Automático de Ganho;
- CPU - Central Processor Unit;
- CS - Concepção de Sistemas;
- CCO – Centro de Controle Operacional;
- CCS – Centro de Controle de Segurança;
- DET – Distorção Eletroacústica Total;
- IHM – Interface Homem-Máquina;
- INT – Subsistema de Intercomunicação;
- MDPG - Mensagens Digitalizadas e Pré-Gravadas;
- MTBF - Mean Time Between Failure;
- MTTR - Mean Time to Repair;
- NPS - Nível de Pressão Sonora;
- OSI - Open System Interconnection;
- PC - Personal Computer;
- PCS – Posto Central de Segurança;
- RAD - Subsistema de Radiocomunicação;
- RCTT – Rede de Comunicação Terra-Trem;
- RTD – Rede de Transmissão de Dados;
- SAM – Sistema de Apoio à Manutenção;
- SCC – Sistema de Controle Centralizado;
- SCL - Sistema de Controle Local;
- SME – Sistema de Monitoração Eletrônica;
- SON - Subsistema de sonorização;
- SSC – Sistema de Sinalização e Controle;
- TCP/IP - Transmission Control Protocol/ Internet Protocol;
- TFT – Painéis Multimídias
- TGM – Terminal de Gerenciamento de Multimídia;
- TPD - Terminal Portátil de Dados;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	226 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- TPV - Terminal Portátil de Voz;
- VMO - Subsistema de Vídeo Monitoração.

14.2 DESCRIÇÃO GERAL DO SCT

- a) A monitoração de imagens por parte do CCO e sua comunicação imediata com os passageiros é de caráter vital na operação do Sistema Metroviário.
- b) O Sistema de Comunicações do Trem – SCT tem como funções principais dar suporte às comunicações de voz, dados e imagens para a perfeita operação, manutenção e administração do sistema metroviário aumentando os níveis de segurança, agilizando o atendimento em situações de emergência e otimizando o desempenho operacional.
- c) O SCT é composto pelos subsistemas de:
 - Sonorização (SON);
 - Intercomunicação (INT);
 - Indicador de Destino Frontal;
 - Mapa de Linha Dinâmico;
 - Painel Digital Multimídia (TFT);
 - Painel de Comunicação Visual;
 - Radiocomunicação (RAD);
 - RCTT – Rede de Comunicação Terra-Trem;
 - Vídeo monitoração (VMO).
- d) A Contratada é responsável pelo fornecimento de todos os produtos e serviços necessários ao desenvolvimento e implantação do Sistema de Comunicações do Trem – SCT, mesmo aqueles não explicitados, entregando-o em perfeito funcionamento e operando de forma integrada com os demais sistemas, de acordo com os requisitos deste documento.
- e) A responsabilidade pela integração total dos sistemas de telecomunicações embarcados e os de terra (via, pátios e CCO), é da Contratada, fornecedora do Material Rodante.

14.3 REQUISITOS DO SISTEMA DE COMUNICAÇÕES DO TREM – SCT

- a) O Sistema de Comunicações do Trem (SCT) deve ser uma plataforma multisserviços que possibilite as funcionalidades relacionadas nos itens que seguem:
 - Possuir recursos e facilidades operacionais para que as funções automatizadas possam também ser executadas por operadores, pelo console de condução do trem ou CCO.
 - Possuir as seguintes funções: Áudio para a veiculação de mensagens de áudio (voz); Vídeo para a veiculação de mensagens visuais (textos, informações horárias e imagens gráficas); Multimídia para a veiculação de mensagens multimídia (combinação sincronizada de áudio e vídeo).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 227 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- Controlar e emitir informações visuais para: Mapa de Linha Dinâmico, estado funcional da porta no Mapa de Linha Dinâmico, painéis multimídia, painel luminoso de comunicação visual, Display de LED e Indicador de Destino.
 - Emitir mensagens institucionais e publicitárias em vídeo no sistema de monitores de multimídia do salão de passageiros.
 - Armazenar, gerenciar e emitir programação de imagens do sistema de monitores de Multimídia do salão de passageiros.
 - Possuir servidor multimídia exclusivo para armazenamento de mídias de vídeo, institucionais e publicitárias. Esse servidor deve permitir atualização simplificada de conteúdo sem a necessidade de alteração de configuração do sistema de comunicação e sem necessidade de utilização de software proprietário. O acesso a esse servidor deverá ocorrer de forma local e remota pelo CCO.
 - Possibilidade de ajustar dos parâmetros de software para alterar rotas, a próxima estação, distâncias entre estações, ocultar estações, habilitar e desabilitar estações e quaisquer outra função prevista no sistema sem a necessidade de suporte da Contratada com possibilidade de atualização remota e sem necessidade de reinicialização do equipamento.
 - Indicar lado de abertura de portas e nome da próxima estação, que deve ser realizado na saída da estação predecessora ou no momento em que receber comando através do sistema CBTC, via rede MVB.
 - Manter as setas de indicação de lado de abertura nos monitores dos mapas de linha dinâmicos devem ser mantidas até o fechamento das portas na próxima estação.
 - Na modalidade de operação "Manual", o anúncio de próxima estação deve ser emitido na saída da estação e depois cerca de 150 metros antes de chegar na estação seguinte.
 - Quando comandado por CBTC (Automático ou MCS), deve emitir o anúncio no momento que o sistema de sinalização solicitar.
 - Possuir recursos que possibilitem realizar um autoteste e checar as funcionalidades dos periféricos que fazem parte do SCT simulando a passagem do trem pelas estações e vias operacionais.
 - Possuir recursos que possibilitem a continuidade da operação em casos de degradação do sistema, conforme especificado nesta CS,
- b) Todos os itens do SCT que exigirem redundância devem possuir mecanismos de transferência automática em tempo real ("hot standby"), sem que a comutação entre os canais ou equipamentos afetem os requisitos de desempenho especificados neste documento.
- c) A transferência automática deve ser sinalizada no console de condução do trem, no CCO e no SAM, desde que tal transferência tenha sido causada por falha de equipamento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 228 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- d) Ser desenvolvido de maneira a permitir a reconfiguração automática, quando da ocorrência de degradações, de sua recuperação, ou em função de necessidades operacionais, desde que mantidas as condições de segurança.
- e) Em caso de interrupção e restabelecimento de sua alimentação elétrica, o sistema deve retornar as condições normais de operação, sem a interferência do operador.
- f) A inicialização e reinicialização do SCT devem ser automática, simples, segura e realizada em tempo inferior a 1 (um) minuto.
- g) Ser concebido com características de modularidade, permitindo a inserção de módulos, sem a necessidade de reconfigurar os equipamentos.
- h) Possuir protocolos de comunicação abertos para a troca de dados entre todos os sistemas com integração de funções e acessos de conexões remotas para atualização dos conteúdos publicados através de protocolos abertos.
- i) Possuir recursos de hardware e software para garantir a total interoperabilidade entre os seus subsistemas e com os outros sistemas do trem.
- j) Estar sincronizado com a base horária difundida pelo CCO.
- k) Possibilitar a substituição dos equipamentos fornecidos originalmente, por equipamentos de outros fabricantes, sem perder o atendimento aos requisitos de desempenho e de funcionalidades descritas neste documento.
- l) Dispor, de acordo com a complexidade do equipamento, de ferramentas de hardware e software para autodiagnóstico ou testes que auxiliem no seu reparo por parte da manutenção.
- m) Devem ser especificados, quantificados e fornecidos todos os acessórios, licenças e demais equipamentos necessários ao perfeito funcionamento do sistema.
- n) Realizar rotinas de testes por comandos em dispositivos de teste conectados ao equipamento, devendo ser exercitadas todas as funções básicas do sistema no local. Permitir a execução de tais rotinas remotamente por meio de comandos enviados pela rede do trem e de terra.
- o) Possuir rotinas de auto teste que em caso de falhas estas devem ser armazenadas para consulta posterior.
- p) Para integração e comunicação dos sistemas embarcados dos trens com os sistemas das estações, pátios, Centros de Controle, SAM e terra deve ser utilizada a RCTT.
- q) Todos os alarmes devem ser enviados ao SAM e aqueles que interfiram na operação comercial devem ser enviados ao CCO.
- r) A distribuição dos alarmes será definida na fase de projeto executivo com o Metrô.
- s) Possuir mecanismo que garanta a integridade e proteção da base de dados e programação, em caso de falha de equipamento ou ações de erro operacional e vandalismo.
- t) Permitir o tráfego de arquivos de programação e conteúdo das mensagens audiovisuais além do ajuste de relógio e do calendário.
- u) A montagem e instalação dos equipamentos do SCT são de responsabilidade do fornecedor e devem ser compatibilizados com a arquitetura, design, estrutura e gabaritos estático e dinâmico do trem.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 229 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- v) A alimentação de todos os equipamentos deve ser a partir do sistema elétrico em corrente contínua disponibilizado nos trens.
- w) Todas as adequações de alimentação elétrica e proteções necessárias aos equipamentos devem atender os requisitos de imunidade a interferências e variações de tensão e fazem parte do escopo deste fornecimento.
- x) Todos os equipamentos dos sistemas embarcados devem realizar a detecção de falhas e autodiagnóstico, sinalizar os alarmes correspondentes associados aos equipamentos, na IHM do TCMS do console de condução, no CCO e disponibilizar estas informações ao Sistema de Apoio a Manutenção – SAM.
- y) Os controladores do sistema devem enviar ao TCMS as variáveis de controles e valores dos sensores que compõem o sistema. Estes dados devem ser enviados ao SAM.
- z) O sistema de comunicação deve ser operado a partir do console de comando do carro líder do trem ou do CCO.
- aa) No caso de reversão do comando do trem, de uma extremidade para a outra, todas as funções de comunicação devem estar disponíveis no console do carro líder.
- bb) Todos os subsistemas devem ser interligados via rede do trem, com os padrões de mercado de redes de comunicação baseados em Ethernet, de maneira a permitir a troca de informações entre eles.
- cc) Esta rede deve ter as seguintes características e funcionalidades:
- Ser uma rede de comutação de pacotes do tipo industrial, que atenda as normas relativas a equipamentos embarcados.
 - Ter desempenho suficiente para atender os requisitos técnicos e funcionais especificadas neste documento.
 - Integrar-se aos demais sistemas do trem e com as redes existentes no trem, permitindo a comunicação com o Sistema TCMS e outros.
 - Permitir a comunicação síncrona entre os módulos, equipamentos e sistemas que a utilizem, desta maneira, as informações veiculadas em todos os carros do trem por meio desta rede também devem ser apresentadas de forma síncrona;
- dd) Todo e qualquer equipamento que necessitar de endereçamento IP ou equipamentos de rede de dados, escopo deste fornecimento, independentemente de se conectar com a RTD – Rede de Transmissão de Dados ou não, devem utilizar endereços do Plano de endereçamento IP do Metrô e atender as diretrizes e requisitos do documento IP-9.89.XX.XX/5XX-001 – INSTRUÇÃO DE PROJETO PARA UTILIZAÇÃO DE ROTEAMENTO E ENDEREÇAMENTO IP NA COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO.
- Nota: Por motivos de Segurança da Informação este documento será fornecido na fase do Projeto Executivo
- ee) Cada equipamento conectado à rede Ethernet deve possuir endereço IP único dentro da frota a ser fornecida. A atribuição dos endereços de cada equipamento deve ser automática e fornecido pelos dispositivos da rede respeitando o endereçamento IP do Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	230 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- ff) Não serão aceitos equipamentos intermediários para realizar traduções de endereços na conexão entre a rede embarcada e rede externa.
- gg) A rede Ethernet embarcada deve ser segura e acessível por equipamentos em terra autorizados, por meio da RCTT e da RTD.

14.4 SISTEMA SONORIZAÇÃO (SON)

14.4.1 Descrição Geral

- a) O SON deve ser uma plataforma multisserviços com as seguintes funcionalidades.
- Veicular mensagens de áudio (voz e música ambiente) nos carros dos trens precedidas de gongo eletrônico.
 - Veicular mensagens remotamente, a partir do CCO e dirigidas aos trens.
 - Possuir interface com o sistema de sinalização CBTC para veiculação de mensagens pré-gravadas a partir de comandos recebidos do CCO.
 - Veicular mensagens localmente, a partir do console líder ou do CCO, a serem dirigidas aos carros selecionados.
 - Efetuar função de intercomunicação de voz entre consoles do mesmo trem e entre consoles entre trens diferentes quando acoplados para operação reboque;
 - Permitir que arquivos com grades de programação editados e gerados em terra sejam veiculados no trem.
 - Permitir a emissão de relatórios apontando as mensagens audiovisuais que realmente foram emitidas.
 - Permitir que o CCO emita mensagens pré-gravadas e ao vivo nos carros de um ou mais trens.
- b) Durante a fase de projeto dos trens o Metrô fornecerá à Contratada uma tabela de prioridades na emissão de mensagens, tais como, PA do condutor, intercomunicador de emergência passageiro/operador, comunicação entre consoles, PA do CCO, Mensagens Digitais Pré-Gravadas (MDPG) e gongo de fechamento de portas, etc.
- c) Deve existir procedimentos de testes comandados através do console de condução ou remotamente do CCO que permita a verificação do correto funcionamento do sistema de sonorização. Este teste deve ser capaz de verificar automaticamente o correto funcionamento dos dispositivos do sistema. As falhas detectadas devem ser sinalizadas na IHM do console de condução, enviadas ao CCO e ao SAM, indicando o número do carro com o sistema defeituoso. Esta tarefa comandada remotamente não deve requerer a presença de uma pessoa a bordo do trem para a identificação das falhas.

14.4.2 Requisitos Operacionais

- a) O SON deve ser operado, normalmente, a partir do console de comando no carro líder e do CCO. Os equipamentos do SON, presentes nos dois consoles, devem ser interligados e possuir

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 231 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

redundâncias de maneira que, suas funções não sejam interrompidas mesmo em caso de falha de um dos equipamentos.

- b) O SON deve tratar e emitir mensagens geradas a partir:
- Microfone instalado no console do trem;
 - Equipamento de mensagens digitalizadas pré-gravadas – MDPG;
 - Subsistema de Intercomunicação (INT);
 - Subsistema de Radiocomunicação (RAD);
 - Eventos do sistema de sinalização (SSC).
- c) Os avisos sonoros da próxima estação, de lado de abertura de portas e de portas com defeito devem ser automáticos e sincronizados com as informações visuais (mapas dinâmicos de linha e painéis).
- d) O sistema deve obedecer a prioridades que impeçam a emissão de duas ou mais mensagens ao mesmo tempo. Na ocorrência da emissão de mensagens simultâneas, a mensagem de menor prioridade deve ser reemitida automaticamente após o término da mensagem de maior prioridade.
- e) Todos os carros do trem devem ser sonorizados. O trem deve ser subdividido em áreas e cada área deve abranger a totalidade de um carro.
- f) A seleção de áreas, através do console ou do CCO, deve ser feita da seguinte maneira:
- Individualmente (por carro);
 - Por grupo configurável de carros. A configuração deve estar disponível para ser selecionada a critério da operação do Metrô;
 - Pela seleção de todos os carros que deve ser a opção padrão do sistema caso nenhuma seleção tenha sido feita.
- g) O operador do trem deve ser capaz de emitir avisos “ao vivo”, para isso, deve selecionar a área ou áreas do trem, aguardar a sinalização da finalização do gongo eletrônico e iniciar a locução, utilizando o microfone do console.
- h) Deve ser possível a emissão de avisos “ao vivo” no salão de passageiros através do CCO. Para isso, a transmissão do áudio deve ser através do equipamento VHF do RAD, especificado no item 14.10.1.
- i) O sinal acústico de alerta de fechamento de portas deve ser emitido automaticamente em todos os carros do trem, independente da seleção do operador.
- j) O microfone do console deve permitir que as comunicações sejam realizadas com o operador em posição normal, sem a necessidade de girar a cabeça, o corpo ou curvar-se. Este microfone deve ser utilizado para comunicação do SON, INT e do RAD.
- k) O sonofletor monitor do console do trem deve atender às necessidades de comunicação do SON, do INT e do RAD, seu controle de volume deve ser ajustável pelo operador de forma independente para cada um destes subsistemas.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 232 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- l) Além do microfone e sonofletor do console, deve ser possível a utilização de equipamento tipo “headset” que devem ser conectados ao console através de conectores plugue de padrão comercial.
- m) O SON deve manter ativas as funções de relógio e calendário, mesmo na falta de alimentação elétrica dos equipamentos.
- n) Em caso de falha do SON em um carro, o sistema deve manter todas as suas funcionalidades operantes em pelo menos metade da sonorização nos carros com falhas detectadas. Detalhes serão definidos durante fase de projeto dos trens com o Metrô.

14.4.3 Requisitos técnicos

O subsistema de Sonorização - SON a ser instalado no trem deve apresentar características iguais ou superiores das relacionadas a seguir:

- a) A Inteligibilidade deve ser de 95 %, comprovada com a apresentação de Memorial de Cálculo. A sistemática de aferição dos valores deve ser proposta no Procedimento de Testes de Aceitação em Campo, que será submetido à análise e aprovação do Metrô;
- b) O SON deve ser capaz de apresentar, resposta em frequência na faixa de 200 a 8.000Hz \pm 3 dB, sendo permitida uma queda não superior a 6dB por oitava abaixo de 200Hz e acima de 8 KHz;
- c) Operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone, o SON não deve irradiar qualquer tipo de som, ruído ou zumbido audível;
- d) Operando em condições de máxima potência, a DET não deve ser superior a 5 %, medida em qualquer um dos sonofletores do sistema;
- e) O sistema de sonorização deve incorporar recursos de controle dinâmico e automático dos níveis de pressão sonora por carro, de modo a garantir que a emissão de mensagens esteja 10 dB acima do ruído ambiente do salão.
- f) O tempo de resposta de um PA ao vivo, desde a captação do microfone da cabine até a resposta dos altos falantes, não deve ser superior a 15 ms.
- g) O Nível de Pressão Sonora (NPS) máximo do SON está limitado a 105 dB;
- h) As variações do NPS no colchão acústico das áreas sonorizadas do trem não devem exceder a 6 dB;
- i) O SON deve prever conexão de fontes de programa externo (pen drive, CD/DVD player, etc.).
- j) O gongo eletrônico que precederá as mensagens deve ser em arquivo editável, ter frequências e duração definidas no detalhamento do projeto.
 - Nota: para emissão de mensagens “ao vivo”, deve existir indicação para informar ao operador que o gongo cessou e que a locução poderá ser iniciada.

14.4.4 Mensagens Digitalizadas Pré-Gravadas (MDPG)

A função MDPG do subsistema SCT deve apresentar as seguintes funcionalidades:

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	233 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- a) Veicular aos passageiros avisos (áudio, vídeo e multimídia) nos respectivos equipamentos do SCT disponibilizadas a essas finalidades;
- b) Emitir mensagens institucionais, de forma manual, pelo operador do trem ou pelo CCO, e/ou automática, sem necessidade de intervenção do operador;
- c) Capacidade de armazenamento de mensagens de voz deve ser de, no mínimo, 200 (duzentas) mensagens com duração de 15 (quinze) segundos cada, considerando a previsão de expansão para o dobro desta capacidade.
- d) As mensagens poderão estar compactadas ou não. No caso de opção pela compactação das mensagens, o padrão a ser utilizado deve ser aberto, sem restrição de uso, além de ser de amplo conhecimento e consagrado no uso público tal como MPEG (MP3, MP4 ou equivalente).
- e) Controlar e emitir automaticamente informações audiovisuais, como as seguintes:
- Estado funcional da porta;
 - Mensagens institucionais;
 - Lado de abertura das portas;
 - Painéis distribuídos nos salões dos carros
 - Mapas de Linha Dinâmicos;
 - Indicador de destino frontal do trem;
 - Mensagens automáticas em ocorrências relevantes.
- f) A função MDPG, por meio de informações obtidas do sistema de sinalização do trem (CBTC), deve reconhecer a estação e pontos estratégicos para emissão automática de mensagens audiovisuais institucionais e informativas. Deve ser considerada a partida do trem desde o pátio até a estação terminal, pontos de manobra, estacionamentos de trem ao longo da via e, inclusive, em situações de via singela, loops alternativos e operação em reverso. Isto deve permitir o automatismo total do sistema em todas as situações previstas para emissão de mensagens aos passageiros.
- g) O MDPG deve prever programação a partir de eventos para a emissão automática de mensagens. O sistema deve estar preparado para ser carregado com a programação elaborada pelo Metrô, de forma autônoma, sem a necessidade de alterações no software residente no sistema. Os eventos são:
- Posição do trem na via;
 - Destino do trem;
 - Sinal de Portas (abertas, fechadas ou inoperantes);
 - Sentido de movimentação do trem;
 - Sinal de Parada Programada na estação;
 - Sinal de console Líder;
 - Informação de data, hora, minuto e segundo.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	234 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- h) O conteúdo, programação de eventos e prioridades das mensagens devem ser estabelecidas por meio de arquivos contendo:
- Programação de Eventos e Prioridades;
 - Mensagens de áudio, vídeo e multimídia;
 - Música ambiente, entre outros.
- i) Estes arquivos poderão ser editados e modificados pelo Metrô remotamente, sem a necessidade de contratar serviços adicionais ou alterar o software de controle. Isto deve ser possível, inclusive, no caso de expansão da linha ou expansão da operação utilizando os trens em diferentes linhas operacionais. Para isto, a Contratada deve fornecer todas as informações, procedimentos e softwares necessários para estas programações e edições de arquivos.
- j) Deve ser possível efetuar o carregamento destes arquivos de programação no MDPG utilizando:
- Rede do trem, que interligará os sistemas de comunicações do trem;
 - A RCTT, a partir de locais externos ao trem (Centros de Controle, estações, bases de manutenção e pátios);
 - Notebook conectado em portas de comunicação USB previstas no SCT;
 - Dispositivos de armazenamento plugados nestas portas de comunicação USB.

14.5 INTERCOMUNICAÇÃO (INT)

- a) O sistema deve prever um intercomunicador junto a cada porta e mais um em cada local reservado para cadeira de rodas nos carros de extremidade totalizando nove dispositivos nos carros de extremidade e oito nos carros intermediários.
- b) Os intercomunicadores devem ser localizados a esquerda de todas as portas, próximos às portas do salão.
- c) O botão de acionamento deve ser localizado em uma altura de 1740 mm, em relação ao piso do salão. O microfone do intercomunicador deve estar alinhado ao botão em uma altura de 1470 mm em relação ao piso.
- d) O intercomunicador no local reservado para cadeira de rodas deve estar localizado próximos a localização reservada (a ser definida durante o projeto) nos carros A, com botão de acionamento instalado a uma altura de 1535 mm em relação ao piso acabado do salão.
- e) O microfone deste intercomunicador deve ser alinhado ao botão em uma altura de 1265 mm em relação ao piso do salão.
- f) Os intercomunicadores devem ser devidamente identificados através de adesivo fixado na região adjacente ao dispositivo.
- g) Os botões de acionamento devem ser protegidos por uma tampa, tipo lacre fixada por parafusos fenda em cruz, faceada com o acabamento interno do salão de passageiros e com instrução sobre o uso.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 235 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

14.5.1 Descrição Geral

- Este subsistema, composto de dispositivos chamados “intercomunicadores de emergência”, deve permitir a comunicação entre um usuário de qualquer carro do trem com o operador do trem ou CCO.
- O dispositivo deve ser provido de botão de chamada, microfone e alto-falante, protegidos por tampa tipo lacre para evitar o acionamento acidental.
- Em caso de necessidade, o usuário ao acionar um dos intercomunicadores instalados no carro soará um sinal sonoro e visual no console do trem, quando o trem estiver em Manual ou MCS, que ao ser reconhecido pelo operador, estabelecerá a comunicação que deve ser do tipo full duplex. Caso o trem esteja em operação automática (CBTC-AM), sem a presença de operador no console, a chamada deve ser transferida ao CCO.
- A comunicação deve ser bidirecional. O usuário, uma vez estabelecida a comunicação, não deve realizar mais nenhum comando, apenas falar.
- Deve ser possível ao operador do trem, a partir dos consoles de condução ou do CCO comunicar-se entre si e com os passageiros do trem.
- O intercomunicador do carro deve permitir que a comunicação entre o operador e o usuário seja exclusiva. Esta comunicação deve atender aos níveis de prioridade do SCT que será definida com o Metrô durante fase de projeto dos trens.
- O intercomunicador do passageiro deve possuir dois LED identificados como “Fale” e “Aguarde”. Ao ser acionado pelo usuário, o LED “Aguarde” deve acender até que o operador do console ou do CCO reconheça a chamada. Quando isto ocorrer, o LED “Aguarde” apaga e o LED “Fale” acende, estabelecendo o canal de comunicação usuário-operador/CCO.
- Se houver outras chamadas de intercomunicadores concomitantemente, as mesmas devem ser enfileiradas em ordem cronológica, uma vez que uma comunicação já foi estabelecida. Nestas condições, os respectivos intercomunicadores devem acender o LED “Aguarde” enquanto estiverem na fila de espera. Terminada a primeira comunicação deve haver um novo reconhecimento do operador para o aceite da próxima chamada na lista de espera.
- Todas as notificações de chamada de intercomunicadores devem ser enviadas de maneira cronológica ao CCO. O atendimento às chamadas poderá ser feito na ordem que o operador do CCO preferir. O CCO deve ter a possibilidade de cancelar chamadas de forma individual ou em grupos. Estas mesmas funcionalidades devem ser disponibilizadas ao operador de trem no caso de operação manual através do console de condução.
- O operador do trem deve visualizar a imagem da câmera do salão mais próxima ao intercomunicador acionado sinalizando no sinótico do trem, na IHM do console de condução e no CCO, a identificação com a localização do intercomunicador acionado e da câmera.
- Quando o operador encerrar a comunicação, o intercomunicador que havia sido atendido deve ser novamente habilitado para chamada.
- O INT também deve permitir a comunicação entre os dois consoles do trem independente de reconhecimento de chamada. Não deve ser preciso o reconhecimento do operador do outro console para o recebimento da chamada. Em emergências operacionais em que seja necessário o acoplamento de trens, o INT deve prover a comunicação entre os consoles

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	236 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

destes trens. Nesta condição, todos os operadores envolvidos poderão escutar e interferir nas comunicações.

- m) Nos procedimentos anteriores, o operador do trem deve utilizar nas comunicações o microfone e o alto-falante monitor, instalados no console do trem.
- n) As comunicações dos intercomunicadores de emergência (dados contemplando o áudio, a data, a hora, minuto, segundo e outras informações pertinentes) realizadas por meio do INT devem ser registradas e armazenadas nos gravadores específicos do trem.
- o) O gerenciamento das chamadas deve ser realizado pelos sistemas do trem para o controle de comunicação dos intercomunicadores.
- p) A transmissão da comunicação dos intercomunicadores com o CCO deve ser realizada por meio da RCTT, especificada no item 14.11 deste documento. A atribuição dos grupos de conversação, em que os trens estarão inseridos, deve seguir o plano de numeração do Metrô e após definida deve ser aprovada pela Contratante.
- q) Deve existir procedimentos de testes comandados através do console de condução ou remotamente pelo CCO que permita a verificação do correto funcionamento de todos os intercomunicadores do salão. Estes testes devem ser capazes de verificar automaticamente o correto funcionamento realizar automaticamente a verificação dos dispositivos de microfone, alto falantes e conexões dos intercomunicadores.
- r) As falhas detectadas devem ser sinalizadas na IHM do console de condução, no CCO e enviadas ao CCO pela RCTT, indicando qual dispositivo do carro está com defeito. Esta tarefa comandada remotamente não deve requerer a presença de uma pessoa a bordo do trem para a identificação das falhas.

14.5.2 Especificações Técnicas

O INT deve apresentar características iguais ou melhores das relacionadas a seguir:

- a) Inteligibilidade, medida a 1 m do intercomunicador (tanto no console como no salão do trem), deve ser de 95 %. A sistemática de aferição dos valores de inteligibilidade deve ser proposta no Procedimento de Testes de Aceitação em Campo, que deve ser submetido à análise e aprovação do Metrô;
- b) Intercomunicador do salão deve ser capaz de apresentar resposta em frequência na faixa de 300 a 3.400Hz \pm 3 dB;
- c) Operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone, o sistema não deve irradiar qualquer tipo de som, ruído ou zumbido audível;
- d) Operando em condições de máxima potência, a DET não deve ser superior a 5 %, medida no sonofletor do sistema;
- e) Nível de Pressão Sonora (NPS) máximo do INT está limitado a 105 dB;
- f) Deve utilizar a tecnologia VoIP e protocolo SIP.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 237 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

14.6 INDICADOR DE DESTINO

- Os trens devem possuir nos carros de extremidade, um indicador de destino do tipo painel de LED de alta intensidade, instalado na metade superior do para-brisa do lado interno.
- A instalação e a luminosidade do painel de LED (com no mínimo quatro cores, de alta intensidade, controle automático de brilho) devem ser compatibilizadas para permitir a sua visualização a pelo menos 100 metros de distância da plataforma das estações, tanto em túnel como a céu aberto. O ajuste de luminosidade deve ser automático se não for possível deixá-lo nítido tanto a céu aberto como em túnel.
- O equipamento deve permitir a sua reconfiguração pelo Metrô, de forma autônoma, com relação a forma de apresentação das mensagens no display, quanto a troca de cor, tamanho e tipo de letra, efeitos de apresentação, etc. a partir de software de manutenção, a ser fornecido pela Contratada.
- Deve possuir o recurso de apresentar o nome das estações, de modo cíclico, rolando da direita para a esquerda, recurso este utilizado para o caso de estações com mais de 15 caracteres. O equipamento deve ter capacidade de apresentar qualquer uma das estações da rede, inclusive estações futuras que venham a ser incluídas no futuro.
- A mudança de destino deve ser realizada através de comando localizado no próprio equipamento ou remotamente através do CCO, via CBTC. O painel de destino devera acender no carro de extremidade líder do trem, permanecendo apagada na extremidade oposta.
- A alimentação do indicador de destino deve ser feita pela tensão de bateria do trem.
- O indicador de destino deve ter interface com a rede do trem e com o SCT de maneira a possibilitar comandos, programações e visualizações de suas funções.
- Deve ser prevista, também, a possibilidade de selecionar o destino do trem manualmente, por meio de dispositivo instalado junto ao próprio equipamento.
- O módulo deve ter auto diagnóstico de forma a informar falhas funcionais (fontes, software, etc.) e falhas de acendimento dos LED da matriz, sem necessidade de se implantar rotinas de manutenção para inspeção visual.

14.7 MAPA DE LINHA DINÂMICO

- Em todos os carros do trem, no lado interno ao salão de passageiros, sobre cada uma das oito portas, deve haver um mapa de linha dinâmico, que será utilizado para a transmissão de informações relacionadas a linha em operação, nome de todas as estações e as integrações com outras linhas metropolitana, estado operacional da respectiva porta, lado de desembarque na próxima estação, além de outras informações operacionais a serem definidas durante o projeto.
- O mapa de linha deve ser do tipo painel digital LED e ser programados para representar as Linhas 1, 2 e 3 do Metrô com suas respectivas estações, indicadas por ícones que ficarão ativos à medida que o trem chegar à estação correspondente. Assim que o trem deixar a estação, a próxima estação no sentido de movimento será representada por novo ícone intermitente. No final da viagem de ida, todos os ícones de estações estarão ativos.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	238 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- c) Todas as informações de cada linha estarão armazenadas no trem e também podem ser alteradas remotamente.
- d) O trem só deve apresentar no mapa de linha dinâmico a linha onde o trem estiver circulando naquele momento.
- e) A maneira de apresentar a linha em que o trem circulará será definida em conjunto com o Metrô durante a fase de projeto.
- f) Na reversão de comando os ícones das estações devem ser apagados e reiniciados com a movimentação no sentido de viagem de volta.
- g) Os mapas de linha devem indicar automaticamente as estações de início e sentido, conforme padrão adotado acima, para casos de viagens a partir de estações intermediárias ou de estacionamentos ao longo da linha e circulação do trem em rotas reversas.
- h) O sistema deve prever a utilização de variáveis recebidas do sistema de sinalização CBTC, como por exemplo, linha em operação, lado de desembarque, estação de destino, próxima estação e distância até a próxima estação.
- i) Deve ser possível acrescentar estações à linha incrementando-as na representação do mapa da linha sem a necessidade de suporte da Contratada.
- j) Deve ser previsto a possibilidade de exibir, nos mapas de linha, os textos das mensagens divulgadas pelo sistema de sonorização e MDPG. O início da apresentação deve ser sincronizado com a mensagem sonora. Detalhes devem ser definidos durante o projeto.
- k) Os mapas de linha devem ser coloridos em LED com display de resolução de alta resolução (Full HD 1920 x 1080), brilho mínimo de 1000 nits, contraste 5000:1, ângulos de visão 170° (horizontal e vertical), ter proteção antirreflexos e atender a norma EN50155.
- l) O display deve possuir, no mínimo, 1000 mm de largura e de 250 mm de altura. O posicionamento deve ser suficiente de modo que seja possível a visualização da informação mostrada de qualquer local do carro a um dos mapas de linha dinâmico presentes.
- m) Os mapas de linha dinâmico devem estar conectados à rede Ethernet do trem.
- n) Os mapas de linha devem informar em seus painéis, a indicação dos seguintes estados operacionais de suas respectivas portas:
- Porta fora de serviço ou com falha de funcionamento;
 - Informação aos passageiros no caso de obstrução no fechamento das portas;
 - Lado de abertura de porta;
 - Dispositivo de emergência atuado;
 - Informar passageiros da continuidade de prestação de serviço ou recolhimento do trem ao pátio;
 - Informações diversas em vídeo com disparo através de eventos e variáveis locais da rede MVB do trem ou recebidas pelo CBTC.
 - As mensagens de próxima estação e lado de desembarque devem ter prioridade de apresentação.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	239 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- o) Os mapas de linha devem ser identificados e endereçados conforme seu posicionamento de instalação no trem. As informações veiculadas nos mapas de linha devem ser independentes, ou seja, deve ser possível que cada equipamento veicule mensagens diferentes em um mesmo instante.
- p) As dimensões totais do mapa de linha dinâmico e suas funcionalidades serão definidas durante fase de projeto executivo.
- q) A alimentação do mapa de linha deve ser feita pela tensão de bateria do trem.
- r) A Contratada deve fornecer o software aplicativo do mapa de linha que permita ao Metrô reconfigurar, de forma autônoma, os sinais indicativos das estações conforme elas forem sendo inauguradas, bem como eventuais mudanças no nome das estações ou novas linhas.
- s) Os mapas de linha dinâmico devem possuir uma configuração aberta a inclusão de novas funcionalidades, transmissão de vídeos e mensagens configuráveis pelo Metrô. A programação dos displays deve considerar as variáveis lidas através da rede MVB ou Ethernet e outros eventos a serem definidos durante o projeto.
- t) Deve existir procedimentos de testes comandados através do console de condução ou remotamente que verifiquem o funcionamento de todos os mapas de linha e simulem o acendimento de todos os sinais indicativos das estações. Estes testes devem retornar como resultado o adequado funcionamento individual de cada mapa, evitando desta forma a liberação do trem para operação comercial, a critério da operação do Metrô, caso haja degradação de algum dispositivo. Estas falhas devem ser sinalizadas, na IHM do console de condução, no CCO e enviadas ao SAM, indicando qual mapa de linha está defeituoso. Esta tarefa comandada remotamente não deve requerer a presença de uma pessoa a bordo do trem.
- u) Os displays dos mapas de linha devem possuir proteção transparente que evitem o vandalismo desde o salão de passageiros.

14.8 PAINEL DIGITAL MULTIMÍDIA (TFT)

- a) Devem ser instalados painéis multimídia de vídeo no salão de passageiro sobre as 6 (seis) janelas de cada carro.
- b) Os painéis devem possuir comprimento superior ao das janelas instaladas entre as portas de passageiros. A altura mínima dos painéis TFT deve ser de 250 mm. Se necessário, poderão ser utilizados dois displays para que os painéis tenham comprimento superior as janelas panorâmicas.
- c) Os painéis devem possuir as seguintes características:
 - Os monitores devem ser instalados em local de fácil visualização, para os passageiros sentados ou em pé, e o monitor deve estar montado em estrutura robusta, integrada ao acabamento interno do salão, distribuídos sobre as janelas dos carros. Os detalhes devem ser definidos na fase de projeto executivo.
 - Os painéis digitais multimídia devem ser coloridos em LED com display de resolução de alta resolução (Full HD 1920 x 1080), brilho mínimo de 1000 nits,

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	240 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

contraste 5000:1, ângulos de visão 170° (horizontal e vertical), ter proteção antirreflexos e atender a norma EN50155.

- O painel deve possuir a mesma altura dos mapas de linha dinâmico, especificado no item 14.7.
 - O posicionamento deve ser suficiente de modo que seja possível a visualização por passageiros em pé e sentados.
 - Deve ser possível ajustar o brilho e contraste dos monitores.
 - A alimentação dos monitores de vídeo deve ser em tensão da bateria do trem.
- d) Deve ser possível a apresentação de programação editável remotamente de mensagens institucionais e veicular vídeo.
- e) A difusão de informações deve obedecer a uma programação horária ou ser acionada automaticamente.
- f) A elaboração da lógica de difusão de informações deve ser parametrizada e de fácil alteração, para adequar-se a novos cenários ou necessidades operacionais.
- g) Os painéis multimídias devem possuir uma configuração aberta a inclusão de novas funcionalidades, transmissão de vídeos e mensagens configuráveis pelo Metrô. A programação dos displays deve considerar as variáveis lidas através da rede MVB ou Ethernet e outros eventos a serem definidos durante o projeto.
- h) Deve ser previsto a possibilidade de exibir, nos mapas de linha, os textos das mensagens divulgadas pelo sistema de sonorização e MDPG.
- i) O início da apresentação deve ser sincronizado com a mensagem sonora. Detalhes devem ser definidos durante o projeto.
- j) Devem fazer parte do fornecimento todos os recursos de hardware e software necessários para garantir as funcionalidades e integração com os sistemas em terra e embarcados.
- k) Os softwares e protocolos do sistema multimídia devem ser projetados de forma ao Metrô poder, por meios próprios e remotamente através da RCTT, carregar e gerenciar remotamente as programações e arquivos de imagens que serão emitidas pelo sistema Multimídia.
- l) O carregamento de vídeos no servidor multimídia do trem para serem apresentados nos TFTs deve ser independente do TCMS e de outros sistemas de comunicação, de forma que possa ser atualizada sem necessidade de se programar localmente a apresentação dos vídeos ou atualização de configuração dos equipamentos do SCT.
- m) Deve ser possível a reprodução vídeos de maneira automática (“autoplay”), através de programação horária, em modo repetição ou criação de listas de reprodução editáveis.
- n) O padrão a ser utilizado deve ser aberto, sem restrição de uso, além de ser de amplo conhecimento e consagrado no uso público tal como MPEG (MP3, MP4 ou equivalente).
- o) Deve existir procedimentos de testes comandados através do console de condução ou remotamente que verifiquem o funcionamento de todos os displays. Estes testes devem retornar como resultado o adequado funcionamento individual de display. Estas falhas devem ser sinalizadas, na IHM do console de condução, no CCO e enviadas ao SAM, indicando qual

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	241 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

display está defeituoso. Esta tarefa comandada remotamente não deve requerer a presença de uma pessoa a bordo do trem.

- p) Os displays dos painéis devem possuir proteção transparente que evitem o vandalismo desde o salão de passageiros.

14.9 PAINEL DE COMUNICAÇÃO VISUAL

- a) Cada carro deve possuir dois painéis de comunicação visual luminosa no salão de passageiros, com localização a ser definida durante o projeto básico.
- b) Os painéis devem apresentar imagens institucionais, mapas da rede de transporte metropolitana, entre outras imagens a serem definidas pelo Metrô.
- c) Deve ser previsto a possibilidade de exibir, nos painéis de comunicação visual, os textos das mensagens divulgadas pelo sistema de sonorização e MDPG. O início da apresentação deve ser sincronizado com a mensagem sonora. Detalhes devem ser definidos durante o projeto.
- d) Todos os painéis devem apresentar as mesmas informações, sincronizadas entre si dentro do mesmo carro.
- e) Os arquivos dos textos de mensagens e imagens a serem divulgadas devem ser gerados e desenvolvidos, em softwares de uso comercial, com facilidades para inclusão, supressão e alterações, por parte da manutenção e operação. Estes softwares devem fazer parte do fornecimento, juntamente com suas respectivas licenças de uso.
- f) O carregamento de vídeos no servidor multimídia do trem para serem apresentados nos painéis de comunicação visual deve ser independente do TCMS e de outros sistemas de comunicação, de forma que possa ser atualizada sem necessidade de se programar localmente a apresentação dos vídeos ou atualização de configuração dos equipamentos do SCT.
- g) Deve ser possível a reprodução vídeos de maneira automática (“autoplay”), através de programação horária, em modo repetição ou criação de listas de reprodução editáveis.
- h) As atualizações dos textos de mensagens e imagens mostradas poderão ser realizadas localmente pela rede Ethernet ou remotamente através da RCTT.
- i) Os painéis de comunicação visual devem possuir as seguintes características:
- Os monitores devem ser instalados em local de fácil visualização, para os passageiros sentados ou em pé, e o monitor deve estar montado em estrutura robusta, integrada ao acabamento interno do salão. Os detalhes devem ser definidos na fase de projeto executivo.
 - Os mapas de linha devem ser coloridos em LED com display de resolução de alta resolução (Full HD 1920 x 1080), brilho mínimo de 1000 nits, contraste 5000:1, ângulos de visão 170° (horizontal e vertical), ter proteção antirreflexos e atender a norma EN50155.
 - O display deve possuir, no mínimo, dimensão diagonal superior a 800 mm, com proporção 16:9.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 242 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- Deve ser possível ajustar o brilho e contraste dos monitores.
 - A alimentação dos monitores de vídeo deve ser em tensão da bateria do trem.
 - Os displays dos painéis devem possuir proteção transparente que evitem o vandalismo desde o salão de passageiros.
- j) Os monitores devem ser instalados na região prevista no item 2.4.3 desta CS.

14.10 RADIOCOMUNICAÇÃO (RAD)

O RAD deve permitir a comunicação de voz entre:

- Operador do trem e CCO;
 - Operador do trem e Centro de Controle dos Pátios;
 - Operador do trem e terminais portáteis;
 - Operador do trem e operador de outro trem;
 - Emissão de avisos “ao vivo”, no salão de passageiros, pelo CCO.
- a) Estas comunicações (dados, contemplando o áudio, a data, a hora, minuto, segundo e outras informações pertinentes) devem ser registradas e gravadas, no trem, no registrador específico.
- b) Deve permitir as comunicações entre o condutor do trem, situado no trem, por meio de IHM de comunicação do console de operação do trem (especificado neste documento), com o CCO, Centro de Controle dos Pátios e terminais portáteis.
- c) Para suas funcionalidades, deve ser contemplando, uma tecla APF (PTT), alto-falante monitor com controle de volume e microfone, que deve ser compartilhado com outros subsistemas do SCT.
- d) Deve garantir segurança de acesso ao sistema de modo que solicite a identificação do usuário e senha, sendo que, sem esta identificação, nenhuma operação deve ser possível.
- e) A partir do monitor, para atendimento das comunicações de voz escopo deste subsistema, devem ser concebidos mecanismos de forma a se realizar ações a partir de comandos simplificados e teclas de atalho, permitindo a realização das chamadas descritas neste documento, com o acionamento de apenas uma tecla.
- f) Para realizar chamadas de voz a partir do console o operador deve selecionar o tipo de chamada desejada por meio de dispositivo de seleção de função e manter a tecla pedal ou APF pressionada enquanto estiver falando.
- g) Devem permitir programar a retenção da última função selecionada, de modo que o operador somente tenha que selecionar uma função diferente da última selecionada.
- h) Quando do recebimento de uma chamada de voz no console, o canal de áudio deve ser aberto imediatamente.
- i) De maneira padrão, o canal de áudio deve ser aberto imediatamente para o salão de passageiros. Este áudio deve ter prioridade sobre qualquer outro áudio emitido no salão de

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 243 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

passageiros. Após o término da comunicação do rádio as mensagens interrompidas devem ser retransmitidas.

- j) O sistema deve permitir, por meio de ação do operador, que o áudio recebido pelo RAD seja transferido somente para o console. Dessa forma o sistema de rádio passa a ser totalmente controlado pelo operador.
- k) Os dispositivos de comando e operação dos Trens (APF, microfone e alto-falante monitor) devem compartilhar a IHM com outros subsistemas do Sistema de Comunicação do Trem – SCT.
- l) A emissão de anúncios de áudio “ao vivo” aos passageiros pelo CCO deve ser realizada através do sistema de rádio VHF (item 14.10.1) do RAD.
- m) O gerenciamento das chamadas originadas do trem deve ser realizado pelo SCT.

14.10.1 Rádio Transceptor VHF

- a) Deve estar montado e instalado no trem, com todos os acessórios, materiais, cabos, conectores, conversores, adaptadores e configurações, necessários para o pleno funcionamento do rádio nas comunicações com o CCO e demais terminais de rádio em uso no Metrô.
- b) Deve utilizar o padrão APCO25 Fase II de rádio digital com todos os itens obrigatórios estabelecidos na norma TIA 102 series e conforme as características descritas nesta especificação.
- c) Deve possuir certificado de homologação na ANATEL.
- d) O rádio deve permitir a configuração de canais em modo analógico e canais em modo digital, a fim de garantir o seu funcionamento em uma rede de rádio analógica ou digital (convencionais ou troncalizadas). O projeto prevê primeiramente o rádio operando em canais analógicos e posteriormente com canais digitais troncalizados, portanto, o rádio deve estar preparado e adaptado, com todos os hardwares, softwares e todas as licenças necessárias já incorporadas.
- e) Deve possuir criptografia de padrão aberto: AES.
- f) O transceptor deve possuir grau de proteção do invólucro de no mínimo IP54. O alto falante e microfone de mão devem ser compartilhados com os outros sistemas de comunicação do trem presentes no console.
- g) O painel do rádio a ser instalado no console, local de instalação a ser definido durante o projeto, deve ter no mínimo os seguintes controles e visualizações:
 - Liga/desliga;
 - Volume;
 - Silenciados de recepção;
 - Seletor de canais;
 - Visualização dos canais de RF por meio de displays;
 - Indicadores de status operacional;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	244 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- h) As características técnicas do rádio VHF deve ser:
- Faixa de frequência de operação: 148 a 174 MHz;
 - Largura de canal RF: 6,25 KHz / 12,5 KHz com programação dentro da faixa de operação acima;
 - Espaçamento entre canais (RX/TX) de acordo com a norma vigente;
 - Número mínimo de canais: 20;
 - Estabilidade de frequência (TX e RX): $\pm 2,5\text{ppm}$, dentro da faixa de -30°C a $+60^{\circ}\text{C}$.
- i) O transmissor deve possuir as seguintes características:
- Potência de saída: 45 watts com ajuste programável;
 - Atenuação para emissão de harmônicos e espúrios em relação a portadora (-70dB) ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Atenuação de ruído de FM: 25 KHz (-43dB) e 12,5KHz (-38dB) ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Distorção de áudio de no máximo 3%.
- j) O receptor deve possuir as seguintes características:
- Potência de saída de áudio mínima de 1 watt com até 3% de distorção para o áudio interno e mínima de 5 watts com até 3% de distorção para o áudio externo;
 - Sensibilidade em modo analógico (12 dB SINAD) VHF: 0,30 μV ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Seletividade: 25 KHz (-73dB) e 12.5KHz (-53dB) ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Intermodulação: (-70dB) ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Rejeição a espúrios: (-70dB) ou que apresente melhor desempenho da comunicação;
 - Distorção de áudio de no máximo 3%.
- k) A alimentação do rádio deve ser realizada através da tensão de bateria do trem (72 Vcc ou 24 Vcc).
- l) A antena deve ser $\frac{1}{4}$ de onda, omnidirecional, ferroviária de baixo perfil, VHF (148 - 174 MHz).
- m) O fornecimento do rádio deve ser acompanhado de no mínimo 3 cabos de programação dos transceptores e do software de programação com as licenças para instalação em três computadores distintos.

14.11 RCTT – Rede de Comunicação Terra-Trem

- a) A RCTT é responsável pelas comunicações de dados, padrão ethernet, terra-trem, exceto para as comunicações do CBTC.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	245 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- b) A RCTT deve ser compatível com as frequências, padrões de comunicação e protocolos utilizados pelos sistemas de comunicação terra-trem existentes no Metrô.
- c) O fornecimento dos equipamentos de bordo da RCTT, suas configurações e acessórios necessários para a comunicação terra-trem é de responsabilidade da Contratada e deve prover a instalação completa dos equipamentos, compreendendo equipamentos de rádio transceptores redundantes, antenas, cabos, conversores de alimentação elétrica e demais acessórios necessários à sua instalação e pleno funcionamento.
- d) A RCTT é composta, principalmente, por duas bridges, redundantes (1+1) a serem instaladas nas cabeceiras dos trens com antenas externas. As bridges devem se conectar por enlace de radiofrequência, padrão Wi-Fi, com os Access Point da rede de terra e por cabeamento à Rede de comunicação de dados do trem. Elas são o elo de comunicação dos equipamentos embarcados e os equipamentos em terra e são responsáveis pelo envio e recebimento de todas as informações trocadas entre os sistemas de terra e do trem, exceto as comunicações do CBTC.
- e) As antenas da RCTT conectadas às Bridges, devem ser instaladas no exterior do trem, em pontos estratégicos, de forma a atender todos os requisitos desta especificação sem que causem interferências nas comunicações do CBTC.
- f) Todos os protocolos utilizados nas comunicações terra-trem, incluindo a troca de informação entre as Bridges e os Access point de terra devem ser de padrões abertos, com normas ou certificações aprovadas. Não serão admitidos protocolos proprietários para essas comunicações.
- g) A RCTT deve possuir um conjunto de antenas com ganhos adequados, Bridges com potência suficientes e cabos e conectores com baixa perdas, de forma a garantir adequadamente as comunicações terra-trem em todo o percurso de vias que o trem trafegar. Para isso deve considerar que a rede de terra emitirá sinais de RF padrão WI-FI, com potência recebida pelas antenas externas do trem, em todo o percurso, de -68dBm ou melhor. Da mesma forma a RCTT deve garantir que as antenas dos access point da rede de terra receberão sinais de RF, padrão WI-FI com potência de -68dBm ou melhor, emitidos pela RCTT, em todo o percurso de vias que o trem trafegar.
- h) A quantidade de antenas a serem conectadas em cada Bridge, ou seja, pertencentes a cada conjunto, deve respeitar, ser adequada e equivalente às conexões disponíveis em cada bridge para o atendimento à tecnologia de Múltiplas Entradas e Múltiplas Saídas (MIMO – *Multiple Input Multiple Output*).
- i) A RCTT deve garantir, mesmo em situação de troca de access point de terra, durante o movimento do trem em seu percurso e em qualquer velocidade, que não haja interrupções maiores que 500ms nas comunicações entre qualquer equipamento embarcado, conectado à rede de comunicação do trem e equipamentos conectados à rede de terra. Ou seja, a RCTT deve garantir a interrupção máxima de 500ms nas comunicações terra-trem, mesmo em situações de *roaming* ou *handover*.
- j) A RCTT e a Rede de comunicação de dados do trem devem trabalhar de forma integrada, devendo ocorrer, em ambas as redes, engenharia de tráfego, de forma que parte das informações sejam trocadas com a rede de terra por uma Bridge e parte pela outra.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 246 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- k) A RCTT deve ser redundante de forma que se houver a falha de uma das Bridges a outra assuma todo o tráfego de dados e a comunicação terra-trem com interrupção máxima nas comunicações de 3 segundos.
- l) A Contratada é responsável e deve garantir a segurança dos equipamentos e sistemas embarcados conectados à rede de comunicação de dados do trem, portanto, deve garantir que tecnologias e configurações adequadas e mais recentes, quando os trens entrarem em operação, sejam aplicadas à RCTT de forma a não permitir que usuários ou dispositivos não autorizados se conectem à RCTT.
- m) A Contratada será responsável pela integração da RCTT à rede de terra, considerando os padrões e parâmetros apresentados nesta CS.
- n) A Contratada será responsável pela integração da RCTT à rede de comunicação de dados do trem. Essa integração deve incluir o controle de redundância das bridges e das comunicações terra-trem, utilizando protocolos de roteamento e de redundância, nas camadas 2 e 3 do modelo OSI.
- o) A interligação física e lógica da RCTT à Rede de comunicação de dados do trem deve ser feita por meio de firewalls da rede de comunicação de dados, escopo deste fornecimento.
- p) Os endereços IP dos equipamentos embarcados no trem devem ser endereços fornecidos pelo Metrô na fase de projeto executivo e fará parte do plano de endereçamento do Metro de SP, conforme documento IP-9.89.XX.XX/5XX-001. Não devem ser utilizados equipamentos para a realização de tradução de endereços de rede (NAT).
- q) A RCTT também deve ser composta por um D.A.S. (Distributed Antenna System), independente, contendo antenas e cabos irradiantes, responsáveis pela cobertura de sinais de radiofrequência, interna ao trem, para terminais portáteis (Smartphones e notebook).
- r) O D.A.S. deve ser composto por seis conjuntos (um por carro) contendo, cada um, uma antena externa, um cabo irradiante de 20m, cabos coaxiais, conectores, terminações, prendedores, braçadeiras, suportes e acessórios necessários para a sua devida instalação e pleno funcionamento.
- s) O D.A.S. será responsável por repetir os sinais recebidos pelas antenas externas, dentro das suas faixas de frequência, para a área interna de todos os carros dos trens e pelos sinais recebidos pelos cabos irradiantes, dentro das suas faixas de frequência, para as áreas externas ao trem. O sinal deverá ser repetido, sendo admitida apenas a atenuação devido às perdas previstas e informadas pelos fabricantes dos cabos e conectores envolvidos nas conexões do conjunto antena – cabo irradiante.
- t) O D.A.S. deve ser tal que possua uma antena externa devidamente instalada sobre o teto de uma das extremidades de cada carro pertencente ao trem. Essa antena deve ser conectada, por meio de cabo coaxial e conectores, a um cabo irradiante devidamente instalado internamente, entre o teto e o forro de cada carro pertencente ao trem.
- u) O cabo irradiante do D.A.S. deve ser instalado por toda a extensão do carro de maneira que não fique aparente e que o seu angulo de irradiação esteja apontado para o centro do solo do salão.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	247 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- v) O cabo irradiante do D.A.S. deve ser instalado de tal forma que em uma das extremidades do cabo seja conectada a antena externa e na outra extremidade seja conectada uma terminação ôhmica para que permita o adequado casamento de impedância com o cabo irradiante.
- w) Nos carros em que as antenas da RCTT, conectadas às Bridges, estiverem instaladas, as antenas do D.A.S. devem ser instaladas nas extremidades opostas ou em outros pontos que não causem interferência nas comunicações das bridges e nem do CBTC.

14.11.1 Especificações Técnicas

- a) As bridges devem possuir suporte e operar utilizando o padrão IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6 e Wi-Fi 6E) e devem ser compatíveis com dispositivos IEEE 802.11a, 802.11g e 802.11n.
- b) As bridges devem ser *triband* e operar nas seguintes faixas de frequência: 2.4GHz, 5 GHz e 6 GHz (Wi-Fi6E).
- c) As bridges devem operar utilizando criptografia e padrão WPA3 de segurança ou mais seguro e recente, desde que aberto, aprovado pelo IEEE e compatível com o utilizado na rede sem fio de terra do Metrô.
- d) As bridges devem possuir suporte e operar utilizando os padrões IEEE 802.11k, 802.11v e 802.11r para efetuar o *FastRoaming*, independente de fabricante. Os padrões poderão ser substituídos por padrões mais recentes e equivalentes, desde que abertos, aprovados pelo IEEE e compatíveis com os utilizados na rede sem fio de terra do Metrô.
- e) As bridges devem possuir um sistema de gerenciamento próprio, o qual deve dar condições para que sejam efetuados configurações e monitoramento, de forma remota, por dispositivos autorizados. Esse sistema de gerenciamento deve permitir as configurações de todas as funcionalidades, bem como atualizações de firmware e monitoramento de falhas e performance das bridges.
- f) As bridges ou o seu sistema de gerenciamento devem prover recursos, condições e permitir serem gerenciadas, por meio do protocolo SNMP versão 2c e 3, pelo sistema de gerenciamento do Metrô, o qual é conectado à RTD e a rede sem fio de terra.
- g) As antenas conectadas às bridges ou cada conjunto de antenas devem ser compatíveis com as faixas de frequências de 6 GHz para Wi-Fi6E, 5GHz e 2,4GHz.
- h) A RCTT deve ser projetada e fabricada para não interferir ou sofrer interferência por outros equipamentos que cumpram a regulamentação de compatibilidade eletromagnética dos equipamentos embarcados e regulamentação de compatibilidade eletromagnética dos equipamentos de via.
- i) As antenas do D.A.S. devem:
- Possuir ganho mínimo de 6 dBi, em cada faixa de frequência para Wi-Fi.
 - Possuir ganho mínimo de 5 dBi, em cada faixa de frequência para Telefonia celular (Voz e dados).
 - Atender e operar nas seguintes faixas de frequências:

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	248 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- I. Wi-Fi: 2.4 GHz, 5GHz, 6GHz (Faixa do Wi-Fi 6E).
 - II. Telefonia Celular (Voz e dados): 700MHz, 850MHz, 900MHz, 1700MHz, 1800MHz, 1900MHz, 2100MHz e 2500MHz.
- j) Os cabos irradiantes do D.A.S. devem ser dimensionados de forma adequada para o atendimento aos requisitos desta CS, sendo que deverão ter as seguintes características e requisitos mínimos:
- Impedância: 50 ohms +/- 2 ohms.
 - Faixa de operação:
 - I. Wi-Fi: 2.4 GHz, 5GHz, 6GHz (Faixa do Wi-Fi 6E).
 - II. Telefonia Celular (Voz e dados): 700MHz, 850MHz, 900MHz, 1700MHz, 1800MHz, 1900MHz, 2100MHz e 2500MHz.
 - III. VHF: de 136MHz a 174MHz.
 - Temperatura de operação: igual ou superior a faixa de -10°C a 80°C.
 - Atenuação máxima na maior frequência: 32 dB / 100 m.
 - Atender a norma NBR 13248 – baixíssima emissão de fumaça e livre de materiais halogenados.
- k) As Bridges devem possuir suporte a:
- Protocolos IPv4 e IPv6.
 - SNMP (Protocolo Simples de Gestão de Rede) versões 2c e 3.
 - NTP (Network Time Protocol).
 - Utilização de SSID oculto, o sistema em terra não publica o SSID (Service Set Identifier).
 - Filtragem por endereçamento MAC cadastrados no sistema;
 - Controle de roteamento das mensagens via “Firewall”.
- l) Qualquer outro detalhe e informação de funcionamento do sistema de comunicação terra-trem e da RCTT para interface com os sistemas de terra devem ser consolidados durante o projeto executivo.

14.12 VÍDEO MONITORAÇÃO – VMO

14.12.1 Descrição geral

- a) O VMO terá a função de apresentar ao operador do trem, por meio de IHM instalada no console, gravação das imagens coletadas das câmeras de vídeo instaladas no trem no NVR e nas Caixas Preta (BB) e enviar as imagens, das câmeras e gravadores, solicitadas pelo CCO através da RCTT.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 249 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

- b) No interior de cada carro do trem devem ser instaladas 4 câmeras IP coloridas para visualização do interior do salão de passageiros com proteção antivandalismo.
- c) Para os carros de extremidade do trem, também deve ser instalada uma câmera, com lente grande angular (ou *fisheye*), que permitirá a visualização do console de condução e outra câmera em cada extremidade do trem para visualização da via, nas diversas condições de luminosidade na via, estações e pátio.
- d) A disposição das câmeras deve ser aprovada pelo Metrô em fase de projeto. As câmeras frontais para visualização da via devem estar protegidas quanto à sujeira e em local, com facilidade de acesso, que possibilite a limpeza das lentes.
- e) O operador do trem poderá visualizar as imagens, na IHM do console de condução manual por meio de apresentação automática ou selecioná-las manualmente. Na apresentação automática as imagens devem ser apresentadas, na IHM, sequencialmente com tempo variável e sequência pré-programados.
- f) Tanto no modo de apresentação automático como no modo manual deve ser possível na IHM do console visualizar as imagens em tela cheia ou multipartida. Em tela multipartida deve ser possível programar e apresentar, por exemplo, duas, quatro ou mais imagens na mesma tela.
- g) O sistema VMO deve prever todo o hardware, software e licenças necessárias ao CCO e/ou CSS de forma que seja possível visualizar as imagens de qualquer câmera dos trens e imagens gravadas a qualquer instante, por requisição (via endereço IP) nas IHMs dos postos de controle respectivamente do CCO e/ou CCS. A quantidade de recurso e o número de licenças de uso serão definidas durante a fase de projeto com o Metrô.
- h) Na atuação de algum sensor (alarmes), o VMO deve estar programado para mostrar, no monitor do console do trem ou no CCO, a imagem da câmera mais próxima da região onde ocorreu a atuação. Neste caso, a gravação das imagens deve ocorrer em tempo real e com resolução máxima. Se mais um sensor for atuado, as imagens devem ser mostradas em tela multipartida. Na ausência do operador do trem as imagens devem ser monitoradas pelo operador do CCO.
- i) Os sensores estão previstos nos seguintes eventos:
- Atuação do sistema detector de incêndio;
 - Remoção do extintor de incêndio;
 - Atuação de manípulo de emergência da porta;
 - Atuação do intercomunicador;
 - Detecção de descarrilamento.
- j) Na fase de projeto executivo deve ser definida com o Metrô a forma de apresentação e a prioridade destas imagens na IHM do console ou CCO.
- k) O retorno à condição de tela padrão deve também ser automático (após tempo preestabelecido).
- l) Imagens ao vivo e gravadas no trem poderão ser visualizadas no CCO e no CCS mediante requisição.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	250 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- m) As imagens devem trafegar, dentro do trem, via rede devendo ser guardadas em dispositivos gravadores de vídeo e na "caixa preta".
- n) A transmissão destas imagens e outros dados para fora do trem será feita por meio da RCTT.
- o) O VMO deve permitir "Zoom" das imagens visualizadas no trem onde esta funcionalidade estará disponível.
- p) Os alarmes decorrentes dos eventos descritas anteriormente devem ser enviados aos centros de controle (CCO e CCS). Para trens estacionados nos pátios e energizados o VMO deve, em caso de detecção de presença ou movimento no interior de algum carro, comandar a gravação automática das imagens.
- q) A partir de postos de comando, nos Centros de Controle e Pátios, devem ser possíveis, por meio da RCTT, as seguintes funções:
- Administração das chaves de criptografia dos gravadores de vídeo e das "caixas pretas";
 - Visualização das imagens gravadas no trem, na caixa preta e no próprio posto de comando;
 - Visualização das imagens quadro a quadro, em velocidade normal ou rápida;
 - Processamento das imagens tais como, ampliação, brilho, contraste, cor etc.;
 - Gerar arquivos com a gravação das imagens em softwares não proprietários e de formato aberto;
 - Gravação de arquivos de imagens, com marca d'água, em mídias comuns para envio a órgãos competentes.
 - Resgatar as imagens gravadas do trem sem a necessidade de utilização de softwares proprietários, utilizando-se protocolos abertos de transmissão de dados através de redes Ethernet.
- r) O VMO deve:
- Possuir e permitir ajuste da resolução e da taxa de amostragem de gravação, independente para cada câmera;
 - Possuir mecanismos que garantam a autenticidade das imagens gravadas, por meio de indicações de eventuais adulterações ou edições e que garantam sua origem, diferenciando as imagens gravadas nos equipamentos do VMO de imagens gravadas em outros sistemas, mesmo que estas imagens tenham sido gravadas em equipamentos idênticos aos utilizados no VMO;
 - Incorporar funcionalidade para detecção de movimentos de vídeo, gerando evento de alarme;
 - Incorporar funcionalidade para detecção de perda de sinal de vídeo das câmeras, gerando evento de alarme;
 - Permitir a visualização das imagens em tempo real e reprodução de material gravado para pelo menos 4 (quatro) usuários, simultaneamente;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	251 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- Possuir recursos para procurar e exportar vídeos;
- Ser totalmente programável e administrado por meio da rede, permitindo a gravação contínua, agendada, iniciada por evento ou alarme e por detecção de movimento;
- Prever o uso em modo de segurança com acesso somente a dispositivos autorizados utilizando sistema proprietário de chave criptografada;
- Ser expansível para atender às necessidades do projeto por meio da integração, à rede do trem, de novos equipamentos de características similares;
- Ser compatível com todos os modelos de câmeras no codec especificado;
- Deve ser possível estender a capacidade de armazenamento de modo transparente ao operador.
- Possibilidade de atualização de hardware utilizando equipamentos padrões de mercado;
- Possibilidade de atualização remota de firmware dos NVRs, caixas pretas e câmeras;
- O sistema deve estar configurado para acrescentar no mínimo uma câmera por carro. O fornecimento da câmera não faz parte do escopo desta ES e não entrará no cálculo de capacidade de armazenamento do NVR.

14.12.2 Requisitos Técnicos

- a) O VMO deve ser digital, operar durante 24 horas por dia, todos os dias.
- b) A resolução do VMO deve ser igual ou superior a 1280 x 720 pixels e deve ser configurável para velocidades de gravação de 10 a 30 quadros por segundo, comprimido em formato H.265 ou superior, conforme a norma internacional ISO IEC 23008-2.
- c) As câmeras a serem fornecidas devem ter, no mínimo, as seguintes características técnicas:
 - Operar em protocolo IP;
 - Sensor: 1/3" ou maior, CMOS, com scan progressivo;
 - Sensibilidade de 0,5 lux/F 1.2 color e 0,1 lux/F1.2B/P;
 - Sistema Dia / Noite: configurável entre automático, colorido ou P/B;
 - Compensação de luz de fundo: BLC e WDR;
 - Balanço de Brancos automático;
 - Controle automático de Ganho;
 - Taxas de quadros: mínimo de 15 fps para todas as resoluções suportadas;
 - Compressão: H.265 e MJPEG;
 - Permitir a utilização de, no mínimo, 4 streams de vídeo simultâneos com qualidade configurável;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	252 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Protocolos suportados: IPv4/IPv6, HTTP, HTTPS, SSL, TCP/IP, UDP, ICMP, SNMP, NTP, DHCP, IEEE 802.1X, QoS;
- Compatível com padrão OVIF;
- Alimentação PoE (IEEE 802.3af);
- Obturador Eletrônico de 1/100.000 s;
- Compensação de contraluz;
- Robustez: Invólucro antivandalismo podendo ser acondicionadas em domes compatíveis com a arquitetura do local de sua instalação;
- Baixo aquecimento para funcionamento contínuo;
- Zoom de acordo com o estudo de segurança feito pela Contratada para o salão de passageiros do trem e visualização da dianteira e da traseira do trem.

14.12.3 Gravadores de Vídeo

- Devem operar em rede (NVR – Network Video Recorders).
- Deve ser capaz de gravar as imagens de todas as câmeras do trem, durante as últimas 168 horas com a resolução máxima especificada e, com uma taxa de 15 quadros por segundo. Entretanto, deve ser possível expandir o tempo de imagens armazenadas caso o Metrô deseje no futuro expandir o espaço de memória.
- As gravações no NVR devem ser realizadas em memórias de estado sólido (SSD).
- Deve ser fornecido software de visualização e edição de vídeos que possibilite a exportação do arquivo em formato MP4.
- Devem suportar câmeras de pelo menos três diferentes fabricantes.
- Devem ser equipamentos produzidos em série, por fabricantes de sistemas de vídeo digital para segurança. Não serão aceitos equipamentos montados a partir de hardware de microcomputadores com placas de captura de vídeo.
- Nos programas gravados deve haver marcação de ano, mês, dia, hora, minuto e segundo, e também a identificação do número da câmera e sua localização.
- Devem possuir recursos de busca de imagens mediante o fornecimento de ano, mês, dia, hora, minuto e segundo.
- Devem permitir a transferência de arquivos ou imagens sem interromper a gravação.
- Devem possuir interface padrão Ethernet para conexão à rede do trem.
- Devem possuir entradas para alarmes externos.
- Devem permitir a exportação de arquivos de vídeo para uso por reprodutores de terceiros.
- Gravações exportadas devem conter uma marca d'água utilizando uma assinatura digital em cada quadro. Toda gravação exportada deve ser criptografada.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	253 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- n) Gravações exportadas devem conter o nome do equipamento, o endereço IP, a data e hora e devem poder ser executadas em um reproduutor externo ao VMO (stand alone).
- o) Devem gravar os logs de alarme contendo no mínimo data, hora e carro.
- p) As opções de evento / alarme / movimento devem permitir o controle de início e fim da gravação pré e pós ocorrência, sendo que o tempo de gravação deve ser programável.
- q) Na ocorrência de algum alarme por detecção de incêndio ou manípulo de destravamento de portas, acionamento do intercomunicador de passageiros, ou um roubo de extintor, deve ser gravado um vídeo referente ao evento/alarme que contenha a gravação da câmera mais próxima com 1 minuto pré alarme e 9 minutos pós- alarme.
- r) O gravador deve possuir duas partições de imagens gravadas (uma de gravação contínua das câmeras e outra de eventos/alarmes). Ambas são cíclicas. Quando a partição é preenchida, ao invés de parar a gravação, esta continuará gravando sobre as imagens mais antigas. A partição destinada a gravação de eventos deve possuir capacidade de 24 horas de vídeo na resolução máxima e taxa de 15 fps.
- s) As imagens poderão ser descarregadas ao mesmo tempo em que se está gravando, em qualquer console de comando ou remotamente através da RCTT.
- t) O tempo de descarregamento de um vídeo de 60 minutos de gravação de uma câmera do salão de passageiros não deve ser superior a 1 minuto.
- u) Deve haver uma senha de acesso ao gravador de imagens. Deve ser possível ao Metrô alterar esta senha quando necessário.
- v) Na ausência de comando, a gravação deve ser em função de movimentos nas imagens captadas pelas câmeras pelos detectores de presença, caso o trem permaneça energizado.

14.12.4 Caixa Preta

- a) Deve atender a norma internacional BS/GO/OTS 203 – Parte C ou IEEE 1482.1.
- b) As gravações na Caixa Preta devem ser realizadas em memórias de estado sólido.
- c) A capacidade de gravação da Caixa Preta deve permitir o armazenamento das últimas 2 horas de imagens de todas as câmeras com resolução máxima e no mínimo 15 quadros por segundo.
- d) Deve, também, gravar e registrar as comunicações efetuadas por meio do INT e do RAD. Os registros e gravações envolvem o áudio, a data, hora, minuto e segundos, identificação do emissor e do receptor além de outras informações pertinentes.

14.13 MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE DO SISTEMA

- a) Todos os sistemas fornecidos devem ser previamente aprovados e homologados para aplicação ferroviária, comprovados através de testes de homologação específicos e/ou certificados de testes emitidos por órgãos homologadores habilitados.
- b) Todas as conexões elétricas do SCT devem obedecer a uma padronização, com o intuito de facilitar a montagem, documentação e manutenção dos mesmos.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 254 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- c) Por ser de operação automática, com baixa intervenção do operador do trem, e por não existirem partes móveis, os equipamentos e módulos devem possuir um MTBF conforme norma MIL-HDBK-217. Para os equipamentos abaixo valem os seguintes MTBFs:
- Computadores e respectivos periféricos.....50.000 horas;
 - Switches de camada 3 e roteadores.....100.000 horas;
 - Demais Switches da rede do trem.....50.000 horas;
 - Demais equipamentos do SCT.....50.000 horas;
 - Monitores LCD.....50.000 horas.
- d) Nenhum módulo (fontes, baterias, interfaces, CPU, etc.), de qualquer equipamento do SCT, deve apresentar tempo médio para ocorrência de falha – MTTF menor que 10.000 horas e MTTR maior que 30 minutos.

14.14 CABEAMENTO NO TREM

- a) O cabeamento dos sistemas de comunicações no trem deve ser imune a interferências eletromagnéticas (EMI).
- b) O cabeamento deve utilizar cabos industriais, com baixa emissão de fumaça e livres de halogênio, com conectores de passagem entre carros com proteção IP67. A instalação deve obedecer aos parâmetros estipulados nas normas de cabeamento para aplicações ferroviárias.
- c) Os cabos utilizados na rede do SCT devem ser compatíveis com as características da rede a ser fornecida, obedecendo às normas ANSI/EIA/TIA 568-B1, 568-B2 e 568-B3, ou de qualidade comprovadamente superior.

14.15 REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS DA REDE DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

- a) A rede de comunicação de dados que integrará os sistemas de comunicações do trem - SCT deve ser dimensionada para atender todas as funcionalidades e desempenho dos sistemas embarcados e integrados com os sistemas em terra.
- b) A esta rede serão conectados os equipamentos do SCT e aos equipamentos embarcados da RCTT.
- c) A Rede de Comunicação de Dados deve ser composta, no mínimo, pelos seguintes equipamentos:
- Dois switches Core, camada 3 (modelo OSI), redundantes (1+1), empilhados, Gigabit ethernet (todas as portas), com capacidade de Backplane, banda e portas, suficientes para a conexão de todos os equipamentos previstos nesta CS, dos demais equipamentos propostos pela solução do Material rodante e reservas especificadas. Esses switches devem fazer o roteamento local de todos os sistemas usuários da rede de comunicação de dados e a ela conectados. Os switches core devem estar fisicamente e diretamente conectados aos firewalls, aos

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	255 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

switches de acesso e aos servidores usuários da rede de comunicação de dados. Os demais usuários devem ser atendidos por meio dos switches de acesso. Os switches core devem ser empilhados, ou seja, devem se comportar de forma lógica como se fosse um único equipamento.

- Dois Firewalls, redundantes (1+1), Gigabit ethernet (todas as portas), com capacidade de Backplane, banda e portas, suficientes para a conexão de todas as redes e equipamentos previstos nesta CS, dos demais equipamentos propostos pela solução do Material rodante e reservas especificadas. Os firewalls devem estar conectados aos switches core (ambos) da rede de comunicação de dados e às redes embarcadas que necessitem trocar informações com equipamentos conectados à rede de comunicação de dados. As configurações, regras e uso dos firewalls deverão ser definidos no plano de segurança a ser elaborado pela Contratada na fase do projeto executivo, de forma que todos os requisitos de segurança cibernética desta CS sejam atendidos para garantir a segurança dos sistemas embarcados.
 - Switches de acesso para a capilaridade dos sistemas usuários da rede de comunicação de dados. As características, dimensionamento e quantidades desses switches devem ser tal que atendam todos os equipamentos previstos nesta CS, os demais equipamentos propostos pela solução do Material rodante e reservas especificadas. Os switches de acesso devem ser conectados de forma Fullmesh aos switches core ou formando um anel, de forma a garantir uma alta disponibilidade e que em caso de falha em um equipamento da rede de comunicação de dados, todos os outros continuem em funcionamento e mantenham as comunicações dos usuários conectados.
- d) A rede de comunicação de dados deve estar conectada, por meio de firewalls, às outras redes ethernet do trem. Essa conexão deve permitir a comunicação entre equipamentos autorizados conectados em qualquer ponto dessas redes, inclusive os equipamentos em terra, por meio da rede de terra do Metrô e da RCTT.
- e) A rede de comunicação de dados deve atender aplicações de missão crítica, operando em ambientes agressivos, e possuir as seguintes características, em suplementação aos demais requisitos especificados neste documento:
- Todos os cabos, conectores, organizadores e acessórios padrão UTP utilizados na rede devem ser do tipo CAT6 ou superior, livres de halogênio, incluindo toda a infraestrutura de instalação dos pontos de rede.
- f) A infraestrutura da rede de comunicação de dados dos trens deve ser organizada de tal forma que tanto os trens, escopo deste fornecimento, quanto os futuros, possam vir a compor esta infraestrutura, de forma que cada trem seja independente entre si, ou seja, cada trem deve possuir um plano de endereçamento IP que respeite as seguintes condições mínimas:
- Cada trem deve possuir um segmento de endereços IP completo (uma sub-rede), suficiente para endereçar todos os equipamentos e subsistemas pertencentes a ele.
 - Cada subsistema, pertencente a um trem deve ter sua sub-rede IP própria e com capacidade para endereçar todos os elementos que devam se comunicar via rede

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 256 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

de dados IP. Essa sub-rede deve pertencer, necessariamente, ao espaço de endereços desse trem.

- As sub-redes de um trem devem ser organizadas de tal forma a permitir que as rotas para todos os subsistemas desse trem possam ser representadas por apenas uma rota para qualquer entidade conectada à rede do Metrô em terra, ou seja, é necessário que o endereçamento IP dos subsistemas de um trem permita a sumarização de rotas.
 - A comunicação terra-trem deve ser feita, exclusivamente pela RCTT, exceto para comunicações CBTC, sendo que o trem deve ser representado por uma única rota para a rede de terra do Metrô.
- g) Todas as redes, sub-redes e usuários pertencentes a infraestrutura da rede de comunicação de dados, devem poder ser acessadas por outros subsistemas pertencentes a outras infraestruturas de comunicação do Metrô. Para isso, todas as sub-redes pertencentes à rede de comunicação de dados devem poder ser representadas por uma única rota, ou seja, todas as rotas sumarizadas que representam os trens devem poder ser sumarizadas novamente de tal forma a permitir a comunicação de qualquer subsistema do Metrô com a infraestrutura da rede de comunicação de dados do trem.
- h) A rede de comunicação de dados operará com diversos tipos de fluxos de dados (vídeo, áudio, dados e interativos), cada qual com requisitos de operação próprios. Para cada subsistema devem ser especificados os tipos de fluxos e os requisitos mínimos de operação para tais fluxos, de acordo com as normas aplicáveis. A rede de comunicação de dados, portanto, deve prover tecnologias de qualidade de serviços (QoS) para tráfegos em redes IP e engenharia de tráfego.
- i) É escopo da rede de comunicação de dados a montagem da tabela de classificação dos fluxos de cada sistema usuário, bem como a implementação das configurações em todos os equipamentos da rede de comunicação de dados.
- j) É escopo da rede de comunicação de dados a elaboração do plano de endereçamento IP do respectivo trem, baseado nas premissas gerais das diretrizes de endereçamento IP da Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, conforme documento IP-9.89.XX.XX/5XX-001 - INSTRUÇÃO DE PROJETO PARA UTILIZAÇÃO DE ROTEAMENTO E ENDEREÇAMENTO IP NA COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. Por motivos de segurança da Informação este documento será fornecido na fase de projeto executivo.
- k) Os sistemas usuários da rede comunicação de dados devem ser organizados em VLANs e Subredes específicas de acordo com a sua classificação de fluxo. Dessa forma, deve haver subdivisões de endereços de rede para cada tipo de fluxo ou sistema usuário. Essas subdivisões sempre serão derivadas do endereço IP único do respectivo Trem e devem fazer parte do plano de endereçamento IP do Trem.
- l) Segurança e capacidade de qualidade de serviço:
- Funções de IPsec, VPN, para possibilitar a isolação de possíveis redes restritas e abertas, criptografia e outras funções que garantam a segurança das informações transportadas pela RCTT.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	257 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- Deve possuir gerenciamento de Classe de Serviço (CoS) e Qualidade de Serviço (QoS), de forma que garanta a prioridade estabelecida para cada sistema usuário da rede de comunicação de dados.
 - Prover tecnologias de qualidade de serviços (QoS) para tráfegos em redes IP e engenharia de tráfego. operar com diversos tipos de fluxos de dados (vídeo, áudio, dados e interativos), cada qual com requisitos de operação próprios. Para cada subsistema devem ser especificados os tipos de fluxos de dados e os requisitos mínimos de operação para tais fluxos, de acordo com as normas aplicáveis.
 - Deve ser capaz de classificar os fluxos, marcar o tráfego e encaminhá-lo de forma apropriada para a RCTT, respeitando os requisitos de QoS. Para isso, deve ser proposto pela Contratada as técnicas a serem utilizadas e tecnologias associadas para se ter a operação da infraestrutura adequada aos requisitos dos serviços dos sistemas usuários.
- m) Deve ser elaborado um plano de priorização para os diversos serviços dos sistemas usuários, na fase do projeto executivo, para que sejam estabelecidas as suas respectivas prioridades. Este plano deve ser submetido à aprovação do Metrô.
- n) Deve prover recursos para que cada serviço possa trabalhar em suas condições especificadas de forma independente, sem sofrer interferências dos demais serviços e sistemas usuários, para isso deve utilizar tecnologias de circuitos virtuais, oferecendo reserva de recursos e mecanismos de gerenciamento de tráfego.
- As tecnologias de circuitos virtuais devem ser baseadas nos protocolos abertos, MPLS e IP, sendo tratadas pelo termo Virtual Private Network (VPN).
 - A utilização de circuitos virtuais para cada serviço, sistema ou grupo de usuários deve ser detalhada no projeto executivo com a aprovação da Contratada.
- o) A banda disponível nas portas dos equipamentos da rede de comunicação de dados do trem que fizerem interface, direta ou indiretamente, com a RCTT deve ter capacidade mínima de transmissão de 1 Gbps, devendo ser necessariamente, maior ou igual a banda nominal de cada bridge da RCTT, de forma que não seja um gargalo nas comunicações entre terra e trem.
- p) Devem ser disponibilizadas portas, distribuídas nos switches e roteadores, em número suficiente para que sejam atendidas as necessidades de comunicação de todos os sistemas usuários da Rede de Comunicação de Dados, citados nesta especificação.
- q) Reservas de portas de comunicação nos switches e roteadores:
- Para qualquer equipamento de comunicação da Rede de Comunicação de Dados (switches e roteadores), o número de portas utilizadas, num mesmo equipamento, pelos sistemas usuários e para interconexões com outros equipamentos de comunicação da Rede de Comunicação de Dados, deve ser de, no máximo, 80% da capacidade total de portas do respectivo equipamento, ou seja, considerando o número total de portas utilizadas, num mesmo equipamento, igual a 'Z', o número total de portas disponíveis neste equipamento, deve seguir a seguinte fórmula: [$N^{\circ}_{TOT_portas_disponíveis_no_Equipamento} \geq Z / 0,8$].

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 258 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- A diferença entre o número total de portas disponíveis no respectivo equipamento e o número de portas utilizadas, será considerada como reserva, sendo que o tipo e a capacidade de transmissão dessas portas devem ser do mesmo tipo e capacidade, em números proporcionais, das utilizadas para o atendimento aos usuários e interconexões com outros equipamentos de comunicação da Rede de Comunicação de Dados e o respectivo equipamento.
 - As portas reservas devem estar prontas para receber futuros sistemas usuários ou interconexões com outros equipamentos de comunicação e com os respectivos módulos de interfaces de comunicação já instalados, de acordo com a capacidade e tipo de cada porta.
 - Para fins de arredondamento, em qualquer equipamento da Rede de Comunicação de Dados, o número de portas deve ser arredondado para o número inteiro imediatamente superior ao calculado.
- r) Os switches de camada 3 (conforme modelo OSI) e os roteadores devem ser sempre redundantes (1+1) e executar roteamento local. Estes equipamentos devem ser capazes de lidar com parâmetros de qualidade de serviços, segurança para proteção dos servidores locais e segurança da informação para os subsistemas usuários do trem (Sistemas embarcados e SCT).
- s) Requisitos técnicos específicos dos switches core
- Padrão Gigabit Ethernet ou superior;
 - Empilháveis, com cabos de empilhamento inclusos.
 - Capacidade de comutação de pacotes na camada 3 do modelo OSI, operando pelo menos com protocolo IP;
 - Possuir plena capacidade de comutação de pacotes com todas as portas trafegando em seu limite de banda especificada.
 - Suporte ao padrão RMON (Remote Monitoring), com os grupos de serviço RMON1 (statistics), RMON2 (history), RMON3 (alarm) e RMON9 (event).
 - Capacidade de lidar com parâmetros de qualidade de serviços (QoS) e segurança.
 - Mecanismo e protocolos de reserva de banda, DiffServ, compatível com os protocolos de VoIP.
 - Capacidade de roteamento de no mínimo 64 sub-redes.
 - Capacidade de roteamento estático e dinâmico, utilizando protocolos padrões, ou seja, RFC aprovada pelo IETF ou norma IEEE.
 - Capacidade de implementação de VLANs em todas as portas.
 - Gerenciável: Gerenciamento Centralizado de Redes interface de linha de comando; Interface Web; Gerenciador de SNMP; IEEE 802.3 Ethernet MIB, gerenciamento fora de banda (RS-232C serial ou USB);
- t) A Rede de Comunicação de Dados deve atender os seguintes requisitos de segurança de dados:

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	259 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- as informações que irão trafegar pela rede são sigilosas, portanto, o sistema deve possuir mecanismos de segurança, nas camadas: física, enlace de dados, rede e transporte, que impeçam ou reduzam ao máximo permitido pela tecnologia atual, a probabilidade de ataques, visando a observação, a revelação ou a modificação destas informações, bem como a redução do desempenho do sistema.
- Os mecanismos de segurança devem incluir:
 1. Port Security em todas as portas de todos os switches.
 2. Todas as portas não utilizadas de todos os switches e firewalls devem estar desabilitadas.
 3. Criptografia;
 4. Autenticação entre nós para formação de redes: IPSec;
 5. Controle do roteamento das mensagens;
 6. Formação de redes privadas: VPN;
 7. Lista de Controle de Acessos;
 8. Registro de acesso aos programas servidores.
- u) Deve ser elaborado um plano de segurança, na fase do projeto executivo, para a definição de como serão utilizados os mecanismos de segurança. Este plano deve ser submetido à aprovação do Metrô;
- v) A rede de comunicação de dados deve conter mecanismos de segurança da informação que bloqueiem tráfegos (em qualquer parte da rede) não autorizados e que não pertençam aos subsistemas designados pelo Metrô e que garantam a autenticidade dos subsistemas e de seus usuários. Estes mecanismos devem garantir também a confidencialidade dos fluxos de dados que forem classificados como sensíveis pelo Metrô.
- w) Mesmo com a aplicação dos mecanismos de segurança necessários, devem ser mantidos todos os requisitos de desempenho especificados nesta CS.

14.15.1 Requisitos de Gerenciamento

- a) A rede de comunicação de dados deve, por meio do protocolo SNMP versões 2c e 3, fornecer recursos, condições e permitir o gerenciamento de seus equipamentos, rede física e lógica pelos servidores e sistemas de gerência do Metrô, conectados à RTD e a rede sem fio de terra.
- b) Os equipamentos da rede de comunicação de dados devem suportar o padrão RMON (Remote Monitoring), com os grupos de serviço RMON1 (statistics), RMON2 (history), RMON3 (alarm) e RMON9 (event).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 260 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
---	--

14.16 REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE

14.16.1 Gerais

- Os sistemas de comunicações do trem - SCT devem interagir entre si por meio da rede do trem, com protocolos TCP/IP em sua versão mais recente. Caso algum sistema não possua esta interface, cabe à Contratada fornecer as soluções adequadas para garantir a perfeita interoperabilidade entre os sistemas. Não será permitida a utilização de protocolos proprietários na interação entre sistemas diferentes.
- A comunicação entre o SCT e os sistemas das estações, vias, pátios e centros de controle deve ser feita via RCTT.

14.16.2 Padrões de Interface

- As interfaces de comunicação devem estar de acordo com os padrões e normas estabelecidas pelos órgãos normatizadores citados neste documento. As interfaces com a rede do trem devem operar no protocolo padrão TCP/IP tendo velocidade compatível para atender as funcionalidades especificadas neste documento.
- A Contratada, durante a consolidação do projeto, deve detalhar e submeter à aprovação do Metrô, todos os tipos de interfaces utilizadas.
- As interfaces de comunicação devem atender os requisitos funcionais, de segurança, de disponibilidade, de confiabilidade, conectividade e demais requisitos especificados neste documento.
- As interfaces de comunicação devem possuir isolamento elétrica, proteção contra transitórios, ruídos, interferência eletromagnética e proteção contra operação indevida, atendendo os requisitos especificados neste documento.
- As interfaces devem ser concebidas utilizando-se um dos padrões a seguir:
 - Fast-Ethernet de acordo com a norma IEEE-802-3 ou superior;
 - Padrão serial USB de acordo com a norma IEEE-1394 e ISO/IEC 8802-3;
 - Ópticas, conforme recomendações da ITU e NBR;
 - Sem fio de acordo com a norma IEEE-802.11G e IEEE-802.11N.
- O detalhamento das interfaces deve conter o seguinte:
 - Inter-relação funcional das características físicas e lógicas;
 - Todas as interfaces físicas, lógicas e elétricas previstas;
 - Formatos e conteúdo das mensagens da aplicação e base de dados e,
 - Parâmetros de desempenho (tempo de resposta, taxa de erros, percentual médio de bytes transmitidos etc.).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 261 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

14.16.3 Sincronismo horário

Os equipamentos do SCT devem ser sincronizados com a base horária utilizada na companhia, disponibilizada pelo sistema CBTC, por meio do protocolo NTP.

14.16.4 Requisitos Gerais das Interfaces de Comando

- É de responsabilidade da Contratada, o projeto e a implantação de todos os materiais, equipamentos, softwares, mão-de-obra e serviços para a perfeita operacionalidade entre os sistemas de comunicações do trem e os sistemas de interface, de forma a atender plenamente todas as funcionalidades descritas nas suas respectivas concepções de sistemas.
- A Contratada deve fornecer equipamentos que efetue e compatibilize a interligação entre as diversas redes de comunicação embarcadas com a RCTT, concentrando todas as necessidades de comunicação de voz, dados e imagens dos sistemas do trem.
- Os comandos do SCT devem estar concentrados em terminais de computador que utilizarão Interfaces Homem x Máquina (IHM).
- Os sistemas de comunicações do trem devem ser operados por navegadores de internet (Internet Browser). O desenvolvimento, adaptação e implantação dessas interfaces de responsabilidade da Contratada.
- A interação entre sistemas não pressupõe, necessariamente, a existência de interligação física entre eles.
- Os operadores devem comandar todas as funções tais como seleção, comandos, liga/desliga, controles, monitoração, etc. dos sistemas IHM, assim sendo, o tratamento lógico dos comandos, a execução das funções e a apresentação das sinalizações devem ser parte integrante do SCT e do fornecimento. A IHM deve ser composta de monitores de vídeo, teclas de comandos, indicadores luminosos, displays, microfone, alto-falantes entre outros dispositivos necessários a operação de todos os sistemas embarcados.
- Por meio desta IHM também deve ser possível:
 - Monitoração de imagens das câmeras de plataforma da próxima estação além da monitoração das câmeras embarcadas.
 - Visualização de todas as informações descritas para o pleno funcionamento do subsistema RAD.

14.16.5 Interface de gerenciamento remoto

O SCT deve possuir interface para possibilitar gerenciamento, operação e manutenção remota, tais como diagnóstico remoto, isolamento de falhas, reinicialização do sistema, carregamento remoto de aplicativos, entre outros. Faz parte do fornecimento as licenças de uso, aplicativos, drivers de comunicação ou conversores de protocolos necessários para este gerenciamento remoto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 262 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

14.16.6 Interface de Comunicação de Rede e Serial USB

- a) Além da interface de gerenciamento remoto, o SCT deve prever portas de comunicação de rede e serial USB que servirão para transferência de dados, utilizando dispositivo de teste ou sistema que venha a ser ligado à mesma. Para os casos acima, alguns dos dados a serem tratados são:
- Posição do trem na via comercial, fornecido pelo sistema CBTC;
 - Destino;
 - Próxima estação;
 - Sentido de movimento do trem;
 - Parada Programada;
 - Sinais de portas;
 - Console Líder;
 - Solicitação de prioridade para emissão de PA pelo operador do trem;
 - Informações de diagnósticos do sistema;
 - Leitura das mensagens audiovisuais do sistema;
 - Transferência de arquivos do tipo: mensagens pré-gravadas, mensagens áudio visuais, programação da emissão de mensagens, ajustes no relógio e no calendário do sistema;
 - Selecionar e comandar a emissão de mensagens audiovisuais pré-gravadas, de forma prioritária.
 - Tanto o dispositivo de gerenciamento remoto quanto o dispositivo de teste destinado à manutenção do sistema, quando conectado ao SCT deve, além das funções descritas acima, ser capaz de executar as seguintes rotinas de teste:
 - Comandar a emissão de qualquer mensagem armazenada no sistema;
 - Monitorar, com a possibilidade de audição e visualização, todas as mensagens audiovisuais armazenadas;
 - Monitorar todos os sinais de interface do sistema;
 - Atualizar o relógio e o calendário do sistema.
 - Monitorar os sinais emitidos pelo CBTC;
 - Comandar rotinas de autodiagnóstico e monitorar os seus resultados.
- b) Deve ser possível executar estes tópicos a partir de qualquer interface interna ou externa ao trem, mesmo que o trem esteja em operação normal e sem interferir nesta.
- c) Faz parte deste fornecimento o software responsável pelas funções descritas acima e o dispositivo de teste.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 263 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) Todas as funções descritas devem ser possíveis por meio da rede do trem, localmente a partir de dispositivos de teste e, remotamente a partir dos centros de controle, estações ou pátios, por meio da RCTT

14.17 ENSAIOS E TESTES

- a) Todos os equipamentos devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma EN-50155, que são:
- Funcional;
 - De transitórios;
 - Vibração e choques;
 - Elevação de temperatura (calor seco e úmido);
 - Surtos de tensão;
 - Tensão suportável;
 - Distorção de harmônicos de sinal;
 - Medições de relação sinal/ruído;
 - Níveis de emissão de ruídos eletromagnéticos;
- b) Os testes de tipo devem estar de acordo com as normas NBR-5390, MIL STD 810E, MIL STD 901D, NBR 10085, ABNT NBR IEC 60529.
- c) Os testes de tipo devem ser aplicados pela Contratada, em suas dependências e na presença de um representante do Metrô.
- d) Os equipamentos protótipos devem atender aos requisitos funcionais e técnicos e, estas características devem ser mantidas para os equipamentos de série.
- e) A condição fundamental para a fabricação dos equipamentos de série é a aceitação dos testes de tipo, por parte do Metrô.
- f) A reprovação de qualquer equipamento de série, escolhido pelo Metrô, implica na reprovação dos equipamentos aceitos até então.
- g) As limitações quanto à aplicação dos procedimentos de testes devem ser submetidas à avaliação do Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	264 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

15. MONITORAÇÃO DE FALHAS/DIAGNÓSTICO (TCMS)

- O sistema de monitoração de falhas e diagnósticos do trem deve monitorar e registrar as falhas, e armazenar os eventos dos principais equipamentos e sistemas do trem para auxiliar nos processos da operação e manutenção.
- O sistema deve ser constituído por um conjunto de módulos interligados por uma rede redundante de comunicação de dados de alta capacidade, segundo padrão MVB, com protocolo aberto, conforme prescrito na norma IEC 61375.
- Os equipamentos controladores da rede e acessórios devem ser adequadamente dimensionados, com as redundâncias necessárias, de forma a atender ao requisito de disponibilidade descritas no item 1.10.17 (i).
- O sistema deve ser capaz de realizar a monitoração do trem através do analisador de rede descrito no item 1.10.13.1. Deve ser fornecido o software que permita realizar a análise dos dados coletados através do analisador.
- A Contratada deve apresentar, na proposta, uma descrição funcional detalhada, características técnicas da rede (arquitetura, taxa de transmissão, taxa de erro, os MTBF e MTBO, etc.) do sistema a ser fornecido.

15.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

- O sistema TCMS deve ser constituído dos seguintes equipamentos:
 - Módulos de controle geral;
 - Interface homem-máquina (IHM);
 - Módulos de controle locais;
 - Meio físico de transmissão de dados.
- O módulo de controle geral deve ser instalado nos carros de extremidade e conectado à rede de comunicação de dados para gerenciar o funcionamento do sistema e controlar os dispositivos da interface IHM.
- O módulo de controle geral do carro líder deve gerenciar a rede nas condições normais de funcionamento do sistema. No caso de falha do módulo, o gerenciamento deve automaticamente passar para o módulo do carro de extremidade oposta e sinalizar falha no monitor.
- O módulo de controle geral deve também gerenciar o funcionamento da rede redundante de comunicação de dados e fazer a comutação automática de uma para outra e sinalizar no console de condução no caso de falha.
- Os estados operativos dos principais equipamentos do trem, indicação de falhas e mensagens de anomalias devem ser apresentadas nas telas do TCMS no console de condução.
- A tela do monitor será do tipo “touchscreen”, a qual permitirá o comando das diferentes telas a serem apresentadas ao operador. Os tempos de respostas nas mudanças das diferentes

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	265 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

telas ou para o anúncio de falha dos diversos equipamentos do trem, deve ser o menor possível, inferior a 1 segundo.

- g) A condição de equipamentos desligados deve ser sinalizada como inoperantes e identificando o dispositivo que o desligou, como por exemplo, disjuntores, chaves de alimentação, etc.
- h) Os módulos de controle local devem ser conectados à rede de comunicação e programados para coletar os dados dos equipamentos e sistemas dos carros através das entradas digitais e seriais através de portas de interface USB.
- i) As entradas digitais devem ter circuitos de interface para compatibilizar os sinais provenientes dos equipamentos. Os circuitos de interface devem proporcionar isolamento galvânica entre o módulo local e os sinais dos equipamentos.
- j) O meio físico de comunicação de dados entre os diversos módulos deve ser feito de forma duplicada.
- k) No painel frontal do módulo dos carros de extremidade deve estar disponível um ponto de conector padrão que possibilite a pesquisa de defeitos, a monitoração e transferência dos registros armazenados para dispositivo tipo notebook (PC). O protocolo de comunicação para dispositivos externos (notebook) de leitura ou pesquisa da manutenção deve ser de uma interface serial USB ou Ethernet.
- l) Os protocolos de comunicação da rede devem ser padrão aberto (não proprietários) e uso comprovado para aplicações ferroviárias, conforme norma IEC 61375.
- m) O "software" de controle da rede deve ser responsável pelo gerenciamento da rede e pelo fluxo das informações entre os módulos. A documentação e os programas de "software" da rede e do "software" aplicativo e suas licenças de uso devem ser fornecidos.
- n) Deve ser disponibilizada uma interface adequada para conexão do sistema de rádio banda larga para acesso remoto (wireless) dos diagnósticos das falhas dos equipamentos do trem para envio ao sistema SAM (Sistema de Apoio a Manutenção), item 15.10.
- o) O sistema de rádio banda-larga (RCTT) descrito acima para transmissão dos dados trem - terra faz parte deste escopo de fornecimento (item **Error! Reference source not found.**). Durante a fase de projeto do trem serão definidos detalhes técnicos desta interface.

15.2 MÓDULO DE CONTROLE GERAL

As principais funções do módulo de comando e controle do console são:

- a) Monitorar e transmitir os sinais de comando do trem, determinado pelo posicionamento das alavancas de comando, existentes no console;
- b) Monitorar os eventos operacionais, tais como o fechamento e abertura de portas, pressões nos encanamentos, tensão de linha, velocidade, sinais dos indicadores de falhas, etc.;
- c) Monitorar os comandos das botoeiras e chaves da console;
- d) Receber informações, de interesse para a operação, dos demais módulos e enviá-las para o console e vice-versa, verificando a consistência das informações;
- e) Indicar os registros de falhas e eventos, sinalizando inclusive falhas próprias;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 266 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) Interface com o monitor de falhas, sinalizando falhas, apresentando diagnósticos a nível de operação e apontando anormalidades no funcionamento dos diversos equipamentos ou sistemas do trem com as funções solicitadas;
- g) Armazenar os dados de eventos de operação, tais como: velocidades, acelerações, modo operacional, comandos e estados das portas e demais grandezas a serem detalhadas e acordadas durante o desenvolvimento do projeto.
- h) Desligar a iluminação principal do salão de passageiro de todos os carros e todos os equipamentos de ar condicionado do trem, mantendo a ventilação ligada em todos os carros, quando o trem permanecer estacionado, sem comando, por um tempo maior que 15 minutos. Deve ser possível reajustar este tempo, a nível da manutenção do Metrô.
- i) Deve ser possível comandar a isolação desta função descrita anteriormente. Assim deve manter tanto a iluminação quanto os equipamentos de ar condicionado ligados, independentemente da existência de comando no trem.
- j) Sincronizar os equipamentos com os quais faz interface, atualizando os parâmetros de data/hora. Esses parâmetros serão fornecidos pelo sistema CBTC.
- k) Gerenciar o fluxo de informações na rede MVB de forma a atender a distribuição dos dados para os vários sistemas do trem, no tempo e prioridade necessária.
- l) Realizar funções de auto diagnóstico, sinalizando falhas próprias.
- m) Com o trem em operação, a varredura nos sinais para armazenamento deve ser de no máximo 1s.
- n) As informações armazenadas devem estar associadas com os parâmetros de data e hora disponíveis para leitura pela rede Ethernet, sendo possível a transferência de dados remotamente.
- o) Os sinais armazenados devem ser memorizados mesmo que o suprimento de energia seja interrompido.

15.3 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA (IHM)

- a) As informações na IHM relativas a falhas e diagnósticos de equipamentos do trem devem ser apresentadas em telas selecionadas pelo operador de maneira rápida e fácil através de menus.
- b) Os "menus" devem possibilitar, pelo menos, as seguintes opções:
 - Matriz de falhas;
 - Sinótico do trem;
 - Status das portas, janelas dos salões de passageiros e principais equipamentos;
 - Falhas detalhadas, por equipamentos;
 - Alarmes em geral (fogo, manípulo de emergência, etc.)
 - Isolação de dispositivos nos carros;
 - Outras opções a serem detalhadas no projeto.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 267 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- c) As informações relativas às falhas devem ser apresentadas no monitor por uma matriz (Número do Carro X Nome dos Equipamentos), permitindo uma visualização conjunta de todos os equipamentos com falhas no trem.
- d) Por meio da opção "Falhas Detalhadas por Equipamento", devem ser possíveis apresentar, no monitor, o diagnóstico de falha armazenado nos equipamentos que possuem autodiagnóstico (tração, freio, inversor, etc.).
- e) Deve ser possível a edição da lista de mensagens apresentadas na IHM pelo Contratante. Para cada evento registrado deve haver a possibilidade de ajustes nas configurações de exibição ao operador ou somente a manutenção, configuração de falhas como "pop-up e ajustes nos textos mostrados na tela ao operador.
- f) As falhas dos equipamentos devem ser classificadas conforme sua gravidade e nível de visualização pelo operador ou manutenção (exemplos, avarias, anomalias, falhas de manutenção, etc.), a serem definidas com a Contratante durante o projeto,
- g) Por meio da opção "Teste de Indicadores", deve ser possível verificar o funcionamento dos indicadores do trem.
- h) As configurações das telas das IHMs devem ser apresentadas ao Metrô para aprovação durante o desenvolvimento do projeto.

15.4 MÓDULOS LOCAIS

- a) Os módulos locais devem ser a parte do sistema de monitoração do trem, responsáveis pela interface de comunicação entre os equipamentos do trem e o meio físico.
- b) Os circuitos de transmissão e recepção das informações com o meio físico devem ser duplicados.
- c) Em cada carro poderá existir um ou mais módulos locais para monitorar ou comandar, principalmente os equipamentos, a saber:
 - Equipamentos auxiliares (portas, compressor, extintor de incêndio, detector de fumaça, freio de estacionamento, detector de descarrilamento, indicador de destino, lubrificador de friso de roda, sistema de monitoramento e medição de via, registrador de eventos, simulador de falhas operacionais, etc.);
 - Sistema de comunicação e CFTV;
 - Equipamento CBTC;
- d) Os seguintes equipamentos estarão conectados diretamente com o meio físico:
 - Equipamento de comando de tração e frenagem elétrica;
 - Equipamento de comando do freio de atrito, anti-deslizamento e anti-patinagem;
 - Inversor auxiliar;
 - Ar refrigerado do salão;
 - Registrador de eventos;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 268 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- Sistema de Portas.

15.5 MEIO FÍSICO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS

- O meio físico será o elemento da rede responsável pela transmissão e recepção de dados entre os diversos módulos e os equipamentos do trem.
- Os dados e informações devem circular no meio físico, agregados em pacotes, denominado protocolo, que são implementados pela rede.
- O meio físico deve ser constituído por pares trançados e blindados ou cabos de fibra óptica, com comprimento aproximado de 200 m, ligados por conectores nas passagens entre carros.
- As interfaces de rede também devem ser concebidas, de forma a não haver interrupção da continuidade da rede, mesmo em caso de falha do equipamento ou falta de tensão de alimentação.

15.6 SINAIS PROCESSADOS PELO SISTEMA

Os principais sinais de monitoração dos equipamentos do trem são:

15.6.1 Console do Trem (Modalidade Manual)

- Leitura do posicionamento das alavancas;
- Leitura das botoeiras e chaves operacionais;
- Energização dos anunciadores (IHMs);
- Sinalização das falhas

15.6.2 Sistema de Tração e Frenagem Elétrica

- Transmissão do comando dos níveis de tração e frenagem e modo socorro;
- Transmissão do comando do sentido de marcha;
- Transmissão do comando de isolamento do freio elétrico em cada carro;
- Monitoração de falhas;
- Diagnóstico de falhas.

15.6.3 Equipamento de Comando de Freio de Atrito e Antideslizamento

- Transmissão do comando dos níveis de frenagem;
- Monitoração de isolações no sistema de freio;
- Leitura de pressões nos cilindros de freio, suspensão e reservatórios;
- Monitoração de atuação de válvulas e de leitura de sensores de velocidade;
- Monitoração de falhas;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 269 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- Diagnósticos de falhas.

15.6.4 Sistema de Portas

- Comando e monitoração de abertura e fechamento de portas;
- Monitoração da sinalização de portas (fechadas/travadas, abertas e isoladas);
- Supervisão da atuação manípulo de emergência de portas;
- Monitoração de isolamento de portas;
- Monitoração de falhas com identificação do carro e da porta;
- Monitoramento do tempo de abertura e fechamento individual das portas.

15.6.5 Equipamento CBTC

- Comando de portas;
 - Monitoração de intertravamento operacionais;
 - Monitoração do console;
 - Monitoração de falhas;
 - Diagnóstico de falhas do CBTC;
 - Sinalização de trem preparado para operação comercial.
- a) Deve ser previsto o envio de diagnósticos e sinais dos sistemas do trem, via sistema TCMS, para o equipamento CBTC, referentes principalmente aos sistemas essenciais a operação do trem, tais como:
- Propulsão, Portas, Freio de Atrito, Ar condicionado, Detector de Descarrilamento, Inversores auxiliares, Detecção de Fumaça e Extinção de Incêndio, Sistema de Ar Comprimido e Sistema de Comunicação do Trem, e outros sistemas que se julgar necessário a ser discutido com a Contratante durante a fase de projeto executivo dos trens.
- b) Os diagnósticos, variáveis de controles e valores dos sensores dos sistemas não essenciais à operação devem ser disponibilizados ao Sistema de Apoio à Manutenção (item 15.10) via rede MVB.
- c) O sistema de controle de trem deve executar a lógica de auto diagnostico para informar ao CCO, pelo CBTC, que está apto e preparado para iniciar a operação comercial, após reinicialização do sistema ou retornar de funções de standby. As variáveis e situações a serem consideradas para a funcionalidade deve ser tratada durante projeto executivo.

15.6.6 Equipamento de Comando do Sistema Auxiliar

Os equipamentos auxiliares que possuem interfaces para monitoração de falhas e diagnósticos são:

- Suprimento de Ar comprimido;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 270 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

- Ar refrigerado do salão;
- Inversor para auxiliares (CA e CC);
- Comunicação;
- Freio de estacionamento;
- Indicador de Destino;
- Extintor de incêndio (retirada do extintor do alojamento).
- Detector de descarrilamento (atuação do sistema, comando de isolamento do sistema em cada carro, falhas dos dispositivos que integram o sistema);
- Sistema de combate a incêndio;
- Lubrificador do friso de rodas;
- Registrador de Eventos;
- Sistema de monitoramento e medição de via.

15.6.7 Indicador de Destino

- a) Indicar no mostrador do equipamento, instalado na parte frontal do trem, o destino enviado pelo equipamento CBTC.
- b) Outros sistemas a serem acordados durante a fase de projeto executivo do trem.

15.6.8 Equipamento de Rádio Banda Larga e CBTC

- a) Deve ser disponibilizado para a RCTT e CBTC, pelos sistemas de diagnósticos do trem, os diagnósticos de falhas dos equipamentos do trem.
- b) Os sinais descritos em cada sistema, conectado ao sistema TCMS, e outros sinais devem ser definido na fase de projeto.
- c) Exemplos dos sinais que devem ser disponibilizados: detector de descarrilamento, detecção de escorregamento, peso dos carros, quilometragem acumulada do trem, freio elétrico desenvolvido pelos carros, potência consumida pelo trem, etc.

15.7 FUNÇÃO STANDBY

- a) O sistema TCMS deve comandar a função Standby com o objetivo de proporcionar economia de energia através do desligamento de alguns equipamentos, quando o trem se encontrar ligado, sem console selecionado (sem console líder ou trem sem comando do CBTC), por um período maior com tempo ajustável ou comandada pelo CBTC através de comando via MVB.
- b) Nessas condições o sistema TCMS deve:
 - Desligar o sistema de iluminação principal do salão de passageiros, permanecendo acesas as luzes de emergência;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	271 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Configurar a temperatura de ajuste do ar condicionado (Ta) do controle do ar condicionado para 25°C (ajustado pela manutenção);
 - Desligar os displays multimídia TFT, mapas de linha e painéis de comunicação visual.
- c) Os sistemas de iluminação e refrigeração devem voltar ao seu estado normal de funcionamento após a seleção de uma dos consoles como líder ou ativação pelo CBTC para comando do trem.
- d) O tempo para ativação da função Standby deve possuir ajuste entre 5 a 15 minutos. Esse ajuste poderá ser feito apenas pela manutenção do Metrô, utilizando o software de manutenção do TCMS ou pela tela de parâmetros do sistema TCMS.

15.8 ENSAIOS

- a) O Sistema de Monitoração de Falhas e Diagnósticos deve atender as condições descritas nos respectivos itens e na norma NBR-8365 ou EN 50155.
- b) A transmissão e recepção dos sinais digitais devem atender as condições da norma IEC 61375-2 e de outras Normas ASNI, ISO, EIA, IEEE e MIL aplicáveis.

15.9 EQUIPAMENTO DE TESTES

- a) Os diversos sistemas do trem devem possuir softwares de análises que permitam que os eventos gerados pelo sistema TCMS sejam coletados e possam ser transportados e analisados em microcomputadores.
- b) Deve ser possível a execução do software de coleta de dados através de “scripts” ou APIs.
- c) Estes softwares devem permitir o compartilhamento dos dados coletados e analisados a outros equipamentos ou a bancos de dados externos.

15.10 SISTEMA DE APOIO A MANUTENÇÃO (SAM)

- a) A Contratada deve fornecer e instalar um computador embarcado por trem.
- b) O computador deve possuir interface, de forma segura e se possível por meio de firewall, com as diferentes redes de comunicação do trem Ethernet, MVB e RCTT.
- c) O computador embarcado deve possuir operação sem ventoinha (*fanless*), atender as normas EN50155 e EN50121, ser alimentado pela tensão de corrente contínua originada da bateria.
- d) O computador deve possuir as seguintes características mínimas:
- CPU com pelo menos 2 núcleos (core) e 4 segmentos (threads) com frequência superior a 2.8GHz, sendo necessário que o valor “Segmentos” x “Frequência base” seja de pelo menos 11,2 Ghz.
 - Memória Mínimo de 16 GB - DDR4 1600/1866 MHz;
 - Armazenamento SSD de 1 Tb em mSATA/M.2 e duas baias disponíveis de expansão 2.5" SATA removíveis.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	272 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Dois controladores de rede Ethernet, tipo LAN 10/100/1000 Mbps;
 - Sistema Operacional: Windows 10 Pro – 64 bits ou mais recente;
 - Possibilidade de operação em máquinas virtuais;
 - Interface MVB passiva;
 - Saída de vídeo;
- e) O sistema de apoio a manutenção (SAM) coleta, armazena e realiza tratamento de dados, variáveis e informações de todos os sistemas do trem diretamente das redes embarcadas Ethernet e MVB.
- f) Deve ser possível a criação, edição e configuração de lógicas aplicadas ao tratamento dos dados.
- g) As lógicas devem ser configuráveis e editáveis pelo Metrô utilizando-se as variáveis internas do trem.
- h) Deve ser possível a execução de diferentes máquinas virtuais no computador.
- i) O sistema deve ser capaz de realizar a monitoração do trem através do analisador de rede descrito no item 1.10.13.1. Deve ser fornecido o software que permita realizar a análise dos dados coletados através do analisador.
- j) Deve ser possível conectar-se a este computador através da RCTT e do CBTC.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 273 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
--	--

16. REGISTRADOR DE EVENTOS OPERACIONAIS

- O sistema implementado deve fazer registro de eventos da composição, mantendo os dados dos sinais e registro de data e horário dos eventos registrados em memória redundante.
- A leitura dos registros de eventos armazenados e a leitura, em tempo real dos sinais monitorados, também devem ser possíveis, tanto através de notebook conectado ao registrador, como através de monitoração remota do mesmo, mediante comunicação com a rede MVB do trem, rede de comunicação de dados e com a RCTT.
- O Registrador de Eventos e seus componentes não devem interferir, em hipótese alguma, com sinais ou equipamentos instalados no trem.
- Deve ser ligado diretamente à bateria do trem e seu funcionamento não deve depender da chave de energização geral do trem.

16.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

Em cada trem devem ser instalados dois conjuntos de equipamentos, um em cada cabeceira do trem, sendo cada conjunto composto por:

- Um módulo registrador com memória redundante que coletará e armazenará os dados dos eventos, com relógio e calendário;
- Um módulo para conexão com a rede MVB para: coleta de dados, recepção de comandos e transmissão de dados;
- Interface de sinais digitais e analógicos
- Sensor de tacômetro para coleta da informação da distância percorrida, determinação da velocidade real, e determinação do sentido de movimento do trem e aceleração observada;
- Uma memória removível que terá os mesmos dados da memória interna do módulo registrador, contendo todos os dados armazenados. Esta memória poderá ser removida do trem e lida por equipamento em oficina sendo que obrigatoriamente a integridade dos dados seja mantida mesmo sem a alimentação.
- Módulo de display e teclado (ajuste de variáveis)
- Para manutenção deve ser fornecido software dedicado que fará a leitura e interpretação dos dados coletados do registrador de eventos.

16.2 DESCRIÇÃO FUNCIONAL

- Em cada console da composição deve ser instalado um registrador de eventos.
- O registrador de eventos de cada console deve possuir a mesma base horária dos equipamentos da via e do trem, fornecido pelo sistema CBTC via rede MVB.
- Cada registrador deve coletar as informações de comando e da forma operacional que o trem está sendo conduzido.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 274 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- d) O registrador deve coletar diretamente do trem, onde cada sinal teve origem, com exceção dos sinais indicados para serem coletados no sistema TCMS.
- e) Os registradores de eventos do trem devem ser alimentados diretamente pela tensão de bateria do trem.
- f) Devem ser registradas, no mínimo, as seguintes informações:
1. Data e horário;
 2. Sinais de liderança;
 3. Modalidade de operação do trem (AM, MCS, RM, Manual, Modo Socorro);
 4. Console Líder (carro A1 ou A2);
 5. Comandos para o sistema de portas do operador (lado de atuação e comando de abertura ou fechamento) e CBTC (abertura e fechamento);
 6. Sinal de acionamento de porta de saída de emergência (por carro);
 7. Sinalização do estado das portas (abertas, fechadas, isoladas, derivadas);
 8. Habilitação de abertura direito e esquerdo do sistema de portas
 9. Habilitação de fechamento direito e esquerdo do sistema de portas
 10. Laço de portas fechadas
 11. Laço de portas travadas
 12. Sinais de comando de derivação do sistema de portas para permitir que o trem ande com uma ou mais portas abertas;
 13. Chaves de serviço acionadas por carro;
 14. Velocidade real do trem (tacômetro 1 e 2);
 15. Sinal de dv/dt (sinal de aceleração obtido pela variação da velocidade real no tempo);
 16. Sentido de movimento do trem (frente ou ré);
 17. Velocidade Máxima permitida dada pelo sistema CBTC via rede MVB;
 18. Posição do trem na via dada pelo sistema CBTC via rede MVB;
 19. Código de estação pelo sistema CBTC;
 20. Quilometragem acumulada (Odômetro);
 21. Pressão do encanamento principal do sistema de suprimento de ar;
 22. Pressão no cilindro de freio de cada carro;
 23. Manípulo de Tração;
 24. Manípulo em Coasting;
 25. Manípulo em Freio Máximo;
 26. Manípulo em Freio de Emergência;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 275 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

27. Sinal Analógico do Manípulo;
28. Sinal Analógico CBTC;
29. Comando CBTC Tração/Freio;
30. Nível de tração e freio requisitado pelo operador ou pelo sistema de sinalização CBTC medido no Trainline de controle de aceleração;
31. Nível de controle de aceleração;
32. Esforço de tração/frenagem aplicado ao trem;
33. Freio falha remoção em cada carro;
34. Freio falha aplicação em cada carro;
35. Tensão de linha;
36. Tensão das baterias do trem;
37. Nível de carregamento e peso de cada carro;
38. Tipo de freio aplicado (freio de serviço, 1º nível de emergência ou emergência);
39. Sinais de comando de isolamento de freio de serviço com identificação do carro e origem do comando de isolamento;
40. Freio de serviço isolado por carro;
41. Sinais de comando de isolamento de freio de emergência com identificação do carro;
42. Motivo de aplicação do freio de emergência;
43. Freio de emergência por carro;
44. Homem morto;
45. Aplicação do botão de emergência dos consoles 1 e 2;
46. Aplicação de emergência pelo sistema de emergência (CBTC);
47. Sinais do comando do freio de emergência;
48. Comando de aplicação de freio de estacionamento;
49. Freio de estacionamento aplicado por carro;
50. Comando de aplicação do freio de estacionamento pela manutenção ou CBTC;
51. Detecção de descarrilamento com identificação do carro;
52. Sinal de isolamento do sistema detector de descarrilamento em cada carro;
53. Detecção de fogo para cada nível (nível 1 ou nível 2) com identificação dos carros;
54. Habilitação de extinção de incêndio pelo console ou CBTC;
55. Atuação nos manípulos de emergência dos passageiros, com indicação do carro;
56. Atuação nos botões soco com indicação do carro;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 276 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

- 57. Abertura do laço de emergência com identificação do dispositivo que abriu o laço;
 - 58. Derivação do laço de emergência;
 - 59. Chave rebocamento atuada;
 - 60. Botão de derivação do freio de emergência acionado;
 - 61. Comando de liberação janela basculante pelo operador, CCO ou automático;
 - 62. Modo Socorro;
 - 63. Temperatura no interior do salão de passageiros de cada carro;
 - 64. Estado dos compressores de ar.
- g) Outros sinais que sejam de importância para caracterizar a condução do trem e sua segurança.
- h) A definição final dos sinais e a forma como esses sinais devem ser coletados (variáveis da rede MVB ou cabeado) deve ser definida com o Metrô durante a fase de projeto do trem.

16.3 MÓDULOS COMPONENTES

16.3.1 Módulo Registrador

- a) Esse módulo irá ler os sinais analógicos e digitais provindo da interface e irá gravar em registros de eventos.
- b) A taxa de gravação dos sinais deve ser automaticamente ajustada em função do trem estar parado ou em movimento.
- c) Com o trem parado, deve ser gravado qualquer evento que cause alterações de estado lógico dos sinais digitais. Com o trem em movimento, gravar os eventos quando houver alteração do estado lógico dos sinais digitais ou a cada 1s ou a cada 10m percorridos podendo ser configurado para gravação de 1m até 20m percorridos.
- d) Os dados gravados devem ser mantidos nas memórias independentemente de haver ou não energização do equipamento.

16.3.2 Memória Removível

- a) A memória removível deve ser não volátil.
- b) Deve possuir os mesmos dados gravados na memória interna dos módulos registradores e da memória removível da outra cabeceira.
- c) A memória pode ser removida da composição, sem danos ao seu conteúdo, para análise em oficina. Se o módulo registrador operar sem a memória removível, os dados serão gravados normalmente em sua memória interna e, assim que uma memória removível for novamente inserida esta poderá ser atualizada com os mesmos dados do módulo.
- d) Esta memória deve ter a capacidade de armazenamento igual ou superior ao do módulo, que deve ser de, no mínimo, uma semana de operação normal do trem (cerca de 2200 km).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	277 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- e) O sistema deve aceitar memórias removíveis de diferentes capacidades de armazenagem de dados.
- f) A atualização e substituição da memória deve ser realizada sem a necessidade de substituição ou atualização do software do registrador de eventos.
- g) O módulo deve ter sistema para informar o status do mesmo para saber se as memórias, os sensores de tacômetro e os sistemas internos estão em condições normais de funcionamento.
- h) Os dados poderão ser acessados através da rede Ethernet, coletados pelo SAM, pela RCTT ou pela porta de comunicação localizada no próprio módulo ligado a um notebook de teste.

16.3.3 Interface analógica/digital:

- a) A interface analógica e digital deve possuir entradas isoladas entre si. Entre as entradas analógicas poderá haver uma conexão de aterramento em comum, porém isolado da linha de alimentação e potencial de carcaça.
- b) As entradas digitais devem ser isoladas individualmente entre si e entre a tensão de alimentação e potencial de carcaça.
- c) O sistema deve ter entradas suficientes para monitoração direta dos sinais especificados, mais uma entrada analógica e duas entradas digitais que ficarão como reserva.
- d) A tensão de isolamento das entradas, entradas de alimentação, carcaça e interface com rede de dados deve ser igual ou superior a 500 Vca.

16.3.4 Sensor de tacômetro

A obtenção da velocidade real do trem deve ser realizada a partir de tacômetro independente aos outros tacômetros existentes no trem.

16.3.5 Módulo de Rede

Esse módulo será responsável por transmitir os dados do registrador de eventos de uma cabeceira para a outra e por compartilhar os dados entre os dois módulos registradores de eventos de forma que as memórias em ambos registradores contenham as mesmas informações.

Os dados transmitidos devem ser encaminhados pelo sistema TCMS até o outro módulo registrador de eventos localizado na outra cabeceira do trem.

O módulo de rede deve permitir a coleta dos dados registrados através de comandos automatizados pelo sistema de apoio à manutenção do item 15.10.

16.3.6 Módulo de display e teclado

Para acerto local de data, hora diâmetro de rodas e outras variáveis do equipamento.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 278 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

16.3.7 Requisitos de software

- O software do equipamento deve permitir, por meio de sua interface com o usuário, o ajuste de parâmetros do registrador, leitura e análise dos dados armazenados, permitindo a elaboração de relatórios na forma gráfica e listagens.
- Deve ser possível a leitura dos dados armazenados, sendo apresentados os resultados em forma gráfica ou listagens, pelo notebook de monitoração conectado ao equipamento ou por menus de acesso restrito ao pessoal de manutenção nos monitores do console do trem.
- Nos relatórios, na forma gráfica, a representação dos estados lógicos dos sinais digitais deve ser condizente com o estado lógico do sinal, ou seja, a representação gráfica "alta" para nível lógico "alto" e representação gráfica "baixa" para nível lógico "baixo".
- O nome dos sinais, mnemônicos representativos dos sinais e demais informações de tela devem ser configurados, de forma a serem representativos dos sinais reais envolvidos.
- O software do equipamento deve ser de operação simples através de menus e/ou janelas., interface simples, amigável e mensagens em Português do Brasil.
- O software deve possibilitar a mudança de parâmetros do registrador, tais como:
 - Varredura de leitura dos sinais a serem registrados;
 - Identificação do trem;
 - Mnemônicos dos sinais a serem registrados;
 - Data e hora do relógio do equipamento.
- O software deve ser o Português do Brasil.

16.3.8 Equipamento para Coleta e Análise de Dados

- A coleta de dados deve ser possível de ser feita remotamente via RCTT, por equipamento portátil e em computador portátil.
- Devem ser fornecidos, para a coleta dos registros, os softwares necessários e descrição de procedimento utilizado para a coleta dos dados conectados aos registradores de eventos.
- Os sistemas do trem devem disponibilizar APIs a serem implementados em outros softwares para a coleta dos dados diretamente aos registradores de evento. Esta comunicação pode ser realizada pelo computador embarcado do SAM ou remotamente pela RCTT.
- O equipamento deve ser fornecido com todos os "softwares" e interfaces necessários para a execução de tabelas, gráficos, etc.
- Deve também, ser fornecido um dispositivo que permita alimentar eletricamente e acessar a memória removível de dados, quando esta não estiver conectada ao sistema Registrador de Eventos. Esse dispositivo será utilizado em laboratório e deve propiciar a transferência dos dados registrados para o Equipamento de Coleta de Dados.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 279 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA

16.3.9 Normas técnicas

- a) Todos os componentes e subconjuntos utilizados na construção dos equipamentos devem ser projetados e construídos especificamente para utilização do tipo ferroviário
- b) Todos os equipamentos e materiais a serem fornecidos e instalados, para o sistema devem seguir as normas EN 50121, EN 50155, IEC 61373 e IEC 62278.

16.3.10 Ensaios de tipo e de rotina

Os testes devem abranger:

1. Testes de tipo:
 - Choque e vibração;
 - Elevação de temperatura (seca e úmida);
 - Suportabilidade a surtos e transientes de tensão;
 - Suportabilidade a interferências eletromagnéticas;
 - Emissão de ruídos eletromagnéticos;
 - Tensão de isolamento galvânica das entradas, saídas, rede de dados e alimentação.
2. De rotina:
 - Inspeção de recebimento;
 - Inspeção de montagem;
 - Testes funcionais.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 280 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

17. INSTALAÇÃO DA SINALIZAÇÃO (CBTC)

- Os equipamentos de Sinalização não fazem parte do escopo deste fornecimento, exceto os serviços de instalação de dois equipamentos de Sinalização (CBTC) em cada carro de extremidade.
- Para tanto, a Contratada deve prover espaços para instalação de equipamentos e de cabos de interligação com equipamentos no console e para conexão com os equipamentos de Sinalização instalados no carro oposto, por meio de trainlines específicas.
- Deve-se considerar todos os cabos de interligação do equipamento com os dispositivos de comando da console, com as antenas e trainlines para conexão com o equipamento instalado no console do carro de extremidade oposto, e também fornece todas as interfaces mecânica e elétrica e de funcionamento.
- A instalação deve contemplar todos os equipamentos necessários para realizar o controle e monitoramento do trem, tais como: gabinetes com os módulos de controle, antena de baliza, antenas de rádio, tacômetros.

17.1 EQUIPAMENTO CBTC

O equipamento CBTC deverá ser constituído das seguintes partes:

- um módulo de controle com várias gavetas a ser instalado também no armário elétrico dos carros de extremidade;
- baliza com suporte de fixação para instalação sob estrado sob o console de condução próximo ao truque;
- antena de rádio comunicação instalado na cobertura do carro;
- dois tacômetros com suportes para instalação no truque com eixo livre.

17.2 REQUISITOS DE INSTALAÇÃO DO CBTC

- As antenas e balizas serão disponibilizadas pelo fornecedor do Sistema de Sinalização CBTC com suportes próprios com furos passantes para fixação através de parafusos na estrutura do truque ou do carro.
- Os parafusos de fixação das antenas nos carros devem ser fornecidos pela Contratada, fabricante do trem.
- As posições das antenas e balizas no truque e na caixa devem ser definidas durante a fase de projeto do trem.
- Os cabos e conectores para a ligação das antenas ou balizas com os equipamentos de Sinalização fornecidos pelo Contratado da Sinalização devem ser instalados pela Contratada.
- A instalação desses cabos e conectores nos carros será feita pelo Fabricante do trem.
- Os pesos, dimensões e consumo dos equipamentos CBTC serão fornecidos na fase de projeto do trem.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 281 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- g) A Contratada do Trem deve fornecer e instalar os cabos de ligação dos equipamentos de Sinalização com os circuitos de comando e controle do trem. Para tanto, os equipamentos de Sinalização devem dispor nesses pontos de ligação de conectores ou réguas terminais.
- h) As ligações de interface com os cabos de comando e controle do trem devem ser definidas na fase do projeto executivo. Deve ser previsto nos circuitos de comando e controle do trem a possibilidade de manobras automáticas. Dessa forma, a reversão de comando da console líder deve ser comandada pelo sistema de sinalização CBTC através de contatos secos.
- i) A documentação técnica, as partes e peças do CBTC para possibilitar a instalação nos trens devem estar disponíveis nos prazos acordados nos cronogramas de fabricação.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	282 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

18. TREINAMENTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

- a) Os treinamentos dos funcionários do Metrô para operação e manutenção dos sistemas e equipamentos especificados neste documento devem seguir os requisitos definidos no documento do Metrô de especificação de treinamento vinculado a contratação de aquisição de bens.
- b) A Contratada do trem deve apresentar o programa de treinamento em português para capacitar os funcionários do Metrô para a operação e manutenção dos sistemas do trem.
- c) Os materiais de treinamentos devem ser preparados e fornecidos de maneira que seja possível o desenvolvimento de treinamentos em ambientes virtuais.
- d) Os materiais multimídias devem estar no padrão estabelecidos pelo W3C para WEB.
- e) O treinamento virtual deve ser desenvolvido pela Contratada.
- f) O treinamento de operação deve contemplar situações de operação normal e anormalidades. Durante o treinamento devem ser simuladas falhas reais no trem, no mínimo, nos seguintes sistemas do trem: portas, elétrico, freio pneumático, tração e frenagem elétrica, refrigeração de ar, CBTC e descarrilamento. As falhas a serem simuladas devem ser acordadas antes da realização do treinamento.
- g) A Contratada deve implementar a simulação das falhas realizadas no treinamento, no trem, no simulador de operação de trens, a ser fornecido para o Metrô, de forma a contemplar as funções de interfaces operacionais deste fornecimento.
- h) Os treinamentos de manutenção devem abranger conteúdo voltado para manutenção preventiva e corretiva do material rodante e de manutenção corretiva de equipamentos em bancada.
- i) Os treinamentos de manutenção devem consistir de partes teóricas e práticas, incluindo orientações para a utilização dos softwares de manutenção e/ou ferramentas específicas para as atividades de manutenção. Neles devem ser apresentados:
- descrição funcional do sistema, equipamentos, módulos e cartões;
 - detalhamento dos sinais, níveis de tensão e corrente monitoráveis em campo;
 - configuração dos módulos e cartões do sistema e equipamentos;
 - procedimentos de manutenção adotados, de testes, de ajustes, de desmontagem e montagem de partes;
 - simulação prática de falhas do sistema e equipamentos;
 - técnicas de identificação de falhas do sistema e equipamentos;
 - técnicas que permitam, por meio de diagnósticos dos equipamentos, a atuação da manutenção preditiva;
- j) O programa mínimo e a quantidade de treinandos estão relacionados a seguir:
- Básico (funcional e operacional dos principais sistemas do trem): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 15 da operação;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	283 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- Propulsão (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, motor de tração, manutenção em campo e oficina): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Freio de atrito e antideslizamento (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Suprimento de ar (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Suprimento elétrico e iluminação (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Portas automáticas (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Ar refrigerado (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Rádio, sonorização, CFTV e comunicação visual (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Sinalização de alarmes, monitoração de falhas, TCMS, registrador de eventos, caixa preta Detecção e Extinção de Incêndio (funcionalidade do sistema e subsistemas, controle, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Truque, redutor, suspensão, rodeiros e lubrificador de friso de roda (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação;
 - Engates (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 1 da operação.
 - Detector de descarrilamento e lubrificador de friso da roda (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 10 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação.
 - Sistemas e subsistemas de monitoramento e supervisão de via (funcionalidade, manutenção em campo e oficina): 15 técnicos da manutenção, 2 da engenharia e 2 da operação.
- k) Os manuais de operação e manutenção devem servir de documentação de referência para os treinamentos.
- l) Todos os treinamentos devem ser ministrados na língua portuguesa ou devem possuir tradução simultânea para o português, caso o treinamento seja ministrado por instrutor estrangeiro.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 284 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

19. SIMULADOR DE OPERAÇÃO

19.1 INTRODUÇÃO

19.1.1 Objeto

- A Contratada deve fornecer nas dependências do Metrô, a atualização necessária dos sistemas simuladores de trens e vias das Linhas 1, 2 e 3 existentes, de maneira a adequar suas funcionalidades conforme descrito neste documento, junto ao fornecimento dos trens.
- A atualização deve incluir, caso seja necessário, a substituição de componentes eletrônicos e hardwares do simulador existente no Metrô.

19.1.2 Apresentação

- A Contratada deve atualizar o sistema de formação e simulação para operadores (trem e CCO) para possibilitar ao treinando enfrentar situações reais e resolver possíveis problemas que poderão ocorrer durante a operação dos novos trens.
- Os simuladores devem incluir a atualização e a inclusão de todas as frotas em operação do Metrô com as mesmas funcionalidades definidas nesta especificação.
- Os objetivos deste sistema de simulação são os seguintes:
 - Formação, reciclagem e aperfeiçoamento de operadores de trem e do CCO.
 - Melhoria da segurança na circulação, o que se reflete nos índices de segurança do Metrô.
- O simulador deve ser projetado de forma a permitir que os treinandos possam praticar as situações que ocorrem em um ambiente real de operação, seja em situações normais ou diferenciadas, como em ocorrências que geram incidentes e em emergência.
- A presente especificação estabelece as condições técnicas e funcionais mínimas bem como padrões de desempenho e confiabilidade a serem cumpridos pelo simulador a ser fornecido.
- As informações necessárias que porventura não estejam aqui contempladas serão fornecidas pelo Metrô durante a fase de projeto do simulador.

19.1.3 Requisitos de Projeto do Simulador

- O simulador deve ser capaz de simular a execução de todas as funções de controle, comando e sinalização dos trens/via com o objetivo de treinar, reciclar e capacitar os operadores de trens e do CCO na execução das tarefas de operar os trens do Metrô na operação comercial das Linhas 1, 2 e 3.
- Todas as modalidades de operação devem ser simuladas nos postos de treinamento destinados aos operadores de trem. Deve haver comunicação dos treinandos com o instrutor.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	285 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

19.2 ESCOPO DO FORNECIMENTO

19.2.1 Fornecimento dos Softwares

- A Contratada deve fornecer os softwares aplicativos do simulador, de forma a permitir que o Metrô possa programar em suas instalações o sistema entregue, de forma autônoma e quando necessário.
- Devem ser fornecidos 2 (dois) conjuntos de cada software aplicativo em mídia digital.

19.2.2 Fornecimento de Hardware

- A Contratada deve atualizar os equipamentos do simulador, de forma que as funcionalidades previstas nas especificações dessa atualização funcionem de maneira adequada.
- Devem ser fornecidos 3 postos de treinamento, a serem instalados nas dependências do Metrô SP, em locais a serem definidos durante o projeto, que considerem os consoles de operação manual dos trens UTO escopo desta especificação.

19.2.3 Fornecimento de Treinamento

A Contratada deve fornecer treinamento ministrado em português para capacitar os empregados do Metrô quanto a operação do sistema fornecido.

19.3 ETAPAS DE FORNECIMENTO E PROJETO

19.3.1 Proposta Técnica

A Contratada deve apresentar detalhes de todo o sistema a ser fornecido, que atenda a todos os requisitos fixados nesta especificação e que contemple as características específicas do sistema proposto, forma de instalação e modo de funcionamento.

19.3.2 Montagem, Instalação e Testes em Campo

- A Contratada deve elaborar e fornecer todos os procedimentos de instalação e de testes em campo de forma a avaliar todas as funções e desempenho dos equipamentos após a atualização.
- Após aprovação integral de todos os testes do equipamento pelo Metrô, a Contratada deve atualizar toda documentação e fornecer desenhos "As Built".
- A Contratada será responsável pela execução dos testes funcionais de fábrica dos equipamentos a serem fornecidos e entrega dos respectivos relatórios de testes executados.
- A Contratada será responsável também, pela realização dos testes funcionais e de desempenho no local de instalação dos equipamentos, uma vez instalados.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	286 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- e) A realização dos testes deve ter acompanhamento por parte do Metrô e de um especialista que dê suporte durante o desenvolvimento dos testes e registre as inconsistências encontradas para a devida correção.

19.3.3 Revisão Do Simulador

Durante o período de garantia dos trens, a Contratada deve realizar, as correções necessárias no simulador, de forma a adequá-lo com todas as modificações de projeto executadas nas funcionalidades e equipamentos durante o desenvolvimento do projeto e fornecimento dos trens.

19.4 REQUISITOS DO SIMULADOR

19.4.1 Requisitos Gerais

- a) O simulador deve permitir a simulação de anormalidades nos seguintes sistemas do trem:
- Sistema de Portas.
 - Sistema de Suprimento Elétrico Auxiliar.
 - Sistema Suprimento Pneumático
 - Sistema de Propulsão e Frenagem Elétrica
 - Sistema de Freio de Atrito
 - Sistema Detector de Descarrilamento
 - Sistema Detector e Extintor de Fogo e Fumaça
 - Sistema Lubrificador de Friso
 - Sistema de Comunicação (PA's, intercomunicador dos passageiros, comunicação do instrutor com o posto de trabalho, Mapa de Linha e CFTV).
 - Sistema de Ar Condicionado
 - Sistema TCMS (Data Bus)
 - Sistema de Alimentação Elétrica da Via
- b) Para a simulação são previstos aproximadamente 100 modos de falhas, que poderão ser aplicados em qualquer um dos seis carros.
- c) O software deve permitir que o instrutor selecione o tipo de treinamento, a linha, a frota de trem, condições ambientais, condições operacionais, grupos de falhas ou falhas individuais, rota, manobras, condições iniciais a serem aplicados aos treinamentos de cada Posto de Treinamento.
- d) O simulador permitirá também a simulação de rotinas regulamentadas por procedimentos, as quais serão detalhadas durante o desenvolvimento do projeto como exemplos a seguir:
- Preparação do trem para operação comercial
 - Inspeção de teste de chegada

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	287 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Inspeção de teste dinâmico
 - Desenergização da via (SPAP)
 - Abertura de portas do lado oposto a plataforma
 - Movimentação de trem em situações de baixa aderência entre o trem e a via
 - Operação do trem em modo manual
 - Condição de movimentação de trem com freio isolado
 - Baixa pressão do ar do sistema pneumático
 - Vazamentos do sistema pneumático
 - Acionamento do microfone de emergência
 - Acoplamento e desacoplamento de trens
 - Reboque entre trens
 - Derivação do Freio de Emergência
 - Acionamento de dispositivos de emergência de passageiro
 - Falhas no sistema de portas, freio, tração, etc.
 - Falha no sistema de portas de plataforma
 - Descarrilamento de trem
 - Detecção de Incêndio
 - Falha de comunicação com a sinalização e comunicação
 - Presença de usuários entre estações, na plataforma de emergência ou na via
- e) As simulações devem proporcionar realismo ao movimento dos trens, simulando viagens em túneis, elevados, nível, retas, curvas, sobre elevações, paisagens, usuários nas plataformas com e sem portas de plataformas, para-choque de via, etc. e condições ambientais, tais como céu aberto, nublado, chuva, dia, noite, etc. e proporcionar todas as condições de operação do trem típico.
- f) As simulações devem mostrar elementos gráficos instalados ao longo da via, tais como, adesivo indicador de parada nas estações com portas de plataformas, espelho fixo nas plataformas, movimentação de trens no sentido contrário, movimentação do trem em rota reversa e outras a serem definidas durante a fase de projeto.
- g) O simulador deve incluir um sistema de monitoramento dos Postos de Treinamento e Posto de Observação, de modo a proporcionar ao instrutor um monitoramento contínuo e de forma seletiva do que estiver ocorrendo nos referidos postos. Esse monitoramento deve ser feito através de câmeras de vídeo e som ambiente instalado nos referidos postos.
- h) O simulador deve gravar e armazenar em banco de dados as simulações realizadas, identificando as corridas, o treinando, o tipo de treinamento, os comandos realizados, tempo de atuação nas falhas, as comunicações de áudio, etc.
- i) O simulador deve ser capaz de gravar localmente até 1000 treinamentos ministrados.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 288 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

- j) Os dados gravados permitirão gerar relatórios, avaliar e pontuar o desempenho do treinando e manter um histórico de evolução do treinando.
- k) Os relatórios e avaliações poderão ser impressos no final de cada corrida, sendo que o conteúdo dos relatórios e os critérios de avaliação serão definidos pelo Metrô no desenvolvimento do projeto.
- l) Deve ser possível acesso remoto ao banco de dados dos simuladores para coletar dados estatísticos, de controle e também criar treinamentos a serem realizados.
- m) O simulador deve prever um sistema de som com capacidade de reprodução, que permita uma simulação realística do ambiente sonoro percebido pelo operador de trem na operação comercial.
- n) O sistema sonoro deve empregar técnicas digitais para simular com maior realismo possível os sons gerados durante uma operação comercial, considerando o tráfego de trens em túneis, a céu aberto, elevado, cruzamento com outros trens, alinhamento do trem em plataforma, bem como a aceleração e frenagem de serviço e de emergência.
- o) O sistema de som deve prever no mínimo 25 tipos de sons diferentes, sendo capaz de reproduzir de 2 a 3 tipos de sons simultaneamente.
- p) Entre os sons que poderão ser simulados estão:
- Alarmes sonoros (freio de segurança, módulo de comando de portas (som de abertura e fechamento das portas e sinal de alerta de fechamento iminente das portas), alerta de condução do trem em modo manual, homem-morto, etc.).
 - Motor de tração variando com a potência, velocidade e carga de passageiros;
 - Aplicação e alívio de freio pneumático
 - Ruído do atrito das sapatas de freio
 - Ruído do contato rodas e trilho
 - Vazamento de ar
 - Acionamento da buzina
 - Cruzamento com trem no sentido contrário
 - Acionamento de válvula/torneira pneumática do tipo ventada
 - Ruídos característicos de acoplamento e desacoplamento entre trens
- q) O simulador deve prever um sistema de imagem com capacidade de reproduzir imagem de alta resolução (Full HD 1920x1080) gerada por computador, perfeitamente sincronizada com velocidade do trem, movimentação e sonorização.
- r) O simulador deve reproduzir toda a extensão das Linhas 1, 2 e 3 do Metrô, compreendendo o percurso total entre as estações, bem como estacionamento e a totalidade dos Pátios de Manutenção de trens.
- s) Deve permitir, via software, o controle e a modificação dos cenários pelo instrutor de forma programada, ou em tempo real, de modo a criar situações diferentes. Essas situações também

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	289 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

poderão ser programadas em uma sequência e ficar em um banco de dados acessados por menu disponível ao instrutor.

- t) A via operacional compreendida entre as estações, bem como o Pátio de Manutenção, deve ser filmada pela Contratada em toda a sua extensão e as imagens digitalizadas devem fazer parte do simulador.
- u) O simulador deve reagir à ação dos alunos ou do instrutor, tais como abertura e fechamento de portas, acionamento de dispositivos e encadear as sequências de vídeo de forma adequada.
- v) O simulador deve possuir uma função demonstração que permita ao instrutor definir o aparecimento ou alterar a condição de ícones ou mensagens existentes nas telas de monitoração (TCMS, CBTC, CFTV e PA-PIS) da cabine do trem. Objetivo dessa função é permitir que o instrutor demonstre de forma ágil, as sinalizações existentes nas telas de monitoração da cabine, sem a necessidade de aplicar falhas durante a simulação. Os ícones e mensagens que poderão ser controlados por essa função serão definidos pelo Metrô durante a fase de projeto.

19.4.2 Requisitos De Software

- a) O software do simulador deve ser constituído por um conjunto de programas que controlarão o funcionamento do simulador, os quais serão responsáveis por realizar as funções abaixo descritas:
 - Interface do posto de supervisão e controle com os postos de trabalho dos treinados e com o posto de observação
 - Pelo armazenamento do histórico de atuação do treinando, possibilitando o acompanhamento da evolução do treinando.
 - Pelo armazenamento dos dados necessários a emissão dos relatórios e avaliação dos treinandos.
- b) Os softwares dos equipamentos do simulador devem atender os seguintes requisitos:
 - Devem ser de operação simples, através de menus ou janelas, e sua interface com o usuário deve ser agradável e amigável.
 - Devem possibilitar a mudança de parâmetros dos trens e das vias.
 - Deve possibilitar a comunicação entre os equipamentos de todos os postos e o terminal do instrutor.
- c) Para cada modo de falha simulado haverá uma sequência de atuação esperada, que servirá como referência para a avaliação do desempenho do treinando e para a geração de relatórios da atuação do treinando. O software deve permitir alteração desta sequência, bem como inclusão de novos modos de falha.
- d) O simulador deve permitir realizar manutenção no banco de dados que contém os parâmetros visuais da via, bem como criar novos trechos de via ou modificar trechos existentes. Esses recursos devem ser possíveis de serem modificados pelo Metrô.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	290 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

- e) O software deve contemplar um editor de banco de dados tridimensional (3D) com as seguintes características:
- Permitir a modificação de aspectos das vias que fazem parte do banco de dados visuais fornecidos com o simulador, como por exemplo; criar novas vias, modificar os elementos da via que venham a ser alterado pelo Metrô em sua malha ou mesmo alterar trechos da via para fins de estudos dinâmicos.
 - Para realizar as modificações não deve ser necessário qualquer conhecimento específico de modelagem em 3D, podendo dessa forma ser utilizado pelos instrutores ou por especialistas em projetos de vias. A interface deve ser do tipo aponte e clique. As funções copiar e colar também devem estar disponíveis.
 - As modificações devem ser interativas, ou seja, dar um retorno visual imediato aos dados introduzidos ou excluídos pelo usuário.
 - Permitir, de forma fácil e amigável, a inclusão de novos elementos na biblioteca do banco de dados, conforme as necessidades do Metrô.
- f) Entre os objetos necessários para criar uma via estão:
- Sinalleiras de via
 - Plataformas mistas e laterais (com e sem portas de plataformas)
 - Túneis e elevados
 - Trens parados e em movimento
 - Usuários
 - Placas de sinalização
 - Edificações como casas e edifícios
 - Equipamentos de via
 - Aparelhos de Mudança de Via (AMV)
- g) O software deve permitir a inclusão de parâmetros de uma corrida real do trem, de tal forma que essa corrida possa ser simulada e utilizada como estudo de caso, para o aprimoramento dos treinandos. Entre os parâmetros necessários para essa simulação estão:
- Trecho percorrido pelo trem,
 - Modalidade de operação,
 - Velocidades desenvolvidas,
 - Sinalizações existentes,
 - Comandos realizados

19.4.2.1 Aplicação Do Equipamento

O sistema a ser fornecido deve considerar as seguintes aplicações:

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 291 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- **Treinamento Básico:** Esta aplicação assegura ao operador um treinamento em ambiente que simula as condições reais do trem, permitindo a familiarização do operador com o mesmo. Todos os aspectos visuais, sonoros e de movimentos do trem devem ser simulados. Entre as habilidades desenvolvidas estão os procedimentos de condução nos modos operacionais (Automático e Manual), incluindo a interação com o sistema de sinalização de via, com outros trens e os procedimentos de paradas nas estações com entrada e saída de usuários.
- **Treinamento nas ações a serem tomadas em caso de falhas e situações de emergência:** Esta aplicação visa o desenvolvimento e/ou aprimoramento da habilidade dos operadores (trens e CCO) para responder as situações de anomalia, as situações de emergência, o acoplamento e desacoplamento entre trens e o reboque de trens, através da simulação de tais situações, permitindo sedimentar a sequência de atuações adequadas para cada tipo de situação simulada.
- **Treinamento em ações regulamentadas por procedimentos:** Esta aplicação visa ao desenvolvimento e disseminação das rotinas operacionais que são regulamentadas por procedimentos. Entre essas rotinas estão os procedimentos de rotinas como preparação do trem para operação comercial, inspeção de chegada, teste dinâmico entre outros.
- **Análise de ocorrências operacionais diferenciadas:** Esta aplicação visa analisar situações reais e diferenciadas, provenientes de ocorrências que possam gerar incidentes operacionais ou situações potencialmente inseguras, e utilizá-las como estudo de caso, possibilitando o aprimoramento dos operadores.

19.4.2.2 Requisitos Operacionais

- a) A modelagem da operação dinâmica do trem bem como do sistema de sinalização deve ser detalhada e levar em consideração os seguintes aspectos:
- Modos de operação (automática, semiautomática e manual).
 - Proteção Automática dos Trens.
 - Restrições operacionais, em função de isolação de freio.
 - Níveis de desempenho dos trens.
 - Perfis de velocidade.
 - Velocidade real do trem.
 - Sentido de movimentação.
- b) O modelo deve também incluir operações de acoplamento e desacoplamento entre trens e a movimentação de dois trens acoplados (comboio), para rebocamento em modo manual e automático.
- c) O simulador deve permitir ao operador executar as seguintes funções relativas ao sistema de rádio:
- Anúncios ao público (PA).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	292 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Comunicação com o CCO (Instrutor).
- d) O instrutor deve ter conhecimento do tipo de chamada que o operador está utilizando.
- e) O software deve solicitar, no início de cada simulação, as informações necessárias sobre a corrida e o treinando, para posterior avaliação de desempenho e emissão de relatórios.

19.4.2.3 Avaliação da Simulação

- a) Deve ser previsto um sistema de avaliação da atuação do treinando, considerando o tempo de atuação e acertos das ações.
- b) Para cada simulação modelada deve ser previsto um tempo de atuação e a sequência de atuação esperada, que será utilizada para avaliar a atuação do treinando.
- c) O sistema de avaliação deve prever um check list padrão, editável pelo Metrô, que deve ser acessível durante a execução, permitindo que o instrutor preencha os diversos campos, com dados referentes ao treinando. Este check list deve ser anexado no resultado do exercício.
- d) No final de cada simulação deve ser gerado um relatório que estará disponível para ser impresso com as seguintes informações:
- Identificação do treinando
 - Data da simulação
 - Tipo de treinamento (formação, reciclagem ou atualização)
 - Sequência das ações
 - Tempo da atuação
 - Desvio das ações
 - Check list
- e) O formato final dos relatórios, conforme o tipo de treinamento simulado será definido no desenvolvimento do projeto executivo, em conjunto com o Metrô.

19.5 REQUISITOS DE TREINAMENTO

- a) Deve ser apresentada a configuração detalhada dos equipamentos fornecidos, com definições de todas as funções dos equipamentos e sistemas.
- b) A Contratada deve elaborar e entregar ao Metrô um plano de treinamento baseado na MAN-02-208 "Elaboração do Plano de Treinamento para Aquisição de Sistemas e/ou Bens", descrito no item 1.6.3 desta especificação, que detalha os objetivos a serem alcançados, conteúdos correlatos a estes objetivos, carga horário estimada para cada item, técnica de ensino a serem utilizadas e respectivas avaliações.
- c) A forma, estruturação e o padrão de apresentação dos Manuais de Operação devem ser definidos com o Metrô durante a fase de execução do projeto.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	293 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIÁ

- d) A Contratada deve fornecer Manuais de Operação com todas as informações necessárias para operação dos sistemas fornecidos. As informações devem ser reunidas em diferentes tópicos, indicando os conteúdos a serem considerados em cada caso.
- e) O plano elaborado pelo fornecedor deve ser aprovado pelo Metrô e deve constar de uma parte teórica e uma parte prática com atividades relativas à operação do sistema.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	294 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

20. SISTEMA DE MONITORAMENTO E MEDIÇÃO DE VIA

20.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

- a) O sistema de monitoramento e medição de via é composto de dois subsistemas a saber:
- Inspeção de Via;
 - Medição de Via.
- b) Os subsistemas de medição de via e de inspeção de via devem efetuar as medições, análises e inspeções em tempo real estando o trem em movimento com velocidade entre 0 e 100 km/h.
- c) O fornecedor deve criar e formatar o banco de dados necessário ao funcionamento do equipamento, que deve estar embarcado no trem e a sua manutenção deve ser realizada de forma rápida e fácil.
- d) Os dois subsistemas que compõem o sistema de monitoramento e medição de via também devem ser projetados para realizar os seus trabalhos de medição, inspeção e avaliação com o trem viajando em qualquer direção e com todas as condições meteorológicas.
- e) Os subsistemas de monitoramento e de medição de via não devem interferir na operação normal do trem.
- f) As informações sobre o funcionamento normal e situações de falha do Sistema de Monitoramento de Via devem ser indicadas na tela da IHM do TCMS e enviadas ao SAM, porém uma falha desse sistema não deve impedir o correto funcionamento de nenhum outro sistema do trem.

20.1.1 Inspeção de Via

- a) O subsistema de inspeção de via tem como finalidade fornecer inspeção automática baseada em imagens usando câmeras de varredura e unidades de processamento de imagem para detecção e classificação de defeitos e outras anomalias.
- b) Este subsistema deve operar “sem supervisão”, de forma autônoma e de forma ininterrupta executando a inspeção, análise e tendências de degradação, além de gerar relatórios automaticamente sobre as falhas e desvios encontrados.
1. O subsistema fornecido deve inspecionar e analisar os seguintes itens da Via Permanente:
- Quebra, fraturas, trinca, solda ou falta de componentes dos conjuntos de fixações e apoio de trilho (parafusos, porcas, arruelas, cliques, presilhas de fixação, placas de fixação, etc.);
 - Perda de torque nos parafusos e porcas de fixação do trilho, conjuntos de fixações e apoio de trilho;
 - Escoamento, desgaste irregular e destaque de material nos trilhos e nas soldas aluminotérmicas e de caldeamento;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	295 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Fraturas e trincas no boleto, alma e patim dos trilhos e das soldas aluminotérmicas e de caldeamento;
 - Excesso de graxa no topo ou na lateral do boleto dos trilhos;
 - Integridade e fixação dos cabos de retorno negativo aos trilhos e dos cabos de referência de retorno negativo das seccionadoras e contadores (b' point);
 - Sinais de laqueamento dos dormentes na região de lastro;
 - Sinais de diminuição do nível de lastro;
 - Presença de limalhas de trilho nas regiões em curva, indicando falta de lubrificação nos trilhos;
 - Verificação da integridade e fixação dos sensores e réguas dos lubrificadores de trilho;
 - Reconhecimento de objetos e acúmulos de lixo que não façam parte da via permanente;
 - Quebra, fraturas, trinca, rachadura e destacamento de material nos dormentes de madeira e de concreto.
2. O subsistema fornecido deve inspecionar e analisar os seguintes itens do Terceiro Trilho:
- Quebra, fraturas e trinca dos isoladores em qualquer ponto do tramo e na pontas de rampa;
 - Desgastes excessivo nas rampas de acesso e saída dos tramos de desvio e tramos contínuos;
 - Quebra, fraturas e trinca nas pontas isoladas, capas, caixas de proteção, suportes, grampos e parafusos de fixação;
 - Integridade dos gradis de proteção de contato acidental da região das máquinas de chave;
 - Capas de proteção danificadas ou em falta;
 - Sinais de sobreaquecimento, distorção ou queima da capa da placa de conexão de cabos, e;
 - Sinais de sobreaquecimento, distorção ou queima da capa da junta de dilatação.
3. O subsistema fornecido deve inspecionar e analisar os seguintes itens do Intertravamento de Via:
- Quebra, fraturas, trinca, solda ou falta de componentes dos conjuntos de fixações, apoio de trilho e componentes do AMV na laje flutuante e dos tirefãos em dormentes de madeira (parafusos, porcas, arruelas, cliques, presilhas de fixação, placas de fixação, etc.);
 - Destaque de material e trincas de qualquer dimensão no boleto, alma e patim dos trilhos, agulhas e jacarés.
 - Desgaste de material e trincas de qualquer dimensão em todos os contra-trilhos;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	296 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- Quebra, fraturas, trinca, solda ou falta de componentes nas placas dos contra-trilhos;
 - Detecção de elementos que possam obstruir a passagem das rodas dos trens ou obstruir a movimentação das agulhas e jacarés móveis;
 - Riscos ou marcas nas placas de deslizamento provenientes do atrito com as agulhas;
 - Solda ou quebra de material das placas de deslizamento das agulhas e jacarés;
 - Integridade e fixação dos cabos de retorno (bondeamento) aos trilhos;
 - Quebra, fraturas, trinca, solda das talas de transição;
 - Integridade, marcas de movimentação ou parafusos de união soltos das juntas isolantes;
 - Existência de escoamento de material de trilho sobre o perfil isolante das juntas isolantes. A abertura entre extremidades dos trilhos deve ser maior ou igual a 3mm e menor ou igual a 10 mm;
 - Sinais de vazamento de fluido hidráulico das máquinas de chave hidráulicas.
4. O subsistema fornecido deve inspecionar e analisar os seguintes itens do Circuito de Via:
- a. Antenas de Via:
 - Componentes soltos ou quebrados das antenas de via;
 - Estruturas da caixa da antena de via quebrada;
 - Dano, trinca, quebra ou falta de suporte de antena;
 - Barras e elementos de fixação das antenas às vigas suportem e lajes flutuantes quebrados, desposicionados ou soltos.
 - b. Barras SHUNT e ou Z-BOND:
 - Componentes soltos ou quebrados nas barras SHUNT e ou Z-BOND;
 - Cabos rompidos, soltos ou quebrados nas barras SHUNT e ou Z-BOND;
 - c. Caixas de Junção
 - Alagamentos nas caixas de junção.
 - d. Contadores de Eixo
 - Componentes soltos ou quebrados nos contadores de eixo;
 - Parafusos de fixação soltos ou ausentes nos contadores de eixo.
 - e. Beacon ou Balizadores (CBTC)
 - Suporte de fixação danificado;
 - Parafusos de fixação do suporte ou BEACON ou BALIZADORES soltos ou ausentes;

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 297 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- Componentes da BEACON e dos BALIZADORES soltos ou quebrados.

20.1.2 Medição de Via

- a) O subsistema de medição de via tem como finalidade fornecer leituras da medição da geometria da via, corrugação de trilho, vibração mecânica entre roda e trilho e os desgastes do perfil dos trilhos de rolamento.
- b) Este subsistema deve operar “sem supervisão”, de forma autônoma e de forma ininterrupta executando a medição, análise e tendências de desgaste, vibração mecânica entre roda e trilho, corrugação dos trilhos e alterações na geometria da via, além de gerar relatórios automaticamente sobre as falhas e desvios encontrados.

1. Medir os seguintes itens na via corrida:

- Perfil ferroviário completo (geometria da via – bitola, alinhamento, desnivelamento, torção, superelevação);
- Defeitos superficiais decorrentes do RCF (Rolling Contact Fatigue) – head check, shelling, flaking, burning wheel, squaat, etc.;
- Desgaste Lateral a 45°;
- Desgaste Vertical;
- Inclinação dos trilhos;
- Fixações de trilhos em geral ausentes ou com desvios (trincas em placas, parafusos ausentes e fora de torque, cliques ausentes ou fraturados);
- Desgaste ondulatório de Trilhos (Corrugação);
- Vibração e impacto mecânico do contato roda-trilho, e;
- “Sidecut”.

2. Medir os seguintes itens na região de AMV, conforme descrito procedimento PI-9.85.XX.XX/732-001:

- Gola;
- Afastamento do contratrilho;
- Espessura do contratrilho;
- Desgaste da pata de lebre;
- Transição núcleo-pata de lebre;
- Embutimento da agulha no trilho de encosto;
- Defeitos superficiais dos componentes do AMV;
- Trincas nos componentes;
- Parafusos ausentes ou fora de torque;
- Desgaste do trilho de encosto, e;

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	298 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

- Fixações de trilhos em geral ausentes ou com desvios.

20.1.3 CONFIGURAÇÕES BÁSICAS FUNCIONAIS

- A Contratada deve instalar e configurar o sistema de monitoramento e medição de via de forma completa em 3 trens do Metrô, sendo que 1 deve ser obrigatoriamente instalado em trem especificado nesta especificação e os outros 2 equipamentos poderão ser instalados em outras duas diferentes frotas a serem definidos durante o projeto. A parte de medição de vibração mecânica entre roda e trilho do subsistema medição de via deve ser instalado, pela Contratada, nestes mesmos trens.
- Todos os equipamentos do sistema de monitoramento e medição de via devem respeitar os gabaritos estático e dinâmico em todas as situações.
- Todos os equipamentos do sistema de monitoramento e medição de via devem possuir resistência e proteção mecânica suficiente para evitar avarias durante a execução dos trabalhos de medição, inspeção, avaliação e espera para o trabalho.
- Qualquer equipamento instalado deve executar os trabalhos de medição, inspeção, avaliação em qualquer das linhas do sistema metro ferroviário existentes hoje e que possam existir no futuro sem a necessidade de qualquer ajuste ou alteração previa no sistema.
- Os equipamentos existentes no subsistema de medição de via e no subsistema de inspeção de via devem ser microprocessados, possuindo recursos de autodiagnostico, com os valores dos principais parâmetros e rotina que detectam as anormalidades de funcionamento do equipamento e sinalizando as falhas no local e no sistema de monitoramento geral de falhas do trem.
- O envio das sinalizações de falhas dos equipamentos dos dois subsistemas para o sistema de monitoramento geral de falhas do trem deve ser através do sistema TCMS, onde deve ser criado logs de falhas dos dois subsistemas.
- As falhas no subsistema de medição de via e no subsistema de inspeção de via devem ser externadas ao CCO da mesma forma que são externadas as falhas dos demais sistemas do trem.
- Os subsistemas de monitoramento e de medição de via não devem interferir na operação normal do trem.
- Os equipamentos devem ser instalados em armários elétricos localizados no salão de passageiros.
- Os equipamentos dos dois subsistemas devem ter, em seu painel frontal, pontos de testes e de comunicação que possibilitem a pesquisa de defeitos no equipamento e a leitura das informações captadas em tempo real. Estes pontos devem permitir a leitura e o registro gráfico dos principais sinais, simultaneamente, sem prejuízo do funcionamento normal dos equipamentos dos dois subsistemas.
- Os equipamentos dos dois subsistemas devem gerar histórico de falhas e eventos de cada subsistema. O registro de histórico de falhas e eventos devem conter data, horário e o estado das principais variáveis consideradas pelo controle principal de cada subsistema, momentos

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 299 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

antes e momentos após cada falhas e eventos, de forma a facilitar a pesquisa de falhas pela manutenção.

- l) Caso seja necessária alguma ferramenta especial, software, notebook, dispositivo ou jiga específica para a manutenção e restabelecimento de qualquer subsistema, tanto na manutenção em campo como na manutenção de oficina, estes equipamentos também devem ser fornecidos junto com os subsistemas de medição e inspeção de via.
- m) Os equipamentos dos dois subsistemas devem ser capazes de armazenar todas as imagens, medições e informações coletadas, além da data, horário e a localização com precisão de +/- 1 metro recebidas da composição durante pelo menos 10 dias corridos. Transcorridos os 10 dias as novas imagens, medições e informações coletadas devem se sobrepôr as imagens, medições e informações coletadas anteriormente de forma que sempre seja possível recuperar os últimos 10 dias corridos sem a necessidade de apagar previamente a área de armazenagem.
- n) A própria composição deve enviar as informações da velocidade do trem, data, horário e localização com precisão de +/- 1 metro que serão incorporados ao banco de dados dos equipamentos dos subsistemas e aos relatórios que os subsistemas gerarão.
- o) As informações de data, horário e localização enviadas pela composição serão as mesmas enviadas ao trem pelo sistema de sinalização (CBTC) através da rede MVB. Para as demais frotas, no caso da impossibilidade de aquisição destes dados dos sistemas do trem, o sistema de monitoramento de via deve prever métodos de identificar a localização do trem no momento da ocorrência das leituras da via em céu aberto ou túnel.
- p) As informações armazenadas nos dois subsistemas, medição e inspeção, devem ser acessadas por meio de um notebook com rede ethernet ou USB 3.0 ou superior. Deve ser possível realizar o acesso remoto aos dados gravados. Caso seja software específico para baixa dos dados armazenados, sua análise e visualização, este software também deve ser fornecido.
- q) Quando um dos dois subsistemas detectar qualquer das falhas relacionadas no Anexo II do documento GC-9.85.XX.XX/700-001 (ROTEIRO DE MP TIPO I1 - INSPEÇÃO GERAL DE VIAS) coluna "DESCRIÇÃO - NÍVEL "A", este deve enviar um alerta de ocorrência para o CCO o mais breve possível. Este alerta de ocorrência deve conter a data, o horário, a localização com precisão de +/- 1 metro da ocorrência, o tipo de falha detectada e a imagem da ocorrência detectada.
- r) Os equipamentos dos dois subsistemas devem ser submetidos a ensaios, conforme norma NBR-8365 ou IEC 60571, que são:
 1. Ensaio de Tipo:
 - funcional;
 - de impulso;
 - de calor seco;
 - de calor úmido;
 - de vibração e choques.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	300 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

2. Ensaios de rotina:
- funcional;
 - de tensão suportável.
- s) Caso o equipamento já tenha sido ensaiado por qualquer das duas normas citadas acima o Fabricante poderá apresentar os certificados dos testes.

20.2 EQUIPAMENTOS DOS SUBSISTEMAS E INTERFACES COM O TREM

- a) No projeto de instalação elétrica e mecânica o fornecedor deve considerar as limitações e interferências geradas quanto ao gabarito estático e dinâmico, a lavagem do trem e os produtos químicos utilizados nessa lavagem.
- b) Os equipamentos previstos para o sistema de monitoramento e medição de via devem ser resistentes a produtos de limpeza ácidos e a base de cloro normalmente utilizados nas lavagens dos trens
- c) Todos os trens adquiridos através dessa CS devem estar preparados fisicamente para receber, instalar e operar os equipamentos do sistema de monitoramento e medição de via.
- d) A desinstalação e instalação dos equipamentos do sistema de monitoramento e medição de via deve ser realizada de forma fácil e rápida, sem a necessidade de alteração de software e/ou hardware da composição ou dos equipamentos do sistema de monitoramento e medição de via.
- e) As instalações elétricas devem ser feitas por meio de conectores que não devem interferir no funcionamento da composição quando o equipamento não estiver instalado.
- f) Os dois subsistemas que compõem o sistema de monitoramento e medição de via devem ser alimentados através dos 72 Vcc da bateria e sem transmissão de ruídos, picos de tensão e corrente prejudiciais ao demais sistemas. Os dois subsistemas também devem estar devidamente protegidos contra ruídos, picos de tensão e corrente provenientes de outros sistemas
- g) As medições e inspeções da via permanente começam quando o trem iniciar a sua movimentação a frente até 10 segundos após o trem estar totalmente parado.
- h) Todas as instalações elétricas e mecânicas devem ter grau de proteção IP67 quando utilizadas.

20.3 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO DE VIA

20.3.1 Medição de Geometria de Via

PARÂMETRO	PRECISÃO
Velocidade de Medição	0 ~100 km/h

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	301 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
GSE/SEO/ETV	MARCO ANTONIO RAIA

Temperatura Ambiente de Operação	25°C até +50°C
Resolução	0,3 mm
Etapa de Amostragem	0,25 m @ 100 Km/h

Precisão de Medição

PARÂMETRO	PRECISÃO
Bitola	± 1,0 mm
Nível Cruzado	± 2,5 mm
Torção	± 1,0 mm
Alinhamento D1	± 1,1 mm
Alinhamento D2	± 3,0 mm
Alinhamento D3	± 7,0 mm
Nível Longitudinal D1	± 0,8 mm
Nível Longitudinal D2	± 2,0 mm
Nível Longitudinal D3	± 5,0 mm

20.3.2 Medição de Perfil do Trilho

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Tecnologia	Sem Contato
Precisão de Medição	Típico ± 0,2 mm
Velocidade de Medição	0 ~ 100 km/h
Etapa de Amostragem	Típico ± 25 cm
Temperatura Ambiente de Operação	-25°C até +50°C

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	302 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

20.3.3 Medição da Corrugação do Trilho

PARÂMETRO	CARACTERISTICA
Tecnologia	Sem contato
Parâmetros Medidos	Perfil Longitudinal em bandas de onda: Ondas curtas [10 - 30] mm Ondas médias [100 - 300] mm Ondas longas [300 - 1000] mm

Parâmetro de Operação

PARÂMETRO	CARACTERISTICA
Velocidade de Medição	0 ~ 100 km/h
Intervalo de Amostragem	Típico de 5 até 10 mm
Reprodutibilidade	Ondas curtas e muito curtas: $\pm 20\mu\text{m}$ Ondas médias: $\pm 50\mu\text{m}$ Ondas longas: $\pm 200\mu\text{m}$
Temperatura Ambiente de Operação	-25°C até +50°C

20.3.4 Medição de Vibração e Impacto do Contato Roda-Trilho

- Os acelerômetros devem ser tri-axiais com capacidade de medir 200g de impactos e vibrações de picos e 200g de impactos e vibrações de vales (range de 400g entre o pico e o vale) no domínio do tempo.
- Os acelerômetros devem ter capacidade de medição para as frequências entre 0,2 Hz até 12 kHz.
- Os acelerômetros devem ser hermeticamente fechados, suportar temperaturas de -50°C a 121°C e suportar picos de choque de 5000 g sem serem danificados.
- Devem possuir também base isolada eletricamente, ativos de padrão IEPE (Integrated Electronics Piezo-Electric).
- A Instalação dos acelerômetros deve ser feita nos dois mancais do eixo de rolamento do rodeiro livre, direito e esquerdo do trem, antes de qualquer efeito das suspensões (primária e secundária).

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	303 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

- f) Aquisição dos dados dos acelerômetros deve ter uma taxa configurável de 1.000 a 20.000 amostras por segundo.
- g) Todos os dados dos acelerômetros devem ser armazenados por um período mínimo de 24h.
- h) O sistema deve armazenar as informações dos 3 eixos vindos de cada acelerômetro com fácil identificação a qual eixo pertence a informação de aceleração e a qual acelerômetro, a velocidade do trem no instante da medição, data, horário e a localização com precisão de +/- 1 metro.

20.4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SUBSISTEMAS DE INSPEÇÃO DE VIA

20.4.1 Inspeção de Verificação do Boleto do Trilho

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Velocidade de aquisição	Superior a 222kHz
Campo de Visão	200 mm (centro do boleto)
Resolução	0,15 mm @ 100 km/h
Intervalo de Amostragem	0,15 mm @ 100 km/h
Condições climáticas	Todas com exceção de chuva forte ou neve
Temperatura Ambiente de Operação	-25°C até +50°C
Taxa de detecção	95%

20.4.2 Inspeção de Verificação do Via Permanente e Terceiro Trilho

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICA
Velocidade de aquisição	Superior a 175kHz
Campo de Visão	2000 mm (centro da via)
Resolução	0,4 mm @ 100 km/h
Intervalo de Amostragem	0,5 mm @ 100 km/h
Condições climáticas	Todas com exceção de chuva forte ou neve

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	304 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
GSE/SEO/ETV	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIA

Taxa de detecção	95%
Temperatura Ambiente de Operação	-25°C até +50°C

20.5 SOFTWARE

20.5.1 Geral

- O software deve ser uma plataforma única e integrada para o gerenciamento de todos os ativos e dados relacionados à manutenção e as condições da Via Permanente e Terceiro Trilho (por exemplo e não se limitando somente a estes: ativos, defeitos, medições, atividades, trocas, desgaste, vibração, etc.) para suportar o planejamento e controle de manutenção e renovação da Via Permanente e do Terceiro Trilho.
- O software será utilizado para apoio ao planejamento de manutenção e renovação dos ativos da via permanente e terceiro trilho
- O software deve ter a capacidade de incorporar e processar dados de qualquer tipo (por exemplo e não se limitando somente a estes: arquivos de planilhas, arquivos de texto, arquivos de imagem, arquivos de banco de dados, arquivos de desenho, etc.), e qualquer volume, sobre as condições e o comportamento da Via Permanente e do Terceiro Trilho ajudando a manutenção corretiva, manutenção preventiva e a manutenção baseada nas condições.
- Todo o hardware, que suportará o software entregue, deve ser também fornecido conjuntamente com o software.

20.5.2 Recursos de Software

- O software deve ter a capacidade de modelar a Via Permanente e o Terceiro Trilho como ativos lineares e/ou especiais; bem como a referência das suas localizações ao longo da via.
- O software deve ter a capacidade de lidar com qualquer tipo de ativo da Via Permanente e do Terceiro Trilho (por exemplo e não se limitando somente a estes: trilhos, dormentes, componentes de AMV e seus sistemas de travamentos, fixações, placas roletadas, contadores, seccionadores, soldas, juntas isolantes, barras shunt, bondeamento, impedance bond's, etc.).
- O software deve ser configurável, possibilitando sua alteração a qualquer momento pelo usuário dos parâmetros de definição das falhas.
- O software deve ter a entrada integrada (importação de arquivos e dados) de qualquer tipo de dados de naturezas diferentes (inventário, layout, condição, operação, histórico de trabalho e de falhas, medições, inspeções, etc.).
- O software deve ter a capacidade de coleta de dados a qualquer momento e capacidades de visualização dos pontos importantes em tempo real (por exemplo e não se limitando somente a estes: GIS, gráfico de rastreamento, correlação de dados no espaço e no tempo, etc.).

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 305 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ

- f) O software deve ter modelos de deterioração que poderão ser adaptados pelo usuário e previsão de condições, além de permitir que o próprio usuário crie os seus próprios modelos de deterioração de forma que ele consiga comparar a evolução de alguns tipos de falha (crescimento de trincas em trilhos fixações e nas superestruturas de concreto).
- g) O software deve ter a capacidade de gerar automaticamente relatórios e planos de manutenção e renovação da Via Permanente e do Terceiro Trilho com listas de prioridade de ordens de trabalho com base em um conjunto de regras impostas pelo usuário e tomando como base as informações já registradas no software.
- h) O software também deve apresentar relatórios para inspeção em campo.
- i) Deve constar no mínimo as seguintes informações nos relatórios gerados:
1. Para as inspeções visuais:
 - Data;
 - Hora;
 - Localização;
 - Velocidade do trem;
 - Prioridade;
 - Análise da evolução da deterioração no componente;
 - Foto do desvio identificado.
 2. Para as medições realizadas
 - Data;
 - Hora;
 - Localização;
 - Velocidade do trem;
 - Valores medidos;
 - Análise da evolução das medições da geometria.
- j) A montagem do relatório deve ser configurável, possibilitando a alteração, inclusão ou exclusão de informações a qualquer momento pelo usuário.
- k) O software deve permitir a alteração dos planos de manutenção e renovação, gerados pelo próprio software, a critério do usuário.
- l) O software deve ter a capacidade de simulação de cenário de manutenção e renovação com o plano de manutenção gerados pelo software e ou o plano de manutenção gerado alterado pelo usuário.
- m) O software deve ter a compatibilidade total com sistemas externos: sistemas EAM, SAP, ERP, GIS e outros DBMS.
- n) O software deve ter a capacidade rápida e fácil para a inclusão de dados e a extração de informações dos dados inclusos.

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 306 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIA
---	--

- o) O software deve ter a capacidade de gerenciar volumes de dados superior ao 100 terabyte de qualquer origem.
- p) O software deve ser totalmente compatível com as informações geradas pelos equipamentos dos subsistemas de medição de via e de inspeção de via.
- q) O software deve ser capaz de gerar arquivos de planilha, como por exemplo arquivos tipo “.xls”, “.ods” e arquivos de texto de formato regulamentado pelo RFC 4180, como por exemplo arquivos tipo “.csv”.
- r) Para a medição das vibrações e impactos do contato roda-trilho, o software deve tratar os dados para a geração de gráficos de aceleração x distância, velocidade x distância, selecionando os picos e vales com thresholds determinados e cálculo médio de RMS de intervalos determinados, além de permitir realizar operações entre dois ou mais sinais medidos.

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	307 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

21. SOBRESSALENTES

- A Contratada deve fornecer equipamentos sobressalentes dos itens e em quantidades especificados na tabela de sobressalentes desta especificação.
- Todos os itens devem ser inspecionados e testados pelo Metrô e entregues em condições adequadas para armazenamento de acordo com as necessidades indicadas pelos fornecedores dos sistemas (incluindo embalagem, lubrificação, proteções necessárias, etc.).
- Todos os itens sobressalentes devem ser transportados e entregues em embalagem segura que impeça exposição a entrada de água ou poeira que venham a danificar os equipamentos e componentes que o compõe.

Tabela 17 - Lista de Sobressalentes Obrigatórios

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	ESTRUTURA DO CARRO		
1.1	Máscara reforçada de fibra de vidro da extremidade frontal (somente fibra de vidro com pintura de base).	peças	3
1.2	Console completo com manete de tração e freio, chaves, botões, fiação, conector, displays de LCD, painel de comunicação, etc.	conjuntos	5
1.3	Vidro do para-brisa da extremidade frontal.	peças	10
1.4	Painéis de fibra de vidro de acabamento fixo do salão de passageiros (laterais, tetos, cabeceiras, batente dos armários, etc.) - conjunto do trem	peças de cada modelo (carro A e B)	5
1.5	Painéis de acabamento removível ou móvel do salão de passageiros. (Tampo do console, portinholas, tampo do teto para acesso do filtro de ar condicionado, portas dos armários, etc.) - (conjunto do trem)	peças de cada modelo (carro A e B)	10
1.6	Assentos de passageiros - CARRO A	conjuntos	1
1.7	Assentos de passageiros - CARRO B	conjuntos	2
1.8	Corrimão (tubos e conexões) - CARRO A	conjuntos	1
1.9	Corrimão (tubos e conexões) - CARRO B	conjuntos	2
1.10	Luminárias montadas - CARRO A	conjuntos	1
1.11	Luminárias montadas - CARRO B	conjuntos	2
1.12	Lente translúcida branca para iluminação - CARRO A	conjuntos	1
1.13	Lente translúcida branca para iluminação - CARRO B	conjuntos	2
1.14	Difusor de ar - CARRO A	conjuntos	1
1.15	Difusor de ar - CARRO B	conjuntos	2

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	308 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1.16	Vidro da janela de passageiros (conjunto incluindo basculante) - CARRO A	conjuntos	1
1.17	Vidro da janela de passageiros (conjunto incluindo basculante) - CARRO B	conjuntos	2
1.18	Vidro da porta de passageiros - CARRO A	conjuntos	1
1.19	Vidro da porta de passageiros - CARRO B	conjuntos	2
1.20	Passagem entre carros (passadeira, fole externo e painel de acabamento interno)	conjuntos	10
1.21	Folhas de portas (completo com beijo, guias, suportes, guarnição e vidro)	conjuntos para um carro inteiro	3
1.22	Guarnição do vidro do para-brisa	peças	20
1.23	Guarnição do vidro das janelas do salão - Carro A	conjuntos	3
1.24	Guarnição do vidro das janelas do salão - Carro B	conjuntos	2
1.25	Guarnição do vidro das portas do salão	conjuntos	3
1.26	Indicadores luminosos iminentes de fechamento das portas, dos batentes de portas (conjunto por porta)	conjuntos	48
2	TRUQUE		
2.1	Truque completo montado com caixa de engrenagens e motores de tração. (conjunto inclui componentes pneumático e elétrico)	conjuntos	10
2.2	Caixa de engrenagens completa. (sem óleo, mas protegido contra corrosão)	conjuntos	17
2.3	Carcaça da caixa de engrenagens. (Incluído as tampas e parafusos, protegido contra corrosão)	peças	7
2.4	Alojamento do mancal do eixo. (conjunto com tampas, labirintos, retentores, parafusos e sem rolamentos - protegido contra corrosão)	conjuntos para cada tipo	17
2.5	Sensores de temperatura do mancal (se for separado do rolamento)	peças	30
2.6	Rodeiro completo (rodas + eixo + caixa de engrenagens);	conjuntos	30
2.7	Eixo (protegido contra corrosão)	peças	16
2.8	Cilindro do freio.	peças	20
2.9	Cilindro do freio com freio de estacionamento.	peças	10
2.10	Discos de freio.	peças	340
2.11	Suporte de sensor de descarrilamento	peças	25
2.12	Sensores do sistema de detecção de descarrilamento	peças	50

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	309 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
2.13	Rodas usinadas com anéis insonorizadas (protegido contra corrosão)	peças	100
2.14	Estrutura rígida do truque (usinado, pintado e pronto para uso - protegido contra corrosão nas partes usinadas)	peças	14
2.15	Bolsa de ar (conjunto - base, batente resiliente e bolsa de ar)	conjuntos	40
2.16	Rolamentos do rodeiro (com sensor de temperatura)	peças	240
2.17	Sapatilhas de freio	conjuntos para cada disco	480
2.18	Válvulas de nivelamento	peças	60
2.19	Conjuntos de bielas de tração (um conjunto para cada truque)	peças	100
2.20	Conjuntos de coxim do motor de tração (conjunto para cada motor)	conjuntos	200
2.21	Captador de energia do terceiro trilho (conjunto com base, braços, molas e pastilha de contato)	peças	100
2.22	Pastilha de contato do terceiro trilho	peças	500
2.23	Suspensão primária (conjunto para um truque)	conjuntos	120
2.24	Conjuntos de engrenagens para caixa de redutores (conjunto completo para uma caixa redutora)	conjuntos	5
2.25	Conjuntos de rolamentos para caixa de redutores (conjunto completo para uma caixa redutora)	conjuntos	5
2.26	Suporte isolado para conjunto coletor de corrente	peças	50
2.27	Conjunto de bico aspersor para lubrificador de flange da roda (conjunto para um rodeiro)	conjuntos	8
2.28	Óleo lubrificado de flange da roda	litros	100
2.29	Óleo lubrificante do redutor	litros	400
3	SISTEMA DE TRAÇÃO		
3.1	Inversor de tração de potência completa montado.	conjuntos	10
3.2	Módulo de tração de potência.	conjuntos	20
3.3	Módulo de comando de tração	conjuntos	20
3.4	Resistor de freio elétrico.	conjuntos	10
3.5	Disjuntor de alta velocidade.	peças	20
3.6	Indutor do filtro de linha.	peças	5
3.7	Capacitor do filtro de linha.	conjuntos	15
3.8	Motor de tração.	peças	30
3.9	Acoplamento resiliente (conjunto para um motor de tração)	peças	50

CÓDIGO	REVISÃO
CS-9.86.0X.00/700-001	F
EMIÇÃO	FOLHA
26/03/2024	310 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ)	EMITENTE
GSE/SEO/ETV	TADEU RIBEIRO SILVESTRE
	ANÁLISE TÉCNICA
	MARCO ANTONIO RAIÁ

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
3.10	Rolamentos para motor de tração (conjunto para um motor)	conjuntos	60
4	SISTEMA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA AUXILIAR		
4.1	Conversor de corrente alternada completo montado. (CVS - Auxiliar completo)	conjuntos	10
4.2	Transformador de energia.	peças	10
4.3	Módulo de energia.	peças	10
4.4	Módulo de controle.	peças	10
4.5	Bateria.	conjuntos	10
4.6	Fusível para sapata coletora	peças	240
5	SISTEMA DE CONTROLE DE FRENAGEM ELETRÔNICA		
5.1	Unidade eletrônica de freio e anti-deslizamento	conjuntos	20
5.2	Unidade de controle de freio pneumático. (conjunto completo de válvulas pneumáticas)	conjuntos	20
5.3	Unidade de controle pneumática anti-deslizamento	conjuntos	20
6	ABASTECIMENTO DE AR COMPRIMIDO		
6.1	Módulo de ar comprimido completo montado.	conjuntos	7
6.2	Unidade do compressor de ar.	peças	14
6.3	Unidade do secador a ar.	peças	28
6.4	Elemento secante	kg	200
7	AR CONDICIONADO		
7.1	Módulo completo de ar condicionado montado (chassis com compressores/condensadores/evaporadores/filtros).	conjuntos	12
7.2	Compressor do ar condicionado.	peças	50
7.3	Módulo de comando e controle de ar condicionado.	peças	17
7.4	Módulo completo do compressor/condensador/evaporador.	conjuntos	7
7.5	Painel de comando e controle com inversores VVVF do Ar Condicionado	peças	24
7.6	Gás	Kg	150
7.7	Filtros (conjunto para uma unidade de ar refrigerado)	conjuntos	200
8	CONTROLE DA PORTA		
8.1	Mecanismo completo de acionamento da porta montado com motor. (conjunto completo com motor, fusos, trilhos, mancais, suportes, etc. e sem as folhas de portas)	conjuntos	40
8.2	Unidade de comando e controle da porta.	peças	30
8.3	Unidade de controle central da porta.	peças	10

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 311 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
8.4	Motor Elétrico	peças	48
8.5	Sinalização Interna e Individual da Porta	peças	48
8.6	Conjunto de suspensão da porta	peças	24
8.7	Conjunto de fuso da porta	peças	48
9	SISTEMA DE INFORMAÇÕES PÚBLICAS		
9.1	Sistema completo de endereço público.	conjuntos	10
9.2	Amplificador.	peças	20
9.3	Módulo de comando.	peças	10
9.4	Display do mapa de linha dinâmico.	peças	30
9.5	Displays Multimídia TFT	peças	30
9.6	Display de mensagem do compartimento dos passageiros.	peças	20
9.7	Display de destino final frontal.	peças	10
9.8	Interface de ethernet.	peças	10
10	CCTV		
10.1	Módulo de controle.	conjuntos	10
10.2	Gravador de vídeo.	conjuntos	15
10.3	Gravador de vídeo em caixa preta.	peças	10
10.4	Câmera de vídeo.	peças	50
10.5	Monitor de vídeo LED.	peças	10
10.6	Interface de ethernet.	peças	10
10.7	Conjunto de suporte e alojamento protetor para câmera	peças	50
11	SISTEMA TCMS		
11.1	Módulo de controle mestre/central.	conjuntos	10
11.2	Módulo de controle local.	conjuntos	15
11.3	Interface de ethernet.	peças	20
11.4	Display de informações do console LCD.	peças	10
12	SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO		
12.1	Módulo de detecção de incêndio.	conjuntos	15
12.2	Detectores de incêndio	peças	20
12.3	Módulo de combate ao incêndio (conjunto de cilindros de nitrogênio e água)	conjuntos	6
12.4	Extintores de incêndio	peças	50
13	ACOPLADORES		
13.1	Acoplador automático.	conjuntos	10
13.2	Acoplador semipermanente.	conjuntos	14

CÓDIGO CS-9.86.0X.00/700-001	REVISÃO F
EMIÇÃO 26/03/2024	FOLHA 312 de 312

EMITENTE (EMPRESA / METRÔ) GSE/SEO/ETV	EMITENTE TADEU RIBEIRO SILVESTRE ANÁLISE TÉCNICA MARCO ANTONIO RAIÁ
--	--

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
13.3	Cabo jumper montado. (conjuntos de todos os cabos jumper para um trem envolvendo de potência, de sinais digitais de rede, de comunicação, etc.)	conjuntos	14
13.4	Porção elétrica (conjunto com todos os pinos e alojamento completo com tampa)	conjuntos	18
14	SISTEMA MONITORAMENTO E INSPEÇÃO VIA		
14.1	Subsistema de monitoramento e medição de via	conjunto	1
14.2	Subsistema de medição de vibração mecânica	conjunto	5
15	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO		
15.1	Módulo de Interface	Conjuntos	5
15.2	Bridges RCTT	Peças	10
15.3	Antenas RCTT	Peças	10
15.4	Transceptores de VHF	Peças	10
15.5	Módulo interface rádio VHF	Peças	10
15.6	Firewall	Peças	10
15.7	Switches Core	Peças	10
15.8	Antenas do D.A.S.	Peças	20
15.9	Cabo Radiante	Metros	240
16	SISTEMA DE AUXILIO DA MANUTENÇÃO		
16.1	Computadores de interface	peças	4
17	MISCELÂNEAS		
17.1	Conjunto de Limpador de para brisa (conjunto com Motor, haste do limpador e paleta)	conjuntos	12
17.2	Motor do limpador de para-brisa	peças	8
17.3	Haste do limpador de para-brisa	peças	16
17.4	Paleta do limpador de para-brisa	peças	50
17.5	Buzina pneumática	peças	12
17.6	Buzina elétrica para CBTC	peças	18
17.7	Faróis, luzes demarcadores e lanternas (conjunto para um trem)	conjuntos	6
17.8	Reservatório de água do esguichador	peças	4
17.9	Motor elétrico da bomba do esguichador	peças	16