

**VOLUME III**

**ELEMENTOS BÁSICOS DE PROJETO**

**SISTEMAS**

**E**

**MATERIAL RODANTE**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DISPOSIÇÕES GERAIS.....</b>	<b>6</b>
2.1 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA .....	6
2.1.1 Projeto Básico e Executivo .....	6
2.1.2 Disponibilização de Documentos.....	6
2.2 NORMAS, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES VIGENTES NO ÂMBITO MUNICIPAL, ESTADUAL E FEDERAL .....	9
2.2.1 Normas.....	9
2.2.2 Regulamentos e Legislação.....	11
2.3 INTERFACE ENTRE SISTEMAS E OBRAS CIVIS .....	11
2.4 ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO .....	12
2.5 ILUMINAÇÃO E TOMADAS .....	12
2.6 INSPEÇÃO E TESTES .....	13
2.7 REQUISITOS DE PROJETO.....	14
2.7.1 Requisitos de desempenho.....	14
2.7.2 Sentido de Movimentação dos Trens.....	14
2.7.3 Análise de Segurança.....	14
2.7.4 Garantia de Qualidade.....	15
2.7.5 Sustentabilidade .....	15
2.7.6 Interferências Eletromagnéticas .....	16
2.7.7 Interoperabilidade.....	16
2.7.8 Qualidade e Requisitos de “Software” .....	16
2.7.9 Requisitos Gerais de CDMS.....	17
2.7.10 Modularidade e Intercambiabilidade .....	17
2.7.11 Tempo de Inicialização dos Sistemas Microprocessados .....	17
2.7.12 Diagnósticos de Falhas e Alarmes .....	18
2.7.13 Estação Inteligente .....	18
2.7.14 Integração dos Sistemas e Equipamentos.....	18
2.7.15 Compatibilidade.....	18
2.7.16 Padrões para os equipamentos .....	19
<b>3. MATERIAL RODANTE .....</b>	<b>20</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS .....	20
3.1.1 Carro.....	20
3.1.2 Truques.....	22
3.1.3 Sistema de Tração e Frenagem Elétrica .....	23
3.1.4 Sistema de Portas Automáticas .....	25
3.1.5 Suprimento Elétrico .....	26
3.1.6 Climatização .....	26
3.1.7 Iluminação .....	27
3.1.8 Sistema Multimídia do Trem .....	27
3.1.9 Sistema de Monitoração eletrônica a Bordo do Trem .....	29
3.1.10 Comando e controle.....	29
3.1.11 Engates .....	30
3.1.12 Suprimento de ar comprimido .....	30
3.1.13 Detecção e Extinção de Incêndio.....	30
3.1.14 Detecção de Descarrilamento.....	30
3.1.15 Coletor de corrente.....	30
3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO .....	31
<b>4. VEÍCULOS DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>5. SINALIZAÇÃO.....</b>	<b>34</b>
5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS .....	34
5.1.1 Gerais.....	34
5.1.2 Funcionais.....	34
5.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO E SEGURANÇA.....	35

<b>6.</b>	<b>SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....</b>	<b>37</b>
6.1	SUBESTAÇÕES PRIMÁRIAS.....	37
6.1.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	37
6.1.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	38
6.2	SUBESTAÇÕES AUXILIARES - MÉDIA TENSÃO .....	38
6.2.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	38
6.2.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	39
6.3	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS.....	39
6.3.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	39
6.3.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	40
6.4	LINHA DE CONTATO E RETORNO DE CORRENTE.....	41
6.4.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	41
6.4.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	42
6.4.3	<i>Normas e Legislação complementares.....</i>	42
6.5	SUBESTAÇÕES AUXILIARES - BAIXA TENSÃO.....	42
6.5.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	42
6.5.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	44
6.6	GERAL PARA O SISTEMA ELÉTRICO.....	44
6.6.1	<i>Coordenação e Seletividade.....</i>	44
<b>7.</b>	<b>SISTEMA E EQUIPAMENTOS AUXILIARES.....</b>	<b>45</b>
7.1	VENTILAÇÃO PRINCIPAL .....	45
7.1.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	45
7.1.2	<i>Equipamentos.....</i>	46
7.2	SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE SALAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS .....	52
7.2.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	52
7.2.2	<i>Requisitos dos componentes Principais .....</i>	54
7.2.3	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	55
7.3	SISTEMA DE AR CONDICIONADO .....	56
7.3.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	56
7.3.2	<i>Condicionadores de ar.....</i>	58
7.3.3	<i>Sistema central de ar condicionado .....</i>	60
7.3.4	<i>Requisitos operacionais .....</i>	61
7.3.5	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	61
7.3.6	<i>Normas e Legislações complementares .....</i>	62
7.4	ESCADAS ROLANTES .....	62
7.4.1	<i>Características Técnicas, Construtivas e Funcionais.....</i>	62
7.4.2	<i>Características técnicas.....</i>	63
7.4.3	<i>Características construtivas.....</i>	63
7.4.4	<i>Características operacionais .....</i>	65
7.4.5	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	66
7.4.6	<i>Normas e Legislações Complementares.....</i>	67
7.5	ELEVADORES.....	67
7.5.1	<i>Características Técnicas, Construtivas e Funcionais.....</i>	67
7.5.2	<i>Características operacionais .....</i>	70
7.5.3	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	71
7.5.4	<i>Normas e Legislações Complementares.....</i>	71
7.6	ESTEIRAS ROLANTES (ESR).....	72
7.6.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	72
7.6.2	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	72
7.6.3	<i>Normas e Legislações Complementares.....</i>	72
7.7	PORTAS DE PLATAFORMA.....	73
7.7.1	<i>Características Técnicas e Funcionais .....</i>	73
7.7.2	<i>Diretrizes para Fornecimento .....</i>	74
7.7.3	<i>Características Técnicas .....</i>	75
7.7.4	<i>Sinalização Local em cada Módulo .....</i>	79
7.7.5	<i>Indicações de Estado, Alarmes e Diagnósticos.....</i>	80
7.7.6	<i>Fornecimento de Energia.....</i>	80
7.7.7	<i>Requisitos de Aterramento e Isolação Elétrica .....</i>	80
7.7.8	<b>REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE .....</b>	<b>81</b>
7.7.9	<i>Requisitos de Desempenho.....</i>	81
7.8	DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO, COMPARTIMENTAÇÃO E PASSIVAÇÃO DE CABOS.....	82

7.8.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	82
7.8.2	<i>Compartimentação de ambientes e passivação de cabos</i> .....	83
7.8.3	<i>Requisitos de Desempenho</i> .....	83
7.8.4	<i>Normas e Legislações Complementares (D.I. )</i> .....	84
7.9	SISTEMAS DE BOMBEAMENTO .....	84
7.9.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	84
7.10	SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO EM ÁREAS DA CLASSE “B” .....	87
7.11	MÁQUINA DE LAVAR TRENS .....	87
7.11.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	87
7.11.2	<i>Equipamentos</i> .....	87
7.11.3	<i>Serviços</i> .....	88
7.11.4	<i>Características técnicas e funcionais</i> .....	88
7.11.5	<i>Equipamentos de lavagem</i> .....	89
7.11.6	<i>Requisitos técnicos</i> .....	91
7.11.7	<i>Equipamentos complementares</i> .....	92
7.11.8	<i>Centro de controle de motores</i> .....	92
7.11.9	<i>Mesa de controle</i> .....	93
7.12	POSTO DE COMBUSTÍVEIS .....	93
7.12.1	<i>Geral</i> .....	93
7.12.2	<i>Normas e Legislações Complementares</i> .....	94
7.13	CENTRAL DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA .....	94
7.13.1	<i>Geral</i> .....	94
7.13.2	<i>Requisitos Técnicos</i> .....	94
7.14	CENTRAL DE AR COMPRIMIDO .....	95
7.15	TRATAMENTO DE ESGOTO INDUSTRIAL .....	95
7.15.1	<i>Geral</i> .....	95
7.15.2	<i>Características dos equipamentos</i> .....	95
7.15.3	<i>Normas e Legislação</i> .....	96
7.16	SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA.....	96
7.17	BALANÇA RODOVIÁRIA.....	96
7.17.1	<i>Geral</i> .....	96
7.17.2	<i>Características Técnicas</i> .....	96
7.17.3	<i>Instalação e montagem</i> .....	97
7.18	PONTES ROLANTES .....	97
7.18.1	<i>Geral</i> .....	97
7.18.2	<i>Características técnicas</i> .....	97
7.19	MONTA CARGA .....	98
7.19.1	<i>Geral</i> .....	98
7.19.2	<i>Características técnicas e construtivas</i> .....	98
7.20	DROP TABLE .....	99
7.20.1	<i>Apresentação</i> .....	99
7.20.2	<i>Requisitos Técnicos e Funcionais</i> .....	100
7.20.3	<i>Requisitos de Desempenho</i> .....	100
7.21	SISTEMAS DE SOPRA DE TRENS .....	100
7.21.1	<i>Apresentação</i> .....	100
7.21.2	<i>Requisitos Técnicos e Funcionais</i> .....	101
7.21.3	<i>Equipamentos Principais</i> .....	102
<b>8.</b>	<b>SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES.....</b>	<b>104</b>
8.1	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES FIXAS - SCF .....	104
8.1.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	104
8.1.2	<i>Requisitos de Desempenho</i> .....	104
8.2	REDE DE TRANSMISSÃO DE DADOS – RTD.....	104
8.2.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	104
8.2.2	<i>Requisitos de Desempenho</i> .....	107
8.3	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS DE VOZ E DADOS – SCMVD .....	107
8.3.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	107
8.3.2	<i>Requisitos de Desempenho</i> .....	108
8.4	SISTEMA DE MONITORAÇÃO ELETRÔNICA – SME.....	109
8.4.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i> .....	109
8.4.2	<i>7.4.2 Requisitos de Desempenho</i> .....	109
8.5	SISTEMA MULTIMÍDIA – SMM .....	109

8.5.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i>	109
8.5.2	<i>Requisitos de Desempenho</i>	110
8.6	SISTEMA DE CONTROLE LOCAL - SCL	110
8.6.1	<i>Características Técnicas e Funcionais</i>	110
8.6.2	<i>Requisitos de Desempenho</i>	110
<b>9.</b>	<b>SISTEMA DE CONTROLE DE ARRECADAÇÃO E DE PASSAGEIROS - SCAP</b>	<b>112</b>
9.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS	112
9.2	REQUISITOS DE DESEMPENHO	114
<b>10.</b>	<b>SISTEMA DE CONTROLE CENTRALIZADO - SCC</b>	<b>114</b>
10.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS	114
10.1.1	<i>Subsistema de Controle de Regulação de Trens – SCT</i>	114
10.1.2	<i>Subsistema de Controle de Energia – SCE</i>	115
10.1.3	<i>Subsistema de Controle de Equipamentos Auxiliares – SEA</i>	115
10.1.4	<i>Subsistema de Controle de Fluxo de Passageiros – SFP</i>	115
10.1.5	<i>Subsistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros – SCAP Central</i>	115
10.1.6	<i>Subsistema de Administração e Serviços - SAS</i>	116
10.1.7	<i>Subsistema de Programação de Oferta - SPO</i>	116
10.1.8	<i>Simulador de Controle e Regulação de Trens - SIMTR</i>	116
10.1.9	<i>Simulador de Energia, Auxiliares e Passageiros - SIMEA</i>	117
10.1.10	<i>Sistema de Apoio à Manutenção – SAM</i>	117
10.2	REQUISITOS DE DESEMPENHO	117
10.3	REQUISITOS DE INTERFACE E DE INTEROPERABILIDADE	119
10.3.1	<i>Interface do SCC com o Sistema de Sinalização</i>	119
10.3.2	<i>Interface do SCC com os Sistemas dos Trens</i>	119
10.3.3	<i>Interface do SCC com os Sistemas de Telecomunicações das Estações, Vias e Pátios</i>	119
10.3.4	<i>Interface do SCC com o CCO Vergueiro e CMCP</i>	119
<b>11.</b>	<b>REQUISITOS DE INFRAESTRUTURA</b>	<b>120</b>
11.1	ESTAÇÕES, SUBESTAÇÕES PRIMÁRIAS E PÁTIO	120
11.2	TÚNEIS	120
11.3	COMUNICAÇÃO VISUAL DE SEGURANÇA	120
11.4	ATERRAMENTO E SPDA	121
11.5	NORMAS E LEGISLAÇÃO COMPLEMENTARES	121

## **1. INTRODUÇÃO**

A implantação da Linha 6 - Laranja deve obedecer diretrizes que garantam sua compatibilidade com o sistema de transporte metropolitano das demais linhas em operação da cidade de São Paulo, tais como as que dizem respeito à sua configuração geral, funcionalidade das estações, requisitos técnicos dos sistemas, tecnologias utilizadas, segurança, comportamento dos empregados e qualidade dos serviços oferecidos aos usuários.

## **2. DISPOSIÇÕES GERAIS**

### **2.1 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

#### **2.1.1 PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO**

A CONCESSIONÁRIA deverá elaborar os Projetos Básicos e Executivos de todos os equipamentos e sistemas previstos.

Todos os Projetos Básicos e Executivos devem atender às diretrizes e requisitos mandatórios, à legislação vigente e às normas técnicas aplicáveis.

Caberá a CONCESSIONÁRIA a aprovação dos Projetos Básicos e Executivos.

O PODER CONCEDENTE, ou seu preposto, validará o processo de aprovação desses projetos.

A CONCESSIONÁRIA só poderá iniciar a execução do Projeto Executivo após a validação do processo de aprovação do Projeto Básico, pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

A construção das instalações, aquisição de equipamentos, sistemas, material rodante e via permanente só poderá ter início após a validação do processo de aprovação, e quando cabível a certificação do Projeto Executivo, pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

#### **2.1.2 DISPONIBILIZAÇÃO DE DOCUMENTOS**

Todos os documentos técnicos devem ser disponibilizados para o PODER CONCEDENTE, ou seu preposto, e mantidos atualizados pela CONCESSIONÁRIA.

Todos os documentos devem ser fornecidos em arquivo digital no formato PDF-A, assinados digitalmente e em arquivo editável.

##### **2.1.2.1 GERAIS**

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

O conteúdo dos documentos técnicos e sua codificação devem estar em conformidade com os seguintes documentos:

- MAN-10-202 – Elaboração e Fornecimento da Documentação Técnica de Sistemas, Equipamentos e Instalações;
- MAN-10-200 – Aplicação dos Códigos de Trechos, Subtrechos e Unidades de Construção Utilizados em Documentos Técnicos.

#### **2.1.2.2 DOCUMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS**

A seguir encontram-se listados os documentos que devem ser elaborados e disponibilizados para o PODER CONCEDENTE, ou seu preposto.

Podem ser apresentados outros documentos que, a critério do PODER CONCEDENTE ou da CONCESSIONÁRIA, forem julgados necessários.

- Índice de documentos por sistema;
- Desenhos construtivos, planta de fundação, fixação, dimensões externas e gabaritos para transporte;
- Diagramas Unifilares e Trifilares;
- Esquemas elétricos, eletrônicos, pneumáticos, hidráulicos;
- Diagramas de ligação e interligação;
- Diagramas lógicos / esquemas funcionais;
- Desenhos de "layout" de equipamentos e componentes;
- Diagramas em blocos da configuração dos sistemas, apresentando os equipamentos envolvidos com suas respectivas interfaces;
- Desenho de instalação dos equipamentos;
- Memoriais de cálculo de confiabilidade, de disponibilidade, de dimensionamento elétrico e outros itens necessários ao desenvolvimento do projeto;
- Memoriais Descritivos das funcionalidades do sistema, inclusive com a descrição de "hardware/software";
- Listas de materiais;
- Coordenação e seletividade das proteções e tabelas de calibração;
- Arquitetura e Especificação de Requisitos de "software";
- Listagens de todos os programas, inclusive dos programas fontes (com dicionário de variáveis de "software");

- Planos de inspeção e testes;
- Procedimentos de inspeção e testes;
- Procedimentos de montagem e testes de instalação;
- Procedimentos de testes de aceitação (isolado e integrado);
- Formulários de testes e inspeção do sistema;
- Relatórios dos resultados das inspeções e dos testes;
- Programas de treinamentos;
- Manual de Programa de Qualidade;
- Procedimento de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho;
- Procedimentos de Movimentação e Armazenagem de Carga;
- Manuais de operação e manutenção;
- Certificados oficiais ou documentos afins emitidos / aprovados pelos órgãos fornecedores, controladores ou fiscalizadores (DSV, CET, Bombeiros, CONTRU, entre outros);
- Relatórios de Análise de Segurança de Equipamentos / Sistemas Críticos de Segurança.

#### **2.1.2.3      ALTERAÇÕES DE PROJETOS**

Sempre que houver alteração dos projetos do empreendimento, a CONCESSIONÁRIA deve formalizar a entrega dos documentos, devidamente revisados, ao PODER CONCEDENTE.

As modificações que alterarem as características, conceitos e requisitos mandatórios devem ser submetidas à avaliação do PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

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

#### **2.1.2.4      ENTREGA DOS DOCUMENTOS TÉCNICOS**

No término da implantação e antes do início da operação ou quando solicitado pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto deve ser entregue ao PODER CONCEDENTE, toda a documentação técnica descrita acima, elaborada para o empreendimento.

Todos os documentos devem ser entregues em sua revisão mais atualizada, que deve refletir as condições dos sistemas e equipamentos e garantir o atendimento aos seguintes requisitos:



- Promover o perfeito entendimento das características e funcionalidades dos sistemas e equipamentos implantados/fornecidos e em operação;
- Fornecer subsídios para manutenção e operação desses sistemas e equipamentos;
- Registrar a origem e responsabilidade técnica pelos sistemas e equipamentos;
- Registrar o que está efetivamente instalado/fornecido e em operação.

## **2.2 NORMAS, REGULAMENTOS E LEGISLAÇÕES VIGENTES NO ÂMBITO MUNICIPAL, ESTADUAL E FEDERAL**

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

Sempre que os requisitos técnicos forem mais restritivos que os estipulados pelas Normas mencionadas, estes devem ser considerados.

Nos casos onde houver conflitos de requisitos entre normas, prevalecerá a que tiver o requisito mais restritivo.

Quando as Normas forem omissas ou não houver menção específica, podem ser utilizadas outras Normas de órgãos internacionais, desde que seja aprovado pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

Pode também ser utilizada norma equivalente de outros órgãos internacionais, desde que aprovada pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

As normas devem ser consideradas na sua versão atualizada por ocasião do projeto executivo e do fornecimento.

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

### **2.2.1 NORMAS**

- AAR – “Association of American Railroads”
- ABNT – “Associação Brasileira de Normas Técnicas”;
- AIEE – “American Institute of Electrical Engineers”;
- AISI- American Iron and Steel Institute;

- AMCA - Air Moving and Conditioning Association;
- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações.
- ANSI – “American National Standards Institute”;
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- ASTM – “American Society for Testing and Materials”;
- AWS – “American Welding Society”;
- BSI – “British Standards Institution”;
- CECC – “CENELEC Electronic Components Committee - Rules and Administrative Documents Collection”;
- CEN – “Comité Européen de Normalisation”;
- CENELEC – “European Committee for Electrotechnical Standardization”;
- CMU/SEI – “Carnegie Mellon University / Software Engineering Institute”;
- DIN – “Deutsches Institut für Normung”;
- EIA – “Electronic Industries Association”;
- EN - “European Standards”;
- IEC – “International Electrotechnical Commission”;
- IEEE – “Institute of Electrical and Electronics Engineers”;
- ISO – “International Standard Organization”;
- ITU – “International Telecommunication Union”;
- MIL – “Military Standards”;
- MODBUS-IDA - Modbus Organization;
- NEC – “National Electrical Code”;
- NEMA – “National Electrical Manufacturers Association”;
- NFPA – “National Fire Protection Association”;
- ODVA - Open DeviceNet Vendor Association;
- SMACNA - Sheet, Metal and Air Conditioning National Association.
- TIA – “Telecommunications Industry Association”;

- UIC – “Union Internationale dês Chemins de Fer”;
- UL – “Underwriters Laboratories”;
- VDE – “Verband Deutscher Elektrotechniker”;
- VDV – “Verband Deutscher Verkehrsunternehmen”;

### **2.2.2 REGULAMENTOS E LEGISLAÇÃO**

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

## **2.3 INTERFACE ENTRE SISTEMAS E OBRAS CIVIS**

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

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

- A obra civil deve prever infraestrutura para instalações de todos os sistemas e equipamentos conforme requisitos a serem desenvolvidos;
- Os dutos de ventilação devem ser considerados no projeto arquitetônico de forma que a integração e a funcionalidade destes com os demais sistemas não sejam prejudicadas;
- Para localização das salas técnicas e das prumadas de cabos entre níveis deve ser considerada a menor distância entre a sala técnica e equipamentos a interligar;
- Em ambientes com pé-direito alto, deve ser considerada a infraestrutura para instalação e manutenção de equipamento;
- Considerar porão de cabos para as salas técnicas e locais com grande volume de instalação;
- Considerar que o acesso ao porão de cabos e locais de instalação de equipamentos deve ser acessível por escadas que possibilitem o transporte de equipamentos e instrumentações e não por alçapão;
- Considerar a existência de prumadas para a passagem de cabos/dutos, e as localizadas em áreas públicas devem ter fechamento ou acabamento removível;
- Considerar nichos para alocação de equipamentos mecânicos, elétricos e eletrônicos nas estações, túneis e pátios;
- Considerar eletrodutos embutidos nas instalações em áreas públicas;

- Prever nichos ou espaços físicos para instalação de equipamentos ao longo da via e nas regiões de passarela de emergência (caixas a margem de via, máquina de chave, sinaleiro, etc) de forma a evitar a obstrução das áreas de circulação;
- Segregar ambientes contra incêndio em caso de emergência no caso de interfaces com estações já existentes, sem interferir em operação comercial nas condições normais.

## **2.4 ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO**

Será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a construção e implantação dos meios de interligação com as estações existentes. Nesses locais, que podem ser corredores, túneis, etc, deve ser prevista pela CONCESSIONARIA toda infraestrutura necessária para operação das estações, assim como os equipamentos necessários de monitoração e controle.

A CONCESSIONARIA será responsável por todas as adequações necessárias nas obras civis, na infraestrutura e nos sistemas garantindo assim a integração dessas estações, devendo inclusive realizar adequações nas estações existentes e nas localidades próximas à interligação.

A CONCESSIONÁRIA será responsável pelo tramite de documentos com o Corpo de Bombeiros para obtenção do AVCB, devendo ser considerada as eventuais adequações das estações existentes solicitadas pelo Corpo de Bombeiros.

As áreas de interligação serão de responsabilidade da CONCESSIONARIA, cabendo a ela a instalação dos equipamentos, manutenção, e operação dos mesmos e realizar a segurança dos locais.

## **2.5 ILUMINAÇÃO E TOMADAS**

O projeto e a implantação dos sistemas de iluminação devem considerar os aspectos da sustentabilidade ambiental, seja no aproveitamento da iluminação natural assim como na utilização de componentes de alto rendimento elétrico ou luminoso.

Deve ser privilegiado o uso de sistemas que permitam o controle da luminosidade em função do aproveitamento da iluminação natural ou economia de energia.

Os tipos de luminárias, lâmpadas e equipamentos devem ser padronizados considerando-se a minimização na quantidade de itens em estoque. Os componentes utilizados devem ser de fácil aquisição no mercado, e as suas instalações devem prever facilidades para manutenção.

Nos túneis, as passarelas laterais de serviço e/ou as rotas de fuga previstas evacuação de usuários em caso de emergência devem ser iluminados, bem como as regiões de aparelho de mudança de via (AMV) onde um reforço na iluminação é necessário para facilitar a visualização da rota alinhada.

Devem ser previstos ao longo das vias e plataformas do Pátio, tomadas para os serviços de manutenção e limpeza, compatível com as tensões de trabalho previstas para os equipamentos.

Devem ser considerados no desenvolvimento do Projeto Básico a utilização de sistemas alternativos para captação de energia, podendo ser solar, eólica, etc. Estas soluções devem ser consideradas no programa de sustentabilidade a ser elaborado pela CONCESSIONÁRIA, que deverá ser apresentado para avaliação do PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

## **2.6 INSPEÇÃO E TESTES**

Todos os serviços de inspeção e testes e certificação, quando for o caso, são de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, que deve utilizar, para sua execução, profissionais e/ou instituições habilitadas e qualificadas para tal finalidade.

As inspeções e testes devem garantir que:

- os materiais e equipamentos utilizado no empreendimento possuem as características físicas, químicas, elétricas, dimensionais e/ou qualquer outra característica técnica especificada por seu fabricante e definido em projeto;
- as tolerâncias apuradas em ensaios e medições estejam em conformidade com aquelas definidas em projeto;
- a instalação dos equipamentos (disposição no local de instalação, interligação com outros equipamentos, bandejamento) tenha sido realizada conforme definido em projeto;
- a cablagem está conectada e identificada de acordo com as Tabelas de Correspondência “De – Para” aprovadas;
- os fios e cabos instalados não possuem rupturas, baixa isolação e emendas;
- os materiais e equipamentos instalados atendem aos requisitos técnicos, funcionais e de desempenho especificados;
- os softwares utilizados nos equipamentos e sistemas estão em conformidade com o especificado;
- os sistemas, funcionando isolada e integradamente, atendem as requisitos técnicos, funcionais e de desempenho especificados.

Todos os recursos necessários à realização das inspeções e testes (fontes de energia, instrumentos de medição, gigas de testes, ferramentas, equipamentos e acessórios diversos) devem ser providenciados pela CONCESSIONÁRIA.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios especializados de instituições independentes.

Após a realização de qualquer inspeção ou teste deve ser elaborado relatório, assinado pelo(s) responsável(is) técnico(s) da CONCESSIONÁRIA, contendo os resultados apurados e laudo conclusivo, confirmando o atendimento às características técnicas avaliadas.

Os relatórios com os resultados das inspeções e testes devem ser submetidos à validação do PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

O PODER CONCEDENTE ou seu preposto, após o término dos testes finais – isolados e integrados – de cada sistema e mediante validação do relatório com os resultados obtidos, emitirá um Termo de Aceitação Operacional autorizando o início da operação do sistema.

O PODER CONCEDENTE pode acompanhar e fiscalizar a execução dos testes.

## **2.7 REQUISITOS DE PROJETO**

Todos os sistemas a serem implantados na Linha 6 – Laranja devem atender as premissas e possuir as características descritas nos itens a seguir.

### **2.7.1 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

Os sistemas do trem devem ser adequados ao modo de condução UTO (Unattended Train Operation), o qual é caracterizado pela ausência de atendente no trem, no estado atual da arte e de acordo com a Norma IEC 62290-1 - “Railway applications - Urban guided transport management and command/control systems”.

O intervalo médio entre trens – Headway – deve ser de 75 segundos, no trecho compreendido entre as estações terminais de São Joaquim e Brasilândia, incluindo as regiões terminais, considerando velocidade média igual ou superior a 34 km/h.

Para a comprovação do Headway devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Parada dos trens nas estações com taxa de frenagem máxima de  $0,85 \text{ m/s}^2$ ;
- Tempo de parada com portas abertas de 20 segundos;
- Parada dos trens na terminal de manobra (quando esta não for uma plataforma) com taxa de frenagem máxima de  $1,0 \text{ m/s}^2$ ;
- Tempo máximo para reversão de cabine: 10 segundos.

### **2.7.2 SENTIDO DE MOVIMENTAÇÃO DOS TRENS**

A movimentação automática de trens na “linha comercial” deve ser possível em ambos os sentidos, sendo o sentido anti-horário o normal (prioritário) da via.

A movimentação automática em trechos de via ou em via singela deve ser possível em caso de degradação ou por estratégia operacional.

### **2.7.3 ANÁLISE DE SEGURANÇA**

Fornecimento de análise de segurança, certificada por instituição com notória especialidade, conforme normas IEC 61508 e CENELEC EN 50126 para:

- Sistema de Sinalização e controle automático dos trens – CBTC – Nível de integridade; SIL-4;
- Circuito de comando do freio de emergência – Nível de integridade SIL-4 ;
- Circuito de comando de abertura de portas automáticas dos trens e plataformas – Nível de integridade SIL-3;
- Sistema de suspensão dos trens – Nível de integridade SIL-4.
- Comportamento dinâmico do trem.

O PODER CONCEDENTE irá contratar os serviços de entidade independente para analisar os documentos relativos aos Sistemas Críticos de Segurança (estações, via, pátio e embarcado).

O PODER CONCEDENTE irá contratar os serviços de entidade independente para analisar os documentos técnicos relativos aos Sistemas Críticos de Segurança (estações, via, pátio e embarcado).

Caso seja realizada qualquer alteração nos sistemas listados, será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a realização de uma nova Análise de Segurança independente, que deve ser informada ao PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

A manutenção das condições de segurança será de inteira responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

#### **2.7.4 GARANTIA DE QUALIDADE**

As atividades de garantia de qualidade de fabricação devem assegurar que os materiais, equipamentos e sistemas atendam às normas, especificações e projetos aprovados. A qualidade intrínseca dos projetos e equipamentos deve atender à capacidade de transporte do sistema e aos requisitos de confiabilidade especificados e diretrizes mandatórias.

#### **2.7.5 SUSTENTABILIDADE**

As estações, Centros de Controle, e pátios devem atender a legislação vigente, na sua concepção e durante sua operação quanto ao conceito de sustentabilidade, ou seja:

- Uso de fontes de energia limpas e renováveis;
- Criação de atitudes voltadas para a reciclagem de resíduos sólidos;
- Desenvolvimento da gestão sustentável para diminuir o desperdício de matéria-prima;
- Redução, reutilização, reciclagem e destinação adequada de resíduos;
- Durabilidade das edificações (vida útil de componentes, elementos, sistemas do edifício);

- Desenvolvimento e utilização de produtos com baixo consumo de energia e uso de dispositivos economizadores de energia;
- Atitudes voltadas ao consumo controlado de água, evitando ao máximo o desperdício;
- Sistema de gestão da captação de águas;
- Adoção de medidas que visem a não poluição dos recursos hídricos;
- Soluções que favoreçam a iluminação e ventilação naturais e o conforto térmico, dentre outros.

A CONCESSIONÁRIA deve apresentar relatório, ou documentos demonstrando a implementação desse conceito para validação pelo PODER CONCEDENTE ou seu preposto.

#### **2.7.6 INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS**

Os equipamentos e materiais devem ser projetados, fabricados, testados e instalados de tal forma a não proporcionar interferências eletromagnéticas prejudiciais (compatibilidade eletromagnética – CEM), seja por radiação, transientes, pulsos ou campo elétrico e magnético, a outros equipamentos, bem como não devem ter seu funcionamento afetado por sinais interferentes de equipamentos do próprio sistema ou de outros sistemas.

Os equipamentos a serem instalados nas estações, vias, pátio, centro de controle e a bordo dos trens devem ser protegidos contra descargas elétricas e de natureza eletromagnética.

O conjunto de normas de compatibilidade eletromagnética (CENELEC EN 50121, partes 1 a 4) e de proteção contra descargas atmosféricas (NBR-5410 e NBR-5419) deve ser respeitado.

#### **2.7.7 INTEROPERABILIDADE**

Os protocolos de comunicação utilizados devem ser abertos (não proprietários), de forma a permitir total interoperabilidade entre equipamentos e sistemas.

#### **2.7.8 QUALIDADE E REQUISITOS DE “SOFTWARE”**

Os softwares especialmente desenvolvidos para o PODER CONCEDENTE devem seguir normas ou modelos de engenharia de software como, por exemplo, CMMI – Capability Maturity Model Integration for Development - version 1.3 (CMMI-DEV v1.3), no mínimo nível 3, MPS-BR (Melhoria de Processos de Software Brasileiro), no mínimo nível C, ou equivalente, sendo comprovados através de certificados.

O software especialmente desenvolvido ou modificado para viabilizar o atendimento às funcionalidades e desempenho dos sistemas deste contrato deve ser fornecido ao PODER CONCEDENTE em armazenamento eletrônico com todo o programa e código fonte abertos e com as ferramentas e treinamentos necessários para sua manutenção ou atualização.



Os softwares com patente, exceto os de prateleira (COTS – Commercial off-the-shelf), devem ter seu código fonte fornecidos, além das ferramentas e treinamentos necessários para sua manutenção ou atualização. Este fornecimento poderá ser realizado através de depósito em cofre bancário. Esta cópia de segurança deve ser mantida atualizada, de acordo com a última revisão implantada em campo e sempre em conjunto pela CONCESSIONÁRIA e o PODER CONCEDENTE. Caberá ao PODER CONCEDENTE retirar a cópia de segurança para seu uso próprio em caso de extinção do fornecedor, após um prazo determinado ou mediante necessidade de manutenção, atualização e/ou ampliação do sistema por parte do PODER CONCEDENTE.

#### **2.7.9 REQUISITOS GERAIS DE CDMS**

Devem ser estabelecidos os requisitos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança, a serem cumpridos pelos Sistemas, de acordo com o previsto na norma CENELEC EN50126 - "Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)".

Os conceitos de "Fail Safe" devem ser utilizados nos softwares relacionados às funções de segurança ou vitais. O projeto para equipamentos/sistemas relacionados às funções de segurança deve atender ao "Software Safety Integrity Level" (SIL) 4, conforme a norma IEC 61508.

Deve ser fornecida toda a documentação necessária para a realização da análise de segurança por entidade independente que deve ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento do sistema. Os resultados e as não conformidades detectadas pela Análise de Segurança independente, que afetem a segurança dos sistemas, devem ser corrigidos.

O Plano de CDMS para cada Sistema deve ser apresentado e deve garantir o atendimento dos requisitos de confiabilidade e disponibilidade especificados para os sistemas.

#### **2.7.10 MODULARIDADE E INTERCAMBIABILIDADE**

O "hardware" e o "software" do sistema devem ser estruturados, concebidos e implantados, observando-se as características de modularidade, de forma a permitir a substituição e ampliação de forma rápida e segura.

Os módulos e equipamentos devem ser implementados de forma a permitir a intercambiabilidade de localização sempre que utilizados para funções similares.

#### **2.7.11 TEMPO DE INICIALIZAÇÃO DOS SISTEMAS MICROPROCESSADOS**

A inicialização dos sistemas, que possuem tecnologia de microprocessadores, deve ser realizada num tempo inferior ou igual a 60 segundos para sistemas que interferem na disponibilidade operacional e num tempo inferior ou igual a 180 segundos para os demais sistemas.

No desenvolvimento do projeto, devem ser consideradas as diferenças quanto à forma de processamento, dependendo do sistema operacional e aplicativos: processamento por hardware (específico ou dedicado tipo switches) como roteadores e CLP e processamento por hardware como servidores, IHM, etc.

#### **2.7.12      DIAGNÓSTICOS DE FALHAS E ALARMES**

Os sistemas elétricos, eletrônicos e auxiliares devem permitir gerenciamento remoto, através da rede de dados, de forma a permitir a configuração de parâmetros, a obtenção de informações para manutenção preditiva, diagnósticos de falhas e o envio de alarmes para o Sistema de Apoio à Manutenção e Postos de Controle.

A base de dados dos sistemas deve estar acessível para permitir a implantação dos conceitos de monitoração contínua centralizada, de análise automática de tendência de falha e de acesso remoto aos sistemas.

#### **2.7.13      ESTAÇÃO INTELIGENTE**

No desenvolvimento do projeto devem ser considerados todos os automatismos e integrações entre sistemas necessários à operação.

#### **2.7.14      INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS**

A integração dos equipamentos e sistemas deve ser realizada de forma completa, considerando todos os intertravamentos, interfaces de proteção, sinalização e sua interligação e integração com os dispositivos de supervisão e comando, tanto a nível local quanto remoto.

#### **2.7.15      COMPATIBILIDADE**

Devem ser partes integrantes da concepção e instalação, as aplicações de medidas adequadas de proteção como blindagens, filtragens, aterramentos específicos, entre outras precauções técnicas, para a garantia da segurança, confiabilidade e disponibilidade requerida para os sistemas e equipamentos especificados.

De modo similar, para minimizar anormalidades funcionais nos sistemas e equipamentos, devem ser consideradas medidas corretivas apropriadas, quando componentes da instalação estiverem susceptíveis às perturbações elétricas significativas provocadas por outras características de equipamentos, associadas a parâmetros de tensão e corrente (ex. Harmônicas, partidas de motores, etc.), como definidas na norma NBR 5410 e nas especificações técnicas.

#### **2.7.16      PADRÕES PARA OS EQUIPAMENTOS**

Os quadros, painéis, cubículos, gabinetes, etc. devem ser construídos com alto padrão de qualidade e em conformidade com as normas. O grau de proteção deve ser adequado ao local de instalação.

Os equipamentos devem ter cor padronizada podendo ser utilizadas as seguintes cores: branca, cinza claro ou bege claro.

Os equipamentos devem estar distribuídos em salas específicas, de acordo com a finalidade e classe de tensão, sendo que os equipamentos eletrônicos devem ser instalados em salas técnicas climatizadas.

### **3. MATERIAL RODANTE**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

##### **3.1.1 CARRO**

O trem será formado por uma composição de 6 (seis) carros (sendo os dois carros de extremidade com console de condução e quatro carros intermediários sem console) com comprimento total compatível com a plataforma das estações.

O material da estrutura do carro deve ser de alumínio ou aço inoxidável austenítico.

A estrutura do carro deve ser dimensionada para suportar os equipamentos, a carga equivalente de 10 passageiros em pé por m<sup>2</sup> e fator dinâmico de 30%.

O dispositivo antiencavalamento deve ser soldado ao estrado do carro em ambas as cabeceiras de cada carro. As nervuras horizontais do antiencavalamento devem resistir ao esmagamento, quando aplicada uma carga de no mínimo 50 tons sobre cada uma delas.

Os esforços sobre o antiencavalamento provenientes de eventual colisão devem ser distribuídos uniformemente às estruturas do estrado.

O estrado deve ter nas laterais e nas cabeceiras pontos devidamente preparados para levantamento do carro, por meio de macacos.

A estrutura do carro deve ser submetida aos ensaios de compressão, carga vertical e torção, conforme as normas UIC 566 e EN 12663.

A estrutura do carro deve ser submetida a teste de estanqueidade (rotina), conforme norma IEC 61133.

Os materiais empregados na fabricação dos carros devem ter característica de chama não propagante, baixa emissão de fumaça e gases tóxicos, categoria de circulação por túnel, conforme estabelecido na norma NFF 16-101, BS 6853 ou outra norma internacional equivalente.

Os fios e cabos devem ser de cobre eletrolítico estanhado, com material de isolamento isenta de halogênio, chama não propagante, com baixo índice de emissão de fumaça, gases tóxicos e suportar temperatura de no mínimo 120°C, conforme normas NFF 16-101, DIN 5510, BS 6853 ou norma internacional equivalente.

A capacidade do trem deve ser calculada com a densidade de 8 passageiros em pé por m<sup>2</sup> (AW4), sendo no mínimo de 12% passageiros sentados (com ocupação mínima de 0,34 m<sup>2</sup> por assento) e 2 cadeirantes (um em cada carro de extremidade).

Os painéis de acabamento do interior dos carros devem ser projetados para não ter os elementos de fixação aparentes, não permitir a sua vibração e nem gerar ruído.

No intervalo entre as portas laterais do salão de passageiros de cada carro, em ambos os lados, deve haver uma janela lateral envidraçada com área, de no mínimo, 0,36 m<sup>2</sup> para cada metro linear da lateral do trem.

As janelas laterais do salão devem ter partes basculantes que podem ser abertas para auxiliar na ventilação do carro, em caso de falta de energia de tração do trem.

As portas laterais dos carros devem altura mínima de 1.900 mm e largura mínima de 1600 mm. A quantidade e a largura das portas laterais em cada lateral do carro, bem como a disposição de bancos e pega-mãos devem ser projetadas para facilitar o embarque e desembarque dos passageiros, minimizando o tempo de parada.

As portas do trem devem compatibilizadas com as portas de plataforma (PSD) previstas em cada estação, de forma a manter a largura livre de passagem independentemente da tolerância da parada do trem na estação. O vão entre o trem e a plataforma da estação deve atender a norma NBR 14021.

As folhas das portas devem ser intercambiáveis entre si e resistir a aplicações de cargas concentradas de 150 daN perpendicularmente a sua face sem deformação permanente, conforme a norma EN 14752.

O vão entre a superfície da folha e o quadro da porta do lado interno do salão de passageiros deve ser no máximo 5 mm, de forma a minimizar acidente de arraste da mão do passageiro eventualmente apoiado na porta durante a abertura da mesma.

A passagem entre carros (gangway) deve ser livre de obstáculo e degrau e ter largura mínima de 1.500 mm e altura mínima de 1.950 mm.

As janelas das portas devem ter área de, no mínimo, 25 % da folha da porta e vidro plano devem ser faceadas com a folha do lado interno do carro.

As janelas laterais e das portas devem ter vidro de segurança do tipo laminado ou policarbonato com espessura mínima de 8 mm, com película anti-vandalismo do lado interno do carro.

O eixo de cada porta lateral do trem deve coincidir com o eixo da porta de plataforma (PSD). Os dispositivos e chaves operacionais de acionamento externo ao trem devem estar integrados com o projeto das portas de plataforma, de modo a permitir o acesso fácil com uma única chave e num tempo inferior a 1 minuto.

A máscara frontal do carro de extremidade não deve contribuir para a resistência estrutural do carro.

O trem poderá também ser provido de porta frontal de emergência.

Deverá ser previsto um sistema automático para desligamento do sistema de alimentação elétrica, na opção de terceiro trilho, para as eventuais situações de evacuação dos trens.

O vidro do para-brisas deve ser do tipo laminado de segurança com aplicação pelo lado interno do carro de película de segurança, anti-impacto e anti-estilhaçamento sem emenda e atender ao requisito de impacto, conforme estabelecido na norma UIC 651 OR.

O piso acabado do carro deve ser projetado para resistência ao fogo de 30 min, no mínimo, comprovado por ensaio de acordo com norma BS 6853, BS 476-20 e 22 e ASTM E 119, em amostra que representa o estado final de construção e acabamento utilizado na produção.

O revestimento do piso deve ser antiderrapante, resistente a detergente e pontas de cigarro acesa e com material de desempenho comprovado para aplicação ferroviária, conforme norma ASTM D 2000 ou NFF 16 101 M-2, F-2.

O pega-mão deve ser de tubo de aço inoxidável, com diâmetro de 32 mm, conforme os requisitos da norma NBR 11647. O tubo do pega-mão vertical deve ser revestido de material fotoluminescente na altura de 800 mm a 1.800 mm.

Os bancos de passageiros e seus suportes devem ser projetados para suportar a carga distribuída de 150 daN por assento.

O projeto do interior dos carros deve atender aos requisitos de acessibilidade, conforme a norma NBR 14021.

Todos os dispositivos para atuação dos passageiros em caso de emergência devem ter placas de comunicação visual com identificação da função e orientação de uso. Placas devem ser previstas para alertas de segurança e orientação aos passageiros, escritas em Português e Inglês.

As dimensões do carro devem ser compatibilizadas com o projeto dos túneis e estações em relação ao gabarito estático e dinâmico, conforme a norma UIC 505. O ensaio de comportamento dinâmico do trem deve ser executado, conforme a norma UIC 518 OR ou EN 14363.

### **3.1.2 TRUQUES**

A estrutura do truque deve ser submetida aos ensaios (estático e de fadiga) de acordo com a norma UIC 615-4 e/ou DIN EN 13749.

Os ensaios devem 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.

As suspensões primárias e secundárias devem ser projetadas para manter o nivelamento e a altura do piso do carro constante em relação à plataforma da estação independente do seu carregamento.

As rodas de aço devem ser balanceadas estática e dinamicamente dentro da faixa de tolerância de fabricação, conforme S 657-81 pg. G-97 do “Manual of Standard and Recommended Practices” da AAR, edição de 1998.

A roda deve ser de aço forjado com a superfície de rolamento tratado termicamente, conforme especificação M-107, classe “C” da AAR. (321 a 363 BHN), última revisão.

O aro da roda deve ter uma espessura útil de, pelo menos, 45 mm para desgaste e permitir torneamentos múltiplos para correção do perfil.

O perfil da roda deve ser AAR G-29 Ed. 1.978 e deve ter um chanfro na extremidade da pista de rolamento de 5x5 mm na borda oposta a flange.

As tolerâncias e medidas da roda devem seguir como padrão, S 657-81, pg. G 97 do “Manual of Standard and Recommended Practices” da AAR, edição de 1998, e ainda atender às normas EN 13260, EN 13261 e EN 13262.

O trem deve ter equipamento de lubrificação de friso de rodas em pelo menos um eixo de cada carro de extremidade.

Os eixos devem ser fabricados conforme especificação padrão M – 101, Grau - H da AAR, com tratamento térmico. A montagem das rodas no eixo deve ser executado com pasta de montagem MoS<sub>2</sub>, conforme especificação da norma AAR ou UIC 813.

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).

Os rolamentos devem ser dimensionados para atingir, pelo menos, 2.500.000km, nas condições de operação especificadas.

Os redutores devem ser submetidos aos testes de tipo (elevação de temperatura, carga, durabilidade, ruído, vazamento e vibração) e rotina (funcionamento).

### **3.1.3 SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA**

O sistema de tração e frenagem elétrica deve ser compatibilizado com o sistema elétrico de tração, conforme norma EM 50388, e atender ao desempenho em tração e frenagem elétrica com carregamento até AW4 em toda a faixa de velocidade operacional.

O fusível ou o disjuntor da entrada do inversor de tração deve ter capacidade de interrupção compatível com a corrente de curto circuito da retificadora de alimentação da via.

O trem deve ter todos os carros motorizados. A frenagem elétrica deve ser plena em todas as condições de carregamento, limitada pela potência máxima dos motores de tração. Caso necessário, pode ser previsto um ou dois eixos livres para instalação de dispositivos como tacômetros do sistema de sinalização.

O inversor de tração não deve gerar perturbações elétricas na linha de alimentação, bem como, deve ser protegidos contra perturbações geradas externamente na linha por outros equipamentos, conforme a norma IEC 60850.

Devem ser evitadas as interferências eletromagnéticas no espectro de frequências utilizadas pelo equipamento de sinalização de via e de bordo.

O inversor estático de tração deve atender às condições de ensaios de tipo e rotina, conforme as normas NBR-8365 e IEC-60077.

O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deve ser submetido a ensaios de tipo e rotina, conforme norma NBR-8365 ou IEC 60571.

O motor de tração deve ser do tipo indução ou imã permanente trifásico. Os motores de tração devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme norma IEC 60349-2.

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.

Os resistores de potência utilizados na frenagem elétrica devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma IEC 322 ou equivalente.

Os níveis de ruído devem ser adequados, e compatíveis com as normas e legislação.

### **3.1.3.1 SISTEMA DE FRENAGEM POR ATRITO E ANTIDESLIZAMENTO**

O sistema de freio de atrito deve ser de uso comprovado em trens metroviários. 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 carregamento AW4) e atendendo ao desempenho em frenagem de serviço (sem freio elétrico) e de emergência.

O sistema de freio por atrito deve ser compatibilizado (blending) com o sistema de freio elétrico, para garantir a frenagem segura, suave e isenta de solavancos nas transições entre frenagem elétrica para freio de atrito e vice-versa.

O sistema de freio de atrito deve ser dimensionado para garantir, no mínimo, a três aplicações consecutivas de frenagens de emergência (com carregamento AW4) a partir da velocidade máxima.

Os circuitos de comando e controle 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, por empresa especializada de capacitação comprovada.

Em freio de serviço, o tempo de resposta entre o comando de frenagem e o instante em que a pressão dos cilindros de freio de atrito atingir 90 % do seu valor nominal deve ser inferior a 2 s. Em freio de emergência, o tempo de resposta deve ser inferior a 2,5 s.

O tempo de resposta entre o comando de alívio do freio de atrito e a pressão do cilindro de freio atingir 10% do valor nominal deve ser inferior a 3 s. Esses intervalos devem ser considerados para qualquer condição de carga do carro.

O anti-deslizamento 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.

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.



Os equipamentos eletromecânicos que compuserem o sistema de frenagem por atrito e antideslizamento serão submetidos a ensaios de tipo e rotina, conforme normas IEC 60077. Os equipamentos eletrônicos do sistema de frenagem por atrito e antideslizamento devem ser submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571.

O freio de estacionamento deve ser dimensionado para manter o trem vazio estacionado, por tempo indefinido, na máxima rampa da via.

#### **3.1.4 SISTEMA DE PORTAS AUTOMÁTICAS**

O sistema de portas do trem deve ser projetado, conforme a norma EN 14752.

O acionamento das folhas da porta deve ser por motor elétrico com força de fechamento ajustável de 15 a 30 daN na guarnição de borracha das folhas.

O tempo de abertura e do fechamento das portas deve ter possibilidade de regulagem entre 1,5 a 4,0 s, contados a partir do instante do comando, descontado o tempo do sinal sonoro de fechamento.

A largura das portas do trem e a sua operação devem ser compatibilizada com as portas de plataforma previstas para as estações.

A função de saída de emergência deve ser prevista, no mínimo, em 2 (duas) portas de cada lado do carro. O acionamento da saída de emergência de cada porta deve ser por um dispositivo de atuação mecânica tanto pelo lado interno como externo do carro. O dispositivo deve destravar a porta, mas a abertura manual da porta deve ser possível somente com o trem parado.

O critério e atuação das portas na condição de emergência devem estar adequados as soluções de evacuação previstas nos túneis, sejam através de passarelas de emergência ou pela via.

A abertura de qualquer porta do carro (vão maior que 30 mm) com o trem em movimento, inclusive em razão da função saída de emergência, deve provocar a aplicação do freio de emergência até a parada do trem.

Independentemente dos modos de falha dos equipamentos envolvidos ou da inexistência de alimentação elétrica, a função saída de emergência deve sempre garantir a possibilidade de destravamento e abertura manual da porta.

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. O software e o hardware das funções de abertura de portas devem ser submetidos a análise de segurança, conforme a norma MIL STD 882 ou EN 50126.

O comando e a abertura das portas devem ocorrer somente se o trem estiver parado, em qualquer modalidade operativa.

Independentemente da modalidade operativa, o fechamento das portas do trem deve ser precedido de um sinal sonoro de alerta e concomitante com uma sinalização luminosa localizada no batente superior de cada porta que deve durar por um tempo ajustável de 2 a 5 s. O trem só deve partir quando todas as portas estiverem devidamente fechadas e travadas.

### **3.1.5 SUPRIMENTO ELÉTRICO**

O sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deve ser constituído por inversores auxiliares com tensão de entrada nominal em 750 ou 1.500 Vcc e saída, com tensões nominais de 380 Vca entre fases e 220 Vca entre fase e neutro, em frequência nominal de 60 Hz, senoidal. Deve haver isolamento galvânica entre a tensão de entrada de linha e a tensão de saída em corrente alternada.

O inversor auxiliar deve ser ligado à tensão de alimentação, com fusível de proteção com contator ou disjuntor, localizado na caixa do equipamento.

O fusível ou disjuntor da entrada do inversor auxiliar deve ter capacidade de interrupção compatível com a corrente de curto circuito da retificadora de alimentação da via. O contator deve desligar o inversor em casos de sobrecarga e subtensão de alimentação.

O inversor de alimentação auxiliar não deve gerar perturbações elétricas na linha de alimentação, bem como, deve ser protegidos contra perturbações geradas externamente na linha por outros equipamentos, conforme a norma IEC 60850.

O circuito de alimentação auxiliar em corrente alternada de cada carro deve ser projetado de forma redundante, sendo os equipamentos redundantes alimentados por fontes diferentes. Dessa forma, no caso de falha de uma das fontes, não deve haver colapso das funções do carro ou trem principalmente em relação à climatização, iluminação, tração e ar comprimido.

Os equipamentos ligados ao circuito auxiliar de baixa tensão em corrente contínua devem ser alimentados pelo conversor/retificador em paralelo com as baterias.

As baterias devem ser adequadas para atender os requisitos dos trens, em condições normais e em emergência. A energia armazenada nas baterias deve ser suficiente para alimentar todos os equipamentos por uma hora e manter em operação por 30 min a ventilação de emergência.

O inversor deve ser submetido aos ensaios de tipo e rotina, conforme as normas NBR 8365 ou IEC 1287.

### **3.1.6 CLIMATIZAÇÃO**

O sistema de ar refrigerado do salão de passageiros deve ser composto de unidades compactas integradas e redundantes por carro, sendo cada unidade alimentada por fonte de corrente alternada distinta.

O ar refrigerado deve ter a capacidade de reduzir pelo menos 7°C a temperatura interna em relação à externa em todo o trem, considerando o carregamento de 6 passageiros/m<sup>2</sup>, com máximo nível de insolação e temperatura externa de 32°C, considerando ciclos contínuos de abertura e fechamento de portas, sendo 20s para portas abertas e 90s para fechadas.

A renovação mínima de ar deve ser de 8 m<sup>3</sup> de ar fresco por passageiro por hora.

O sistema de ar refrigerado deve ter ventilação de emergência alimentada em tensão de bateria e capaz de manter o insuflamento do ar fresco por no mínimo 30 min, para o caso de falta de tensão de linha (750 ou 1.500 Vcc).

A saída do ar refrigerado de cada unidade compacta deve ser distribuída de maneira uniforme em toda extensão do salão. A faixa de variação de temperatura interna, medida a 1,1 m do piso, não deve ser superior a  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

A velocidade do ar deve estar de acordo com o anexo B (Acceptable air speed) da norma EN14750 Part 1 (Comfort parameters) categoria B ( $< 0,5 \text{ m/s}^2$ ) medidos a 1,1 m e 1,7 m do piso de acordo com o anexo D da norma EN14750 Part 2 (Type tests).

Os módulos eletrônicos de controle do ar refrigerado devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma NBR 8365 ou IEC 60571.

Os painéis de controle eletromecânicos devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma IEC 60077.

Deve ser possível ajuste do ar condicionado (refrigeração ou ventilação) de maneira remota.

### **3.1.7 ILUMINAÇÃO**

O sistema de iluminação deve ser projetado para que tenha no mínimo 600 lux, medidos a 800 mm do piso, num plano horizontal, em qualquer ponto do salão. Na região de passagem entre carros (gangway) o nível de iluminamento deve ser no mínimo de 300 lux, medido a 800 mm do piso.

As luminárias do sistema de iluminação devem ser constituídas por LED de alta intensidade. 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.

O fluxo luminoso gerado por cada LED deve ter um ângulo de incidência mínima de  $120^{\circ}$ .

As luminárias nas regiões de portas dos carros devem ser luminárias de emergência, ou seja, devem ser alimentadas pela bateria.

Os ensaios de tipo e rotina devem seguir as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571.

### **3.1.8 SISTEMA MULTIMÍDIA DO TREM**

O sistema de sonorização do trem deve prever a emissão mensagens “ao vivo” (a partir do microfone do console do trem ou através do Centro de Controle) e pré-gravadas de avisos sonoros da próxima estação, de lado de desembarque e de portas inoperantes de forma automática e sincronizada com as informações visuais (mapas dinâmicos de linha e painéis).

O sistema deve obedecer a critério de prioridades para evitar a emissão de duas ou mais mensagens ao mesmo tempo. Na situação de simultaneidade da emissão de mensagens, a mensagem de menor prioridade deve ser reemitida automaticamente após o término da mensagem de maior prioridade.

Todos os carros devem ser sonorizados. A sonorização do trem deve ser subdividida por carro, de modo que a seleção deve ser por carro, grupo de carros ou todos os carros.

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. O nível máximo de pressão sonora deve ser limitado em 105 dB.

O gongo eletrônico que precederá as mensagens deve ter frequências e duração definidas no detalhamento do projeto.

O sistema de sonorização do trem deve apresentar resposta em frequência na faixa de 200 a 8.000Hz  $\pm$  3 dB e a inteligibilidade de no mínimo 95 %.

O sistema deve prever um intercomunicador junto a cada porta do carro e mais um no local reservado para cadeirante nos carros de extremidade.

O intercomunicador deve permitir a comunicação bidirecional entre um usuário de qualquer carro do trem com o operador do trem ou Centro de Controle.

Em todos os carros do trem, no lado interno ao salão de passageiros, sobre cada uma das portas, deve haver um mapa de linha dinâmico, contendo o nome de todas as estações e as integrações com outras linhas metropolitanas.

Cada carro deve possuir painéis de comunicação visual luminosa no salão de passageiros. Os painéis devem apresentar os textos das mensagens divulgadas pelo sistema de sonorização.

A comunicação de voz e dados entre o trem e o Centro de Controle deve ser através de rádio banda larga, conforme a norma IEEE 802.11b - Standard for Wireless Local área Network.

A comunicação bidirecional de voz, dados e imagens dos sistemas do trem com o Centro de Controle através do radio banda larga deve ser compatibilizados de forma a viabilizar a monitoração e comando remoto.

A comunicação bidirecional de voz, dados e imagens dos sistemas do trem com o Centro de Controle através de rede sem fio deve ser compatibilizada com o Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados (SCMVD) implantados nas estações e pátios forma a viabilizar a monitoração e comando remoto.

O sistema de comunicações do trem deve apresentar disponibilidade de 99,9998 %.

Os equipamentos do sistema de comunicação devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma EN-50155.

### **3.1.9 SISTEMA DE MONITORAÇÃO ELETRÔNICA A BORDO DO TREM**

O sistema de monitoração eletrônica deve ter no mínimo 4 câmeras por carro com cobertura principalmente da região de portas e uma câmera em cada cabeceira do trem para monitorar a via, bem como prever a gravação e armazenagem de todas as imagens, no mínimo, dos últimos 7 dias, com taxa de 15 quadros por segundo, que podem ser utilizadas pela segurança em caso de delito.

Os arquivos de imagens de qualquer câmera devem ser transmitidos para o Centro de Controle, quando requisitado.

O tratamento e a transmissão de vídeo devem utilizar tecnologia digital e permitir integração com os padrões ITU - União Internacional de Telecomunicação e ISO Organização Internacional de Padronização de comunicações de dados.

O trem deve também ter um equipamento de gravação em memórias de estado sólido tipo “caixa preta”, conforme a norma BS/GO/OTS 203 – Parte C ou IEEE 1482.1. A capacidade de gravação da “caixa preta” deve ser de armazenar as últimas 2 h de imagens de todas as câmeras com máxima resolução e no mínimo 15 quadros por segundo e as comunicações de voz no interior do trem e com o Centro de Controle.

A disponibilidade deve ser no mínimo de 99,9998%.

As câmeras devem ser compatíveis com as condições de iluminação dos locais de sua instalação e as imagens disponibilizadas para serem transmitidas para centros de controle.

### **3.1.10 COMANDO E CONTROLE**

As interfaces de comunicação de comando e controle devem possuir isolamento elétrica, proteção contra transitórios, ruídos, interferência eletromagnética e proteção contra operação indevida. O sistema de comando e controle do trem deve ser projetado utilizando-se um dos padrões Fast-Ethernet de acordo com a norma IEEE-802-3; Padrão serial USB de acordo com a norma IEEE-1394 e ISO/IEC 8802-3 e Ópticas, conforme recomendações da ITU e NBR.

Na cabeceira frontal do carro de extremidade deve ter uma console de comando para operação do trem em modo manual. O console deve ter no mínimo um monitor de 10 polegadas e recursos para condução do trem em manual com segurança.

Os equipamentos devem ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina, conforme a norma EN-50155.

Os protocolos de comunicação da rede devem ser padrão aberto (não proprietários) e uso comprovado para aplicações ferroviárias, conforme norma IEC 61375.

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.

O trem deve ter equipamento registrador de eventos operacionais (velocidade, tensão de alimentação, comandos, estados dos principais equipamentos), mantendo os dados dos sinais e

registro de data e horário dos eventos registrados em memória redundante. A capacidade da memória deve ser de no mínimo 7 dias de operação.

#### **3.1.11 ENGATES**

O engate automático da cabeceira frontal e o semipermanente entre carros devem ter dispositivos de amortecimento tipo gás-hidráulico ou hidrostático, capaz de absorver toda a energia gerada na tração e compressão dos engates.

Os engates devem ser projetados para suportar sem danos o acoplamento de um trem carregado com velocidade de 9 km/h contra um trem parado.

O sistema de engates deve ser dotado de fusível mecânico contra choques que podem causar danos à estrutura da caixa. Caso necessário, deve ser prevista porção elétrica no engate automático para sinais de comando ou controle em condição de rebocamento entre trens.

#### **3.1.12 SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO**

O suprimento de ar comprimido deve ser dimensionado para atender ao consumo médio do trem durante a operação, mesmo com falha de um compressor.

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 %, na pressão de máxima de trabalho e temperatura ambiente.

O circuito de comando da unidade compressora deve ser submetido a ensaios, conforme norma IEC 60077.

#### **3.1.13 DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO**

O trem deve ter sistema de detecção de fumaça por carro e sistema de extinção de incêndio do tipo água nebulizada, conforme a norma NFPA 750.

Os módulos de controle eletrônico do sistema de detecção e de extinção de incêndio devem atender os requisitos da norma EN 50155.

Os extintores de incêndio devem ser do tipo ABC.

#### **3.1.14 DETECÇÃO DE DESCARRILAMENTO**

O trem deve ter um sistema de detecção de descarrilamento que comandará a aplicação do freio de emergência após a constatação do descarrilamento de um ou mais rodéis.

#### **3.1.15 COLETOR DE CORRENTE**

O coletor de corrente deve ser adequado à forma de captação de energia prevista, terceiro trilho ou catenária.

O coletor deve ser dimensionado para atender às condições de operação, devendo suportar a densidade de corrente prevista no contato com o terceiro trilho ou com a catenária.

### **3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

A vida útil do trem deve ser de no mínimo 30 anos.

Os sistemas do trem devem ser adequados ao modo de condução UTO (Unattended Train Operation) e fornecidos com a mais atual tecnologia para conforto dos passageiros, desempenho operacional, segurança e facilidades de manutenção, de acordo com a Norma IEC 62267 – 2009 - “Railway applications. Automated urban guided transport (AUGT). Safety requirements”.

O trem deve possuir aceleração nominal inicial de 1,0 a 1,3 m/s<sup>2</sup>, em qualquer condição de carga até 8 passageiros em pé por m<sup>2</sup> (AW4), via em tangente e em nível. O trem deve atingir a velocidade de 80 km/h em menos de 33s, com o tempo contado a partir do comando de tração. A aceleração em tração deve ser superior a 0,20m/s<sup>2</sup> para velocidade acima de 85 km/h.

A variação da aceleração com o tempo (jerk) deve ser inferior a 1,5 m/s<sup>3</sup>.

O peso médio por passageiro deve ser considerado de 70 kg.

A frenagem de serviço tanto elétrica como de atrito deve produzir desaceleração nominal de 1,0 a 1,30 m/s<sup>2</sup>, independente da velocidade do trem, com carregamento de até AW4.

A frenagem de serviço elétrica deve ser plena para qualquer condição de carga e pelo menos de 70 até 5 km/h para carro carregado (AW4). Para valores de velocidade acima de 70 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 (“blending”)

A frenagem de emergência deve ser apenas por atrito e garantir uma taxa de desaceleração nominal de 1,3 a 1,50m/s<sup>2</sup> para qualquer condição de velocidade e carga (AW0 até AW4).

A compatibilidade eletromagnética dos equipamentos do trem deve atender às normas EN 50121-3-1 & 3-2 Aplicações ferroviárias — Compatibilidade Eletromagnética ou IEC 62236-3-1 & 3-2 Railway applications - Electromagnetic compatibility.

Os níveis de ruído máximos dos equipamentos, sistemas e componentes do trem devem ser:

- 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.

Os níveis de ruído devem ser medidos de acordo com as normas NBR 13068 - Ruído Interno e Externo em Carro Metropolitano e NBR 13067 - Carro Metropolitano - Determinação de Níveis de Ruído ou ISO3095 Acoustics - Measurement of Noise Emitted Railbound Vehicles e ISO3381 Acoustics - Measurement of Noise Inside Railbound Vehicles.



#### **4. VEÍCULOS DE MANUTENÇÃO**

Os principais tipos de veículos necessários para a manutenção de trens, via permanente e terceiro trilho ou rede aérea estão relacionados abaixo. A Concessionária deve dimensionar a quantidade em função da estratégia e do tempo disponível para realização das manutenções preventivas dos equipamentos operacionais.

Os principais veículos de manutenção são:

- Trem esmerilhador de trilhos;
- Trator de manobra para movimentação de trens em oficinas;
- Trator de manobra para manutenção da via permanente;
- Veículo de inspeção da rede aérea / instalação de fio de contato (catenária);
- Tróleis para transporte de trilhos;
- Vagão plataforma;
- Vagão pipa;
- Veículo para ultrassom da via;
- Caminhões terra/via (com/sem guindaste);
- Caminhão Socorro terra/via com equipamentos de encarrilamento de trem.

## **5. SINALIZAÇÃO**

### **5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

#### **5.1.1 GERAIS**

O Sistema de Sinalização e Controle deve possuir as funcionalidades de ATP – Automatic Train Protection, ATO – Automatic Train Operation e possibilitar todas as funções do ATS – Automatic Train Supervision previstas para o Sistema de Controle Centralizado.

O Sistema de Sinalização deve ser concebido com tecnologia "CBTC – Communication Based Train Control", de acordo com o conjunto de normas IEEE 1474, no estado atual da arte, e seus equipamentos serão distribuídos nas estações, vias, pátios e a bordo dos trens e veículos de manutenção.

O Sistema de Sinalização a ser implantado deve ser UTO - Unattended Train Operation, conforme a norma IEC 62290-1, o qual é caracterizado pela ausência de atendente no trem, com nível de automatização máximo tanto na via principal como nas vias operacionais do pátio e estacionamento.

A supervisão e o controle do processo de movimentação de trens devem ser realizados pelo Sistema de Controle Centralizado, porém, devem existir recursos nas estações e pátio para exercer esse controle em situações de degradação.

A comunicação contínua e bidirecional entre trem/veículo de manutenção e via deve ser realizada utilizando "links" de rádio frequência de alta capacidade e alta imunidade à interferência. A alocação das frequências utilizadas para os equipamentos de rádio comunicação contínua de dados trem – via será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA e deve passar pela validação do PODER CONCEDENTE e pelos órgãos governamentais envolvidos.

O Sistema de Sinalização não deve utilizar dispositivos do tipo guias de ondas ou loops indutivos para a realização da comunicação contínua e bidirecional trem – via.

Os equipamentos das vias de teste devem ter recursos para ajustes e diagnósticos do funcionamento dos equipamentos de bordo, permitir a realização de ajustes e testes dos sistemas do trem e de porta de plataforma – PSD.

#### **5.1.2 FUNCIONAIS**

O Sistema de Sinalização deve ser concebido com diversas funcionalidades que permitam o cumprimento dos requisitos de segurança e desempenho especificados para o funcionamento da Linha 6 – Laranja, contemplando inclusive funcionalidades para impor restrições operacionais em trechos de via (por exemplo: restrição de velocidade, interdição de trechos de via para a circulação de trens, condições de baixa aderência roda-trilho, bloqueio/travamento de máquinas de chave, inversão do sentido de movimento do trem em qualquer trecho de via e evacuação de trem no trecho entre as estações e rebocamento de trens , lavagem automática).

Os perfis de velocidade estabelecidos no percurso devem respeitar os limites de velocidade civil, limites de velocidade de passagem nas plataformas, as restrições temporárias de velocidade e o cumprimento do limite autorizado de movimento. A taxa de frenagem do trem para parada automática nas estações deve respeitar o limite de  $0,85 \text{ m/s}^2$ .

O Sistema de Sinalização deve supervisionar e controlar continuamente a velocidade real do trem, garantindo que esta não exceda a velocidade autorizada pelo sistema.

O Sistema de Sinalização deve realizar a abertura e o fechamento das portas de plataforma de forma automática, assim como por comandos provenientes dos Postos de Controle, de forma sincronizada com as portas do trem e respeitando sempre os requisitos de segurança e operacionais.

O Sistema de Sinalização deve evitar que um trem adentre num setor desenergizado e, sempre que possível, não permitir que um trem seja despachado da estação anterior a um trecho desenergizado.

O Sistema de Sinalização deve prever recursos capazes de registrar indicações, alarmes e ações dos operadores em banco de dados, de forma a permitir análise de situações de falha e/ou acidentes, inclusive por meio de funções gráficas e que permitam visualizar a sequência das indicações e comandos por meio de comandos do tipo "play", "replay", "rewind", "forward".

O Sistema de Sinalização deve prover recursos para a condução do trem por um operador, nas duas cabeceiras dos trens, de forma totalmente integrada aos demais sistemas de controle do trem (portas, freio, tração, comunicação áudio visual etc.). Esses recursos serão utilizados em caso de degradação das funcionalidades de movimentação automática do trem (ATO) e devem possibilitar a movimentação do trem nos modos manual controlado (com proteção automática ativa) ou manual (velocidade limitada pelo material rodante).

## **5.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO E SEGURANÇA**

Devem ser estabelecidos os requisitos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança, a serem cumpridos pelos Sistemas, de acordo com o previsto na norma CENELEC EN50126 - "Railway applications - The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)".

O Sistema deve ser concebido com o princípio "falha segura", de forma que o MTTUF (Mean Time To Unsafe Failure) seja da ordem de grandeza de 150 mil anos.

Os conceitos de falha segura "Fail Safe" devem ser utilizados inclusive nos softwares relacionados às funções de segurança ou vitais. O projeto para equipamentos/sistemas relacionados às funções de segurança deve atender ao "Software Safety Integrity Level" (SIL) 4, conforme a norma IEC 61508. Para o Software de Aplicação Crítica e de Segurança, as recomendações da norma CENELEC 50128 devem ser atendidas.

Para atender à Avaliação de Software, a CONCESSIONÁRIA deve permitir o acesso do Avaliador ao processo de desenvolvimento e a toda documentação elaborada e fornecer toda a

documentação necessária para a realização de análise de segurança por entidade independente que deve ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento do sistema. A Avaliação de Software deve ser realizada por um Avaliador independente da equipe de projeto e “externo ao grupo de engenharia da CONCESSIONÁRIA”, e deve conter a conclusão quanto ao atendimento ao nível de integridade de segurança definido.

Os resultados e as não conformidades detectadas pela análise de segurança independente, que afetem a segurança dos sistemas, devem ser corrigidos pelo fornecedor dos sistemas. O Sistema de Sinalização deve possibilitar a detecção de trilho partido em tempo real, em todas as regiões das vias principais e de acesso ao pátio.

A curva de frenagem de segurança deve garantir que um trem pare e mantenha uma distância igual ou superior a 5 metros de um trem, sinal fechado ou de um final de via. As portas do trem e da plataforma não devem ser abertas nas situações onde o trem parar de forma desalinhada e não for respeitado um “vão livre” de pelo menos 80 cm para a transferência de usuários do trem para a plataforma e vice versa.

O Sistema de Sinalização deve possuir capacidade para garantir a comunicação contínua e bidirecional com todos os trens na condição de maior sobrecarga (headway de 75 segundos) e sem perder o desempenho, ao longo das vias, estacionamentos e pátios.

As paradas automáticas dos trens nas plataformas das estações, estacionamentos e terminais de manobra devem ser realizadas com uma tolerância de  $\pm 0,25$  metro em relação ao ponto central da plataforma ou ponto de referência estabelecido em projeto, pelo menos em 99,9995% das vezes, seguindo um perfil de frenagem contínuo, otimizado e seguro. Na ocorrência de parada desalinhada do trem nas estações terminais, acima das tolerâncias que permitam a abertura das portas de plataforma e do trem, devem ser previstos movimentos de avanço ou recuo para corrigir a parada.

O Sistema de Sinalização deve ser projetado para apresentar uma Disponibilidade Operacional de 99,998 %, considerando tempo médio de restabelecimento de falha (MTTR) de 30 minutos.

## **6. SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

### **6.1 SUBESTAÇÕES PRIMÁRIAS**

#### **6.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

As Subestações Primárias devem ter sua construção abrigada para todos os equipamentos, podendo ser utilizados equipamentos convencionais ou compactos.

Devem ser construídas no mínimo duas subestações primárias para captação de energia. A subestações devem ser conectadas em linhas de distribuição 88/138 kV distintas.

As subestações primárias devem ser concebidas considerando-se duas linhas de entrada, cada uma com capacidade suficiente para alimentar todos os sistemas elétricos da Linha. Caso a tensão de captação seja no padrão de 88 kV, deve ser prevista no projeto a alteração futura para o padrão de 138 kV.

O projeto deve considerar a Linha dividida em setores elétricos, definido em função da quantidade de subestações, sendo que no caso de interrupção de energia em uma das primárias, o socorro para a Linha será efetuado através da outra subestação. Para tanto, o projeto deve contemplar a transferência automática de setores.

O PODER CONCEDENTE esta disponibilizando uma área próxima à futura Estação Freguesia do Ó que poderá ser utilizada para construção da Subestação Primária, sendo o local das demais subestações de inteira responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

A área da subestação, disponibilizada pelo PODER CONCEDENTE, tem o Decreto de Utilidade Pública (DUP), sendo as demais necessidades de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

A construção desta e das demais Subestações Primárias, assim como a escolha e aquisição do local é de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

Todas as tratativas com a Concessionária de Energia Elétrica, assim como as eventuais adequações nas Linhas de Transmissão de 88/138 kV para alimentação das Subestações Primárias são de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, assim como o licenciamento das mesmas junto à SVMA.

O nível de tensão de saída das subestações primárias deve garantir a não ocorrência de distúrbios ao longo das redes de distribuição em média tensão.

Devem ser previstas saídas independentes para distribuição ao sistema de tração elétrica, sistemas auxiliares e para os serviços auxiliares da própria subestação.

Devem ser previstos sistemas de automação que permitirão o comando, controle e supervisão local e remoto das primárias.

Os sistemas de automação das subestações primárias devem utilizar tecnologia digital baseada na norma IEC 61850.

### **6.1.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O nível de harmônicas de tensão e corrente nas primárias deve obedecer aos requisitos estabelecidos nas normas IEEE 519, IEC 61000-3-06 e requisitos da Concessionária de Energia Elétrica.

Cada subestação primária deve apresentar disponibilidade de 99,998 %.

Os valores de confiabilidade MTBF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos nas primárias são:

- MTBF > 50.000 h;
- MTTR = 30 minutos.

## **6.2 SUBESTAÇÕES AUXILIARES - MÉDIA TENSÃO**

### **6.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

As subestações auxiliares de média tensão serão constituídas pelos cubículos e equipamentos associados instalados nas estações, pátio e subestações primárias.

As subestações auxiliares de média tensão devem ser conectadas entre si através de redes de distribuição.

As redes de distribuição devem prover, a partir das subestações primárias, alimentação independente para os sistemas de tração elétrica (retificadoras) e para as subestações auxiliares de baixa tensão, ou seja, a falha de uma das redes não deve afetar a outra.

Deve ser previsto um sistema de socorro entre as redes de distribuição, aumentando a confiabilidade e a disponibilidade do sistema de alimentação elétrica.

Todos os cabos de distribuição da rede de média tensão devem atender aos requisitos estabelecidos pela norma NBR 13570 que prevê a utilização de cabos nas instalações e locais de afluência de público, bem como atender aos requisitos de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos conforme a NBR 13248, considerando-se a característica de isenção de halogênios.

Devem ser previstos sistemas de automação que permitirão o comando, controle e supervisão local e remoto das subestações de média tensão.

Os sistemas de automação das subestações auxiliares de média tensão devem utilizar tecnologia digital baseada na norma IEC 61850.

Todo o sistema de Média Tensão deve estar interligado, tanto nos circuitos de tração quanto os circuitos auxiliares.

Nas estações devem ser previstos acoplamentos das barras de forma a prever o socorro entre eles nas estações e também o socorro entre estações.

## **6.2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O nível de harmônicas de tensão e corrente na rede de média tensão deve obedecer aos requisitos estabelecidos nas normas IEEE 519 e IEC 61000-3-06.

Cada subestação auxiliar de média tensão deve apresentar disponibilidade de 99,998 %.

Os valores de confiabilidade MTBF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos nas subestações auxiliares são:

- MTBF > 50.000 h;
- MTTR = 30 minutos.

## **6.3 SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS**

### **6.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

A tensão nominal das retificadoras deve ser 750 ou 1.500 Vcc. Os valores máximos e mínimos relacionados devem atender às normas IEC 60850 e EN 50163.

Deve ser prevista uma subestação retificadora exclusiva para alimentação do pátio.

Os grupos transformadores-retificadores devem ser dimensionados para o ciclo de carga classe VI da norma IEC-60146-1-1. Os transformadores devem ser do tipo seco e possuir três enrolamentos: primário em triângulo, secundário em triângulo e terciário em estrela e devem estar de acordo com a norma EN 50329.

Os grupos transformadores-retificadores devem fornecer tensão retificada equilibrada podendo ser adotado doze ou vinte e quatro pulsos.

Cada subestação retificadora deve possuir 4 alimentadores distintos, os quais serão responsáveis pela alimentação de tramos elétricos diferentes. Cada tramo elétrico será alimentado por dois alimentadores situados em subestações diferentes.

Deve ser previsto um alimentador adicional e exclusivo para os estacionamentos localizados ao longo das vias operacionais.

As subestações devem possuir disjuntores extrarápidos extraíveis unipolares a seco para instalação no interior de cubículos metálicos. Esses cubículos devem possuir compartimentos de baixa tensão que abrigarão os dispositivos digitais de proteção, comando e controle associados aos disjuntores.

Deve ser previsto um sistema de proteção e desligamento automático a distância que permitirá a comunicação entre os disjuntores extrarápidos responsáveis pela alimentação de um mesmo tramo elétrico. Esse sistema deve ser viabilizado através de pares de fibras ópticas exclusivos.

A retificadora do Pátio poderá apresentar configuração diferente em relação à quantidade de alimentadores, que deve atender as necessidades operacionais e de manutenção.

Deve existir uma seccionadora de isolamento a jusante de cada disjuntor extrarápido.

Devem existir duas seccionadoras ou dois contadores de equalização em cada retificadora destinada a alimentação das vias operacionais. Esses dispositivos de manobra estarão em paralelo aos “gaps” das linhas de contato (situados nas entradas das plataformas) e serão fechados caso ocorra alguma anomalia na subestação que impeça a sua operação na configuração normal.

Os dispositivos de manobra para equalização devem ser projetados para operação (abertura e fechamento) sob tensão e sob carga.

Deve existir uma seccionadora de isolamento negativa entre os trilhos de rolamento e o terminal negativo do retificador.

Devem ser previstos sistemas de automação que permitirão o comando, controle e supervisão local e remoto das retificadoras.

As vias devem ser divididas em setores elétricos de tração visando-se o funcionamento de um subsistema de desligamento responsável pela desenergização de uma região específica.

Esse subsistema – que estará associado a pontos de acionamento localizados nas estações, no pátio e no sistema de controle centralizado (SCC) – possibilitará a abertura simultânea (através de um comando único) dos disjuntores extrarápidos pertencentes ao setor acionado.

A divisão das vias em setores de tração possibilitará que as regiões da Linha não afetadas pelo acionamento permaneçam energizadas e com disponibilidade para circulação dos trens.

O pátio deve possuir pontos de acionamento, em locais estratégicos, para desenergização da retificadora correspondente. A atuação do sistema de desligamento do pátio não deve interferir nas vias operacionais e vice-versa.

A comunicação entre as diferentes localidades, associadas ao subsistema de desligamento, deve ser viabilizada através de pares de fibras ópticas exclusivos.

### **6.3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O sistema de tração deve ser dimensionado de forma a garantir a circulação de trens sem restrições nas vias operacionais, mesmo nos horários de pico, quando uma de suas subestações retificadoras estiver inoperante.

Cada subestação retificadora deve apresentar disponibilidade de 99,998 %.

Os valores de confiabilidade MTBF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos nas retificadoras são:

- MTBF > 50.000 h;
- MTTR = 30 minutos.



## **6.4 LINHA DE CONTATO E RETORNO DE CORRENTE**

### **6.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

A alimentação em corrente contínua da linha de contato será efetuada mediante ligações diretas com os equipamentos das subestações retificadoras instaladas ao longo da Linha.

O pátio deve ser eletricamente isolado das vias operacionais (via principal), inclusive o negativo.

Utilizando-se rede aérea, deve ser adotada altura mínima dos fios de contato de acordo com a BOStrab §25 para as instalações em túnel, e conforme a norma EN 50367 para secções a céu aberto.

Utilizando-se terceiro trilho, a barra condutora deve atender o contorno do patim e a altura total do perfil do trilho A5100 da norma DIN 43156. As características da barra condutora também devem atender à norma VDV 507.

A linha de contato deve ser subdividida em trechos alimentados nas extremidades por disjuntores extrarrápidos localizados em subestações retificadoras diferentes. Essa subdivisão é feita através de interrupções na linha de contato ("gaps") que, quando localizados em região de plataforma, devem ser posicionados na entrada delas, conforme o sentido do tráfego de trens.

Ao longo da linha de contato, nas duas vias, devem ser instalados os equipamentos de manobra – seccionadoras ou contatores – para efetuar as operações de manobra em todos os pontos onde for prevista a interrupção de sua continuidade.

As seccionadoras devem ser instaladas nas regiões de AMVs, de tal forma que seja possível isolar-se um trecho de via e o AMV continue operando, garantindo-se a mudança de via imediatamente antes do trecho isolado e possibilitando-se a continuação do tráfego parcial de trens.

A operação de comando das seccionadoras, seja de abertura ou de fechamento, deve ser prevista para a condição local ou remota.

O retorno da corrente às subestações retificadoras deve ser efetuado através dos trilhos de rolamento da via permanente, utilizando-se a barra "shunt" e respeitando-se as exigências dos circuitos de via da sinalização.

Visando-se obter a distribuição mais uniforme possível da corrente de tração no circuito de retorno, devem ser efetuadas ligações transversais entre trilhos de rolamento, assim como entre vias, através de bondeamentos em intervalos regulares, conforme preconizado pelas normas VDV 507, IEC 62128-1 e EN 50122-1, e levando-se em consideração o arranjo do sistema de sinalização.

A CONCESSIONÁRIA deve tomar todas as medidas necessárias e atendimento das normas para evitar potenciais de toque entre o trem e estruturas metálicas nas plataformas e ao longo das vias.

## **6.4.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

As linhas de contato e equipamentos associados devem apresentar disponibilidade de 99,998 %. Deve ser dimensionada para uma vida útil, sem trocas, de no mínimo 50 anos.

## **6.4.3 NORMAS E LEGISLAÇÃO COMPLEMENTARES**

- BOStrab "Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen";
- VDV Schriften 507 "Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen an Strecken von Gleichstrom - Nahverkehrsbahnen".

## **6.5 SUBESTAÇÕES AUXILIARES - BAIXA TENSÃO**

### **6.5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

Em cada estação, subestação primária e pátio, deve ser prevista a existência de uma subestação auxiliar de baixa tensão responsável pela energização de motores, iluminação, tomadas e demais cargas alimentadas através de baixa tensão.

Devem ser previstos dois transformadores abaixadores a partir da média tensão para cada subestação auxiliar de baixa tensão.

Os transformadores pertencentes ao sistema de baixa tensão devem ser do tipo seco e obedecer aos critérios estabelecidos pela norma NBR 10295.

Os dois barramentos responsáveis pela alimentação elétrica desses transformadores devem ser interligados por um disjuntor de média tensão, permitindo a condição de socorro quando houver a interrupção da alimentação normal de um dos barramentos.

Assim sendo, cada transformador deve ser dimensionado para assumir individualmente a carga completa do sistema de baixa tensão na localidade em que ele esteja instalado.

Os quadros principais de distribuição de energia devem ser projetados com sua lógica executada por controladores programáveis; devem ser construídos conforme padrão PTTA da norma NBR IEC 60439-1.

Os quadros devem ser construídos com entradas independentes (dupla alimentação), barramentos distintos e utilizar disjuntor de interligação de barras. As cargas devem estar distribuídas nas barras de forma a atender as necessidades de operação e da flexibilidade para manutenção.

Os quadros devem ser previstos em quantidade necessária de forma a possibilitar a subdivisão das cargas, seja pela particularidade das cargas ou pelo nível de tensão dos equipamentos.

Devem ser previsto grupos geradores diesel - um por estação e um para o pátio - que serão alocados em salas específicas com tanques de contenção para os reservatórios de combustível.

Tais salas devem ser projetadas com tratamento acústico que garanta o atendimento aos níveis máximos de ruído previstos na legislação ambiental vigente.

Na situação de impossibilidade da alimentação elétrica normal através do sistema de baixa tensão, o grupo gerador correspondente deve assumir, prioritariamente através do quadro principal de distribuição, no mínimo as seguintes cargas:

- Sistema de iluminação;
- Elevadores para PCD (estações);
- Bombas de incêndio, de águas pluviais e de drenagem;
- Bombas do sistema de nebulização (caso específico das S/E's Primárias, pelas linhas de socorro provenientes das estações tronco);
- Carregadores de baterias;
- Portas de plataformas (estações).

Outras cargas poderão ser alimentadas pelo grupo gerador diesel, através de seleção local ou automática desde que haja disponibilidade de carga.

O projeto deve prever pontos de entrada de socorro para conexão de um grupo gerador diesel móvel.

Em cada subestação auxiliar de baixa tensão deve ser previsto um sistema de 125 Vcc, com dois retificadores e dois bancos de baterias, para alimentação de cargas que necessitem alimentação ininterrupta, como por exemplo: iluminação de balizamento, sinalização de rota de fuga nos túneis, circuitos de controle e proteção das subestações primárias, auxiliares e retificadoras, entre outras.

As baterias devem ser do tipo ventiladas, alcalinas ou chumbo-ácidas, para instalação estacionária no interior de salas técnicas apropriadas.

Os bancos de baterias devem ter, quando somados, autonomia para duas horas, consideradas no final de suas vidas.

Cada retificador deve ser dimensionado individualmente para comportar a carga total do sistema e carregar, simultaneamente, os dois bancos de baterias em regime de flutuação. Cada retificador deve ser fabricado de forma a possibilitar os seguintes regimes operacionais: Flutuação, Equalização e Carga Profunda.

O projeto deve prever que, caso existam equipamentos que necessitem de alimentação essencial alternada, tal fato seja possível através de inversores conectados ao sistema 125Vcc, ou através de sistemas No-Break conectados diretamente a rede de alimentação.

Caberá a CONCESSIONÁRIA a escolha do sistema mais adequado em função de sua necessidade, de forma a atender os índices de disponibilidade especificados.

Devem ser previstos sistemas de automação que permitirão o comando, controle e supervisão local e remoto dos equipamentos pertencentes ao sistema de baixa tensão.

#### **6.5.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

Cada subestação auxiliar de baixa tensão deve apresentar disponibilidade de 99,998 %.

Os valores de confiabilidade MTBF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos nas subestações auxiliares são:

- MTBF > 50.000 h;
- MTTR = 30 minutos.

### **6.6 GERAL PARA O SISTEMA ELÉTRICO**

#### **6.6.1 COORDENAÇÃO E SELETIVIDADE**

Devem ser elaborados todos os estudos de seletividade e coordenação, escolha e calibração dos dispositivos de proteção para todo o sistema de proteção elétrica de Alta Tensão, Média Tensão, Retificadoras e Baixa Tensão (CA e CC).

Este estudo deve prever coerência e lógica de atuação das proteções de modo integrado e compatibilizado, no âmbito de todo sistema elétrico.

## **7. SISTEMA E EQUIPAMENTOS AUXILIARES**

### **7.1 VENTILAÇÃO PRINCIPAL**

#### **7.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

##### **7.1.1.1 INTRODUÇÃO**

O Sistema de Ventilação Principal previsto para a Linha 6 – Laranja deve ter como premissa e atender às seguintes necessidades:

- Remoção do calor dissipado nos túneis e estações pelos trens (frenagem, acessórios, sistema de refrigeração, etc.), passageiros, equipamentos, iluminação, etc.;
- Renovação do ar dos ambientes subterrâneos para evitar excessiva concentração de contaminantes no ar, assegurar número de trocas mínimas conforme Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros de São Paulo;
- Direcionamento e remoção de calor e/ou fumaça (ou outros contaminantes no ar) em caso de incêndio ou outros acidentes (emergência), mantendo a velocidade do ar nos túneis entre 2,0 e 5,0m/s;
- Redução dos efeitos de pressão (sobrepessão e depressão) e velocidade do ar devido à movimentação dos trens (efeito pistão).

Os subsistemas necessários para composição do Sistema de Ventilação Principal são formados por grupos de equipamentos mecânicos, eletromecânicos, elétricos e de controle.

Na concepção e no desenvolvimento dos projetos das obras civis deve ser considerada a instalação do Sistema de Ventilação Principal.

##### **7.1.1.2 ESTAÇÕES**

Deve ser implementado um sistema de exaustão e insuflação mecanizada em todas as estações, composto por exaustão sob as plataformas e insuflação no nível das plataformas.

Deve ser desenvolvido pela CONCESSIONÁRIA sistemas de resfriamento do ar para as áreas de bloqueio.

##### **7.1.1.3 TÚNEIS DE ACESSOS ÀS ESTAÇÕES**

Deve ser previstos sistema de ventilação mecanizada em todos os túneis com comprimento acima de 40m , prevendo, no mínimo, 10 trocas de ar/hora no ambiente.

##### **7.1.1.4 PRESSURIZAÇÃO DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA**

Em todas as saídas de emergência, de estações e túneis, devem ser implementados sistema de pressurização para garantir ar livre de contaminantes e uma rota de fuga segura aos usuários em caso de sinistro.

Essas instalações devem ser executadas segundo as normas e leis vigentes, em especial o Decreto Estadual 56.819 e às ITs (Instruções Técnicas) 11, 13 e 15 do CBESP (Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo).

#### **7.1.1.5 VENTILAÇÃO DOS TÚNEIS**

Nos trechos de túneis, a ventilação deve ser feita através de equipamentos (ventiladores) instalados nos PV/SE s (poços de ventilação e saídas de emergência). A admissão de ar para esses locais deve ser feita através das estações.

- Túneis especiais

Em túneis extremos, locais com emboques de saída para a superfície, em Vias de Teste e estacionamentos de trens devem ser instalados sistema de ventilação mecanizada.

- Túneis de Interligação (TI)

Em túneis de interligação entre as vias de trens devem ser instalados portas corta-fogo, assim como demais itens de sinalização e segurança.

#### **7.1.2 EQUIPAMENTOS**

##### **7.1.2.1 VENTILADORES AXIAIS**

Na ventilação dos túneis e das estações subterrâneas devem ser utilizados ventiladores axiais, os quais devem ser instalados em canais de ventilação próprios e montados isoladamente ou em grupos de dois ou mais ventiladores em paralelo na posição horizontal ou vertical.

Os exaustores de túneis (ET) e os insufladores de estação (IE) devem possibilitar a operação em 50%, 75% ou 100% da vazão nominal.

Os ventiladores axiais devem atender, no mínimo, os seguintes requisitos operacionais:

<b>Equipamentos</b>	<b>Vazão Mínima (conjunto)</b>	<b>Reversibilidade</b>	<b>Modulação</b>
Exaustores de Túnel (ET)	220m <sup>3</sup> /s	Sim – 70%	Variável
Insufladores de Estação (IE)	90m <sup>3</sup> /s	Sim – 100%	Variável
Exaustores de Estação (EE)	130m <sup>3</sup> /s	Não	Fixa

##### **7.1.2.2 REGISTROS MOTORIZADOS**

Ventiladores montados na posição horizontal, quando em um mesmo canal, devem ser acompanhados de registros motorizados. Para os ventiladores montados na posição vertical os registros motorizados devem fazer parte da instalação.

Devem ser previstos nos locais todos os dispositivos necessários para a movimentação das partes que compõem os conjuntos moto-ventiladores. Tais dispositivos são, entre outros:

monovias, olhais, talhas tipo trolley etc.

#### **7.1.2.3 VENTILADORES CENTRÍFUGOS**

Os ventiladores centrífugos devem ser do tipo “Limit Load” de dupla aspiração. Eles devem ser instalados nas saídas de emergência e/ou nos túneis de acesso com a função de pressurizar as rotas de fuga, evitando a entrada de fumaça nas Saídas de Emergências, em acordo com as instruções técnicas do Corpo de Bombeiros.

#### **7.1.2.4 JATOS VENTILADORES**

Na ventilação dos túneis das estações subterrâneas, especificamente nos trechos voltados para os ambientes externos, quando necessário ao atendimento das vazões e direcionamento do ar, em complementação aos fluxos ofertados pelos ventiladores axiais, poderão ser empregados jatos ventiladores instalados nas abóbodas dos túneis ou em nichos, montados isoladamente ou em grupos de dois ou mais ventiladores em paralelo na posição horizontal.

Esses jatos deverão permitir fluxo 100% reversível, serem providos de atenuadores de ruído nas duas extremidades e de carcaça e motores adequados ao trabalho sob condições de temperaturas elevadas nos mesmos níveis exigidos para os ventiladores axiais.

#### **7.1.2.5 SISTEMA DE RESFRIAMENTO EVAPORATIVO**

Este sistema deve ser composto por aparelhos de Resfriamento Evaporativo (RE), dimensionados para uma vazão mínima de 30.000m<sup>3</sup>/h. O mesmo deve ser posicionado em locais ligados ao exterior das estações e conectado a dutos que devem conduzir o ar resfriado até a região dos bloqueios no Mezanino.

As características construtivas deste tipo de equipamento devem ser as seguintes:

- O gabinete deve ter construção robusta, as partes metálicas, eventualmente expostas à umidade, devem ser em aço inox, com tela de proteção nos locais de aspiração do ar exterior.
- O ar a ser resfriado deve passar por uma filtragem, conforme classificação da ABNT NBR 16401-3, e deve ser considerada monitoração da saturação do conjunto filtrante;
- Devem ser previstos conjuntos filtrantes nas tomadas de ar externo;
- A água do reservatório deve ter tratamento de higienização, o qual deve fazer parte do equipamento;

#### **7.1.2.6 ATENUADOR DE RUÍDO**

Os atenuadores de ruído devem ser instalados a jusante e a montante dos ventiladores axiais e dos jatos ventiladores, de modo que os limites máximos de ruído resultantes da operação dos ventiladores atendam às especificações abaixo:

- Recintos internos às estações (plataformas e mezaninos), medidas a 1,0 m das paredes e a 1,5 m de altura, deve ser atendida a curva NC 65 (Noise Criteria);

- Internamente aos túneis deve ser atendida a curva NC 70 (Noise Criteria);
- Níveis de ruído externos às estações e poços, atender a Lei nº13.885 de 25/08/2004 do Município de São Paulo e também as normas da ABNT NBR 10151 e NBR 10152.

#### **7.1.2.7 DUTOS METÁLICOS E PLENUNS**

Os tramos de dutos devem ser executados em chapas e perfis de aço-carbono galvanizados, pintados interna e externamente e devem apresentar bom acabamento e aspecto estético. Estes também devem ser unidos por flanges condizentes com as suas dimensões e alinhados de forma a evitar vazamentos de ar e permitir a sua desmontagem.

As chapas devem ter espessura de acordo com a norma ABNT NBR 16401-1.

#### **7.1.2.8 REGISTROS**

- Registros do tipo “Veneziana” de Regulagem Manual  
Este tipo de registro deve servir para regulagem fixa da vazão de ar entre os ramais com pressões desequilibradas.
- Registros do tipo “Veneziana” de Regulagem Automática (Registro Motorizado)  
Este tipo de registro deve servir para regulagem automática da vazão de ar entre os ramais com pressões desequilibradas.
- Registros de Sobre pressão  
Os registros de sobre pressão devem ser instalados nas caixas das escadas pressurizadas das saídas de emergência. Eles devem ter a função de aliviar a pressão interna quando as portas corta-fogo estiverem fechadas e as pressurizações estiverem operantes.
- Registros Corta Fogo  
Os registros corta-fogo devem ter acionamento duplo, ou seja, por fusível e por servo motor. Sendo que o fusível deve ser calibrado para temperatura entre 70°C e 75°C, e o servo motor deve ser acionado por detector de fumaça.  
Este equipamento deve ser homologado pelo Corpo de Bombeiros, ou por uma entidade internacional aceita no Brasil.
- Registros de Fechamento Horizontal  
Os registros horizontais devem ser instalados nas aberturas localizadas acima das vias, nas estações, com a função de inibir a propagação de fumaça.

#### **7.1.2.9 CHAPAS DEFLETORAS**

As chapas defletoras devem ter a função de melhorar o escoamento do fluxo de ar, reduzindo as perdas de carga nas curvas e nos cotovelos dos canais e dos dutos de ventilação.



#### **7.1.2.10 CORTINA CORTA FUMAÇA**

Devem ser instaladas cortinas corta fumaça na região da plataforma, de modo a evitar a propagação de fumaça da plataforma para os níveis superiores.

Devem ter as seguintes propriedades e características:

- Operação em primeiro estágio como cortina corta fumaça (mínima de 2100 mm do piso) e, em segundo estágio, como cortina de isolamento e compartimentação de ambientes;
- Instalação entre ambientes contíguos, nos quais, de um lado se encontra a área sujeita a sinistro e, do outro, a área de refúgio ou de saída.
- Instalação da cortina deve ocorrer de modo a envolver totalmente a abertura de cada passagem, quando estiver totalmente fechada.
- Seu material deve ser em tecido especial antichama, com resistência à temperatura de 1.000°C durante 2 horas, no mínimo. A cortina deve permitir a passagem de pessoas mesmo após estar totalmente fechada;
- A cortina deve possuir um acionamento local ou remoto. Sua descida deve ocorrer por meio de um servo motor.

#### **7.1.2.11 PORTAS DE ACESSO DE PESSOAS**

Devem ser previstas portas de acesso de pessoas aos canais de ventilação. As portas devem ser herméticas, portanto terem boa vedação, tendo em vista as diferenças de pressão existentes nos ambientes contíguos.

#### **7.1.2.12 PORTAS DE ACESSO DE EQUIPAMENTOS**

Estas portas devem ter folha dupla. As mesmas também devem ser herméticas e com tratamento acústico. A construção e o acabamento das portas de acesso aos equipamentos devem seguir as mesmas especificações das portas de acesso de pessoas, porém, as primeiras devem ter reforços adicionais, alavancas e fechaduras com segredo.

#### **7.1.2.13 MOTORES ELÉTRICOS**

Devem ser previstos motores elétricos com rotor do tipo “gaiola” para o acionamento dos ventiladores axiais, dos registros motorizados, dos jatos ventiladores e dos ventiladores centrífugos.

Os motores dos ventiladores axiais e dos jatos ventiladores devem ter dispositivos adicionais para proteção de:

- Sobre temperatura dos mancais, com sensor tipo PT100;
- Sobre temperatura do estator, com sensor tipo PT100 em cada fase.

Todos esses sensores devem ser alojados dentro dos motores.

Além desses dispositivos, devem ser aplicados 3 acelerômetros nos mancais do motor (Dois para sentido radial e um no mancal traseiro para sentido axial) para monitoração da vibração do equipamento. Esses acelerômetros devem ser interligados a respectiva caixa de ligações,

que deve estar instalada no lado externo da carcaça do ventilador, onde deve ser possível a leitura dos acelerômetros.

Os acelerômetros devem ter sensibilidade nominal de 100 mV/g ( $\pm 20\%$ , a 25°C), faixa de aceleração de 80 g (pico) e a caixa de ligação com grau de proteção adequado ao local de instalação.

Os motores dos ventiladores axiais devem ser adequados para serviço contínuo (24 h/dia). Eles devem ter acoplamento direto com os rotores dos respectivos ventiladores, sendo montados na horizontal ou na vertical. Estes componentes não devem ter um sistema de resfriamento próprio (ventilador externo).

Os motores dos ventiladores de insuflação das estações (IE's) e os exaustores dos túneis (ET's) devem ter partidas por inversores de frequência, e possibilidade de rotações reversíveis sob condição de emergência.

Todos os motores devem ser previstos para operarem em condições de emergência (incêndio) - temperatura de 250 °C durante duas horas- sem apresentarem falhas.

Devem ser certificados em acordo com a EN 12101-3, bem como as características técnicas da graxa e dos rolamentos dos mancais que devem ser empregados.

A categoria dos motor deve ser "N" e a classe de isolamento para os motores dos ventiladores axiais e dos jatos ventiladores deve ser no mínimo "H". Estes equipamentos também devem ser capazes de suportar a corrente nominal de plena carga com elevação de temperatura acima do ambiente, não excedendo os valores estabelecidos na norma ABNT NBR 7034 em condições normais de operação.

As carcaças devem ser do tipo totalmente "fechada", com ventilação coerente com sua aplicação e dimensionadas para suportar todas as forças impostas sobre eles durante as partidas, operações de reversão e paradas repentinas.

Os rolamentos dos ventiladores axiais devem ter um sistema de lubrificação adequados ao regime de funcionamento.

O conjunto girante de cada motor deve ser estático e dinamicamente balanceado para garantir um funcionamento isento de vibrações.

#### **7.1.2.14 DETECTORES E ACIONADORES**

- Detectores de Fumaça por Aspiração. Devem ser instalados nos Poços de Ventilação e Saída de Emergência, junto às Saídas de Emergência pressurizadas, de forma que sejam acionados automaticamente os ventiladores de pressurização e as lâmpadas de emergência piscantes tipo "flash";
- Detectores de Fumaça Pontuais (Óptico). Devem ser instalados acima de cada Painel de Acionamento Elétrico.
- Sensores e Sinalizadores. Devem ser previstos todos os sensores, detectores e sinalizadores necessários à segurança e ao bom desempenho do sistema de ventilação.
- Sensores de Temperatura. Devem ser instalados para determinar os níveis de vazão dos ventiladores .
- Botões de Emergência. Devem ser instalados junto às portas das saídas de emergências e túneis de interligação para sinalizar a aberturas e ligar as lâmpadas piscantes (tipo "flash").

#### **7.1.2.15 CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES – CCM.**

Os CCM para os equipamentos do Sistema de Ventilação devem atender às seguintes características:

- Ter sistema de alimentação elétrica redundante;
- Ter IHM de controle, para supervisão e acionamento de todos os equipamentos;
- Ter sistema com comunicação redundante;
- Acionar todos os equipamentos do SVP;
- Ter histórico de falhas.

Os CCM's instalados em salas técnicas das estações devem ter grau de proteção adequado e não devem ser instalados em regiões de fluxo de ar do SVP e nem em rota de fuga de saídas de emergência.

Todos os disjuntores devem ser projetados, construídos e ensaiados conforme prescrições das normas aplicáveis da ABNT NBR IEC 60947-2 / NBR IEC-60529 / ANSI / IEEE-C.37.13, ANSI-C.37.16 e IEC-947-2.

Toda a lógica de comando e controle deve ser realizada por sistema digital e devem ser instalados em compartimentos independentes.

O software a ser desenvolvido e fornecido e os protocolos de comunicações não devem ser proprietários.

Os tempos de acionamento dos equipamentos devem obedecer à NFPA 130 e ITs do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo.

A tensão do circuito de comando (inclusive para alimentação do CLP) deve ser proveniente de fonte com retaguarda por baterias.

#### **7.1.2.16 PCL – PAINÉIS DE COMANDO LOCAL**

Todos os equipamentos motorizados (ventiladores, registros, cortinas corta-fogo, etc.) devem ter um painel de comando próximo aos equipamentos acionados.

#### **7.1.2.17 MATERIAIS**

Todos os ventiladores, motores, dutos, registros, cabos, painéis, juntas flexíveis, atenuadores e demais acessórios integrantes do sistema de ventilação principal, devem operar durante 2h (duas horas), resistindo a uma temperatura de 250°C, serem incombustíveis, não produzir gases tóxicos e não devem apresentar falhas que interfiram no perfeito funcionamento do sistema.

#### **7.1.2.18 CERTIFICAÇÕES**

Os equipamentos deverão ser certificados como segue:

- Certificados de conformidade dos ventiladores e respectivos motores elétricos com as recomendações da norma EN 12101-3, quando a adequação de trabalho às temperaturas citadas nesse documento;
- Certificado de tempo de resistência ao fogo (250°C por 2 horas) de todos os equipamentos do sistema de Ventilação Principal expostos ao fogo e/ou ao fluxo de ar (dutos, fixações, ventiladores, registros, portas, cabos e etc.);
- Certificado da resistência ao fogo (1000°C por 2 horas) das cortinas corta fumaça.

#### **7.1.2.19 NORMAS E LEGISLAÇÕES**

Para normas, leis e decretos específicos necessários a cada sistema ou equipamento, devem ser obedecidas, no mínimo, as normas e recomendações relacionadas:

- ASHRAE 90.1 - Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings;
- AMCA 210 - Laboratory Methods of Testing Fans for Certified Aerodynamic Performance Rating;
- AMCA 250-05 - Laboratory Methods of Testing Jet Tunnel Fans for Performance;
- AMCA 300-08 - Reverberant Room Method for Sound Testing of Fans;
- AMCA 303-79 - Application of Sound Power Level Ratings for Fans;
- ITS – 9, 11, 13, 14 e 15 - Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo;

Decreto Estadual nº 56.819, de 10 de março de 2011, que instituiu o regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo

### **7.2 SISTEMA DE VENTILAÇÃO DE SALAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS**

#### **7.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

Os sistemas de ventilação devem ser executados de forma a atender a todos os critérios construtivos e de materiais, considerando que os locais onde o trabalho é executado, requerem concentração permanente de pessoas, níveis de ruído baixos, adequada renovação de ar sem velocidades excessivas, e atendimento às atuais recomendações e Portarias do Ministério do Trabalho.

O sistemas de ventilação devem ser equipados com controladores programáveis, para execução do automatismo, supervisão e envio das informações aos postos de comando.

Na instalação dos sistemas devem ser tomadas todas as precauções necessárias para que não ocasione influências prejudiciais à vizinhança no que diz respeito ao ruído e velocidade do ar.

Devem ser instalados registros de sobrepressão (sistema de pressurização), dampers corta-fogo e fumaça nos sistemas de ventilação.

Todos os sistemas de ventilação mecânica de insuflação devem ser dotados de elementos filtrantes com grau de filtragem mínimo F5 de acordo com a NBR 16401.

Os sistemas elétricos devem prever a instalação de circuitos com recursos de desligamento que impeçam a sua reenergização. Também devem prever a adoção de aterramento temporário.

As velocidades do ar recomendadas a serem calculadas para os dutos principais e ramificações são 5 m/s e 4,5 m/s respectivamente.

A velocidade de descarga do ar nas saídas dos sistemas de exaustão não deve ser superior a 6 m/s.

Onde houver sistemas mistos de ventilação (exaustão e insuflação), o insuflação deve ser predominante com no mínimo 15 mmca de sobrepressão.

Onde houver sistemas de pressurização o ambiente deve estar com uma sobrepressão de no máximo 60Pa e mínimo 50Pa. Ainda considerar as seguintes velocidades máximas do fluxo de ar:

- Captação: 8m/s;
- Distribuição: 10m/s (Dutos de alvenaria);
- Distribuição: 15m/s (Dutos metálicos).

Os sistemas de ventilação devem ser providos de absorvedores de ruído à montante e à jusante do ventilador a fim de manter os níveis de ruído de acordo com as normas.

No projeto da rede de dutos deve-se considerar o espaço disponível para a difusão/absorção do ar, níveis de ruído, vazamento nos dutos, balanceamento nos dutos e grelhas, controle de poluentes e temperatura. Os sistemas de ventilação operarão 24 horas por dia.

Para cada ambiente as trocas de ar devem ser calculadas individualmente, devendo estar de acordo com a “American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer s” - ASHRAE.

Devem ser instalados dampers corta-fogo nos dutos de ventilação quando estes servirem para ambientes distintos, para isolamento destes em caso de incêndio.

No sistema de exaustão devem ser adotadas grelhas com aletas verticais, com registro para regulagem de vazão.

Para todas as ramificações e bifurcações nos dutos devem ser instalados reguladores de vazão.

O sistema de ventilação deve ser alimentado a partir do sistema de Baixa Tensão da estação. Os painéis devem ser previstos com possibilidade de controle local, remoto e automático.

Os ventiladores devem ser balanceados para atender ao grau máximo de balanceamento de acordo com a Norma ISO1940, exceto se houver algum acordo em contrário, previsto em projeto.

Antes do início da operação devem ser verificadas as vazões, estanqueidade de dutos, registros, tubulações, balanceamentos, níveis de ruído.

## **7.2.2 REQUISITOS DOS COMPONENTES PRINCIPAIS**

### **a) Ventiladores**

Devem ser do tipo centrífugo. Os ventiladores devem ser selecionados para trabalharem em pontos de operação que não permitam que sejam atingidas zonas de instabilidade.

No dimensionamento dos ventiladores devem ser consideradas as condições ambientais de São Paulo. No tocante à temperatura de bulbo seco devem ser observadas as seguintes condições nominais (para condições normais de operação):

- Para verificação de severidade no controle da vibração, utilizar a Norma ABNT, NBR-10082, classe III para ventiladores centrífugos.
- Os conjuntos girantes, quando completamente montados devem ser balanceados estática e dinamicamente.

### **b) Motores**

O motor do ventilador deve ser adequado para operar em serviço contínuo, partida direta a plena carga, com fator de serviço de no mínimo 1,20 e 1,0 para motores a prova de explosão.

A classe de isolamento deve ser “B” e deve ser capaz de suportar a corrente nominal de plena carga com elevação de temperatura, acima do ambiente, não excedendo os valores estabelecidos na norma NBR-17094 da ABNT.

A categoria do motor deve ser “N”, conforme norma NBR-17094.

Os ventiladores devem operar 24 horas por dia continuamente, por esta razão os equipamentos devem apresentar características técnicas adequadas.

Especial atenção deve ser dada aos mancais de rolamentos existentes entre as partes girantes e estacionárias, que devem resistir às solicitações previstas em projeto.

### **c) Dutos Metálicos**

Os dutos secundários, distribuídos nos ambientes, devem ser providos de registros no entroncamento com o duto principal de distribuição de ar.

Quando a rede de dutos servir para ambientes distintos, deve-se adotar registro corta-fogo, para evitar a liberação de fumaça e a propagação do fogo para o ambiente adjacente.

Os dutos devem ser pintados externamente e previamente tratados com proteção anticorrosiva.

O projeto deve definir a classe de pressão do duto, que representa a máxima pressão interna em pascal (positiva ou negativa), inclusive sobre pressão ocasional, que possa ocorrer em condições normais de operação de acordo com a ABNT.

O nível de selagem exigido e o vazamento admissível nos dutos devem ser estipulados no projeto e o dimensionamento da vazão do ventilador e da rede de dutos deve levar em consideração a taxa de vazamento considerada no projeto.

A selagem aplicada aos dutos deve ser suficiente para atender à classe de vazamento conforme norma ABNT. Todas as derivações, conexões a equipamentos, caixas plenum, registros e terminais, tampas de acesso e a outras singularidades devem ter o mesmo tratamento de selagem utilizado nos dutos.

#### d) Registros

Basicamente são previstos 2 tipos de registros no sistema de ventilação: veneziana e aqueles para isolar ambientes (corta-fogo).

#### e) Portas de Acesso

As portas de acesso às salas de máquinas devem ser herméticas/acústicas, portanto terem boa vedação, tendo em vista as diferenças de pressão existentes nos ambientes contíguos.

As portas devem a medida do possível, serem faceadas com a superfície externa das salas de máquinas e possuírem chaves tipo “fim-de-curso” que interrompam o funcionamento dos respectivos ventiladores tão logo seja iniciada sua abertura.

As portas devem possuir fecho tipo rápido acionável em ambos os lados mediante alavancas. O acionamento dessas alavancas no sentido de travamento da porta deve acarretar pressão da mesma contra suas vedações.

### **7.2.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

#### **7.2.3.1 NÍVEIS DE RUÍDO**

A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer funcionamentos dos sistemas de ventilação obedecerá as diretrizes e os critérios estabelecidos pela CETESB, observando a classificação básica municipal de ocupação do solo, e além disto, o que descrito neste documento.

Os níveis de ruídos não devem ser superiores aos estabelecidos pela NBR 10.152, Níveis de Ruídos para conforto acústico, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A avaliação do ruído no interior e exterior das edificações deve ser efetuada de acordo com a Norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em áreas Habitadas, visando conforto da comunidade:

- Níveis de ruído para os ambientes externos (determinados pelo sistema de ventilação) devem estar em conformidade com o zoneamento e a Lei nº 13.885 de 25/08/2004 do município de São Paulo, e ainda, com as Normas NBR 10.151 e 10.152 da ABNT.
- Para manter os níveis de ruído dentro dos limites estabelecidos por lei, é prevista a instalação de absorvedores de ruído à montante e à jusante dos ventiladores. Os limites máximos de ruído a serem observados são:
- Quando não apresentar equivalência ou correlação com aquelas relacionadas acima, o nível de ruído aceitável, tanto para as áreas internas como as externas, para efeito de conforto será até 45 dB(A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a NC 40.

#### **7.2.3.2 VENTILADORES**

Os ventiladores deverão atender aos seguintes requisitos:

- Grau de severidade: ISO 2372 – classe I ou NBR-10.082;
- Classe de vibração ideal: 0,71 (de 0,45 mm/s até 0,71 mm/s);
- Classe de vibração permissível: 1,8 (de 1,12 mm/s até 1,8 mm/s);

- Grau de qualidade de balanceamento: G 6.3, ISO 1940/1 ou NBR-8008.

#### **7.2.3.3 MOTORES**

Os motores deverão atender aos seguintes requisitos:

- Adequados para operar em serviço contínuo, partida direta a plena carga, com fator de serviço de no mínimo 1,20 e 1,0, à prova de explosão;
- A classe de isolamento deve ser “B” e deve ser capaz de suportar a corrente nominal de plena carga com elevação de temperatura, acima do ambiente, não excedendo os valores estabelecidos na norma NBR-17094 da ABNT;
- A categoria do motor deve ser “N”, conforme norma NBR-17094;
- A classe de proteção deve ser IP-55 ou superior;
- Fator de potência mínimo 0,92.

#### **7.2.3.4 FILTROS**

Os filtros deverão ter as seguintes características:

- Filtro antimicrobiano para inibição do crescimento de esporos, fungos, algas e bactérias sem liberar gás;
- Bolsas soldadas, inexistência de vazamentos de ar, autossustentadas mesmo sem vazão de ar;
- Meio filtrante 100% sintético, não liberação de partículas, não cancerígeno;
- Atividade antifúngica dos filtros: eficiência mínima 95%;
- Resistência térmica até 60°C;
- Pressão diferencial final até 350 Pa;
- Grau de filtragem médio maior que 98% conforme ASHRAE.

#### **7.2.3.5 ATENUADORES**

Os atenuadores deverão ter as seguintes características:

- Material acústico-absorvente resistente à umidade e à abrasão até a velocidade de 20 m/s;
- Atenuação na faixa crítica dos ventiladores de 250 a 1000 Hz.

### **7.3 SISTEMA DE AR CONDICIONADO**

#### **7.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

Os sistemas devem ser fornecidos para atender prioritariamente ao bem estar dos funcionários e prorrogar a vida útil de equipamentos eletrônicos inseridos no ambiente. Seus modos de



operação devem ser em manual/local e em remoto/automático.

A execução dos projetos dos condicionadores de ar deve ser adequada aos projetos executivos de arquitetura, iluminação e detecção de incêndio, e outros aos quais, fazem interfaces nos ambientes, quer seja nos aspectos das obras civis quer nos aspectos funcionais.

Na instalação dos sistemas devem ser tomadas todas as precauções necessárias para não ocasionar influências prejudiciais à vizinhança no que diz respeito ao ruído e velocidade do ar.

A metodologia para cálculo da carga térmica deve ser baseada na tabela 1 dos capítulos 26 e 27 do Handbook of Fundamentals – ASHRAE – ed. 1981 - “Procedure for Calculating Space Design Cooling Load Sources and Equations”.

Os elementos que necessitem de manutenção, ajustes ou regulagens periódicas, devem ser acessíveis pelo lado externo, sem necessidade de desmontagem parcial ou total dos mesmos.

Todas as uniões longitudinais ou transversais devem receber vedações ou juntas, conforme o caso, de forma a evitar que haja qualquer tipo de vazamento de ar.

Quando utilizados reforços laterais ou flanges, estes não podem ser soldados, mas sim, rebitados às chapas ou aparafusados.

Os dutos não podem apresentar vibrações decorrentes à passagem do ar em seu interior, devem apresentar aspecto perfeito depois de instalados. Nas passagens entre paredes e lajes os vãos entre furos e dutos devem ser arrematados em ambos os lados com chapas de fechamentos.

Durante a operação de carga de fluido refrigerante a intensidade da corrente elétrica deve estar de acordo com o recomendado pelo fabricante da unidade de refrigeração.

Deve-se aplicar quantidade de carga de fluido refrigerante, conforme recomendações do fabricante do equipamento de refrigeração, utilizando balança ou cilindro graduado.

O sistemas de condicionamento de ar devem atender a norma ABNT (NBR 16401:2008) e as tabelas do “Handbook of Fundamentals” da ASHRAE, e ser considerado para os locais indicados à seguir.

#### a) Salas de Equipamentos Eletrônicos (SEE)

Ambiente que abriga equipamentos eletroeletrônicos que permitem o comando e a supervisão dos sistemas de alimentação elétrica e de sinalização.

#### b) Sala de Apoio ao Usuário e Bilheterias

Ambientes destinados à utilização simultânea por várias pessoas e que abrigam instalações, equipamentos e sistemas.

#### c) Salas Operacionais

Ambientes destinados à utilização simultânea por várias pessoas e que abrigam instalações, equipamentos e sistemas destinados, diretamente ou indiretamente, à prestação de serviços para o transporte metroviário.

As salas operacionais devem ser servidas por sistema de exaustão e/ou insuflação (misto) ou ar condicionado de acordo com o projeto.

### 7.3.2 CONDICIONADORES DE AR

Os condicionadores de ar a serem utilizados devem ser tipo "Self" Remoto ou Contained, "Split System" e Central com refrigeração a ar.

Deve ser utilizado fluido refrigerante que não seja considerado SDO (Substância Destruidora da Camada de Ozônio), conforme Decreto Estadual nº 41629 anexo I, de 10 de março de 1997;

O fornecimento deve contemplar os serviços em alvenaria e pintura e miscelâneas.

No projeto da rede de dutos deve-se considerar o espaço disponível para a difusão e retorno do ar, níveis de ruído, vazamento entre dutos, balanceamento, controle de poluentes e temperatura.

Os sistemas devem operar 24 horas por dia.

O dimensionamento dos sistemas deve ser calculado individualmente para cada ambiente, e consideradas as máximas cargas térmicas previstas para cada local, de acordo com a "American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers" - ASHRAE.

Todos os projetos devem ser elaborados conforme normas ABNT utilizando-se recursos no desenvolvimento estrutural e/ou arquitetônico das unidades de construção.

A unidade condensadora, que contém o compressor, deve ter a capacidade para atender a carga térmica do local especificado e a sua capacidade deve ser expressa em tonelada de refrigeração (TR) ou Watt. Deve ser capaz de conduzir e retornar o líquido refrigerante através da tubulação de interligação.

O tanque de líquido deve ser dotado de válvula de serviço tanto à entrada como na saída, dando condições de recolhimento do fluido para fins de manutenção de ordem preventiva/corretiva.

As unidades devem ser dotadas de visor de líquido na saída do tanque de líquido ou na entrada do evaporador, antes do dispositivo de expansão, facilitando visualmente se o sistema está com a carga completa de fluido refrigerante e, também, auxiliando na indicação de umidade do sistema de refrigeração.

A unidade condensadora deve possuir kit anticongelante e a unidade evaporadora sensores de temperatura a fim de manter a temperatura constante no ambiente. Ambos dispositivos devem ser originais de fábrica.

Nos projetos de condicionamento de ar, devem estar explícitos no mínimo as seguintes informações:

- Temperatura a ser mantida no ambiente durante o condicionamento do ar;
- Pressão de evaporação;
- Temperatura de evaporação;
- Pressão de condensação;
- Temperatura de condensação;
- Temperatura de saída do evaporador;
- Superaquecimento;
- Temperatura de entrada do compressor;
- Temperatura de saída do compressor;
- Temperatura de entrada da válvula de expansão;

- Intensidade de corrente elétrica.

O retorno do ar deve ser pelo painel frontal das evaporadoras, providos de filtro descartáveis conforme ABNT, possuir juntas flexíveis nos pontos de acoplamento, coxins antivibratórios e etc. O controlador de temperatura (termostato) deve estar inserido no próprio equipamento, fazendo inclusive parte deste fornecimento.

Tanto a tubulação de líquido como a de sucção, deve ser isolada termicamente ao longo de todo o percurso, inclusive as conexões existentes.

Em áreas externas à estação, ou onde exigir, a tubulação do fluido refrigerante deve possuir ainda, proteção mecânica, além da isolamento térmica como descrito acima.

Deve-se, nas aberturas e nos vãos existentes, utilizar vedação de espuma de poliuretano para não permitir a infiltração do ar externo. Toda a instalação deve seguir as orientações das normas regulamentadoras.

Para os sistemas de ar condicionado central deve ser instalado sistema completo de água gelada com resfriamento a ar do tipo “expansão indireta”.

A distribuição do ar deve ser feita pelos próprios aparelhos de ar condicionado.

O sistema central de ar condicionado deve ser composto dentre outros de:

- chiller digital: alta eficiência, baixo nível de ruído, durabilidade, confiabilidade e simplicidade para operação;
- trocador de calor “shell in tube” compacto de boa eficiência, com circuitos independentes de refrigerante e com baixa perda de carga;
- unidades resfriadoras de líquido com ventilador de duas velocidades, baixo nível de ruído em todos os espectros de frequência;
- compressor digital “scroll” com circuitos independentes de fluxo de refrigerante, com capacidade de modular o tempo na operação do ciclo do compressor para valores desejados pelo sistema resultando-se num baixo consumo de energia;
- condensador com design em “V” para distribuição uniforme do ar, aletas de alumínio protegida por película anticorrosiva;
- controle composto por microprocessador de múltiplas funções gerenciador de todas os parâmetros do “chiller”; limite de demanda, comando local ou remoto, sinalizações de falhas, proteção de falha e inversão de fase, detecção automática de falhas de fluxo d'água, programação de horário, histórico de falhas, monitoração de todos os parâmetros de funcionamento etc.;
- fluido refrigerante que não seja considerado SDO (Substância Destruidora da Camada de Ozônio), conforme Decreto Estadual no 41.629 anexo I, de 10 de março de 1997;
- sistema de bombeamento de água gelada;
- ventiladores, dutos, grelhas, registros, dampers, aletas direcionadoras de fluxo, telas, tirantes, quadros elétricos etc., para o sistema de renovação de ar dos ambientes e higienização dos sanitários.

### **7.3.3 SISTEMA CENTRAL DE AR CONDICIONADO**

O sistema deve operar das 0h às 24h, durante todos os dias do ano.

#### **7.3.3.1 CENTRAL DE ÁGUA GELADA**

O bombeamento de água gelada deve ser efetuado por bombas de água gelada primária (uma reserva) e bombas de água gelada secundária (uma reserva).

Através de prumadas de tubos isolados termicamente, devem ser constituídas as linhas de alimentação e retorno de água gelada, interligando os condicionadores de ar instalados nos vários andares, a unidade resfriadora e bombas instaladas na cobertura.

#### **7.3.3.2 UNIDADE RESFRIADORA DE ÁGUA RESFRIADA A AR**

Deve ser fornecida e instalada em plataforma e constituída dentre outros por:

- Unidades resfriadoras de líquido, compressores digitais;
- Trocadores de calor “shell in tube”, compacto, eficiente e com baixa perda de carga;
- Compressor digital “scroll” de altíssima eficiência e relação benefício/custo;
- Sistema da automação para a central de água gelada;
- Bombas de água gelada operante e reserva;
- Unidades condicionadoras fancoletes do tipo “Piso Teto”.

#### **7.3.3.3 CONDICIONADORES “FAN COIL” TIPO FANCOLETES – HIDRÔNICO**

Devem ser fornecidos e instalados com as seguintes características:

- Fancoletes tipo piso teto;
- Ventiladores do centrífugo tipo Sirocco, construído em chapa de aço tratada contra corrosão, balanceado estática e dinamicamente e acionado por motor elétrico;
- Filtros de ar de alta eficiência, dimensionados para a vazão da unidade em material sintético lavável montado em estrutura de fácil remoção;
- Serpentina de resfriamento do tipo aletada, com tubos de cobre e aletas de alumínio de alta eficiência, requadros de alumínio (Cabeceiras) e distribuidor de cobre.

#### **7.3.3.4 QUADRO DE COMANDO LOCAL**

Para os sistemas de condicionamento de ar que se situarem em locais distantes de seus painéis de acionamento, devem ser previstos painéis de comando local, com chave de ação sob carga para serviços de manutenção.

#### **7.3.4 REQUISITOS OPERACIONAIS**

Para o sistema de controle e supervisão dos condicionadores de ar deve ser utilizado Controlador Lógico Programável (CLP), o qual deve ser projetado para permitir o comando local, remoto e sinalizações a distância.

#### **7.3.5 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

##### **Níveis de ruído**

A emissão de ruídos em decorrência de qualquer funcionamento dos sistemas na estação deve obedecer, no interesse da saúde e do sossego, as diretrizes e os critérios estabelecidos pela CETESB, observando a classificação básica municipal de ocupação do solo, e além disso, o que descrito neste documento.

Os níveis de ruídos não devem ser superiores aos estabelecidos pela NBR 10152, Níveis de Ruídos para conforto acústico, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A avaliação do ruído no interior e exterior das edificações devem ser efetuadas de acordo com a Norma NBR 10151 – Avaliação do Ruído em áreas Habitadas, visando conforto da comunidade.

Os limites máximos de ruído a serem observados são:

- Níveis de ruído para os ambientes externos devem estar em conformidade com o zoneamento e a Lei nº 13.885 de 25/08/2004 do Município de São Paulo e ainda com as Normas NBR 10.151 e 10.152 da ABNT.
- Quando não apresentar equivalência ou correlação com aquelas relacionadas na NBR 10152, o nível de ruído aceitável, tanto para as áreas internas como as externas, para efeito de conforto será até 45 dB(A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a NC 40.

##### **Motores**

Os motores deverão ter as seguintes características:

- Adequado para operar em serviço contínuo, partida direta a plena carga, com fator de serviço de no mínimo 1,20 e 1,0, à prova de explosão;
- A classe de isolamento deve ser “B” e deve ser capaz de suportar a corrente nominal de plena carga com elevação de temperatura, acima do ambiente, não excedendo os valores estabelecidos na norma NBR-17094 da ABNT;
- A categoria do motor deve ser “N”, conforme norma NBR-17094;
- A classe de proteção deve ser IP-55 ou superior;
- Fator de potência mínimo 0,92.

##### **Filtros**

Os filtros deverão ter as seguintes características:

- Filtro antimicrobiano para inibição do crescimento de esporos, fungos, algas e bactérias sem liberar gás;
- Bolsas soldadas, inexistência de vazamentos de ar, autossustentadas mesmo sem vazão de ar;

- Meio filtrante 100% sintético, não liberação de partículas, não cancerígeno;
- Atividade antifúngica dos filtros: eficiência mínima 95%;
- Resistência térmica até 60°C;
- Pressão diferencial final até 350 Pa;
- Grau de filtragem médio maior que 98% conforme ASHRAE.

### **Isolação térmica**

A isolação térmica deverá ter as seguintes características:

- Suportar temperaturas de trabalho até 175 °C;
- Possuir condutividade térmica 0,035 W / (m.K) a 0 °C;
- Resistência ao vapor d'água  $\mu > 7.000$ .

#### **7.3.6 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES**

- ANSI/ASHRAE - Practice for Measurement, Testing, Adjusting and Balancing of Building Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration System
- ARI 550/590 - Performance Rating of Water Chilling Packages, Using the Vapor Compressor Cycle
- SMACNA 1985 - Air Duct Leakage Test Manual
- SMACNA 2005 - Duct Construction Standards
- NFPA 90A - Standard for the Installation of Air Conditioning and Ventilation
- INSTRUÇÃO NORMATIVA IN nº 037/04 – IBAMA
- INSTRUÇÃO NORMATIVA IN nº 010/01 – IBAMA
- RESOLUÇÃO ANVISA Nº 09, DE 16 DE JANEIRO DE 2003 – Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03 de 28 de junho de 1990 – Padrões de Qualidade do Ar
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 267 de 14 de setembro de 2000 – Substancias Utilizadas na Refrigeração
- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 340 de 25 de setembro de 2003 – Cilindros para Armazenamento dos Gases

## **7.4 ESCADAS ROLANTES**

### **7.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, CONSTRUTIVAS E FUNCIONAIS**

As escadas rolantes serão instaladas em locais cobertos, porém sujeitas à poluição atmosférica industrial e urbana, inclusive em ambientes úmidos resultantes de infiltrações e seus componentes estão expostos a detritos normais à instalação dessa natureza, com intensa circulação de passageiros.

Devem ser do tipo “heavy-duty”, para serviço público e interligar todos os níveis físicos das estações, seus acessos e terminais onde haja a circulação de usuários, em número adequado à demanda prevista no projeto básico da linha.

#### **7.4.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

A largura dos degraus, ou seja, a dimensão livre entre os rodapés da Escada Rolante, não deve ser inferior a 1,00 m.

O ângulo de inclinação da escada rolante deve ser de 30º (trinta) graus.

A escada rolante deve possuir velocidade nominal variável de 0,20 m/s a 0,75 m/s.

A escada deve permitir um ajuste de velocidade até 0,75m/s, parametrizável em modo de operação, com velocidades diferentes para subir e para descer, de forma que todos os dispositivos de proteção se ajustem às velocidades definidas.

A capacidade teórica prevista da escada rolante, em função da velocidade nominal 0,75 m/s e largura do degrau de 1,00 m, deve ser de 13.500 pessoas por hora. (o dimensionamento da quantidade de escadas deve considerar a sua capacidade operacional e não a nominal).

Deve ser previsto um sistema ou equipamento na escada rolante que, ao ser detectado nenhum ou um baixo fluxo de usuários sobre a mesma, promova a redução de sua velocidade e, consequentemente, a redução no consumo da energia elétrica.

A passagem da velocidade baixa para a velocidade alta, ou vice-versa, deve ser de forma suave, segura e confortável.

As Escadas Rolantes, em ambas as extremidades, deve formar uma plataforma horizontal aparente com extensão mínima de 04 (quatro) degraus nivelados, a partir da chapa pente.

As Escadas Rolantes devem ser projetadas e construídas para operar normalmente em ambos os sentidos.

#### **7.4.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

Para a estrutura, bem como para todos os equipamentos mecânicos e materiais, devem ser garantidos os coeficientes de segurança exigidos nas respectivas normas, para que suportarem a carga de ruptura mínima calculada levando em consideração o tipo de escada rolante para serviço público, as quais estão sujeitas a condições especiais de operação.

Desta forma, os cálculos e projetos devem ser efetuados tendo como base a carga de passageiros, tempo que esta carga é contínua e vida útil especificada, bem como obedecer os requisitos das normas técnicas.

A concepção de projeto deve permitir fácil montagem, manutenção e ajustes de suas partes.

##### **7.4.3.1 REQUISITOS DAS CORRENTES DOS DEGRAUS**

As escadas rolantes com desníveis a partir de 8(oito) metros, a tensão de ruptura da corrente de acionamento dos degraus deve ser maior ou igual a 250kN. Neste caso, o sistema de tração deve ser através dos elos metálicos da corrente, não sendo admitido que se utilize rolo não metálico como elemento de tração.

#### **7.4.3.2 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA**

Devem ser previstos dispositivos que protejam o usuário e o equipamento quanto aos vários tipos de acidentes possíveis de ocorrerem, levando em consideração o tipo de escada rolante e a sua aplicação.

Nos locais de risco de efeito guilhotina, como o cruzamento de Escadas Rolantes e/ou passagens de lajes, devem ser instalados anteparos (defletores) para a proteção da cabeça e membros dos usuários.

Todos os dispositivos elétricos de segurança devem ser do tipo falha segura, ou seja, devem desenergizar a bobina para abrir o contato quando ocorrer o defeito, comandando a paralisação da ER através do freio eletromecânico (de serviço).

Devem ser previstos no mínimo os seguintes dispositivos:

- Dispositivo que elimine a energia estática gerada nos corrimãos;
- Freio Auxiliar (Freio de Emergência)
- Dispositivos de Segurança da Corrente dos Degraus
- Dispositivo Para Detecção de Degrau Quebrado ou Degrau Abaixado
- Levantamento de Degrau. Deve interromper o funcionamento da Escada Rolante, caso ocorra o levantamento anormal de um ou mais degraus durante o percurso.
- Dispositivo de Segurança Contra Sobrecarga do Motor
- Dispositivo Detector de falta e/ou Inversão de Fase
- Dispositivo de Segurança Contra Afrouxamento ou Ruptura do corrimão. Devem ser previstos contatos elétricos que devem desligar a Escada Rolante caso ocorra afrouxamento ou ruptura do corrimão.
- Dispositivo de Segurança para monitorar a velocidade do corrimão. Devem ser previstos contatos elétricos que devem desligar a Escada Rolante caso ocorra a parada indevida do corrimão ou a quebra de sincronia da velocidade do corrimão em relação à velocidade dos degraus. Após o corrimão parar por algum motivo, o desligamento da Escada Rolante deve ocorrer após um deslocamento de 2 a 2,5 degraus (800 a 1.000 mm) e o sistema deve permitir uma regulação deste deslocamento, caso necessário.
- Contato de Segurança nos Rodapés. Nos rodapés das Escadas Rolantes, em ambos os lados, devem ser previstos contatos de segurança que interrompam o funcionamento da Escada Rolante sempre que o rodapé sofrer uma deformação ocasionada pela entrada de corpos estranhos na folga, entre o degrau e o rodapé.
- Contato de Segurança na entrada do corrimão na balaustrada. Nos locais onde o corrimão penetra na balaustrada, devem ser instalados contatos de segurança que devem atuar quando houver a introdução de qualquer objeto estranho e que dificulte a passagem do corrimão.
- Contatos de Segurança nas placas pentes. Nas placas pente superior e inferior, devem ser previstos contatos de segurança que devem parar a escada rolante sempre que algum obstáculo impedir ou dificultar a passagem do piso dos degraus através dos dentes dos pentes.
- Inversão de sentido. Devem ser previstos contatos de segurança que parem a escada



rolante sempre que ocorrer uma inversão de sentido de funcionamento não autorizada da escada rolante.

- Iluminação Demarcatória sob os Degraus. Deve existir nas cabeceiras superior e inferior, iluminação demarcatória sob os degraus. Deve obedecer aos requisitos da norma, ser instalada em local adequado e ser de fácil substituição.
- Escovas de rodapés. Ao longo dos rodapés, esquerdo e direito da ER, devem ser previstos dispositivos com “escovas” aparentes, de forma que estas tenham a função de alertar os usuários que se utilizam da Escada Rolante para que não encostarem os pés (sapatos, calças, vestidos etc.) nos rodapés, evitando desta forma eventuais acidentes.
- Tampas nos pisos de acesso das cabeceiras superior e inferior. Devem ser previstos contatos de segurança que pare a escada rolante sempre que ocorrer uma abertura das tampas de acesso aos componentes internos da escada rolante.

#### **7.4.3.3 REVESTIMENTO**

Devem ser previstos nas cabeceiras superior e inferior e em local de boa visibilidade, placas indicativas de avisos aos usuários nos termos conforme discriminados nas normas da ABNT.

Devem ser previstos todos os fechamentos necessários para a compatibilização e ajustes entre ER s e lajes, alvenaria e estruturas, bem como o fechamento das treliças em aço inoxidável.

#### **7.4.3.4 LUBRIFICAÇÃO COM ÓLEO**

Todos os vínculos móveis sujeitos a desgaste e contatos metálicos que possuam movimento devem possuir dispositivos de lubrificação.

Todos os pontos de lubrificação devem ter fácil acesso, tanto para alimentação como para retirada de lubrificante.

As correntes de acionamento principal e a corrente de acionamento dos corrimãos devem possuir sistema de lubrificação automática.

Deve ser previsto bandejamento para coleta do excesso de lubrificante, de maneira a evitar a contaminação da caixa de concreto da Escada Rolante e de suas partes sujeitas ao contato com os usuários.

#### **7.4.3.5 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS**

A instalação do respectivo Quadros de Comando deve ser nas proximidades da cabeceira superior.

#### **7.4.4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**

No sistema de controle e supervisão deve ser utilizado Controlador Lógico Programável, o qual deve ser projetado para permitir o controle local e o telecontrole de cada Escada Rolante.

#### **7.4.4.1 SINALIZAÇÃO LOCAL**

Deve ser previsto um sistema de comunicação visual local, para cumprir as funções de sinalização de estado para o usuário que utiliza o equipamento e as de estado e de falhas, para o funcionário de operação.

#### **7.4.4.2 SINALIZAÇÃO PARA USUÁRIOS**

Quando acionado o comando de subida, no acesso inferior, deve ser indicada uma sinalização luminosa verde, indicando sentido ascendente permitido e, no acesso superior, indicada uma sinalização luminosa vermelha indicando sentido descendente proibido.

Quando acionado o comando de descida, no acesso superior deve ser indicada uma sinalização luminosa verde indicando sentido descendente permitido e, no acesso inferior, uma indicação de sinalização luminosa vermelha indicando sentido ascendente proibido.

Quando a Escada Rolante estiver parada por comando operacional, toda a sinalização operacional deve ser desligada. Quando for pelos dispositivos de segurança, as indicações de sinalização luminosa vermelha, dos acessos superior e inferior, devem indicar sentidos ascendente e descendente proibidos.

#### **7.4.4.3 SINALIZAÇÃO DAS FALHAS**

Deve ser previsto no mínimo uma sinalização para indicação das falhas. Estas podem ser agrupadas em um único sinal de ocorrência de falhas, porém considerando o conceito funcional, ou seja, o de falha técnica e o de falha operacional.

#### **7.4.4.4 CONTROLE LOCAL**

Todos os componentes de comandos, sinalizações e alarmes, de controle local da escada rolante, devem estar localizados nas cabeceiras superior e inferior da Escada Rolante, fora da balaustrada, agrupados em "totens" metálicos, os quais devem ser adequadamente fixados no piso, próximos, porém fora do alinhamento do corrimão.

#### **7.4.4.5 TELECONTROLE**

O controle a distância será realizado através do Sistema Supervisório da estação.

#### **7.4.5 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

As ER s devem ser projetadas levando em consideração a operação de 20 horas por dia, 140 horas semanais, como parte integrante do sistema de transporte de massa de grande fluxo, por um período de tempo estimado em torno de 25 anos sem grandes reparos.

As ER s devem ser dimensionadas para o transporte "teórico" compatível com as dimensões e velocidades definidas nesta especificação, oferecer um MTBF de 3980 horas e índice de disponibilidade mensal de 99,998%.

O projeto da Escada Rolante deve garantir uma construção isenta de vibrações, com baixo nível de ruídos .

As Escadas Rolantes deverão ter sua instalação e operação licenciadas pelo CONTRU.

#### **7.4.6 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES**

Leis, Regulamentações e Resoluções vigentes, inclusive as específicas da Prefeitura do Município de São Paulo.

### **7.5 ELEVADORES**

#### **7.5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, CONSTRUTIVAS E FUNCIONAIS**

##### **Escopo do Fornecimento**

Os elevadores serão instalados em locais com intensa circulação de passageiros, com seus acessos sujeitos a ação das chuvas (ao tempo) e em ambientes sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana. Portanto, os seus componentes (elétricos e mecânicos) devem ser adequadamente protegidos contra ações dessa natureza. Botoeiras, displays dispositivos de segurança de fechamento das portas e outras partes do elevador, que estiverem sobre ação do tempo, devem possuir grau de proteção adequado.

Devem interligar todos os níveis físicos das Estações, seus acessos, salas Técnicas e Operacionais e Terminais onde haja a circulação de usuários, em número adequado à demanda prevista da linha.

Os elevadores convencionais elétricos, do tipo sem casa de máquinas, devem ser adaptados para "pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida", em conformidade com os requisitos da NBR NM 207 e NBR 15 655-1.

Antes do início da operação, os elevadores devem estar com os respectivos alvarás de instalação e funcionamento emitidos pelos órgãos competentes.

Devem ser fornecidos elevadores convencionais para transporte geral e de pessoas portadoras de necessidades especiais (ppdf), com acionamento elétrico na própria caixa de corrida, sem casa de máquinas, com alarme sonoro, pesador, anunciador verbal, câmera, intercomunicador, luz de emergência etc.

Nas Estações devem ser atendidas, no mínimo, as seguintes interligações:

- Acessos externos à estação: 1 EV por acesso, com capacidade mínima de 14 pessoas (1050 kg) – adequado a ppdf;
- Hall de bloqueios/mezanino ou plataforma da estação: 2 EV x 20 pessoas (1500 kg) – adequado a ppdf;
- Mezanino/plataforma da estação: 2 EV x 14 pessoas (1050 kg) – adequado a ppdf;
- Que atende às salas técnicas/operacionais da estação: 1 EV x 1000 kg;
- Que atende somente às salas operacionais da estação: 1EV x 8 pessoas (600 kg.)
- Para os Pátios devem ser atendidas:

- Escritórios do Bloco de escritórios: 2 EV x 14 pessoas (1050 kg) – adequado a ppdf;
- Bloco do Almojarifado: 1 EV x 1000 kg, uso misto (carga/passageiros);
- Centro de Controle Operacional: 1 EV x 14 pessoas (1050 kg) – adequado a ppdf.
- Para bases de manutenção:
  - 1 EV x 14 pessoas (1050 kg) – adequado a ppdf.

Os elevadores devem ser elétricos do tipo sem casa de máquinas, adaptado para o transporte de pessoas em geral e com deficiência ou mobilidade reduzida (ppdf), observando:

#### a) Cabina

As cabinas devem possuir alçapão de emergência no teto para permitir o resgate e a retirada de passageiros com dimensões mínimas de 0,5 x 0,6 m. Dispor de balaustrada quando o espaço livre na horizontal, para além da extremidade do teto da cabina, for maior que 0,30 m.

As cabinas devem possuir aberturas de ventilação na sua parte inferior e superior que devem ser compatíveis com a norma ABNT NM 207.

No teto a iluminação deve ser do tipo fluorescente indireta, com no mínimo 02 lâmpadas instaladas sobre as placas de acrílico do tipo "colméia", ou similar. Deve ser assegurado o iluminamento mínimo de 100 lux ao nível do piso. Demais considerações conforme norma ABNT NM 207.

Soleiras de Cabina e Pavimentos - A borda entre a borda da soleira da plataforma do carro e a borda de qualquer soleira de pavimento deve ser conforme especificado na NBR NM 207.

Acessórios a serem previstos:

- Ventiladores duplos;
- Espelho instalado acima do corrimão;
- Luz de emergência;
- Alarme sonoro;
- Anunciador verbal;
- Indicador de peso na cabina.
- O revestimento do piso da cabina deve ter superfície dura e antiderrapante, permitindo uma movimentação fácil da pessoa portadora de deficiência. As cores do piso da cabina devem ser contrastantes com as do pavimento.
- Na cabina deve haver um corrimão de superfície lisa e não deslizante, fixado nos painéis laterais e no fundo (para aberturas do mesmo lado), de modo que a parte superior esteja a uma altura entre 890 e 900 mm do piso acabado, com espaço livre entre o painel da cabina e o corrimão de 40 mm, com tolerância de + ou - 2 mm. O corrimão deve terminar junto a botoeira da cabina, ter extremidade com acabamento recurvado e ter contraste com os painéis da cabina.
- Nivelamento: O sistema de nivelamento deve garantir uma parada nos pavimentos com diferenças máximas de 10 mm, sob condições normais de carga e descarga, quando o carro estiver descendo ou subindo. Deve também renivelar a cabina, dentro da zona de

nivelamento da porta, no caso de ocorrerem diferenças devido a variação de carga.

- Devem ser previstas, nas laterais internas da cabina, na parte inferior e em uma altura adequada, placas ou perfis removíveis de amortecimento ou proteção a eventuais choques da cadeira de rodas contra os painéis de acabamento da cabina.
- Portas e seus dispositivos de travamento devem possuir resistência mecânica adequada.

#### b) Portas da Cabina

- Material de Acabamento em aço inox lixado;
- Acionamento manual e automático, simultâneo com a porta do pavimento;
- Largura livre mínima de 900 mm;
- Altura livre mínima de 2000 mm
- Deve possuir fechaduras que permitam a sua abertura apenas pelo lado externo da cabine do elevador.

#### c) Portas dos Pavimentos

- Material de Acabamento em aço inox lixado;
- Acionamento manual e automático, simultâneo com a porta da cabina;
- Batente em aço inox lixado;
- Largura livre mínima de 900 mm;
- Altura livre mínima de 2000 mm.

#### d) Sistema de Proteção e Reabertura das Portas

- As portas de fechamento automático devem ter um sistema de reabertura, para o caso de ocorrer qualquer obstrução durante o movimento de fechamento. O sistema de reabertura deve atuar sem necessidade de contato físico de pessoa ou objeto na entrada ou saída do elevador.
- Deve possuir fechaduras que permitam a sua abertura apenas pelo lado externo da cabine do elevador, com chave especial para o destravamento das portas de pavimento e portas de emergência pelo lado do pavimento, conforme norma ABNT NM 207.
- As Portas de emergência devem conter dispositivo elétrico de segurança que impeça o funcionamento do elevador quando estiverem abertas, conforme norma ABNT NM 207.

#### e) Energia de Emergência para Cabina

Deve ser fornecida uma fonte de energia de emergência para os componentes vitais e de segurança da cabina.

#### f) Energia Auxiliar para Iluminação e Tomadas de Manutenção

Deve ser previsto uma alimentação externa auxiliar em 220 V (3F+N+T), independente da alimentação principal de força do elevador, com a finalidade de alimentar a ventilação,

iluminação da cabina e da caixa de corrida, do conjunto de acionamento, intercomunicador e do dispositivo de alarme.

### **7.5.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS**

No sistema de controle e supervisão deve ser utilizado Controlador Lógico Programável (CLP), o qual deve ser projetado para permitir o controle local e o telecontrole à distância de cada Elevador.

Para o controle local, o elevador deve comportar duas modalidades, manual e automático.

Sua operação básica deve ser no modo automático e, através de chave de comando com segredo localizada no painel interno da cabina, deve permitir a passagem para o modo manual.

A seleção do pavimento deve ser feita pelo usuário.

Obs: Em qualquer situação de controle, manual ou automático, as portas do elevador quando em repouso, ou seja, não sendo utilizadas, devem permanecer fechadas.

Devem ser previstos os comandos, sinalizações e alarmes locais do elevador, conforme descrito abaixo.

Nos pavimentos devem ser instalados os seguintes dispositivos, devidamente identificados e protegidos contra vandalismo e resistentes às intempéries:

- Botões de Pavimentos (deve existir a marcação Braille na língua Portuguesa)
- Indicação nos Pavimentos
- Sinalização nos Pavimentos
- Indicador de Posição da Cabina
- Identificação do Pavimento nos Batentes das Portas
- Anúncio Verbal. Para todos os pavimentos servidos, a cada parada da cabina, deve soar automaticamente um anúncio verbal informando o pavimento que esta sendo atendido.

Também devem ser enviados ao Sistema Supervisório, para o telecontrole, as informações de estado e alarme dos elevadores.

Devem ser instalados na cabina, os seguintes dispositivos, devidamente identificados e protegidos:

- Comando Manual e Automático
- Comutador de comando de duas posições, acionado por chave com segredo, extraível somente na posição escolhida.
- Botões de Chamadas
- Botões de comando da cabina devem ser de toques, que quando premidos terão a função de selecionar e registrar o pavimento de destino da cabina.
- Botões de Abertura e Fechamento das portas

- Botão de Alarme Sonoro
- Indicador de Posição da Cabina e Sinalização
- Intercomunicador da Cabina e Pavimentos. Os intercomunicadores instalados nas cabines e nos pavimentos também devem ser fornecidos com o elevador.

Deve ser prevista na cabina a instalação das câmeras de monitoração

### **7.5.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

As especificações técnicas e projetos devem levar em consideração que os elevadores devem operar normalmente durante 140 horas semanais, por um período de tempo estimado em torno de 25 anos, sem grandes reparos, como parte integrante do sistema de transporte público de massa. Os índices de confiabilidade, disponibilidade, manutenibilidade e segurança devem ser compatíveis com os sistemas/equipamentos existentes no Poder Concedente.

Os elevadores serão instalados em locais com intensa circulação de passageiros, com seus acessos sujeitos a ação das chuvas (ao tempo) e em ambientes sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana, os seus componentes (elétricos e mecânicos) devem ser adequadamente protegidos contra ações dessa natureza.

O projeto do elevador deve garantir uma construção isenta de vibrações, o nível de ruído será medido na cabina, portas dos pavimentos, poço, casa de máquinas, a uma altura de 1,50m (um metro e meio) dos respectivos pisos, devendo atender à legislação vigente.

Para cada EV, devem ser realizados ensaios e testes de acordo com os requisitos da ASME A 17.2.1 “Inspector Manual for Electric Elevators”.

Os elevadores deverão ter sua instalação e operação licenciadas pelo CONTRU.

### **7.5.4 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES**

Leis, Regulamentações e Resoluções vigentes, inclusive as específicas da Prefeitura do Município de São Paulo.

## **7.6 ESTEIRAS ROLANTES (ESR)**

### **7.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

As esteiras rolantes serão instaladas em locais cobertos, porém sujeitas à poluição atmosférica industrial e urbana, inclusive em ambientes úmidos resultantes de infiltrações e seus componentes estarão expostos a detritos normais à instalação dessa natureza, com intensa circulação de usuários.

Devem ser do tipo pesado, para serviço público e interligar os acessos das estações São Joaquim (transferência para a Linha 1 - Azul) e Higienópolis-Mackenzie (transferência para a Linha 4 – Amarela), em número adequado à demanda prevista para a linha.

O projeto básico das esteiras rolantes deve considerar diretrizes, parâmetros de construção e regulamentos de segurança, estabelecidos através de normas técnicas devidamente reconhecidas.

Devem ser projetadas para operar de forma suave, silenciosa, com controle local e remoto, considerando os conceitos de inteligência.

O projeto do rodapé deve ter a eficiência de não permitir a entrada de corpos estranhos em suas extremidades.

A velocidade nominal variável de 0,2 a 0,65m/s, visando estratégias operacionais e economia de energia.

A largura dos pallets deve ser adequada ao fluxo de usuários previstos.

O painel da balaustrada deve ser em vidro.

Os quadros de comando devem ser instalados próximos às cabeceiras onde se encontram as máquinas de acionamento da ESR.

### **7.6.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

As ESR s devem ser projetadas levando em consideração a operação de 20 horas por dia, 140 horas semanais, como parte integrante do sistema de transporte de massa de grande fluxo, por um período de tempo estimado (vida útil) em torno de 25 anos, sem grandes reparos.

As ESR devem ser dimensionadas para o transporte "teórico" compatível com as dimensões e velocidades definidas nesta especificação, oferecer um MTBF de 3980 horas e índice de disponibilidade mensal de 99,998%.

O projeto da ESR deve garantir uma construção isenta de vibrações, com o nível de ruído medido ao longo do eixo central da esteira, a uma altura de 1,50 m (um metro e meio) do piso dos palets, que deverá atender à legislação vigente.

As esteiras rolantes deverão ter sua instalação e operação licenciadas pelo CONTRU.

### **7.6.3 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES**

Leis, Regulamentações e Resoluções vigentes, inclusive as específicas da Prefeitura do Município de São Paulo.



## **7.7 PORTAS DE PLATAFORMA**

### **7.7.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O Sistema de Portas de Plataforma (PSD), a ser instalado em todas as estações da Linha 6-Laranja, tem como objetivos principais:

- Aumentar os níveis de segurança dos usuários nas plataformas;
- Restringir o acesso às regiões das vias somente às pessoas autorizadas;
- Melhorar as operações de embarque, desembarque e as condições de conforto ambiental na região das plataformas;

Devem ser previstos todos os comandos, indicações, registros operacionais e controles necessários entre o Sistema de Sinalização e o Sistema PSD.

O Sistema PSD deve ser monitorado pelo Centro de Controle Operacional, sendo trocados entre eles indicações, alarmes e diagnósticos.

O projeto do Sistema PSD deve considerar:

- Fachada de portas com no mínimo 1,70 m de altura;
- Portas deslizantes duplas, cujos eixos coincidam com os eixos das portas dos trens;
- Transparência;
- Sincronismo com as portas do trem;
- Dispositivos para abertura de portas em casos de emergência pelo lado da via;
- Não permitir pessoas entre o trem e a fachada PSD após o fechamento das portas;
- Partida do trem somente após as condições de segurança satisfeitas.

Deve ser fornecido subsistema auxiliar (AUX BK – Auxiliar Backup) que possibilite abertura e fechamento automáticos das portas de plataforma com a confirmação da correta posição do trem, independentemente do Sistema de Sinalização. Este sistema deve operar como “*backup*” da interface com o Sistema de Sinalização a ser adotado.

As portas de plataforma devem abrir e fechar em sincronismo com as portas do trem estacionado na plataforma.

O Sistema de Portas de Plataforma deve possuir índices de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade compatíveis com os índices dos demais sistemas com os quais interage, de modo a não influir negativamente no desempenho operacional dos trens. Também deve possuir um sistema de monitoração e de diagnóstico adequado para indicar e manter registradas as condições de falha do sistema, a fim de agilizar os trabalhos de manutenção.

Por se tratar de um sistema diretamente envolvido com a segurança dos usuários, o projeto deve contemplar todas as variáveis intervenientes e as interfaces com os sistemas existentes, de forma a garantir o cumprimento dos requisitos especificados.

As quantidades e características técnicas definitivas serão determinadas na Etapa de Consolidação do Projeto.

## **7.7.2 DIRETRIZES PARA FORNECIMENTO**

### **7.7.2.1 EQUIPAMENTOS**

#### Fornecimento para cada Estação:

- Uma fachada PSD por plataforma;
- 1 (um) Painel de Controle Central (PCC), a ser instalado na Sala Técnica.

#### Fornecimento para cada Fachada PSD:

- Portas Deslizantes Motorizadas (PDM); em igual número às portas da lateral do trem, providas, cada porta, de duas folhas deslizantes, dispositivos de abertura local (lado plataforma e lado via), sinalizadores áudio/visuais, módulos de controle, motor elétrico e mecanismo de transmissão e travamento, sendo seus eixos coincidentes com os eixos das portas dos trens. A largura da PDM deve ser igual à soma da largura da porta do trem, do dobro da precisão projetada de parada do trem e de 100 mm;
- Portas de Saída de Emergência (PEE); cada porta deve ser provida de uma única folha e dispositivos de abertura local (barra antipânico pelo lado da via e fechadura especial pelo lado da plataforma). Todas as PEEs devem ter no mínimo 900mm de largura e devem ser instaladas ao longo de toda a plataforma;
- Portas de Final de Plataforma (PFP); provida, cada porta, de uma única folha e dispositivos de abertura local (barra antipânico pelo lado da via e fechadura especial pelo lado da plataforma). Cada PFP deve ter no mínimo 900mm de largura e deve ser instalada nas duas extremidades da plataforma;
- Painéis de Controle Manual (PCM); providos de botões e chaves de comando, IHM específica para visualização de informações do Sistema e monitoração dos estados de cada porta.
- Sinais, denominados SIN, para serem instalados nas duas extremidades da plataforma, pelo lado da via, para indicação de que todas as PDMs, PEEs e PFPs estão fechadas e travadas;
- 1 (um) Sistema AUX BK; subsistema auxiliar para comunicação entre trens e PSD, considerando conjunto de equipamentos para detectar o correto posicionamento do trem na plataforma de modo a habilitar os comandos de abertura e fechamento das portas de plataforma;
- Sistema de Suprimento de Energia (SSE);

Todas as ferramentas de software utilizadas para o desenvolvimento e geração dos programas que são utilizados pelo Sistema PSD (todos os programas fontes e executáveis) devem ser fornecidas completas com as respectivas licenças de uso.

O software relacionado às funções de segurança críticas ou vitais, deve utilizar o conceito “*failsafe*”, atendendo ao “*Software Safety Integrity Level*” 3 (**SIL 3**), conforme a norma IEC 61508.

### **7.7.2.2 SERVIÇOS**

A Concessionária deve ser responsável por todos os serviços necessários à implantação do Sistema PSD, entre eles:

- Avaliar os desenhos de estrutura civil para verificar necessidades de adaptações nas instalações do Sistema PSD;
- Confirmar medidas em campo das bordas, início e fim de plataformas, juntas de dilatação e demais elementos que influenciem a correta montagem do Sistema PSD;
- Integração do Sistema PSD com os demais sistemas implantados, realizando o levantamento, solução e implantação das interfaces necessárias (alimentação elétrica, aterramento, estrutura de plataformas e mezaninos, comunicação com trens, Sinalização CBTC e demais sistemas), contemplando cabeamento necessário;
- Obras complementares necessárias à implantação da fachada PSD no piso da plataforma como, por exemplo, providenciar eventuais reforços na estrutura da plataforma (por meio de perfis metálicos), para que ela possa suportar as cargas estáticas e dinâmicas devidas à fachada PSD;
- Elaboração de Análise de Segurança do Sistema PSD e suas interfaces;
- Contratação de uma empresa independente (sem vínculos com a Contratada e com a equipe que desenvolveu o projeto) para validação da Análise de Segurança do Sistema PSD.

### **7.7.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

#### **7.7.3.1 REQUISITOS TÉCNICOS CONSTRUTIVOS E OPERACIONAIS**

O projeto do Sistema PSD deve atender aos seguintes requisitos técnicos:

- O material da estrutura e do acabamento deve ser resistente à corrosão, com vida útil mínima de 30 (trinta) anos;
- Todos os elementos do equipamento que fiquem expostos às intempéries devem receber tratamento de proteção contra a corrosão.
- Compatibilidade com a arquitetura da estação, tendo soluções de acabamento padronizadas para todas as estações;
- O fechamento dos painéis deve ser em vidro transparente, ou outro material transparente que se mostrar vantajoso em relação ao vidro, com espessura e tratamento adequados a esta aplicação e, em caso de quebra, não deve causar riscos e danos aos usuários;
- Pelo menos 70% (setenta por cento) de área frontal transparente;
- O projeto deve contemplar as necessidades de comunicação áudio-visual e a identificação eficaz das portas de acesso aos trens. Os painéis e vidros devem permitir a fixação de comunicação visual institucional (mapa da linha, avisos de segurança, sentido do trem, etc.) e adesivos de comunicação aos usuários que sejam inerentes à segurança do equipamento, à evacuação em caso de emergência e ao acesso aos trens;
- Todo o material metálico e envidraçado usado no projeto do Sistema PSD será classificado como M0 F0, de acordo com NFF 16-101;
- O dimensionamento estrutural do Sistema PSD deve contemplar a sua própria carga estática, bem como as cargas dinâmicas causadas pela movimentação dos trens (efeito pistão), fadiga por esforços repetitivos, cargas de multidão e impacto recomendados para esse tipo de aplicação e forças devidas ao vento, quando aplicável, conforme NBR

6123;

- A fixação na plataforma deve contemplar o gabarito dinâmico do trem, interferências com mezaninos, sistema de multimídia, sistema de iluminação e de comunicação visual, e respeitar os requisitos de aterramento e isolamento;
- O projeto do Sistema PSD deve considerar as características do material rodante de forma a possibilitar a evacuação dos usuários conforme norma NFPA 130;
- Os painéis e portas da fachada devem permitir adequados acessos a todas as fechaduras de abertura manual de porta do trem e demais pontos operacionais localizados no lado externo das caixas dos trens. Deve ser considerado que o trem pare em qualquer ponto ao longo da plataforma, em caso de falha. O projeto executivo do PSD deve ser definido considerando o projeto executivo do Material Rodante;
- A estrutura do batente e/ou da soleira deve permitir a eventual instalação de dispositivo fixo para redução do vão entre o trem e plataforma (gap filler), de forma a atender a norma NBR-14021;
- Estruturas e equipamentos do Sistema PSD devem ser adequadamente isolados e/ou aterrados para evitar potencial de toque;
- Cada PDM, PEE e PFP deve ter seus estados operacionais monitorados por sensores;
- O sinal de "todas as portas fechadas e travadas" é requisito fundamental para a liberação de partida dos trens;
- Todos os componentes eletromecânicos devem ser estanques contra a entrada de pó e de água, classe mínima IP-55;
- Todas as vedações com peso significativo usadas no projeto do PSD serão classificadas como classe 03, quanto ao desempenho de fogo e emissão de fumaça, de acordo com a norma DIN 5510-2.

### 7.7.3.2 MODOS OPERACIONAIS E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PSD

MODO	CARACTERÍSTICA TÉCNICA E OPERACIONAL
Automático	<ul style="list-style-type: none"> <li>· A abertura (ou fechamento) de PDMs somente deve ocorrer quando houver comando de abertura (ou fechamento) de portas provenientes do Sistema CBTC;</li> <li>· O tempo de abertura e de fechamento de portas será determinado na fase de consolidação do projeto executivo;</li> <li>· O Sistema CBTC envia também a relação das PDMs que devem ter a sua abertura inibida em virtude de falhas nas portas do trem;</li> <li>· O Sistema PSD deve transmitir ao Sistema CBTC as seguintes informações: estado de porta "aberta" (PDM, PEE e PFP), estado de portas "fechadas e travadas" (PDM, PEE e PFP) e a relação das PDMs que estão isoladas ou com falhas.</li> </ul>
Automático com CBTC inativo	<p>No caso de falha ou inoperância parcial do Sistema de Sinalização CBTC ou por necessidades de manutenção/operação, os comandos de abertura e fechamento das PDMs devem vir do Sistema AUX BK.</p> <p><b>Abertura das PDMs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· O trem está parado na plataforma e alinhado dentro da tolerância admitida;</li> <li>· O comando de abertura é enviado para o Sistema de Portas do Trem. As portas do trem começam a se abrir;</li> <li>· O Sistema AUX BK detecta a abertura das portas do trem e envia comando de abertura para o PCC, que processa a informação e a transmite para as PDMs. As PDMs iniciam a abertura com as portas do trem, com respectiva sinalização áudio-visual de abertura.</li> </ul> <p><b>Fechamento das PDMs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Expirado o tempo de parada na estação, há o comando de fechamento de portas do trem. As portas do trem começam a se fechar;</li> <li>· O Sistema AUX BK detecta o fechamento de portas do trem e envia comando de fechamento para o PCC, que processa a informação e a transmite para as PDMs;</li> <li>· Após a sinalização de "todas as portas fechadas e travadas" fornecida pelo Sistema PSD, o trem está liberado para a partida.</li> </ul>
PCM Remoto	No caso de falhas nos processos dos modos operacionais

	<p>anteriores (Automático e Automático com CBTC inativo), ou por outra necessidade operacional, os comandos de abertura, fechamento ou inibição das PDMs devem vir do PCM.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando o PCM estiver habilitado para operação, o Sistema PSD deve desconsiderar os comandos de abertura e fechamento das PDMs provenientes dos Sistemas CBTC e AUX BK;</li> <li>• Somente um PCM deve ser ativado (comandos e indicações) pelo operador através da utilização de chave especial de habilitação ("Habilitar PCM");</li> <li>• A chave de habilitação do PCM deve ser especialmente projetada para coibir a operação do PCM por pessoas não autorizadas.</li> <li>• No PCM deve existir um recurso que possibilite ao operador da estação autorizar a partida supervisionada de um trem parado na plataforma; ele deve estar disponível somente quando o PCM estiver habilitado pelo operador da estação e após isolamento do conjunto de todas as portas daquela plataforma através de chave também presente no PCM.</li> </ul>
Local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As PDMs são acionadas localmente, sendo destravadas manualmente através de dispositivo mecânico instalado do lado da via, ou através de fechadura, acionada por chave especial, instalada do lado da plataforma (a abertura e o fechamento das PDMs devem ser realizados manualmente, empurrando-as ou puxando-as);</li> <li>• As PDMs podem ser isoladas (para manobra de manutenção ou em operação degradada) através de chave comutadora instalada junto à PDM. Para a chave comutadora, são considerados os seguintes estados de operação: "Normal" ou "Isolado";</li> <li>• As PEEs e PFPs são acionadas localmente, devendo ser destravadas e abertas manualmente através de dispositivo mecânico instalado nas portas do lado da via (barra antipânico), ou através de fechadura acionada por chave especial instalada nas portas do lado da plataforma;</li> </ul>
Degradado	<p>Devem ser previstos mecanismos ou artifícios para interpor a falha ou condição degradada até que seja retomada a sua total operação. São condições de degradação:</p> <p><b>a) Não recebimento de comando pelo Sistema de Sinalização CBTC ou pelo Sistema AUX BK (modos automáticos):</b> A operação das PDMs deve ser realizada através do PCM.</p> <p><b>b) Falha no sistema de comando do PSD (CBTC / AUX BK e PCM):</b> A abertura das PDMs será efetuada através de acionamento de chave especial pelo lado da plataforma ou pelo</p>

	<p>acionamento de mecanismo manual de destravamento pelo lado da via.</p> <p><b>c) Falha na PDM:</b> Deve ser previsto que a PDM que apresente falha possa ser isolada individualmente, permanecendo as demais portas em operação.</p> <p><b>d) Falha no sistema de Alimentação Elétrica Normal:</b> Nesta condição, o Sistema PSD receberá alimentação elétrica através do Grupo Gerador Diesel (GGD).</p> <p><b>e) Falha no sistema de Alimentação Elétrica Normal e de Emergência (GGD):</b> Na ausência de Alimentação Elétrica Normal e de Emergência, somente a alimentação dos módulos de controle do Sistema PSD deve ser efetuada.</p>
--	---

### 7.7.3.3 DISPOSITIVOS E FUNÇÕES DE SEGURANÇA NAS PDMs

O Sistema PSD não deve, sob quaisquer circunstâncias, causar danos à integridade física dos usuários e funcionários. Por isso, além de possuir dispositivos de segurança, o Sistema PSD também deve executar as funções de segurança abaixo:

- A PDM deve reduzir ao mínimo as consequências nocivas do choque mecânico de uma pessoa com as folhas da porta.
- A força necessária para impedir o fechamento da porta não deve exceder 150 N (cento e cinquenta newtons). A medida desta força não deve ser feita no primeiro terço do percurso da porta.
- A energia cinética da PDM e os elementos mecânicos rigidamente ligados a ela, calculada ou medida à velocidade média de fechamento não deve exceder 10 J (dez joules), conforme itens aplicáveis da norma NBR NM 207:99.
- A PDM deve possuir dispositivos de segurança que impeçam usuários (adulto ou criança) de se posicionarem no vão entre porta do trem e PDM quando a PDM estiver em movimento de fechamento ou quando a PDM se encontrar fechada e a porta do trem aberta. Caso algum usuário fique preso nesse vão, o Sistema PSD não deve gerar o sinal de “todas as portas fechadas e travadas” (ou seja, deve inibir a partida do trem).
- As PDMs devem ser capazes de detectar obstáculos maiores que 8 mm (oito milímetros), no diâmetro ou na espessura, entre suas folhas, a 1 m (um metro) de altura a partir do piso;
- Sempre que houver detecção de obstáculos, as PDMs devem possuir comportamento configurável via software de forma a tentar liberá-los.

### 7.7.4 SINALIZAÇÃO LOCAL EM CADA MÓDULO

Com relação à sinalização das PDMs, PFPs e PEEs, o Sistema PSD deve atender aos seguintes requisitos:

- Controle, supervisão e sinalização individualizada por PDM, PEE e PFP;

- Todas as sinalizações visuais das PDMs, PFPs e PEEs devem ser sobressaltadas no mínimo 15 mm (quinze milímetros) da superfície da header box (parte superior das fachadas) para facilitar a visualização ao longo da plataforma;
- Sinalização áudio-visual para PDM, PEE e PFP configurável, a ser definida em projeto executivo.
- No lado plataforma, cada PDM deve ter uma sinalização (vermelha/âmbar) indicando sua abertura, fechamento e os casos de falhas.

#### **7.7.5 INDICAÇÕES DE ESTADO, ALARMES E DIAGNÓSTICOS**

O Sistema PSD deve registrar todas as indicações de estados, alarmes e diagnósticos no PCC e, também, enviá-las ou torná-las disponíveis para os sistemas com os quais faz interface.

#### **7.7.6 FORNECIMENTO DE ENERGIA**

A alimentação do sistema PSD será feita a partir da alimentação elétrica do Sistema de Energia Elétrica da estação com as seguintes características:

- Alimentação Normal de Baixa Tensão;
- Alimentação pelo Sistema de Emergência, através do Grupo Gerador Diesel (GGD), na ausência de alimentação da baixa tensão.
- Alimentação ininterrupta, que deve ser utilizada exclusivamente na alimentação dos circuitos de controle quando ocorrer a indisponibilidade do Sistema de Alimentação Normal.

#### **7.7.7 REQUISITOS DE ATERRAMENTO E ISOLAÇÃO ELÉTRICA**

Devem ser considerados os aspectos de proteção elétrica em atendimento à norma EN 50122-1, de forma a evitar que o Sistema PSD coloque em risco a integridade dos usuários e funcionários em relação ao possível surgimento de diferenças de potencial perigosas nas regiões de embarque/desembarque das plataformas.

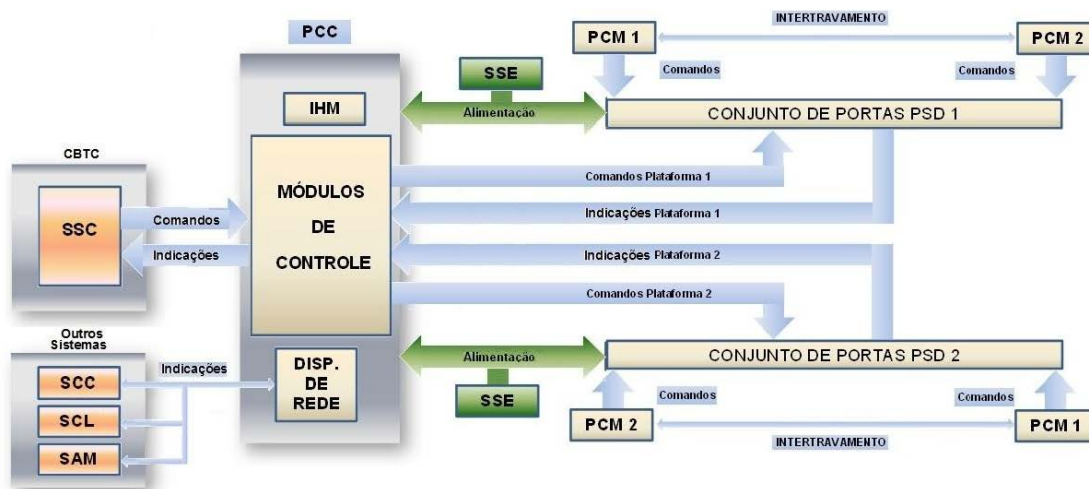
As soleiras devem ter acabamento eletricamente isolado com a finalidade de se evitar tensões de toque e ser imunes à degradação provocada pelo trânsito de usuários.

Todas as partes metálicas da estrutura do PSD, que possibilitem exposição de usuários e funcionários a tensões de toque, devem ter revestimento eletricamente isolado, que garanta que o nível de isolação elétrica não permita correntes de toque maiores que 0,5 mA (meio miliampère), atendendo às normas IEEE-80 e EN 50122-1.



### 7.7.8

## REQUISITOS DE INTERFACE E INTEROPERABILIDADE



**Figura 1:** Arquitetura orientativa do Sistema PSD

Devem ser previstas as interfaces do Sistema PSD com os seguintes sistemas: Sistema de Sinalização e Controle (SSC), Sistema de Controle Local (SCL), Sistema de Apoio à Manutenção (SAM) e Sistema de Controle Centralizado (SCC).

Essas interfaces devem ser efetuadas através de dois canais redundantes. Em caso de falha na comunicação com uma das interfaces redundantes do equipamento controlado, a outra interface deve assumir todas as funções da primeira, automática e instantaneamente, sem interferências na operação do sistema.

### 7.7.9

## REQUISITOS DE DESEMPENHO

O Sistema PSD não deve gerar atrasos no *headway* projetado para a Linha 6-Laranja.

O Sistema PSD deve possuir redundâncias, em caso de falha, para os equipamentos que possam gerar impactos na operação comercial.

A Concessionária deve apresentar análise, conceituação e cálculos necessários de predição de confiabilidade e disponibilidade do Sistema PSD, conforme a norma MIL-STD-756, utilizando o método de contagem das partes descrito na MIL-HDBK-217 e MIL-HDBK-338, e atendendo aos parâmetros especificados a seguir:

- Deve ser considerado que as portas PDM estarão submetidas a aproximadamente 1.200 (um mil e duzentos) ciclos operacionais por dia. Entenda-se por ciclo operacional os movimentos de abertura e fechamento completos do conjunto de portas;
- O Sistema PSD deve apresentar, por fachada, uma disponibilidade igual ou superior a 99,998% ("quatro noves e um oito") com MTTR de 0,5 (meia) hora, considerando as falhas críticas e relevantes que afetem a abertura e o fechamento das portas e/ou impliquem em atraso dos trens.

Os hardwares e softwares relacionados às funções de Segurança (críticas ou vitais) devem utilizar o conceito de falha segura (*"fail-safe"*), atendendo ao *"Safety Integrity Level"* 3 (**SIL 3**) ou superior, conforme a norma IEC 61508 e IEC 62278. Não será admitido o emprego de software

considerado comercial ou de prateleira, neste tipo de aplicação.

Em caso de falhas, o Sistema PSD deve garantir que as portas mantenham seu estado operacional, não executando movimentos de abertura ou fechamento indevidos.

## **7.8 DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO, COMPARTIMENTAÇÃO E PASSIVAÇÃO DE CABOS.**

### **7.8.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

A concepção dos projetos de detecção e alarme de incêndio para estações, pátio e demais ambientes técnicos, operacionais e administrativos do empreendimento Linha 6 deve se orientar pelo atendimento ao Decreto Estadual 56.819, de 10 de março de 2011, às Instruções Técnicas – IT - do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, à norma ABNT NBR 17 240:2010, e demais normas vinculadas.

Os sistemas devem ser projetados considerando as condições de cada local e suas variáveis, tais como carga térmica, limpeza dos locais, velocidade e variação da velocidade do ar, trocas de ar dos ambientes, e dificuldades de acesso para combater incêndio. Na maior parte dos ambientes a detecção deve se basear no sensoramento de presença de fumaça e em caso de ambientes sujeitos a presença de vapores, tais como refeitórios e vestiários com chuveiros, por detectores termovelocimétricos. Os equipamentos devem ser endereçáveis e do tipo micro processados (“inteligentes”), com ajuste para limiar de alarmes. Em casos específicos, devem ser utilizados detectores incipientes de fumaça, ativos por aspiração e amostragem de ar.

Devem ser instalados acionadores manuais de alarmes e avisadores audiovisuais, endereçáveis, cuja distribuição nas plantas deve estar de acordo com os parâmetros discriminados nas normas e instruções técnicas relacionados nesse documento. Os equipamentos periféricos de cada local devem ser interligados por rede classe A(em anel, conforme NBR 17240:2010), a um Painel Central de Detecção e Alarmes(PCA). Tal painel deve dispor de display gráfico para comunicação do *status* de todos os periféricos do sistema, e além da função inerente de monitorar a rede de laços de detecção, deve transmitir dados de maneira contínua ao Sistema de Controle Local – SCL – e ao Sistema de Controle Centralizado – SCC. A infraestrutura de condução do cabeamento deve ser exclusiva (não compartilhada).

Nas estações devem ser monitorados todos os ambientes operacionais e técnicos tais como: escritórios, salas de reunião, refeitórios, salas de materiais de limpeza, de condicionamento de lixo, vestiários, SSO, bilheterias, *shaft's*, salas técnicas, celas de transformadores, porões de cabos, inclusive sob as plataformas, sala do GGD, caixas de corrida e casas de máquinas dos elevadores, esteiras e escadas rolantes. Monitorar igualmente espaços destinados a atividades de comercialização, os quais devem ser incluídos em projeto. Complementando a documentação do projeto executivo, para cada local devem ser elaborados documentos em formato padronizado para encaminhamento ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo, no sentido de subsidiar a análise dessa autoridade em campo visando emissão de AVCB.

Considerando as condições gerais de profundidade da linha e as dificuldades para acesso e combate a incêndio, dedicar cuidados especiais na execução da análise de risco dos trechos de vias, especialmente quanto a detecção precoce de princípios de incêndio, visando instalação de sistemas adequados (ABNT 15 661:2009).

Nas saídas de emergência (SE's), acopladas ou não a poços de ventilação, deve-se prever a instalação de sistemas de detecção incipiente, de forma a detectar, de maneira rápida,

eventuais anormalidades e subsidiar a atuação dos sistemas de pressurização das escadas (ABNT 15661:2009). Tais sistemas devem se reportar por meio de transmissão redundante, às estações mais próximas e fornecer dados inclusive para as estratégias de atuação emergencial em sistemas relacionados, seja de maneira automática ou manual.

No pátio, pelas dimensões, prevê-se que a arquitetura do sistema de detecção e alarme adote a instalação de múltiplas centrais satélites de alarme monitorando blocos ou grupos de blocos, as quais devem se reportar a um sistema supervisor centralizado situado em ambiente de presença humana 24 h/dia.

No sentido de evitar interferências eletromagnéticas e/ou cargas residuais provenientes de descargas atmosféricas, é aconselhável que essas interligações se realizem por meio de fibras ópticas. Prever que os painéis possuam funcionalidades para automatismos com sistemas de combate a incêndio, onde necessário.

Em subestações primárias o Painel Central de Detecção e Alarmes deve igualmente comunicar dados ao SCC, através da estação mais próxima e, se necessário, com a adição de painel repetidor de alarmes na SSO da estação.

Onde for necessária a instalação de sistemas de combate a incêndio por sistema fixo de gases, em ambientes de presença humana constante, devem-se respeitar integralmente as recomendações ambientais. A depender das necessidades referentes aos tempos mínimos de atuação e limites de geração de subprodutos tóxicos ou corrosivos, podem ser usados gases químicos de baixa pressão, potencial de depleção da camada de ozônio(ODP)=0, tempo de sobrevida na atmosfera não superiores a 5 dias, mínimo possível quanto ao potencial de aquecimento global(GWP) além NOAEL/LOAEL adequados, ou, então, composições de gases inertes com características para suporte à vida, por tempo suficiente, no ambiente sinistrado.

### **7.8.2 COMPARTIMENTAÇÃO DE AMBIENTES E PASSIVAÇÃO DE CABOS**

Adotar medidas de compartimentação de ambientes, ou seja, fechamento de todas as passagens de cabos/ou eletrodutos, bandejamentos, tubulações e etc., ou qualquer abertura entre ambientes nos pisos ou paredes, tendo como finalidade confinar em um ambiente, o fogo, fumaça e gases gerados em um incêndio. Deve ser complementada por proteção passiva de cabos e infraestruturas.

### **7.8.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

Prever sistemas eficientes e com alta sensibilidade e precisão na detecção e alarmes de focos de incêndio, objetivando otimizar o índice de confiabilidade com minimização de ocorrências de falsos alarmes. Os tempos de detecção do sistema devem atender aos requisitos da norma ABNT NBR 17 240:2010.

Compartimentação dos ambientes com materiais certificados de modo a segregar com segurança eventuais focos de incêndio. A classificação corta fogo deve ser para pelo menos 120 minutos de exposição.

#### **7.8.4 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES (D.I. )**

- DECRETO ESTADUAL Nº 56819, DE 10 DE MARÇO DE 2011 - Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio nas edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo
- Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros:
- IT- 02: Conceitos básicos de segurança contra incêndio;
- IT – 03: Terminologia de segurança contra incêndio;
- IT – 04: Símbolos gráficos para projetos de segurança contra incêndio;
- IT – 09: Compartimentação horizontal e compartimentação vertical
- IT –14: Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco;
- IT – 19: Sistema de detecção e alarme de incêndio;
- IT – 25 – Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis;
- IT – 26: Sistema fixo de gases para combate a incêndio;
- IRB – Instituto de Resseguros do Brasil;
- SUSEP – Superintendência de Seguros Privados.

### **7.9 SISTEMAS DE BOMBEAMENTO**

#### **7.9.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

Os projetos, equipamentos e instalação de moto bombas devem ser adequados às necessidades das estações, vias e pátios. Devem ter as seguintes características:

- As Bombas Horizontais de incêndio e consumo devem ser instaladas sobre base de concreto e detalhes de ligação à tubulação de sucção e recalque com reduções excêntricas e concêntricas necessárias.
- As Bombas Submersíveis de águas pluviais, infiltrações e esgotos devem ser ligadas à tubulação de recalque por meio de mangote com conexões de engate rápido na bomba e na tubulação fixadas por meio de abraçadeiras de aço inoxidável.
- As bombas de combate a incêndio das estações também deverão alimentar tubulação seca para proteção das áreas dos túneis lindeiros a cada estação. Essa tubulação também deverá contemplar a possibilidade de alimentação externa (por caminhão pipa) através de válvula de pressurização instalada no Poço de Ventilação localizado na região central do túnel.

As Motos Bombas Centrífugas são constituídas basicamente de:

##### **7.9.1.1 MOTORES DE ACIONAMENTO.**

Para acionamento das bombas devem ser adotados motores elétricos do tipo de indução.

Bombas horizontais: grau de proteção IP-55 e classe de isolamento B.

Bombas submersíveis: grau de proteção IP-68 e classe de isolamento F.

Altitude: < 1000m .

Temperatura ambiente < 40º C.

#### **7.9.1.2 BOMBAS CENTRÍFUGAS**

As bombas a serem adquiridas terão as seguintes finalidades:

- Recalque de água para combate a incêndios;
- Recalque de água de consumo;
- Recalque de águas pluviais/drenagem e infiltração;
- Recalque de esgoto bruto.

##### **7.9.1.2.1 BOMBAS PARA RECALQUE DE ÁGUA PARA COMBATE A INCÊNDIOS E PRESSURIZAÇÃO DE REDES DE COMBATE A INCÊNDIOS (JOCKEY);**

Estas bombas devem ser do tipo horizontal e devem ter as seguintes características:

- Carcaça em ferro fundido;
- Rotor em bronze, tipo fechado;
- Eixo em aço inox AISI 316;
- Vedação do eixo com selo mecânico;
- Mancais com rolamentos;
- Acoplamentos: tipo elástico, sem lubrificação;
- Base de fixação de construção robusta em aço perfilado, permitindo o alinhamento perfeito do motor e bomba.

Devem ser selecionadas para fornecer no mínimo 65% da altura manométrica nominal especificada quando a vazão atingir 150% da vazão nominal especificada.

No ponto de “shut-off”, devem apresentar no máximo 140% da altura manométrica nominal especificada quando estas possuírem carcaças simples e 120% para bombas com carcaças bipartidas.

As redes do Sistema de Combate a Incêndio serão acionadas por pressostatos instalados na rede de incêndio.

##### **7.9.1.2.2 BOMBAS PARA RECALQUE DE CONSUMO**

Estas bombas deverão ser do tipo horizontal e devem apresentar as seguintes características:

- Carcaça em ferro fundido;
- Rotor em bronze, tipo fechado;
- Eixo em aço inox AISI 316;
- Vedação do eixo com selo mecânico;
- Mancais com rolamentos;

#### **7.9.1.2.3 BOMBAS PARA RECALQUE DE ÁGUAS PLUVIAIS, INFILTRAÇÃO E DRENAGEM**

Estas bombas deverão ser do tipo submersível e devem apresentar as seguintes características:

- Carcaça em alumínio;
- Rotor em ferro fundido, tipo aberto para passagem de corpos sólidos de tal forma que não cause entupimento, de no mínimo, 20 mm;
- Eixo em aço inox AISI 316 retificado;
- Vedação do eixo com selo mecânico;
- Mancais com rolamentos.

#### **7.9.1.2.4 BOMBAS PARA RECALQUE DE ESGOTO BRUTO**

Estas bombas deverão ser do tipo submersível e devem apresentar as seguintes características:

- Carcaça em ferro fundido;
- Rotor em ferro fundido, tipo aberto para passagem de corpos sólidos de tal forma que não cause entupimento, de no mínimo, 38 mm;
- Eixo em aço inox AISI 316;
- Vedação do eixo com selo mecânico.

#### **7.9.1.3 ABERTURAS DE SUÇÃO E RECALQUE**

As bombas horizontais devem ser fornecidas com as conexões excêntricas e concêntricas necessárias à sua instalação, tendo em vista os diâmetros de tubulação de sucção e recalque indicados no projeto hidráulico. Estas conexões devem obedecer às classes de pressão 10 e 20 para pressões máximas de trabalho de até 10 kgf/cm<sup>2</sup> e superiores, respectivamente.

As bombas submersíveis devem ser fornecidas com adaptadores para conexão do engate rápido.

#### **7.9.1.4 PINTURA**

Todos os serviços de preparação e pintura de superfícies metálicas devem ser conforme normas .

As bombas de combate a incêndio devem ser pintadas na cor vermelha (Munsell 5R4/14).

As bombas de consumo devem ser pintadas na cor verde (Munsell 2,5G3/4).

#### **7.9.1.5 REQUISITOS OPERACIONAIS**

O automatismo dos sistemas de bombeamento, exceto o sistema de bombeamento para água de combate a incêndio é determinado por controladores de nível instalados nos respectivos poços ou caixa de água. O acionamento das bombas de incêndio deve ser conforme instrução técnica - IT 22 do Decreto estadual nº 56.819/2011, preferencialmente por pressostatos instalados na

rede de hidrantes e pressurizados por bomba Jockey.

Os quadros de comando – CCM Bombas - devem ser projetados para serem instalados nas salas técnicas de baixa tensão das estações e Pátio. Junto às bombas devem ser instalados os respectivos painéis de comando local.

Todos os CCM de Bombas devem estar interligados à Rede de Transmissão de Dados nas estações e Pátio e permitir o controle e supervisão remotos.

## **7.10 SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO EM ÁREAS DA CLASSE “B”**

Para os locais onde haja riscos de incêndio em materiais da classe “B” , tais como posto de abastecimento, depósito de combustíveis e depósito de produtos inflamáveis, além dos extintores portáteis devem ser instalados sistemas adequados e específicos de combate a incêndios, tais como sistemas de geração de espuma(LGE), fixos ou móveis(carretas) , conforme legislação.

O sistema deve ser adequadamente especificado, dimensionado e executado de modo a combater em tempo hábil qualquer início de incêndio eventualmente surgido nessas áreas. Deve haver foco na ação rápida e na facilidade de uso pelos operadores. No caso de espuma, o tempo de permanência do produto na forma de cobertura flutuante, deve ser igual ou superior a 15 minutos e o atendimento as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros (IT-25 – Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis – Parte I – Generalidades e requisitos básicos).

## **7.11 MÁQUINA DE LAVAR TRENS**

### **7.11.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

Fornecimento e instalação completa de uma Máquina de Lavar Trens (MLT) destinada à lavagem externa de trens, executando a limpeza das laterais e teto do trem através de uma única passagem. O trem utilizará seus próprios meios de locomoção, deslocando-se a uma velocidade constante de aproximadamente 2 a 3 Km/h. As máscaras da frente e traseira dos trens deverão ser lavadas através do posicionamento estacionário do trem diante de um equipamento móvel (pórtico móvel provido de escovas).

Com a MLT deverá ser fornecido um sistema para reciclagem da água utilizada no processo. Também fazem parte do fornecimento: projeto funcional, projeto de instalação, projeto de segurança operacional, instalações hidráulicas, mecânicas e elétricas, montagem, regulagem do sistema, testes de funcionamento e aceitação do sistema, manutenção, garantias, treinamento e manuais.

### **7.11.2 EQUIPAMENTOS**

Deve ser fornecida 01 (uma) Máquina de Lavar Trens automática, completa, contendo todos os sistemas/dispositivos necessários para a instalação, montagem e operação.

### **7.11.3 SERVIÇOS**

- Montagem completa na obra de todo o equipamento, seus acessórios e materiais fornecidos, bem como execução dos demais serviços indicados neste documento.
- Fornecimento de todas as interligações elétricas, hidráulicas, pneumáticas, esgoto e outras à rede interna do Pátio, necessárias à operação do equipamento.
- Elaboração detalhada do Plano Estratégico de Implantação;
- Compatibilização da máquina de lavar trens com os demais sistemas, fornecendo a solução e implantação das interfaces necessárias;
- Fornecimento de subsídios para a elaboração do projeto civil das bases e de furos/embutidos.

### **7.11.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

A máquina de lavar, objeto desta Especificação, será estacionária, operada através de mesa de comando instalada em cabine própria.

Entende-se como atribuição desta máquina a lavagem completa das partes externas do trem que compreendem a cobertura, paredes laterais e máscaras (faces anterior e posterior).

De toda a água envolvida no processo de lavagem, pelo menos 70% de seu volume, deve ser reaproveitado através de uma Estação de Tratamento e Reciclagem, sendo em seguida reutilizado para a pré-lavagem, lavagem, lavagem manual do teto e lavagem das máscaras do trem.

Para o enxágue final, deve ser previsto o emprego de água nova do pátio, fazendo assim a reposição e equilíbrio hidráulico do sistema.

A disposição dos equipamentos, a velocidade de passagem do trem pela máquina, o sentido de lavagem ou o número de passagens, devem ser definidos pela Concessionária antes do início do projeto executivo.

O conjunto da máquina deve ter o mais alto grau de automatização possível, porém sem degradar a qualidade da lavagem. Deve ser prevista cabine com comandos manuais para as operações de lavagem.

O equipamento será instalado em via própria, dedicada para a lavagem dos trens.

A via deve possuir bacia em concreto para coleta de toda a água utilizada na lavagem do trem em todos os postos da MLT.

Esse equipamento deve executar uma limpeza uniforme na parte externa dos trens, sem deixar manchas ou partes não atingidas pelas escovas, tanto nos tetos e nas máscaras, quanto nas laterais dos mesmos.

Devem ser considerados para desenvolvimento dos projetos:

- Locação e dimensionamento dos reservatórios;
- Furos, embutidos, canaletas, caixas de drenagem, etc.;

Os equipamentos e todas as partes metálicas devem ser adequadamente aterrados, conforme NBR 5410 e NBR 5419.

Todas as partes metálicas, em aço carbono, devem receber tratamento superficial contra



corrosão garantindo uma proteção superior a 10 anos.

Todas as partes estruturais e/ou em contato com umidade devem ser galvanizadas a fogo e devem seguir a norma ABNT NBR 6323.

O suprimento de água nova ao equipamento será realizado por um reservatório junto a casa de bombas, provido de um alimentador dimensionado para uma vazão constante de 800 l/min.

O conjunto de lavagem deve ser composto, no mínimo, dos componentes a seguir descritos, ficando a critério da CONCESSIONÁRIA, com base em sua experiência, utilizar proposta alternativa, desde que justifique, tecnicamente, um desempenho melhor.

#### **7.11.5 EQUIPAMENTOS DE LAVAGEM**

##### **a) Arcos de Umedecimento e Resfriamento**

Devem borrifar jatos de água em toda a silhueta do trem, alimentado através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas;

##### **b) Arcos Borrifadores de Água e Detergente**

Devem borrifar jatos de água com detergente em toda a silhueta do trem, alimentado através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas.

Devem também contemplar a mistura de detergente puro nos jatos de água, quando necessário, através de uma bomba dosadora que succiona o produto de um reservatório também localizado na casa de máquinas.

##### **c) Arcos de Enxágue**

Devem borrifar jatos de água em toda a silhueta do trem, alimentado através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas.

##### **d) Escovas Verticais**

Toda a lateral do trem deve ser friccionada pela ação mecânica das escovas, devidamente umedecidas por jatos de água através de bicos aspersores montados em um tubo vertical fixado no braço da escova e alimentados através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas.

O sistema deve ser projetado de modo que, na condição de repouso ou em caso de falha, a escova não fique em contato com o trem.

##### **e) Escovas do Teto**

Todo o teto do trem deve ser friccionado pela ação mecânica das escovas, devidamente umedecidas por jatos de água através de bicos aspersores montados em um tubo horizontal fixado na estrutura do portal e alimentados através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas. O equilíbrio de pressão das escovas sobre o teto do trem deve ser feito através de um sistema de contrapesos devidamente dimensionado e ajustado de forma a permitir a compensação devido ao desgaste das escovas.

Estes contrapesos devem estar interligados à alça das escovas, através de duas vias de cabos de aço devidamente dimensionados e flexíveis, apropriados para se movimentarem em roldanas fixadas na estrutura do portal. As duas vias de cabo de aço devem garantir que se um dos cabos romper, o outro sustente a alça de escovas, sem provocar danos ao trem.

O sistema de elevação deve ser feito através de um cilindro pneumático, comandado através de eletroválvulas e elementos de controle, que são abrigados em uma caixa contendo uma porta de

eixo vertical. Esta caixa deve estar fixada na própria estrutura.

#### **f) Pórtico Móvel contendo uma Escova Horizontal**

Todas as máscaras devem ser friccionadas pela ação mecânica das escovas e devidamente umedecidas por jatos de água, através de bicos aspersores montado em um tubo horizontal fixado na estrutura do portal e alimentado através de uma bomba centrífuga instalada na casa de máquinas.

Devem também contemplar a mistura de detergente puro nos jatos de água, quando necessário, através de uma bomba dosadora que succiona o produto de um reservatório montado no próprio pórtico.

O equilíbrio de pressão das escovas sobre o teto do trem deve ser feito através de um sistema de contrapesos devidamente dimensionado e ajustado de forma a permitir a compensação devido ao desgaste das escovas. Estes contrapesos devem estar interligados à alça das escovas, através de duas vias de cabos de aço devidamente dimensionados e flexíveis, apropriados para se movimentarem em roldanas fixadas na estrutura do portal.

As duas vias de cabo de aço devem garantir que se um dos cabos romper, o outro sustente a alça de escovas, sem provocar danos ao trem. O sistema de elevação deve ser feito através de um cilindro pneumático, comandado por eletroválvulas e elementos controladores, abrigados em uma caixa contendo uma porta de eixo vertical. Esta caixa deve estar fixada na própria estrutura.

#### **g) Plataforma para lavagem manual do teto**

Deve ser fornecida uma Plataforma Metálica projetada para proporcionar condições ergométricas para a limpeza manual das regiões do teto do trem. Basicamente deve ser composta por uma passarela lateral suspensa que permita acesso aos quatro lados do teto de um carro. O acesso a esta passarela deve ser feito através de uma escada fixa lateral.

Na parte externa das passarelas e na escada de acesso, deve ser instalada proteção do tipo corrimão. A estrutura deve ser dotada de 2 a 3 cabos de aço inoxidáveis para segurança dos funcionários (fixação do EPI).

A plataforma deverá ser dotada de cobertura com telhas metálicas, compatível com os materiais e cores aplicados aos edifícios vizinhos à MLT, de forma a permitir a realização de trabalhos em condições protegidas de intempéries.

Esta plataforma deverá possuir sistema de aterramento adequado a sua proximidade com a via e ser provida de pontos de água e energia para operação de dispositivos de lavagem hidráulica com alta pressão.

#### **h) Sistema de tratamento de reciclagem da água**

Este equipamento tem como finalidade o tratamento e a reutilização da água da lavagem de trens através dos processos físico-químico e biológico. O reciclador deve ter funcionamento automático, ou seja, será ligado e desligado pelo volume de água bruta a ser tratada.

Este processo de tratamento requer, inicialmente, que a água bruta seja utilizada no processo de lavagem e, após, direcionada para uma caixa de areia para a primeira retenção de sólidos e posteriormente para caixa separadora de água e óleo. Esta caixa tem como finalidade a separação do óleo, graxas e materiais grosseiros em suspensão provenientes da lavagem de trens. Em seguida, a água deve seguir para o primeiro reservatório denominado reservatório de água servida. Depois deve passar pelo sistema de tratamento e ir para o segundo reservatório, denominado reservatório de água tratada.

#### **i) Sistema de Recalque de Água Servida e Controle Automático do PH**

A captação de água da caixa de água servida deve ser feita através de uma eletrobomba centrífuga e conter um sistema de tubulação com by-pass para controle de vazão e controle automático do PH, de forma que seja garantido o recalque de água para a unidade físico-químico com valor de PH adequado.

A separação do lodo da água reciclada poderá ser feita de duas maneiras distintas, ou seja; flotação ou decantação.

#### j) Reator Biológico

Este reator biológico deve ser composto por um reservatório de dimensões adequadas proporcionais à vazão de 4 m<sup>3</sup>/h e conter em seu interior micro-organismos degradadores da matéria orgânica.

Este reservatório deve ser preenchido por elementos denominados meio suporte e água proveniente da unidade físico química. Deve ser previsto um sistema de aeração que possibilite a sobrevivência e reprodução da colônia de microrganismos importantes para a biodegradação.

O reator deve ser aerado para possibilitar o crescimento dos microrganismos. O ar comprimido para esta aeração deve vir através do compressor de ar por meio de uma tubulação.

A água do reator deve seguir para a caixa de água reciclada. Este reator biológico deve eliminar a matéria orgânica dissolvida na água, bem como parte dos tenso-ativos provenientes dos detergentes usados na lavagem dos trens.

Deve estar previsto um sistema de dosagem de produto desinfetante para ser injetado na tubulação de saída de água reciclada. Este sistema de dosagem deve contemplar uma bomba dosadora com potenciômetro de regulação interligado a um reservatório de produto.

Deve estar previsto neste reator uma tubulação para descarga de fundo, contemplando uma válvula de esfera ou similar, para descargas periódicas. Este resíduo deve ser canalizado para a caixa de água servida.

### 7.11.6 REQUISITOS TÉCNICOS

Devem ser observados os requisitos a seguir, para a construção e operação do conjunto de equipamentos, que constituem a máquina de lavar trens.

- A quantidade de detergente a ser aspergido no trem deve ser regulada por meio de dosadores ajustáveis.
- A aproximação das escovas às superfícies a serem lavadas deve ser por meio de acionamento hidráulico ou pneumático, sendo que a pressão das escovas na superfície deve ser gradual e regulado por sensores, protegidos contra umidade, névoa, etc., a fim de compensar o desgaste das mesmas.
- As escovas devem ser apropriadas para aço inoxidável ou alumínio, sem, no entanto riscar os vidros, as máscaras que são de fibra de vidro e sem danificar as faixas pintadas (ou coladas) ao longo de cada carro.
- Os braços das escovas devem ser bi apoiados a fim de que o posicionamento e a pressão sejam mantidas constantes sobre as superfícies, durante a operação.
- O sistema deve ser apropriado em todos os seus itens para lavagem leve e pesada, conforme a necessidade de cada composição.
- O retorno das escovas às suas posições de repouso, deve ser auxiliado por contrapesos

ou sistema pneumático por questões de confiabilidade e de segurança.

- Os motores das escovas devem ter as rotações adequadas às respectivas escovas, e serem dimensionados para serviço pesado, e as suas potências devem estar, no mínimo, 50% acima da absorvida. Devem ter proteção para trabalhar na intempérie.
- A transmissão de rotação dos motores para os eixos das escovas deve ser por meio de correias ou por redutores diretamente acoplados desde que corretamente dimensionados para absorverem os “trancos” das escovas.
- A aspersão de água na superfície dos trens, principalmente no enxágue, deve ser de média pressão.

A Concessionária deve analisar em quais estágios da lavagem a água poderá ser recuperada e reutilizada no processo e em quais deve ser lançada na rede de esgotos industriais. Note-se que para evitar perdas de água e sua dispersão em outros trens, deve ser fornecida proteção contra respingo ao redor da Máquina de Lavar Trens. O sistema de retorno, armazenamento, reciclagem, bombeamento etc. deve fazer parte do fornecimento, ser detalhado e apresentado antes do início do projeto executivo.

- O equipamento deve possuir cabines de operação, de preferência elevadas para melhor visualização do processo. Embora se exija a maior automação possível do equipamento, o posto de comando, tanto na sua localização quanto na sua quantificação, ficará a critério da Concessionária frente às necessidades do equipamento.
- A capacidade mínima de lavagem, deve ser de 8 composições diárias, em um turno de 8 horas de trabalho, na condição de operação semiautomática, além de 1 trem por dia em lavagem profunda (lavagem incluindo limpeza manual do teto).
- A capacidade mínima da unidade de reciclagem de água deve ser compatível com o ciclo de trabalho do item anterior de 4 m<sup>3</sup>/h.

#### **7.11.7 EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES**

Todos os equipamentos complementares, tais como: bombas, reservatórios para detergentes, sistema de tratamento e reciclagem de água, reservatório de ar com o respectivo compressor, etc., serão montados em local próximo da caixa de água limpa e/ou recuperada.

#### **7.11.8 CENTRO DE CONTROLE DE MOTORES**

Os equipamentos devem atender aos mais recentes requisitos técnicos, inclusive da NBR IEC 60439-1, devendo ser de construção robusta e acabamento esmerado. Todos os materiais empregados devem ser absolutamente novos, livres de quaisquer imperfeições.

A contratada será responsável pelo sistema adotado para garantir temperaturas adequadas no interior dos quadros e painéis, que permitam o funcionamento dos componentes dentro das temperaturas especificadas pelos fabricantes.

Os invólucros dos Quadros e dos Painéis devem ter grau de proteção compatível com o local de trabalho.

### **7.11.9 MESA DE CONTROLE**

A fabricação da mesa de controle deve atender aos mais recentes requisitos técnicos, inclusive da NBR IEC 60439-1, devendo ser de construção robusta e acabamento esmerado. Todos os materiais empregados devem ser absolutamente novos, livres de quaisquer imperfeições.

Deve prever a instalação de uma IHM que viabilize a visualização do estado operacional e sinalizações dos disjuntores de entrada de alimentação, do CCM e alimentação dos motores. Deve viabilizar ainda as sinalizações de estado, alarmes e grandezas analógicas pertinentes aos equipamentos da máquina de lavar trem, devendo estes ser permanentes e independentes do estado operacional.

## **7.12 POSTO DE COMBUSTÍVEIS**

### **7.12.1 GERAL**

Para abastecimento dos veículos auxiliares rodoviários, e em especial dos que circulam sobre trilhos e mistos deve-se instalar um posto de abastecimento de combustíveis, o qual deve ser dimensionado, projetado, executado, inspecionado e testado de acordo com a legislação e as normas aplicáveis.

Deve ser dada atenção especial ao atendimento das normas ambientais, e a empresa responsável deve ser acreditada junto aos órgãos fiscalizadores (Inmetro, CETESB).

Entre as diversas medidas pertinentes salienta-se:

- Prever tanque aéreo para os combustíveis (gasolina e óleo diesel) de, no máximo, 15 mil litros e bacia de contenção;
- Prever coberturas para as áreas de abastecimento tanto dos veículos comuns quanto aos sobre trilhos, cujas pistas devem ter bacia de contenção para recolhimento de efluentes;
- Prever equipamentos (caixas separadoras água/óleo e respectivos periféricos) para tratamento das águas provenientes da área de abastecimento e da área do(s) tanque(s);
- Prever dispositivos para sensoramento de vazamentos em todos os reservatórios de contenção (“sump”), instalados sob as bombas, filtros e caixas de equipamentos de manobra, interligados a equipamento eletrônico de alarme e controle do estoque provido de no break;
- Alimentação elétrica, iluminação e tomadas, projetadas para áreas classificadas;
- Deve ser elaborado laudo de aterramento, de acordo com a legislação, proteção contra descargas atmosféricas e proteção contra correntes de fuga, e laudos de estanqueidade conforme legislação;
- De acordo com a logística adotada para o abastecimento, é aconselhável que as bombas e equipamentos locais de controle de estoque e monitoração de vazamentos disponham de interfaces de comunicação possibilitando supervisão à distância.

## **7.12.2 NORMAS E LEGISLAÇÕES COMPLEMENTARES**

- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE
- CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO
- INMETRO – INSTITUTO DE METROLOGIA E QUALIDADE INDUSTRIAL
- NR-10
- Decreto Estadual 56.819/2011 e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros( IT's).- Regulamento de Segurança contra incêndio no Estado de São Paulo
- NFPA – National Fire Protection Association
- IRB – Instituto de Resseguros do Brasil
- SUSEP – Superintendência de Seguros Privados

## **7.13 CENTRAL DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

### **7.13.1 GERAL**

Fornecimento e instalação dos sistemas de água quente por aquecimento solar direto, destinados aos chuveiros dos vestiários do pátio.

O equipamento deve ser classificado na categoria "A" do INMETRO.

### **7.13.2 REQUISITOS TÉCNICOS**

O sistema deve ser dimensionado considerando as características do consumo otimizando a relação custo/benefício, tirando o máximo proveito dos períodos de insolação, a fim de minimizar o tempo de funcionamento do apoio elétrico. Deve ser levado em consideração o trabalho em turnos, que acarreta necessidade de água aquecida fora dos horários de insolação.

O reservatório de acumulação deve ter apoio elétrico, por meio de resistência elétrica blindada, com capacidade adequada a cada ponto de consumo do tipo horizontal/vertical, com vaso inteiramente confeccionado em aço inoxidável tipo AISI 304. A capa externa em chapa de alumínio ou aço inoxidável deve ter espessura suficiente para assegurar boa resistência mecânica como proteção do isolamento térmico.

Os reservatórios devem ser previstos para uma temperatura de 90° C, pressão de trabalho de 4,0 kgf/cm<sup>2</sup>.

O sistema deve prever circulação forçada da água entre os reservatórios e os coletores através de 01 (uma) moto bomba centrífuga.

O equipamento deve ser provido de termostato que permita a regulação da temperatura na faixa de 40° C a 90° C.

O termostato deve atuar sobre o circuito de alimentação da resistência desligando-a automaticamente quando for atingida a temperatura escolhida e religando-o quando a temperatura da água abaixar cerca de 3° C. (diferencial).

Além do termostato deve ser instalado um termostato limitador de temperatura calibrado para desarme da resistência em 90° C.

Os reservatórios devem ser providos de um termômetro digital para indicação, no painel de controle do sistema, da temperatura da água no seu interior.

Deve apresentar escala de 0° a 120° C e precisão com tolerância de 2% do valor total da **escala**.

O equipamento deve ser provido de um painel de controle que deve abrigar os circuitos de comando e proteção do sistema, tais como contadores magnéticos, chaves de comando, sinalização da condição operacional e régua de bornes, bem como o mostrador do termômetro descrito.

O sistema deve apresentar uma lógica de operação de modo a impedir o funcionamento da bomba de recirculação pelos coletores quando a temperatura de retorno dos mesmos for menor do que a do reservatório.

Deve ser previsto um dispositivo no equipamento, que impeça o funcionamento da resistência quando o nível da água estiver abaixo de um nível mínimo especificado.

O equipamento deve ser provido de uma válvula de segurança do tipo mola e alavanca, com corpo em latão, mola em aço cadmiado, para abertura com pressão de 10% acima da pressão máxima de trabalho permitida no reservatório.

Os conjuntos de aquecimento solar devem estar equipados com um sistema de proteção contra congelamento, como válvulas anti congelamento ou outro sistema compatível.

#### **7.14      CENTRAL DE AR COMPRIMIDO**

A Central de ar comprimido deve garantir no mínimo uma vazão igual à de consumos simultâneos adotada com 2 (dois) compressores em operação, sendo o terceiro reserva ativo do sistema, podendo então operar os 3 (três) compressores simultaneamente em caso de vazão de consumo extraordinária.

Para a determinação da capacidade dos compressores será considerado o consumo máximo simultâneo a ser estimado por ocasião do projeto executivo, considerando a margem de 10% para os vazamentos e mais 10% para margem de segurança.

Para a operação das oficinas e fornecimento constante e linear de ar comprimido, o sistema será provido de um reservatório de ar comprimido para diminuir possíveis picos de consumo, equalizar as variações de pressão da linha e permitir controle da pressão no sistema onde os compressores trabalharão em regime intermitente.

#### **7.15      TRATAMENTO DE ESGOTO INDUSTRIAL**

##### **7.15.1      GERAL**

O sistema deve ser projetado em função da vazão e características dos efluentes líquidos industriais gerados na lavagem de motores, eixos, peças, etc..

O sistema deve ser previsto completo, com todos os acessórios, interligações, assim como as respectivas licenças junto aos órgãos regulamentadores.

##### **7.15.2      CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS**

- a)      Caixa de decantação de areia

A caixa devera ser de polietileno de alta densidade ou polipropileno com espessura mínima de 10mm.

Os sólidos acumulados no fundo do tanque devem ser retirados através de carga hidráulica por drenos.

b) Caixa separadora de água e óleo

A caixa devera ser de polietileno de alta densidade ou polipropileno com espessura mínima de 10mm.

Caixa separadora de água e óleo será formado por:

- Placas coalescentes devidamente instalados para obter eficiência exigida
- Vertedor para remoção do óleo e saída para descarga no tambor
- Entrada do efluente água e óleo após passagem por caixa de areia
- Saída do efluente tratado

### **7.15.3 NORMAS E LEGISLAÇÃO**

Devem ser seguidas as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Decreto 8.468, de 08 de Setembro de 1.976, que aprova o regulamento da Lei no 997, de 31 de Maio de 1.976 do Governo do Estado de São Paulo.

## **7.16 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA**

Nas instalações metroviárias o uso da água potável será preferencialmente para fins potáveis e deve se usar equipamentos economizadores para redução do consumo. No Pátio prever uso de água pluvial coletada das coberturas e acumulados em reservatórios para fins não potáveis após tratamento.

## **7.17 BALANÇA RODOVIÁRIA**

### **7.17.1 GERAL**

Fornecimento de uma Balança do tipo Rodoviário dotada de sistema de pesagem constituído por células de carga digitais, para pesagem de caminhões e carretas no Pátio.

### **7.17.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

A pesagem de caminhões e/ou carretas, deve ser executada de forma estática, e a capacidade é para no mínimo 80 ton, com escala de medição de 20 em 20 Kg.

O sistema digital deve ser imune a interferências eletromagnéticas, radio frequência, sejam de fontes internas ou externas.

A proteção contra surtos e/ou transitórios deve estar de acordo com a norma IEC-255.

Outras Características do Sistema:



- Sistema de identificação automática de veículos;
- Cadastro de operadores, senhas, produtos, veículos, notas fiscais, etc.;
- Emissão de relatórios;
- Tíquetes de pesagem totalmente configuráveis;
- Estimativa de peso por eixo;
- Controle de recebimento e expedição por peso;
- Dispositivo que garanta o correto posicionamento do veículo sobre a plataforma;
- Controle do carregamento do veículo sobre a plataforma;
- Interface com sistema de CFTV;
- Controle de cancelas e semáforos.

A plataforma deve ser embutida no piso, com dimensões compatíveis e de acordo com projeto executivo da obra civil.

Deve ser prevista a interligação ao sistema de controle central do Pátio.

O sistema deve contar com proteção contra descargas atmosféricas.

### **7.17.3 INSTALAÇÃO E MONTAGEM**

Os serviços de montagem e instalação de equipamentos devem obedecer às prescrições das normas NBR 5410, NBR 14039 e NBR 13570.

Os serviços e procedimentos nos processos de montagem, desmontagem e instalação devem ser executados conforme norma NBR ISO 9001.

## **7.18 PONTES ROLANTES**

### **7.18.1 GERAL**

A CONCESSIONÁRIA deve prever a implantação de pontes rolantes nos blocos de manutenção, oficinas e almoxarifados.

A capacidade e quantidade deve ser determinada em função da estratégia e logísticas previstas para cada local e estar de acordo com a norma NBR 8400 – 2m.

A Concessionária deve providenciar os alvarás de instalação e operação destas pontes.

### **7.18.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

A Ponte Rolante deve ser do tipo viga, com carro trole gancho principal e auxiliar, respectivamente, a serem utilizadas nas valas de manutenção do Bloco de Oficinas. Ao longo da viga deve ser instalado passadiço com guarda-corpo e piso em chapa antiderrapante.

As Pontes Rolantes pode ser:

- Ponte Rolante viga tipo caixa, com carro trole a ser utilizada nas oficinas de manutenção.
- Ponte Rolante viga tipo caixa, com talha a ser utilizada nas oficinas de manutenção.

Os acionamentos dos movimentos de translação da ponte devem ser através de eixos que

atuam diretamente no centro da roda.

Os movimentos de translação da ponte e carro (trole) devem ser controlados por inversores de frequência.

As cabeceiras devem ser construídas através da união de blocos de rodas, sendo um par livre e outro acionado. Os blocos de rodas devem permitir a substituição das rodas sacadas pela frente da cabeceira. Rodas em material auto lubrificante GGG-70, com dureza mínima de 280HB.

Equipamento de levantamento de carga (talha) deve ser equipado com todos os dispositivos de segurança necessários ao perfeito desempenho do equipamento, um micro de segurança e um micro limitador de curso (subida e descida do gancho).

As Pontes Rolantes devem ter um sistema de comando através de rádio controle com seis botões mais emergência com duas unidades transmissoras e uma unidade receptora, mais comando tipo botoeira pendente do carro.

Os equipamentos, assim com os painéis de comando devem ter grau de proteção adequado ao local.

Deve ser previsto tanto para o sistema de elevação quanto para os carros e translação sistema adequado de freio condizente com sua capacidade.

A botoeira (pendente) de acionamento deve ser prevista com os acionadores adequados e grau de proteção IP 65.

## **7.19 MONTA CARGA**

### **7.19.1 GERAL**

O presente item estabelece as características e exigências mínimas relativas ao equipamento monta carga “tipo industrial”.

Os seus componentes (elétricos e mecânicos) devem ser adequadamente protegidos contra ações das chuvas (ao tempo) e em ambientes sujeitos à poluição atmosférica industrial e urbana,. Botoeiras, displays dispositivos de segurança de fechamento das portas e outras partes do elevador que estiverem sobre ação do tempo devem possuir grau de proteção adequado ao local.

O projeto deve garantir uma construção isenta de vibrações e nível mínimo de ruído.

A CONCESSIONÁRIA deve providenciar a documentação e o respectivo alvará para instalação e funcionamento dos monta cargas, expedido pelas autoridades competentes na forma da legislação vigente, adequando-o à data de liberação do equipamento.

### **7.19.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS**

#### **a) Portas de pavimentos**

Tipo guilhotina, com material e acabamento chapa de aço pintado e o acionamento de forma manual segura

#### **b) Máquina de tração**

Deve ser do tipo de engrenagem redutora e com polia de tração para cabos, com contrapeso, sendo o funcionamento suave.

A caixa de engrenagem, suporte do motor e mancal externo devem formar um só bloco, montado sobre base metálica inteiriça.

O conjunto de acionamento deve ser montado na casa de máquinas.

c) Freio

O freio deve ser dimensionado de forma adequada para permitir paradas suaves sob quaisquer condições de carga.

d) Nivelamento Automático

O sistema de controle deve governar o nivelamento dos carros com os pavimentos, depois da cabina ter alcançado a zona de nivelamento, acima ou abaixo deste, quando os carros estiverem descendo ou subindo respectivamente. O nivelamento deve ser automático independente da carga.

e) Comando e sinalização

Deve ser instalado em cada pavimento uma botoeira com botões para expedir ou chamar o monta cargas, bem como fazer soar uma “cigarra” no pavimento oposto, quando a respectiva porta estiver aberta impedindo o funcionamento do monta cargas. As paradas nos pavimentos serão feitas automaticamente.

f) Painel Elétrico de Força e Comando

Os painéis devem ser projetados, construídos e ensaiados de acordo com as normas vigentes, bem como atender a todos os requisitos necessários à alimentação elétrica, controle e proteção dos equipamentos, inclusive permitir todos os comandos, sinalizações e alarmes locais a distância.

## **7.20 DROP TABLE**

### **7.20.1 APRESENTAÇÃO**

Deve ser previsto pela CONCESSIONARIA o fornecimento e instalação completa de Drop Table para substituição rápida dos rodeiros e do truque completo dos trens .

Esse equipamento deve ser alocado em nicho, com profundidade adequada e compatível com os trens. As dimensões finais de cada nicho devem ser determinadas pela CONCESSIONÁRIA em função das dimensões de seu equipamento, movimentação de suas partes móveis e da logística operacional prevista, de forma a atender aos trabalhos de remoção dos rodeiros e truques com a eficácia adequada à demanda de uma frota.

A definição do equipamento a adotar e sua localização, bem como o lay-out do nicho deve ser estudado e definido de forma a otimizar os deslocamentos de carga em função da locação das oficinas e almoxarifados dos itens substituídos. Estas definições devem ser embasadas por relatórios técnicos.

O equipamentos Drop Table deve ser fornecido completo, com seus acessórios, onde destacamos:

- Estrutura de elevação da mesa e translação do conjunto;
- Macacos mecânicos ou hidráulicos para suportar a caixa do trem;
- Mesa de trabalho para permitir deslocamentos no entorno do drop-table quando este

estiver em repouso;

- Painéis de alimentação e controle do sistema e bombas hidráulicas para macacos;
- Dispositivos de segurança como guarda-corpos e sinalização visual e sonora para alertar a movimentação dos componentes;

## **7.20.2 REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS**

Os equipamentos devem ser projetados tendo como premissa básica a necessidade da manutenção de disponibilizar os trens para operação comercial dentro do tempo previsto.

A caixa dos trens deve ser suportada por sistema mecânico ou hidráulico, independente da “viga mecânica dinâmica” (trecho móvel da viga guia) que deslocará o truque para cima ou para baixo. Quando não necessário, o sistema de apoio da caixa, deve permitir a livre passagem dos trens.

O deslocamento da “viga mecânica dinâmica” com o truque poderá ser realizado por sistema mecânico ou hidráulico.

A movimentação da “viga mecânica dinâmica” deve levar em consideração a distância necessária para retirada do rodeiro e do truque, bem como da altura dos trabalhadores de apoio para esta atividade (ergonomia).

O sistema de suporte da caixa e a “viga mecânica dinâmica” devem possuir travamento mecânico à prova de falhas.

A garantia da segurança dos trabalhadores deve ser obtida por meios onde o equipamento só seja liberado para movimentar-se quando o trabalhador fisicamente liberar uma chave ou mecanismo fora do Drop Table confirmando desta forma sua posição.

O Comando Geral do Drop Table deve ser fora deste equipamento, em local seguro e com a melhor visualização do equipamento pelo operador.

Na parte de concreto (civil) mais baixa do Drop Table deve ser previsto um nicho de forma que a água que cair seja armazenada.

A mesa do Drop Table após abaixar, deve deslocar-se lateralmente o suficiente para livrar o truque da caixa do trem. Nesta região do Pátio, haverá uma ponte rolante para a movimentação de truques e rodeiros.

## **7.20.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

Deve permitir a substituição rápida dos rodeiros e do truque completo dos trens, num tempo máximo de 4 horas por truque.

## **7.21 SISTEMAS DE SOPRA DE TRENS**

### **7.21.1 APRESENTAÇÃO**

Deve ser fornecido e instalado o sistema completo para sopra do subestrado dos Trens.

O sistema de sopra do subestrado dos trens visa, basicamente, a remoção de material

particulado (poeiras, partículas geradas pelos processos de frenagem e tração dos pneus, etc.) aderido aos componentes mecânicos e painéis eletroeletrônicos localizados nas partes inferiores dos trens, sob o piso do salão de passageiros, de forma a permitir o bom funcionamento desses componentes e evitar sua baixa isolamento elétrica.

#### **7.21.2 REQUISITOS TÉCNICOS E FUNCIONAIS**

O sistema compõe-se de três grupos principais de equipamentos e respectivas instalações:

- Compressores de ar para abastecimento dos sistemas de sopra e respiração humana;
- Sistema de exaustão e tratamento da poeira em suspensão no ar;
- Sistema de tratamento de efluentes do processo de lavagem do galpão de sopra.

Esses sistemas devem ser instalados em dois blocos localizados no Pátio. O primeiro bloco destina-se ao processo de sopra. Deve ser dotado de portas que permitem o acesso do trem, que se fecham para execução dos trabalhos de limpeza. Entre os eixos centrais deste bloco haverá uma laje sobre sua cobertura para abrigar os ventiladores centrífugos de exaustão e sistemas de filtragem do ar e respectivos painéis de alimentação e comando.

O segundo bloco destina-se a abrigar os compressores de ar, sistemas de purificação, resfriamento e reservatório de ar, bem como os respectivos painéis de alimentação e controle do processo.

Com o trem abrigado no recinto do bloco e suas portas fechadas, é iniciado o processo de sopra que consiste na aplicação de ar comprimido nos componentes que se encontram no subestrado do trem.

Esse processo causa a dispersão de partículas finas de poeira e das demais depositadas nesses componentes, por todo o ambiente do galpão que devem ser removidas pelo sistema de exaustão, através de dutos instalados nas laterais do galpão, em posição adequada a evitar a dispersão para as partes mais altas do mesmo. O ar aspirado deve ser encaminhado a um sistema de filtros (filtro centrífugo e de mangas) para permitir sua remoção segura e coibir seu lançamento indevido no meio ambiente.

Após o processo de sopra e remoção das partículas em suspensão, no final do turno, é realizada a lavagem do piso e paredes do galpão com o auxílio de máquinas de lavagem sob pressão. Toda essa água deve ser recolhida em caixas para separação e destinação adequadas desses dejetos. Neste processo de lavagem deve ser utilizada água de reuso, disponível em rede exclusiva no pátio.

Pela natureza e características das partículas sopradas, todos os sistemas instalados internamente aos blocos devem ser à PROVA DE EXPLOÇÃO, inclusive as luminárias e eventuais sistemas de controle. Deve ser evitada a instalação de painéis e interruptores no local e os dutos de exaustão devem ser adequadamente aterrados para evitar descargas estáticas e serem fabricados com materiais anti-faiscamento.

Pela natureza insalubre do ambiente de trabalho os operadores devem utilizar roupas adequadas. O recinto deve ser provido de sistemas de segurança e sinalização visual/sonora para pronto atendimento e rápida evacuação.

### 7.21.3 EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

Fabricação, Fornecimento e Instalação de todos os equipamentos, onde destacamos:

- No mínimo dois (2) Compressores de ar, tipo parafuso, não lubrificados (isentos de óleo), com tratamento acústico, intertravados para funcionamento automático, pressão de trabalho 7 BAR com capacidade individual mínima de 650m<sup>3</sup>/h (a ser confirmada na fase do projeto executivo);
- No mínimo dois (2) Secadores de ar por refrigeração, pressão de trabalho 7 BAR com capacidade individual para atendimento individual dos compressores de ar acima, cada secador equipado com pré-filtro coalescente na entrada e com pós-filtro coalescente na saída (tipo de ar requerido nesta saída: Ar para uso geral isento de óleo);
- No mínimo um (1) Reservatório de ar para Pressão de Trabalho 7 bar, para armazenamento de ar na linha para respiração humana, dimensionado para 15 minutos de reserva de ar para 8 (oito) pessoas, com volume não inferior a 1,0 m<sup>3</sup>;
- Sistema de purificação e análise de ar para respiração humana que satisfaça: os requisitos da NBR 12.543 ar respirável grau D, o programa de prevenção de riscos ambientais da NR 9 e a Instrução Normativa Nº 1 do Ministério do Trabalho de 11/04/1994, contendo:
- No mínimo dois Purificadores de ar sendo que cada um deles deve ser dotado de um analisador eletrônico, três filtros, um desodorizador e um umidificador;
- No mínimo dois resfriadores de ar;

Sistema de exaustão e tratamento da poeira em suspensão no ar, compreendendo:

- Ventiladores centrífugos de exaustão, respectivos sistemas de amortecimento de vibração e painéis de alimentação /comando;
- Dutos de captação do ar exaurido;
- Sistema de filtragem do ar exaurido (filtro centrífugo e de mangas).
- Sistema de tratamento de efluentes líquidos do processo de sopra – a Concessionária deve prever a instalação de seus equipamentos para tratamento de efluentes;
- Sistema de sinalização visual e sonora no interior do bloco N para segurança individual e coletiva dos funcionários da sopra do trem;
- Iluminação adequada.

No local previsto para a sopra dos trens devem ser considerados os seguintes requisitos:

- Paredes revestidas com azulejo branco e o piso em epóxi de cor clara com caimentos para facilitar a lavagem;
- A viga de sustentação do trem, dentro do galpão, projetada de modo a facilitar a sopra da parte inferior do mesmo;
- Um sistema de CFTV;
- Portas grandes para entrada do trem e pelo menos quatro portas para entrada e saída dos trabalhadores e/ou resgate;

- Caixas para abrigar o Sistema de recolhimento de água suja e descarte apenas água aceitável para o meio ambiente;
- A sala de máquinas terá ampla ventilação natural através de janelas com aberturas fixas;

## **8. SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES**

### **8.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES FIXAS - SCF**

#### **8.1.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O sistema de Comunicações Fixas deve prover as interfaces de comunicações de voz entre as localidades da Linha 6, bem como com localidades externas através das Concessionárias de telefonia.

O sistema a ser implantado deve prover:

- 03 aparelhos telefônicos distintos, com ramais da Linha 6, instalados no CCO Vergueiro, para a comunicação operacional com quaisquer outros ramais da Linha 6.
- 01 aparelho telefônico com ramal da Linha 6 na Sala de Supervisão Operacional – SSO das estações do Metrô que tenham integração com a Linha 6.

Para estas conexões deve ser utilizado o Sistema de Transmissão de Dados – RTD da própria Linha 6, ou seja, não devem ser tarifadas, nem utilizar os serviços de terceiros.

Os aparelhos telefônicos para as localidades acima citadas devem possuir display de modo a apresentar o número chamador. Devem ser atendidas todas as necessidades de comunicações de acessibilidade nas estações.

Deve ser prevista a instalação do sistema de comunicações fixas:

- Estações: próximo às linhas de bloqueios, nos níveis "intermediários" e de acesso em plataformas;
- Vias: nas saídas de emergência.

#### **8.1.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O SCF deve ter disponibilidade de 99,998%.

### **8.2 REDE DE TRANSMISSÃO DE DADOS – RTD**

#### **8.2.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O RTD deve ser uma rede de comunicação crítica, ethernet, convergente, redundante, capaz de transmitir dados, voz e vídeo, com qualidade de serviço e segurança. O RTD também deve prover uma rede de fibras ópticas, redundante, interligando todas as localidades da Linha 6, interligando-as também com o CCO Vergueiro.



O RTD deve prover serviços em redes locais em cada localidade e um serviço de backbone interligando as diversas localidades da Linha 6, atendendo as necessidades de comunicação dos seus sistemas usuários.

O RTD deve utilizar protocolos de transmissão de dados baseados em TCP/IP, portanto todos os seus sistemas usuários devem ter dados encaminhados via protocolos da pilha TCP/IP.

a - São consideradas Localidades da Linha 6, atendidas pelo RTD:

CCO Vergueiro, Pátios, Estações, Subestações, Saídas de Emergência, Poços de Ventilação e Bases de Manutenção.

b - São considerados Sistemas Usuários do RTD:

- Sistemas de Telecomunicações;
- Sistema de Controle Centralizado – SCC e subsistemas;
- Sistema de Sinalização e Controle – SSC e subsistemas (Comunicações não vitais);
- Sistema de Apoio à Manutenção - SAM;
- Sistemas de Energia Elétrica;
- Sistemas Auxiliares;
- Rede Administrativa;
- Aplicações Comerciais.

c - A rede Convergente será basicamente composta de:

#### Equipamentos

Switches, Roteadores, Firewalls e Servidores (com os respectivos softwares), de Gerenciamento, de Distribuição de endereços IPs e de autenticação de usuários.

Em cada Estação e no Pátio Morro Grande o RTD deve possuir, no mínimo, os seguintes equipamentos, Instalados:

- 2 Equipamentos de comunicação roteadores ou switches / roteadores (redundantes 1+1), para a comunicação entre localidades;
- 2 switches de distribuição (redundantes 1+1), para roteamento local;
- Switches de acesso para a capilaridade em número suficiente para atendimento dos usuários do RTD;
- 2 Firewalls (redundantes 1+1);
- 2 Servidores (redundantes 1+1), para Autenticação de usuários e DHCP;

- Bastidores de 44 U com portas frontal e traseira e Armários de Telecomunicações (ATs), para acomodar os equipamentos do RTD. Equipamentos redundantes devem ser instalados em bastidores ou ATs distintos.

No CCO Vergueiro, o RTD deve possuir, no mínimo, os seguintes equipamentos, instalados:

- 2 switches de distribuição (redundantes 1+1);
- 2 Firewalls (redundantes 1+1);
- 1 Bastidor de 44 U com portas frontal e traseira.

No Pátio Morro Grande e em uma base de manutenção, o RTD deve possuir um servidor de gerência de rede, com todos os softwares e licenças instalados.

Nas demais localidades da Linha 6, o RTD deve possuir Bastidores, Armários de Telecomunicações (ATs) e switches de acesso, instalados, em número suficiente para atendimento dos sistemas usuários. Caso existam sistemas usuários que necessitem de redundância, devem haver, pelo menos, 2 switches de acesso nas respectivas localidades;

#### Plano de endereçamento IP para atendimento de todos os usuários de endereços de rede.

Todos os sistemas e subsistemas que necessitarem utilizar endereços IPs, independentemente de estar diretamente ligados ao RTD, devem utilizar endereços IPs de acordo com o estabelecido pelas regras do Metrô, fazendo parte do plano de endereçamento IP do RTD da Linha 6.

#### Cabeamento Estruturado:

As conexões do RTD para atendimento dos sistemas usuários será disponibilizada, através de conexões metálicas do tipo RJ45, nos ATs, distribuídos em pontos estratégicos nas diversas localidades da Linha 6.

Será escopo de cada sistema, o cabeamento, conectorização, adaptações e conversões, necessários para a interligação física dos seus respectivos equipamentos até o AT do RTD, independentemente de distância entre o respectivo equipamento e o AT.

O RTD fornecerá cabeamento estruturado (até o equipamento), em cada localidade da Linha 6, nas salas técnicas operacionais e administrativas, somente para os aparelhos telefônicos do SCF e para os computadores da rede administrativa.

A Ligação física entre todos os equipamentos do RTD deve ser por meio de fibras ópticas.

d - A rede de Fibras Ópticas será basicamente composta de:

Cabos de fibras ópticas redundantes (vias distintas) e distribuidores ópticos entre as diversas localidades da Linha 6 e CCO Vergueiro.

Cordões de manobras, necessários para interligação física dos equipamentos dos usuários de fibras apagadas ao Distribuidor Óptico do RTD, serão escopo de cada sistema usuário.

Para a interligação das estações da Linha 6, Pátio Morro Grande, Subestações, Poços de Ventilação, Saídas de Emergência, Bases de Manutenção e CCO Vergueiro, devem ser implantados cabos ópticos em cada lado da Via (redundantes), de forma a aumentar a disponibilidade operacional do sistema nos casos de acidente nas vias.

Devem ser fornecidos e instalados 02 (dois) cabos ópticos (Redundantes 1+1) de 72 fibras para a interligação da Linha 6 ao CCO Vergueiro. Para esta interligação deve ser eleita uma localidade dentre as localidades da Linha 6 que possuam equipamentos Core.

No CCO Vergueiro devem ser fornecidos e instalados:

O conjunto de distribuidor óptico - DGO, módulos e conectores para a conexão dos dois cabos de 72 fibras;

Fusão das 144 fibras;

e - Integração

O RTD da Linha 6 deve permitir ser integrado aos STDs (Sistemas de Transmissão de Dados) das Linhas 1,2,3, e 5 do Metrô, ao STD da Linha 4 e aos RTDs das demais Linhas existentes no Metrô e concessionárias.

Esta integração (física e lógica) deve ser implementada no CCO Vergueiro, através de links entre Equipamentos core do RTD da Linha 6 e os Equipamentos core das Linhas existentes.

## **8.2.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

A solução, configuração e arquitetura proposta para a Rede de Transmissão de Dados deve apresentar uma disponibilidade de 99,9998% e ser tal que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

## **8.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES MÓVEIS DE VOZ E DADOS – SCMVD**

### **8.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O SCMVD é um sistema composto pela rede de comunicação sem fio de dados não vitais, capaz de transmitir dados, voz e vídeo, com qualidade de serviço (QoS) e segurança. Além da rede sem fio o SCMVD é o sistema responsável por fornecer os TPDs, consoles de despacho e os serviços de comunicações móveis de voz por IP (função rádio).

As redes sem fio do SCMVD são responsáveis pela conexão terra-trem e pela conexão dos TPDs e notebooks de manutenção à RTD.

Os TPDs são equipamentos portáteis destinados a prover comunicação de voz e dados aos funcionários a serviço do Metrô. Devem ter capacidade de realizar chamadas (rádio e telefonia), hospedar softwares dos sistemas usuários e acessar aplicações via interfaces web, viabilizando a operação de funcionalidades clientes.

O SCMVD deve prover as comunicações de voz por IP entre agentes da operação, da segurança e da manutenção por meio de TPDs e consoles de despacho. Nas comunicações de voz deverá ser possível implementar a formação de grupos de comunicação.

O SCMVD deve utilizar protocolos de transmissão de dados baseados em TCP/IP, portanto todos os seus sistemas usuários devem ter dados encaminhados via protocolos da pilha TCP/IP.

O Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados deve:

- Garantir cobertura de rede sem fio para o correto funcionamento do SCMVD nas: estações, pátio, subestações, vias, bases de manutenção, poços de ventilação e saídas de emergência, centro de controle e trens;
- Garantir comunicação entre sistemas de bordo e sistemas de terra ao longo de toda a via de forma que a conexão terra-trem e a comunicação das aplicações entre os sistemas sejam mantidas ao longo de todo o trajeto do trem sem interrupções perceptíveis pelos usuários dos TPDs e pelas aplicações dos sistemas, considerando a velocidade máxima dos trens, incluindo trechos do pátio, estacionamento de trens, regiões de manobra e de mudança de via.
- Garantir comunicações a um TPD em qualquer área de cobertura do SCMVD de forma que a conexão com a rede sem fio e a comunicação das aplicações sejam mantidas em toda a área de cobertura sem interrupções perceptíveis, mesmo em mudanças de localidades como, por exemplo, um TPD se movendo de dentro de um trem para a via, plataforma ou pátio.
- Transmitir informações dos sistemas de bordo dos trens e veículos de manutenção de via através da rede terra-trem para os sistemas usuários em localidades da linha 6 e do Metrô, de acordo com as necessidades dos sistemas usuários;
- Implementar mecanismos de segurança eficazes incluindo autenticação de usuário, de forma que apenas usuários autorizados sejam capazes de utilizá-la, bloqueando quaisquer formas de acesso de terceiros, independentemente de sua localização.
- Atender as regulamentações da Anatel em toda sua plenitude e certificar junto a Anatel caso necessário todos os equipamentos que se fizerem necessários ao desenvolvimento e a implantação do SCMVD;
- Utilizar a Rede de Transmissão de Dados – RTD para todas as comunicações que necessitem de infra estrutura de transmissão física cabeada.

### **8.3.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

A solução, configuração e arquitetura proposta para o SCMVD deve apresentar uma disponibilidade de 99,9998% e ser tal que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

## **8.4 SISTEMA DE MONITORAÇÃO ELETRÔNICA – SME**

### **8.4.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O Sistema de Monitoração Eletrônica deve permitir comandos, supervisão e a visualização de imagens pelo Sistema de Controle Centralizado - SCC e Sistema de Controle Local – SCL.

Deve ser implantado câmeras ao longo da via, nas estações, Pátio Morro Grande, Subestações, dos Poços de Ventilação e Saídas de Emergência, e regiões de AMV com objetivos operacionais e de segurança.

O Sistema de Monitoração Eletrônica deve disponibilizar os arquivos de imagens de qualquer câmera, quando requisitado pelos SCC e SCL da linha 6 e do CCO Vergueiro, bem como prever a gravação de imagens para consultas posteriores, por um período mínimo de 30 dias.

O tratamento e a transmissão de vídeo devem utilizar tecnologia digital e permitir integração com os padrões ITU - União Internacional de Telecomunicação e ISO Organização Internacional de Padronização de comunicações de dados.

A comunicação de dados deve ser feita através da Rede de Transmissão de Dados – RTD.

### **8.4.2 7.4.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O SME deve ter disponibilidade de 99,998%.

## **8.5 SISTEMA MULTIMÍDIA – SMM**

### **8.5.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O SMM deve ser composto por um conjunto de equipamentos e de programas de forma a permitir a operacionalidade quanto à programação, atualização e veiculação de mensagens de áudio, vídeo e multimídia nos sonofletores, cornetas acústicas e , nos painéis multimídia das estações, bem como as informações horárias veiculadas através dos painéis multimídia ou relógios.

O SMM deve permitir operação remota através da Rede de Transmissão de Dados.

Deve proporcionar o sincronismo através do fornecimento de sistema GPS.

Os painéis multimídia devem ser do tipo LCD ou superior e compatíveis ao projeto arquitetônico dos locais a serem instalados.

O SMM é o responsável pelo fornecimento de sincronismo horário aos equipamentos do SMM e dos demais sistemas das estações, através do fornecimento de GPS , utilizando protocolo NTP.

a) Sonorização .

O sistema de sonorização deve possibilitar:

- a veiculação de mensagens nas áreas de circulação de usuários.

- a edição e armazenamento de mensagens pré-gravadas.
- a emissão, tanto de mensagens ao vivo como pré-gravadas.

A comunicação de dados deve ser feita através da Rede de Transmissão de Dados – RTD.

## **8.5.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

O SMM deve ter disponibilidade de 99,998%.

## **8.6 SISTEMA DE CONTROLE LOCAL - SCL**

### **8.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O Sistema de Controle Local - SCL terá a função de supervisionar e controlar os equipamentos na estação, pátio e no trecho de via sob seu domínio, dentre os quais, os sistemas de Energia, SCAP, Auxiliares e Telecomunicações segundo programação previamente estabelecida pelo Sistema Controle Centralizado - SCC ou necessidades oriundas do contexto local.

O sistema terá como função a aquisição de dados e indicações, além de envio de comandos aos equipamentos de campo.

A operação normal do sistema deve suprir todo o automatismo e as rotinas operacionais dos equipamentos controlados, através de rotinas pré-estabelecidas ou por comandos locais pelo corpo operacional.

O SCL deve considerar os vários cenários existentes em cada estação, como os processos operacionais, os eventos, o estado dos equipamentos, data e horário, o contexto local, racionalização do consumo de energia e a movimentação dos trens, para a implantação destas rotinas.

O SCL deve considerar consoles ergonomicamente adequados para servir de suporte a seus equipamentos, a serem instalados nas SSOs das estações.

A comunicação do SCL com os equipamentos e sistemas controlados deve ser feita através da Rede de Transmissão de Dados – RTD.

### **8.6.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

A configuração da arquitetura proposta para o SCL deve atender requisitos de conectividade e modularidade. A modularidade deve garantir a evolução do sistema, no sentido do aumento de sua capacidade ou da substituição de partes obsoletas.

A configuração da arquitetura proposta para o SCL deve apresentar uma disponibilidade de 99,998% e ser tal que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

O tempo entre a mudança de estado de uma indicação no campo e sua apresentação ao operador e o tempo entre o envio de um comando e sua atuação sobre o equipamento devem ser menores que 1s.

O SCL deve prever recursos de base de dados relacional capazes de registrar as indicações, os comandos, os alarmes e as ações dos operadores.

O SCL deve prever recursos capazes localizar um evento através de registros de indicações, alarmes e ações históricas dos operadores.

## **9. SISTEMA DE CONTROLE DE ARRECADAÇÃO E DE PASSAGEIROS - SCAP**

### **9.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O Sistema de Controle de Arrecadação e de Passageiros - SCAP deve ser funcionalmente compatível com os sistemas de arrecadação implantados nas linhas de Metrô. O SCAP deve realizar o controle de acesso da área livre para a área paga das estações, através da cobrança da tarifa e/ou liberação, bem como as contagens de usuários, através de bloqueios tipo tripé e de dispositivos de contagem, nas estações de integração com linhas de Metrô e Ferrovia.

Cada bloqueio deve ser provido de validadores para processamento de todos os meios de pagamento aceitos no sistema metroferroviário e atender as políticas tarifárias vigentes na ocasião de sua implantação. Deverá ainda, permitir, autorizar e modificar os hardware e softwares, na eventualidade de adoção de outras formas de arrecadação além das descritas no Anexo X, arcando com todos os ônus decorrentes.

Para efeito de dimensionamento da quantidade de bloqueios e de dispositivos de contagem, necessários para controle de fluxo e arrecadação, e de contagens de transferências, devem ser considerados:

- As demandas de usuários previstas para a operação de cada estação;
- O tempo de no máximo 2,5 minutos de permanência, para os horários de pico, de um usuário na fila para a passagem pelo bloqueio ou Dispositivo de Contagem.

Os Bloqueios devem ter como características principais, controles anti-intrusão e anti-fraude.

Os dados de arrecadação, fluxo de entrada, saída e transferências de usuários, devem ser tratados pelos bloqueios e dispositivos de contagem e transmitidos para o sistema de controle centralizado da linha 6, CCO Vergueiro, CMCP e para as Centrais de Processamento dos sistemas de arrecadação em operação, com garantia de segurança das informações trafegadas. Os processos de geração e processamento das transações registradas pelos validadores serão homologados pelo Poder Concedente para garantir a integridade dos dados e informações.

Os dados enviados devem conter no mínimo as seguintes informações:

- a) Identificação do bloqueio, Dispositivo de Contagem e Estação;
- b) Data, hora, minuto e segundo da passagem;
- c) Sentido do movimento;
- d) Entradas discriminadas por tipo de Bilhete e Cartão;
- e) Saídas.

Os dados de arrecadação devem obedecer aos formatos e padrões estabelecidos pela política tarifária vigente e pelos sistemas de arrecadação na ocasião de seu fornecimento.

Estas informações devem ser feitas através da Rede de Transmissão de Dados - RTD.

Para o CCO Vergueiro as informações de fluxo de passageiros devem ser atualizadas no mínimo a cada 30 segundos.



No caso de utilização de validadores (edmonson e smart card) distintos, o bloqueio deve possuir arquitetura (lógica e estrutural) que possibilite a instalação e/ou remoção de validadores para cartão smart, mantendo o bloqueio operacional com o validador de bilhete tipo Edmonson e vice-versa, de maneira a manter o bloqueio operacional ao usuário.

Os bloqueios e os dispositivos de contagem deverão possuir mecanismo que possibilite o fechamento do vão de passagem em caso de falhas.

Os dispositivos de contagem devem possuir vãos de passagem de 52 cm e de 90 cm, sendo que para cada linha de transferência devem existir dois vãos de 90 cm para o atendimento de cadeirantes.

Para os dispositivos de contagem com vão de 90 cm, deve existir um braço articulado, normalmente travado, limitando o vão de passagem em 52 cm.

Devem existir dois botões no mesmo Dispositivo de Contagem que destravam este braço, de modo a liberar a passagem nos dois sentidos possíveis. O destravamento deste braço deve ser feito através de acionamento manual de um destes botões.

A movimentação do braço para passagem é feita pelo próprio usuário e após a sua passagem, o braço deve retornar automaticamente à posição inicial e travar.

Os Dispositivos de Contagem devem possuir um sistema de fechamento do vão de passagem, para ser utilizado em casos de falhas destes Dispositivos. A solução adotada deve ser parte integrante do corpo do Dispositivo de Contagem.

Os bloqueios e os dispositivos de contagem devem possuir indicações luminosas (pictogramas), para informações antecipadas aos usuários dos possíveis estados operacionais: entrada, saída, livre, fora de serviço, etc.

Para os Dispositivos de Contagem os pictogramas tem função de orientação do fluxo de usuários, sendo que as contagens devem ser realizadas independentemente da indicação de entrada ou saída do pictograma com o sentido de passagem dos usuários.

No caso dos bilhetes tipo edmonson, os bloqueios devem invalidar magneticamente, recolher e inutilizar parcialmente o bilhete após o término de seus créditos, mantendo intacta a trilha magnética de modo que as informações gravadas ainda possam ser lidas e decodificadas pelas equipes de manutenção.

Devem possuir recipiente de recolhimento para depósito dos bilhetes magnéticos recolhidos, com capacidade para aproximadamente 10.000 unidades. Estes recipientes devem estar segregados fisicamente dos demais componentes dos bloqueios de maneira a impedir o acesso de pessoas não autorizadas ao seu conteúdo.

Possuir dispositivo de retenção dos bilhetes tipo Edmonson recolhidos antes de serem enviados para o recipiente de recolhimento. Este dispositivo deve reter por ordem de chegada os últimos 05 (cinco) bilhetes recolhidos.

## **9.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

As partes mecânicas e eletromecânicas dos bloqueios devem apresentar o valor mínimo de MCBF de 3.000.000.

O bloqueio deve ter capacidade de armazenar todos os dados referentes à no mínimo 24 horas de operação sem perda de informações.

A configuração da arquitetura proposta para o SCAP deve apresentar uma disponibilidade de 99,998% e ser tal que nenhuma falha simples acarrete a perda total das funções executadas, de modo a preservar automaticamente a continuidade da operação.

## **10. SISTEMA DE CONTROLE CENTRALIZADO - SCC**

### **10.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E FUNCIONAIS**

O SCC deve ser o responsável pela supervisão e controle global do sistema de transporte visando à otimização de recursos e, por isso, deve ter abrangência nas estações,, subestações, vias e pátios.

O SCC deve controlar o sistema de transporte por meio de comandos enviados para os equipamentos de campo, comandos estes definidos a partir de objetivos preestabelecidos como o intervalo entre trens e tempos de parada em estações. Os eventos ocorridos no campo geram indicações que são transmitidas ao SCC que, em conjunto com os objetivos preestabelecidos, norteiam o controle efetivo do sistema de transporte.

O SCC deve ser composto pelos subsistemas abaixo descritos, os quais devem executar funções de supervisão e controle, segundo uma visão global do sistema de transporte, através de postos de controle, assim como devem permitir a configuração dos equipamentos controlados.

#### **10.1.1 SUBSISTEMA DE CONTROLE DE REGULAÇÃO DE TRENS – SCT**

O SCT deve supervisionar e controlar a movimentação de trens nas linhas, estacionamentos e pátio.

O SCT deve manter a oferta programada de trens em operação comercial e por adequá-la ao contexto operacional existente.

O SCT deve controlar e supervisionar a movimentação de trens nas vias principais, de despacho, de recolhimento, de estacionamento, de testes e de lavagem de trens, independentemente da presença do operador no trem.

O SCT deve ter, no mínimo, as seguintes funcionalidades:

- Manter as informações de identificação e posição de todos os trens;
- Realizar o controle de destino dos trens, comandando os equipamentos envolvidos nos alinhamentos de rotas e otimizando o uso das zonas de manobras;

- Realizar a regulação e distribuição de trens na linha conforme programação de oferta de trens;
- Executar a programação de entrada e saída dos trens nas vias, estacionamentos e pátios;
- Adequar a distribuição dos trens ao contexto operacional existente;
- Fornecer um conjunto de recursos para contornar e registrar situações de anormalidades como, por exemplo, operação em via singela, reboque de trens etc.

#### **10.1.2 SUBSISTEMA DE CONTROLE DE ENERGIA – SCE**

O SCE deve supervisionar e controlar a transformação e distribuição de energia elétrica (baixa, média, alta tensão e tração) de forma automática, segundo uma lista de objetivos previamente estabelecidos ou sob assistência de um operador.

O SCE deve supervisionar continuamente o consumo e demanda elétrica, comparando-os com valores contratados. Se houver tendência de ultrapassagem de tais valores, envia solicitações de contenção de consumo para outros subsistemas.

#### **10.1.3 SUBSISTEMA DE CONTROLE DE EQUIPAMENTOS AUXILIARES – SEA**

O SEA deve supervisionar e controlar os equipamentos auxiliares, atuando nos sistemas de ventilação principal, de ventilação das salas técnicas, de ar condicionado, de bombas, de detecção de incêndio e de iluminação utilizados nas estações, vias e nos pátios.

#### **10.1.4 SUBSISTEMA DE CONTROLE DE FLUXO DE PASSAGEIROS – SFP**

O SFP deve supervisionar e controlar o fluxo de passageiros nas estações e embarcados nos trens, atuando em escadas rolantes, elevadores e bloqueios;

O SFP deve ser o responsável pelo acompanhamento de Pessoas com Necessidades Especiais (PNE);

O SFP deve permitir a seleção e o controle de câmeras para monitoração de passageiros e de equipamentos nas estações vias e nos trens;

O SFP deve permitir a comunicação com o usuário presente nas estações e nos trens.

#### **10.1.5 SUBSISTEMA DE CONTROLE DE ARRECADAÇÃO E DE PASSAGEIROS – SCAP CENTRAL**

Este subsistema deve realizar a estatística de entrada e saída de passageiros. Este subsistema deve computar os carregamentos reais do subsistema de transporte, considerando os dados de bloqueios, informações externas, etc.

O SCAP deve fornecer subsídios para elaboração da programação de oferta e para que sejam efetuados, na mesma, ajustes em tempo real.

O Subsistema de Arrecadação deve ser independente do subsistema de controle centralizado para operação do subsistema e preparado para possível concessão da arrecadação.

#### **10.1.6 SUBSISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO E SERVIÇOS - SAS**

O SAS deve permitir pesquisa “online” e “off-line” das informações referentes aos subsistemas controlados. Para facilitar a busca, o subsistema possibilita a seleção de filtros e relatórios específicos para a obtenção das informações.

O SAS deve permitir a administração das senhas, das versões de software e dos parâmetros operacionais de todos os subsistemas que compõem o SCC. Deve permitir ainda a exportação das informações da base de dados para outras máquinas, internas ou externas ao SCC que necessitem destas informações.

#### **10.1.7 SUBSISTEMA DE PROGRAMAÇÃO DE OFERTA - SPO**

O SPO deve transformar as informações de demanda de passageiros em informações de oferta de trens, calcular o carregamento de passageiros nos trechos de via, nos diversos períodos do dia, a partir da contagem de passageiros histórica feita pelo Subsistema de Arrecadação e Passageiros de dados da Matriz Origem/Destino.

O SPO deve considerar as características físicas e operacionais da linha, como tempos de manobra, tempos de parada, tempos de percurso, nível de conforto, disponibilidade de trens entre outros.

O SPO deve gerar a programação de viagens, entrada e saída de trens e eventos associados à regulação e enviar para o Subsistema de Movimentação de Trens. Além disso, deve disponibilizar as informações em diferentes formatos de relatórios.

#### **10.1.8 SIMULADOR DE CONTROLE E REGULAÇÃO DE TRENS - SIMTR**

O Simulador deve ser uma ferramenta utilizada para simulação, treinamentos e testes do Subsistema de Controle e Regulação de Trens e para testes de estratégias operacionais. Para atender a estes objetivos, o simulador deve conter um conjunto de funções básicas e de automatismo, conforme o Subsistema de Sinalização e Controle.

O SIMTR deve ter como premissa retratar o comportamento da movimentação dos trens, observando os modelos físicos que descrevem a sua cinemática e o subsistema de sinalização e controle de trens SSC.

O simulador deve se comportar de forma idêntica ao campo respeitando sua lógica de funcionamento e seus tempos de ação, não havendo distinção, para os módulos funcionais do SCT, entre a comunicação com o campo ou com o simulador.

O SIMTR deve reproduzir os acontecimentos entre o campo e o subsistema central, através dos dados armazenados no subsistema, possibilitando rever e analisar um determinado momento da operação comercial.

#### **10.1.9 SIMULADOR DE ENERGIA, AUXILIARES E PASSAGEIROS - SIMEA**

O Simulador de Energia, Auxiliares e Passageiros deve ser uma ferramenta utilizada para simulação, treinamentos e testes destes subsistemas e para testes de estratégias operacionais. Para atender a estes objetivos, o simulador deve conter um conjunto de funções básicas e de automatismo, conforme o subsistema controlado.

O SIMEA deve ter como premissa retratar o comportamento dos equipamentos de campo e permitir mudar cenários de atuação, como por exemplo, simular falhas.

O simulador deve comportar-se de forma idêntica ao campo respeitando sua lógica de funcionamento e seus tempos de ação, não havendo distinção, para os módulos funcionais do SCC, entre a comunicação com o campo ou com o simulador.

O simulador deve ainda reproduzir os acontecimentos entre o campo e o subsistema central, através dos dados armazenados no subsistema, possibilitando rever e analisar um determinado momento da operação comercial.

#### **10.1.10 SISTEMA DE APOIO À MANUTENÇÃO – SAM**

O SAM deve gerenciar e armazenar os alarmes de falhas e diagnósticos de todos os equipamentos dos sistemas controlados e supervisionados pelo SCC, instalados ao longo das estações, subestações, vias e pátio;

O SAM deve permitir ser acessado em qualquer local da Linha e em salas específicas com postos operacionais.

### **10.2 REQUISITOS DE DESEMPENHO**

Considerando que em situação de normalidade, em cada posto de controle o operador deve:

- Poder executar 12 comandos em 1 minuto;
- Poder selecionar 12 telas em 1 minuto;
- Ser possível imprimir 2 relatórios em 1 minuto.

O sistema deve apresentar o seguinte desempenho:

- A apresentação das mudanças de estado deve ser armazenada na base de dados e apresentadas nas Interfaces Homem Máquina – IHM em um tempo não superior a 1 segundo, a partir do recebimento da informação da mudança de estado no campo;
- O tempo de telecomando para envio de um comando deve ser inferior a 1 segundo;
- As telas devem ser exibidas no monitor em tempo inferior a 1 segundo após qualquer modificação na base de dados;
- Tempo global para a inicialização do sistema SCC deve ser inferior a 3 minutos.
- Nenhuma indicação do campo deve provocar ou disparar um processo de queda ou impedir o processamento normal do sistema;
- O excesso de indicações provenientes dos equipamentos de campo não deve diminuir a eficiência de processamento;
- Os equipamentos baseados em microprocessadores não devem ser susceptíveis a ruídos espúrios ou interferências eletromagnéticas externas conforme as normas específicas;
- Os equipamentos devem possibilitar o diagnóstico remoto de funcionamento de seus componentes e devem permitir o gerenciamento remoto, através do protocolo SNMP;
- Os roteadores e switches devem possuir protocolo tipo “FLOW” para gerenciamento da rede de dados e devem ter capacidade de gerar diagnósticos em tempo real;
- Os servidores, estações de trabalho e equipamentos de rede de comunicação devem ser dualizados e configurados para funcionamento em “hot standby”, e devem ter recursos e características de alta disponibilidade, confiabilidade e desempenho;
- Os equipamentos configurados para funcionamento em “hot standby” devem possuir mecanismos de transferência automática em tempo real sem que a comutação entre os canais ou equipamentos afete o desempenho ou cause perda de informação;
- Todos os equipamentos devem corresponder ao estado atual da arte quando da consolidação do projeto;
- Os cálculos de confiabilidade e disponibilidade do sistema SCC devem ser realizados em conformidade com as normas NBR 5462 e IEC 61025;
- O Sistema SCC deve apresentar uma disponibilidade de 99,998 %, com MTTR de 30 minutos, considerando a temperatura ambiente de 40°C para equipamentos em Salas Técnicas e Operacionais;
- Os valores de confiabilidade MTBF e MTTR a serem respeitados para as funções e equipamentos do sistema SCC são:
  - MTBF > 50.000 h;
  - MTTR = 30 minutos.

### **10.3 REQUISITOS DE INTERFACE E DE INTEROPERABILIDADE**

- Devem ser compatibilizadas todas as características lógicas e físicas das interfaces de comunicação entre os equipamentos do SCC com os demais sistemas, permitindo a comunicação em todos os trechos de via, estações e pátios;
- Os protocolos utilizados devem prover serviços para trocas de informações em tempo real para os sistemas relacionados ao SCC, abrangendo controle e supervisão de pontos controlados e sincronização de relógio.

#### **10.3.1 INTERFACE DO SCC COM O SISTEMA DE SINALIZAÇÃO**

- O SCC está interligado ao Sistema de Sinalização via redes dedicadas e redundantes, através de switches e roteadores de comunicação de dados do Sistema de Sinalização;

#### **10.3.2 INTERFACE DO SCC COM OS SISTEMAS DOS TRENS**

- O SCC deve ter comunicação com os sistemas dos trens;
- O SCC deve ter acesso às imagens das câmeras dos trens de forma “online” e às imagens gravadas;
- O SCC deve ter comunicação com os trens para comunicação com os intercomunicadores e para o envio de mensagens online ou pré-gravadas de áudio, vídeo e multimídia.

#### **10.3.3 INTERFACE DO SCC COM OS SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES DAS ESTAÇÕES, VIAS E PÁTIOS**

- O SCC deve ter acesso às imagens das câmeras das estações, das vias e dos pátios de forma “online” e através de imagens gravadas;
- Para obter as imagens “online” o SCC deve acessar diretamente as câmeras.
- O SCC deve ter interface entre aplicações com o SMM para o envio de mensagens “online” ou pré-gravadas de áudio, vídeo e multimídia, e comunicação com os intercomunicadores.

#### **10.3.4 INTERFACE DO SCC COM O CCO VERGUEIRO E CMCP**

- Devem ser fornecidos e instalados, no CCO Vergueiro e na CMCP, postos para monitoração do estado operacional da linha e dos trens. Esses postos devem permitir, também, a monitoração dos requisitos de desempenho operacional especificados.

## **11. REQUISITOS DE INFRAESTRUTURA**

### **11.1 ESTAÇÕES, SUBESTAÇÕES PRIMÁRIAS E PÁTIO**

As estações, as subestações primárias e o pátio devem ser dotados de sistemas de bandejas, localizados nos porões das salas técnicas e nos porões sob as plataformas, para a instalação de cabos.

Devem ser utilizados leitos de cabos em camadas, cuja ocupação deve considerar a necessidade de evitar-se interferências eletromagnéticas, bem como garantir a proteção mecânica dos cabos e assegurar o acesso à manutenção. O projeto deve garantir que a distribuição das bandejas nos porões não obstruam as rotas de fuga.

Devem existir prumadas com instalação de perfilados ou dutos para o caminhamento dos cabos nas passagens de um nível a outro das edificações.

Os leitos de cabos e perfilados metálicos devem ter tratamento superficial de qualidade no mínimo igual à galvanização a fogo para garantir a vida útil desses itens contra oxidação.

Deve ser fornecido, pela obra civil, um sistema de furos e embutidos executados no concreto e na alvenaria, permitindo-se a instalação de dutos para caminhamento de hidráulica e sistemas elétricos/eletrônicos.

### **11.2 TÚNEIS**

Sob as passarelas de emergência, deve existir um sistema de bandejas para caminhamento de cabos destinados aos equipamentos ao longo da via ou destinados às estações, aos poços de ventilação e às saídas de emergência.

Deve haver bancos de dutos para passagens de cabos de tração e sinalização ao longo das vias, prevendo-se inclusive a transposição de cabos entre elas.

Cabos destinados a equipamentos de emergência devem ser devidamente protegidos e instalados em local adequado.

### **11.3 COMUNICAÇÃO VISUAL DE SEGURANÇA**

Nos túneis, ao lado das passarelas de emergência, devem existir painéis iluminados para balizamento e comunicação visual - com alimentação elétrica e caminhamento de cabos independentes.

Os painéis devem indicar as saídas de emergência, as distâncias até os pontos de saída ao longo de toda a rota de fuga.

Nas saídas de emergência, devem ser feitas adequações necessárias contra incêndio e toda sinalização de emergência até um ponto seguro fora das instalações.



## **11.4 ATERRAMENTO E SPDA**

Os seguintes sistemas devem ser previstos e executados na obra civil.

- Sistema para minimização de correntes de fugas e equalização de eventuais tensões induzidas.
- Sistema de proteção contra descarga atmosférica – SPDA.
- Malha de terra para sistemas de alta e média tensão localizados sob as salas técnicas das subestações primárias e subestações auxiliares.

O projeto e compatibilização dos sistemas de aterramento para média tensão, baixa tensão e sistema de tração na via comercial e no pátio deve seguir as normas IEC 62128-1, EN 50122-1 e VDV 507, além da NBR 5410 (específica para os sistemas de baixa tensão).

Devem ser disponibilizados terminais de cobre, conectados às barras chatas nas estações e nos túneis, objetivando-se o aterramento dos equipamentos de baixa tensão.

Para o pátio, isolado eletricamente da via comercial e alimentado independentemente, devem ser seguidas as recomendações da VDV 506 para o aterramento e controle de correntes de fuga oriundas do sistema de tração em corrente contínua.

As provisões construtivas para o pátio e para as vias (a céu aberto e em túnel) visando o controle de correntes de fuga, devem ser executadas conforme as normas IEC 62128-1, IEC 62128-2, EN 50122-1, EN 50122-2, VDV 501/1 e VDV 502/2.

Devem ser garantidos e observados - ao longo das vias operacionais e do pátio - os níveis limites de corrente de fuga recomendados pelas normas IEC 62128-2 e EN 50122-2 durante toda a vida útil prevista para operação da Linha.

Para a proteção de usuários e funcionários, os níveis de tensão de toque entre o terra e o negativo - ao longo de toda a linha e do pátio - devem estar abaixo dos valores estabelecidos nas normas IEC 62128-1 e EN 50122-1. Para isso, devem ser realizados estudos e implantados dispositivos curto-circuitadores entre o negativo e o terra em todas as estações de passageiros.

Deve também ser prevista a implantação de um sistema de medição e monitoramento das tensões entre o terra e o negativo de acordo com as normas IEC 62128-2 e EN 50122-2.

Devem ser previstos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas nas estações, nas subestações primárias, no pátio, nas vias elevadas, nos poços de ventilação e terminais de ônibus.

## **11.5 NORMAS E LEGISLAÇÃO COMPLEMENTARES**

- VDV Recommendation 501/1 "Reduction of the corrosion danger due to stray currents in tunnels of DC traction systems with return current via running rails – Provisions and bases for calculation";
- VDV Recommendation 501/2 "Reduction of the corrosion danger due to stray currents in tunnels of DC traction systems with return current via running rails – Measuring methods";

- VDV Schriften 506 "Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen in Betriebshöfen und Werkstätten von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen";
- VDV Schriften 507 "Aufbau und Schutzmaßnahmen von elektrischen Energieanlagen an Strecken von Gleichstrom - Nahverkehrsbahnen".