

# CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº [●]/[●]

## ANEXO IV

PROJETOS REFERENCIAIS DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE E ORÇAMENTOS -  
MATERIAL RODANTE

# **1 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO MATERIAL RODANTE**

## **1.1 ARQUITETURA E DESIGN DO VEÍCULO**

A arquitetura do material rodante será o resultado da aplicação das exigências funcionais e técnicas dessa especificação e das diretrizes de design e inserção urbanística a serem desenvolvidos quando do projeto executivo, principalmente no que se refere a:

- Máscara, interior e exterior dos veículos, bancos, pega mãos, áreas especiais (cadeira de rodas/ bicicletas/ carrinhos de bebê), layout, etc.
- O salão de passageiros deverá possuir piso 100% rebaixado e plano, permitindo o deslocamento de cadeiras de rodas.
- O veículo deverá ser constituído por 3 a 7 módulos.
- O veículo será bidirecional com cabina de condução nas duas extremidades.

## **1.2 DIMENSÕES DO VEÍCULO**

- Comprimento Máximo: 45 m;
- Largura máxima: 2,65 m;
- Altura máxima do veículo, com pantógrafos deverá ser compatível com as características da rede aérea (altura de captação mínima de 3,75m e máxima de 6,00m).

## **1.3 GABARITOS DOS VEÍCULOS**

O gabarito dinâmico do veículo a ser fornecido deverá se inscrever no traçado da rede de VLT, considerando todos os limitantes geométricos das vias, estações e pátios.

Os desenhos dos gabaritos estáticos e dinâmicos do veículo, o memorial de cálculo completo, os métodos e critérios adotados para esses cálculos, tanto para os trechos de vias retas quanto os em curva, deverão ser detalhados no projeto executivo.

O estudo de comportamento dinâmico deverá ser realizado pelo fabricante de acordo com os parâmetros definidos pela norma UIC 505. O Fabricante deverá apresentar memorial de cálculo completo com todos os métodos e critérios adotados para os cálculos dos gabaritos.

Esse estudo deverá ser realizado através da simulação dinâmica dos veículos, por meio de software, considerando as características reais do projeto executivo da via permanente (geometria, acelerações verticais e laterais, etc.) e os seus limites de desgaste, definidos em norma, e ainda de acordo com a suspensão do veículo e os seus respectivos limites de desgaste.

O estudo do comportamento dinâmico visa comprovar o atendimento:

- À marcha tipo projetada de acordo com as condições de restrições de velocidade impostas pelo projeto executivo da via permanente;
- Ao gabarito dinâmico calculado;
- Aos níveis de conforto.

Deverão ser considerados, dentre outros, os seguintes fatores de influência no cálculo dos gabaritos e na simulação dinâmica:

- As condições de movimento do veículo;
- As folgas e desgastes dos componentes do veículo;
- Os limites das tolerâncias, folgas e desgastes dos componentes da via permanente;
- A carga máxima do veículo;
- As falhas totais sobrepostas na suspensão do veículo;
- A inserção do veículo nas curvas e nos pontos de inflexão;
- As máximas oscilações do veículo em movimento não deverão ultrapassar, mesmo nas piores condições de desgaste da via e do veículo, os limites determinados pelo gabarito das vias, estações e pátios. A folga mínima entre o gabarito dinâmico do Material Rodante e o limite do gabarito das vias, estações e pátios - GLO deverá ser de 0,15m.

#### **1.4 CAPACIDADE DO VEÍCULO**

A capacidade mínima do veículo deverá ser de 400 passageiros, sendo:

- Pelo menos 56 passageiros sentados, contemplando 2 (dois) bancos para obesos e 2 (dois) passageiros em cadeiras de rodas.
- Taxa de ocupação: 6 passageiros em pé/m<sup>2</sup>.

#### **1.5 CAPACIDADE DE CARGA**

No desenvolvimento do projeto deverão ser consideradas as seguintes cargas:

- Carga em vazio: CV - Veículo Vazio;
- Carga Nominal: CN - Veículo ocupado com 4 passageiros em pé/m<sup>2</sup>, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- Carga Máxima ou Sobrecarga: CM - Veículo ocupado com 6 passageiros em pé/m<sup>2</sup>, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- Carga Excepcional: CE - Veículo ocupado com 8 passageiros em pé/m<sup>2</sup>, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas.

O peso médio do passageiro a ser considerada deverá ser de 75 daN.

O peso máximo por rodeiro não poderá exceder a 12 toneladas, considerando a carga excepcional.

#### **1.6 DESEMPENHO DO VEÍCULO**

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade operacional e para as condições de carro vazio até carregado, considerando 8 passageiros em pé/m<sup>2</sup>.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser composto por:

- Equipamentos de controle eletrônico dos inversores de tração, frenagem elétrica e do sistema de frenagem reostática e regenerativa. Se for o caso, circuitos eletrônicos de controle do sistema bateria / supercapacitor, com lógica micro processada;
- Disjuntor extra rápido, contator de manobra e fusível para proteção elétrica;

- Inversores de tração para controle das correntes nos motores de tração tanto na propulsão como na frenagem elétrica, devendo ser um inversor para controle de cada motor;
- Circuitos eletrônicos de controle de freio reostático e regenerativos;
- Circuitos eletrônicos do sistema bateria/supercapacitor (se for o caso);
- Bancos de resistores para freio reostático;
- Motorização dos truques atendo às performances especificadas.

Esses equipamentos deverão controlar o sistema de tração e frenagem elétrica de seu respectivo carro.

Os equipamentos de tração e frenagem elétrica, em conjunto com o motor de tração, deverão proporcionar frenagem elétrica no trem em todas as condições de carga e para qualquer valor de aceleração de frenagem de serviço. O sistema deverá ser dimensionado de forma a proporcionar taxa de frenagem plena nominal de  $1,2 - 0 + 0,1 \text{ m/s}^2$ , sem necessidade de complementação do freio de atrito, pelo menos a partir da velocidade de 70 km/h até 5 km/h, independentemente do nível de carregamento dos carros.

### **1.6.1 Desempenho em Regime Normal**

Deverão ser definidas na etapa de projeto executivo as seguintes curvas:

- Esforço de tração x Velocidade.
- Aceleração x Velocidade.
- Variações de velocidade e da aceleração, nas condições de Carga em vazio (veículo vazio) e Veículo em carga nominal, com a tensão de alimentação de tração nos valores mínimo (500 VCC), nominal (750 VCC) e máximo (900 VCC), de acordo com o perfil da via.

Deverão ser desenvolvidos, no projeto executivo, os cálculos de dimensionamento do sistema de tração, a simulação de marcha, e os consumos de energia elétrica em toda a linha com o Veículo em carga nominal.

As características abaixo foram definidas considerando o Veículo em carga nominal, a via em linha reta e em nível, os trilhos limpos e secos, as rodas novas e a tensão nominal de alimentação (750 VCC).

#### **Desempenho em Tração**

- Velocidade operacional máxima: 70 km/h.
- Acelerações:
  - Média entre 0 km/h e 30 km/h: maior ou igual a  $1,15 \text{ m/s}^2$ .
  - Média entre 0 km/h e 70 km/h: maior ou igual a  $0,60 \text{ m/s}^2$ .
  - A exceção de situação de emergência, a variação da aceleração com o tempo ("jerk") não deverá ser superior a  $1,2 \text{ m/s}^3$ .
  - Em rampas de 7%, entre 0 km/h e 20 km/h, a aceleração mínima deverá ser  $0,3 \text{ m/s}^2$ .

O sistema de tração deve ser dimensionado para sempre iniciar e propiciar movimentação do veículo, mesmo em rampa de 7%, independentemente do carregamento e em qualquer local da via operacional ou nos pátios.

Em qualquer condição, mesmo com rampa de 7%, ao partir não deverá haver recuo do veículo.

### **Desempenho em Frenagem.**

#### ***Frenagem de Serviço***

A frenagem de serviço deverá garantir uma desaceleração de  $1,2 \text{ m/s}^2$  em qualquer condição de operação do veículo, com carregamento excepcional (CE), com os trilhos secos ou molhados e em rampas descendentes. A variação da desaceleração com o tempo ("jerk") deverá estar compreendida entre  $0,7$  e  $1,2 \text{ m/s}^2$  nessas condições.

O veículo deverá ser equipado com um sistema antideslizamento ativado pela frenagem de serviço.

O sistema de frenagem elétrica deve ter capacidade de aplicação de freio regenerativo e reostático pleno para a frenagem de serviço, em todas as velocidades operacionais desde a máxima até  $0 \text{ km/h}$  para veículo com carga nominal e de pelo menos  $70 \text{ km/h}$  a  $5 \text{ km/h}$  para veículo com carga máxima.

Para as faixas de velocidade em que a frenagem elétrica não for possível de ser plena (acima de  $70 \text{ km/h}$  e abaixo de  $5 \text{ km/h}$ ) ou com o veículo com carga excepcional, o esforço frenante para atingir a desaceleração especificada, pode ser complementado com os freios de atrito com a função de "blending". A sequência do escoamento da regeneração deve dar prioridade à carga dos supercapacitores (se houver) seguidos das baterias.

A transição entre o freio elétrico (regenerativo ou reostático) e o freio de atrito não deverá provocar solavancos.

#### ***Frenagem de Segurança***

A frenagem de segurança deverá garantir uma desaceleração mínima de  $1,5 \text{ m/s}^2$ , utilizando os seguintes sistemas de frenagem:

- Frenagem elétrica regenerativa/reostática (eletrodinâmica).
- Frenagem mecânica, que deverá manter o mesmo desempenho da frenagem elétrica.
- Frenagem com auxílio do freio eletromagnético.

#### ***Frenagem de Emergência***

A frenagem de emergência, com auxílio do freio eletromagnético, deverá garantir uma desaceleração entre  $2,3$  e  $2,8 \text{ m/s}^2$ , independentemente das condições de aderência roda/trilho.

O solavanco ("jerk") deverá ser no máximo  $6,0 \text{ m/s}^2$ .

A frenagem de emergência poderá conjugar os freios eletromagnéticos e de atrito (frenagem mecânica), inibindo a frenagem eletrodinâmica. Nesse caso, o sistema antideslizamento deverá ser inibido.

### **1.6.2 Desempenho em Regime Degradado**

#### **Desempenho em Tração**

Com um módulo motor fora de serviço e a tensão de linha igual a 80% da tensão nominal, o sistema de tração deve ser dimensionado para sempre iniciar e propiciar movimentação do veículo, mesmo em rampa de 7%, independentemente do carregamento e em qualquer local da via operacional e nos pátios.

O veículo em vazio deverá rebocar outro veículo vazio, com a tensão da linha igual a 80% da tensão nominal e rampa de 7%. O comboio formado pelas duas unidades deverá poder se movimentar com velocidade de até 20 km/h até estacionar, em qualquer ponto da linha.

Em qualquer condição, mesmo com rampa de 7%, ao partir não deverá haver recuo do veículo. Nas condições acima, os equipamentos deverão ser dimensionados para suportar as sobrecargas decorrentes dessas manobras, respeitados os requisitos de segurança. Essas condições deverão ser confirmadas nos cálculos de desempenho de tração e frenagem, no projeto executivo.

### **Desempenho em Frenagem**

- Frenagem de Serviço

Sem uma unidade de freio o desempenho da frenagem de serviço deverá ser mantido até a última estação / parada da linha, sem redução da segurança e da confiabilidade da operação, com o veículo trafegando a 40 km/h.

- Frenagem de Emergência

Sem uma unidade de freio a taxa de frenagem de emergência deverá ser no mínimo igual a  $2,3 \text{ m/s}^2$ , com o veículo trafegando a 40 km/h, sem redução da segurança e da confiabilidade da operação.

- Frenagem de Segurança

Sem uma unidade de freio a taxa de frenagem de segurança deverá ser no mínimo de  $1 \text{ m/s}^2$ , a partir da velocidade máxima.

- Frenagem de Estacionamento

Sem uma unidade de freio mecânico a frenagem de estacionamento deverá sempre ser capaz de manter parado um veículo com carga máxima, mesmo em trecho com rampa máxima de 7%.

A frenagem de estacionamento do veículo deverá sempre ser capaz de manter parado um comboio formado por dois veículos vazios, mesmo em rampa máxima de 7%.

O freio de estacionamento deverá ter dispositivo que permita sua desativação manual em caso de emergência.

### **1.6.3 Sistemas Anti deslizamento e Anti patinagem**

Os sistemas anti deslizamento e anti patinagem deverão otimizar o desempenho dos veículos em qualquer condição de tração ou frenagem, garantindo:

- A não ocorrência de patinagem ou bloqueio das rodas.
- Que o acréscimo da distância de frenagem em qualquer condição degradada da via, comparado com a distância obtida com os trilhos secos e limpos, não deverá ser superior a 40% na frenagem de serviço e 30% na frenagem de emergência.

O Sistema antideslizamento deverá manter sua eficiência mesmo nas condições de rodas usadas.

Todos os truques motorizados deverão ser equipados com dispositivos areeiros para aumentar a aderência das rodas nos trilhos, minimizando o risco de deslizamento ou patinagem.

Os areeiros deverão ser acionados, pela cabina no sentido de condução, nas condições de deslizamento em tração e frenagem, das seguintes formas:

- Manualmente, pelo condutor.

- Automaticamente, na condição de tração.
- Automaticamente, em todos os rodeiros, no caso de frenagem de emergência ou segurança.
- Automaticamente, no rodeiro em deslizamento, na condição de freio de serviço.

## **2 MODO OPERACIONAL DO VEÍCULO**

### **2.1 MODO DE CONDUÇÃO**

O modo de condução do VLT é a marcha à vista que se sobreporá restritivamente ao sistema de sinalização.

O VLT circulará à esquerda da via, junto ao canteiro central, e também em via dupla, sendo que o serviço das portas deverá poder ser realizado em ambos os lados.

### **2.2 OPERAÇÃO EM MODO NORMAL**

A condução normal do veículo somente poderá ser feita pela cabina dianteira no sentido da condução. O comando simultâneo pelas duas cabinas não será possível.

O comutador da cabina de comando será do tipo multiposições e permitirá realizar as seguintes funções:

- Preparação automática do veículo.
- Ativação da cabina em serviço em modo normal.
- Ativação da cabina em serviço em modo de manobra.

Sem a ocupação de uma das cabinas por um condutor o veículo terá todos os comandos inabilitados, exceto o freio de segurança e os interfones entre cabinas.

Com a ocupação de uma das cabinas por um condutor todas as funções de segurança deverão ser mantidas ativadas.

A ativação do veículo não liberará o freio de estacionamento; para isso será necessário um comando específico.

### **2.3 TIPOS DE MARCHA**

#### **2.3.1 Marcha avante**

Uma manopla única deverá permitir os comandos de tração e a frenagem do veículo; com ela posicionada neutra e com velocidade nula, será aplicado o freio de estacionamento.

A manopla deverá ter um dispositivo, de comando intermitente, com a função homem morto. Com o veículo em marcha, caso o dispositivo de comando intermitente deixe de ser acionado, automaticamente será aplicada a “frenagem de segurança”.

A aplicação desta frenagem deverá ser irreversível até a parada total do veículo.

### **2.3.2 Marcha à ré**

A condução à ré será excepcional, deverá ser limitada a 3 km/h e todos os procedimentos operacionais de segurança específicos para essa manobra deverão ser rigorosamente cumpridos.

### **2.3.3 Marcha de manobra**

Esse modo de condução será utilizado no Centro de manutenção, nos desvios e nas áreas de manobra. Nesse caso, a velocidade será limitada a 20 km/h.

## **2.4 ACOPLAMENTO DE DOIS VEÍCULOS**

Nessa operação deverá existir um comando que permita a operação com a velocidade dos veículos limitadas a 3 km/h com veículo cheio e 5 km/h com veículo vazio, para o acoplamento entre duas unidades.

Esse comando será utilizado também na condução do veículo na máquina de lavar.

## **2.5 OPERAÇÃO DAS PORTAS**

Existirão dois modos de operação das portas.

Em ambos os casos, a abertura das portas somente será autorizada pelo sistema se a velocidade do veículo for igual ou menor que 3 km/h. Não deverá haver memorização do último lado de abertura selecionado.

### **2.5.1 Primeiro modo**

Autorização de comando de abertura pelo condutor do veículo e acionamento pelos passageiros (autosserviço).

Qualquer porta, do lado autorizado pelo condutor para abertura, deverá poder ser aberta pelos passageiros, interna ou externamente ao veículo, pela ativação do botão de abertura localizado nas portas.

Deverá existir uma sinalização luminosa nos botões de acionamento de porta para indicar que a autorização para sua abertura foi dada.

O condutor deverá poder anular a autorização para a abertura das portas por parte do passageiro.

O fechamento das portas comandadas pelos passageiros ocorrerá automaticamente após um tempo pré-determinado. O condutor ao término do tempo de parada na estação/parada deverá poder comandar o fechamento de todas as portas. Deverão existir mensagens sonoras pré-gravadas e luminosas que indicarão a iminência do fechamento das portas.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento de uma ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá(ão) ligeiramente para a retirada do obstáculo, tornando a tentar o fechamento automaticamente.

Após 5 tentativas de fechamento, caso o obstáculo não seja removido, todas as portas do lado comandado serão abertas e o condutor poderá comandar de novo o fechamento.

### **2.5.2 Segundo modo**

Os comandos de abertura e fechamento deverão ser acionados unicamente pelo condutor do veículo.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento de uma ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá(ão) ligeiramente para retirada do obstáculo, tornando a fechar automaticamente.

Após 5 tentativas de fechamento, caso o obstáculo não seja removido, todas as portas do lado comandado serão abertas e o condutor poderá comandar de novo o fechamento.

### **2.5.3 Botão nas portas de acesso aos portadores de necessidades especiais (PNE)**

As portas para acesso dos passageiros portadores de necessidades especiais deverão ser equipadas com dispositivo de abertura instalado em altura adequada para uso de um usuário em cadeira de rodas.

## **2.6 SUPERVISÃO DOS VEÍCULOS E REDES DE COMUNICAÇÃO**

No veículo serão executadas várias funções pelo acionamento dos diversos comandos que serão supervisionados.

Deverá haver uma rede estruturada (data bus), interna ao veículo, para supervisão, controle e aquisição de dados desses eventos.

Esses eventos de alarmes de falhas diagnosticados no VLT deverão ser enviados para o Sistema de Apoio à Manutenção (SAM) que deverá ser instalado no Pátio. A comunicação entre o VLT e o SAM deverá ser realizada pelo Sistema de Transmissão de Dados (STD), quando o VLT estiver na área de cobertura do sistema.

Outros eventos poderão ser definidos na fase de elaboração do projeto executivo.

Nos veículos existirá um sistema de rádio móvel conforme item 3.12 localizado em cada uma das cabinas de condução para envio dessas mensagens.

### **2.6.1 Comandos Remotos**

#### **Comando Remoto dos Aparelhos de Mudança de Via – AMVs**

As cabinas de condução deverão ser equipadas com dispositivos para comando/alinhamento da rota do veículo, que também, poderão ser acionados pelo condutor.

## **2.7 OPERAÇÃO EM MODO DEGRADADO**

Deverão ser possíveis as seguintes operações dos veículos em situações degradadas:

- Veículo com Falha a ser reparada após a operação comercial: Caso ocorra uma falha leve, que não interfira na segurança dos passageiros e não impacte na operação, o veículo deverá permanecer em operação até a viagem final prevista em sua tabela horária ou após o término do horário de pico, para só então a falha ser reparada.
- Veículo com Falha a ser retirado da operação comercial na Estação/Parada Final da Linha: Caso ocorra uma falha que limite o funcionamento do veículo, ele será retirado da operação na estação/parada final da linha, para reparo da falha.
- Veículo com Falha a ser retirado da operação na próxima Estação/Parada após ser evacuado: Corresponde à falha envolvendo a segurança dos passageiros. Nesse

caso, os passageiros serão desembarcados na próxima estação/parada e o veículo retirado de operação para reparo.

- Reboque do veículo: Corresponde à falha que requeira o reboque do veículo. Para reboque do veículo com falha, será utilizado o veículo que estiver mais próximo e no mesmo sentido.

Para isso, os passageiros dos dois veículos serão evacuados na próxima estação/parada. O comboio formado pelos dois veículos será conduzido até a estação/parada no final da linha ou ao Centro de Manutenção.

A classificação da operação a ser executada após uma falha será determinada pelo CCO, de acordo com as informações do condutor do veículo e de acordo com os procedimentos operacionais.

### **2.7.1 Operação das Portas**

Quando o comando de fechamento de uma ou várias portas não funcionarem, deverá ser possível fechá-las manualmente. Nesse caso, as portas em falha deverão ser isoladas e travadas por um dispositivo independente.

A porta isolada deverá ter seu dispositivo de comando local inabilitado, ser sinalizada na cabina de condução e para os passageiros de dentro ou de fora do veículo. Uma porta travada não poderá ser destravada por um passageiro.

### **2.7.2 Reboque do Veículo**

Deverá ser possível realizar as operações de reboque em qualquer local da linha, inclusive nas estações. Na condição de reboque os engates entre os dois veículos deverão estar travados. Deverá existir um acabamento frontal, integrado à máscara do veículo, para ocultar o engate. Esse acabamento deverá ser solidário à máscara.

Deverá ser possível a realização da operação de acoplamento entre duas unidades de VLT em menos de quinze minutos. Essa operação deverá ser facilmente realizada pelos dois condutores dos veículos, qualquer que seja o nível de luminosidade no ambiente exterior.

As seguintes funcionalidades deverão estar disponíveis após a operação de acoplamento:

- Comunicação por interfone entre cabinas de condução dos dois veículos. Por motivo de segurança deverá ser possível o acionamento das buzinas das cabinas.
- As comunicações entre os intercomunicadores da cabine do veículo de socorro e socorrido deverão abrir um canal para gravação deste evento no registrador de eventos do VLT. Nesta gravação deverá ser registrada data hora, minuto e segundo de modo a garantir a preservação dos dados e permitir posterior recuperação deste áudio com o registro das informações de gravação.
- Desbloqueio dos freios do veículo socorrido através de comando do veículo de socorro.
- Nesse caso, o veículo de socorro deverá prover a energia para o desbloqueio dos freios do veículo socorrido.
- Comando do freio de segurança das duas unidades das cabinas de ambos os veículos.
- Em caso de falha nesse comando, essa função poderá ser inibida, e o desbloqueio deverá ser ativado.
- Tração do comboio pela cabina líder (dianteira) do veículo socorrido.
- Aplicação de freio de segurança no caso de desacoplamento.

- Sinalização luminosa dos veículos e comando dos faróis da unidade socorrida.
- Comando das buzinas pelas cabinas dianteiras dos dois veículos.
- Comando do limpador de para-brisas das cabinas frontais dos dois veículos.

### **3 CABINE DE CONDUÇÃO**

As cabinas de condução obedecerão às seguintes exigências básicas.

#### **3.1 ERGONOMIA E CONFORTO**

Deverão ser projetadas de forma ergonômica de acordo com as normas vigentes (ABNT, UIC, CENELEC ou outra equivalente reconhecida internacionalmente) e as diretrizes da norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego NR 17 – “Ergonomia”.

O dimensionamento da cabina de condução, a localização dos comandos e dos displays no console, o assento do condutor e suas regulagens, etc. deverão ser projetados de acordo com as medidas antropométricas dos condutores, desde o 5º percentil da mulher até o 95º percentil dos homens do povo brasileiro.

Deve ser considerado, na concepção das cabinas de condução, que além da presença do condutor ela poderá receber eventualmente um acompanhante (orientador / treinador ou outro agente de operação), que de seu assento deverá poder ver todos os comandos de operação, a sinalização exterior e acessar ao comando de freio de segurança.

#### **3.2 CONFORTO CLIMÁTICO**

Deverão ser providas de um equipamento de ar refrigerado, com controle acessível ao condutor para regulagem da vazão do ar e a temperatura interna.

O critério de dimensionamento, configuração e características deverão seguir as normas da ABNT, UIC e CENELEC ou outra equivalente reconhecida internacionalmente.

Os equipamentos que refrigeram as cabinas deverão ser projetados para manter a temperatura interna entre 5º e 7º C abaixo da temperatura externa, quando esta for superior a 32º C, nas condições de variação de temperatura e umidade externas registradas estatisticamente no Distrito Federal.

Deverá ser observada também a radiação solar, de acordo com os valores estatísticos registrados no Distrito Federal, que são variáveis ao longo do dia (tanto os watts/m<sup>2</sup>, como o ângulo de inclinação da incidência solar).

As cabinas poderão ser refrigeradas por equipamentos exclusivos e independentes ou pelo equipamento de ar condicionado do salão de passageiros.

Deverá haver um botão no monitor da cabina que quando acionado desligará / ligará todas as unidades de ar refrigerado do veículo, inclusive a ventilação para uso operacional em caso de fumaça e/ou falha no automatismo deste sistema.

#### **3.3 CONFORTO ACÚSTICO**

O Nível de ruído nas cabinas, com o sistema de refrigeração de ar funcionando em potência máxima e o veículo circulando a 60 km/h, deverá ser igual ou inferior a 70 dBA, medido no centro e a 1,2 m do piso interno do veículo.

### **3.4 VISIBILIDADE**

Os para-brisas e as janelas laterais deverão permitir uma visão de 180° na horizontal e os ângulos mortos deverão ser os mais reduzidos possíveis.

Os para-brisas da cabina de condução deverão assegurar ao condutor sentado:

- A visão de transeunte na rua a uma distância mínima de 1,0 m diante do veículo
- (representado por um cilindro de 0,3 m de diâmetro e 1,20 m de altura).
- A visão da sinalização viária localizada ao longo do traçado das linhas.
- A visão das placas de presença da tensão de tração, que serão instaladas a 6,0 m de altura do topo do boleto do trilho, a uma distância mínima de 10m da máscara frontal.
- As janelas laterais não deverão projetar imagens parasitas no para-brisa, com a cabine iluminada.

### **3.5 LIMPADOR DE PARA-BRISA**

A área coberta pelo limpador de para-brisa deverá corresponder no mínimo a 80% da área de visibilidade na cabina sem chuva.

### **3.6 PARA SOL**

As cabinas deverão ser equipadas com para-sóis em número necessário e suficiente para evitar o ofuscamento do condutor quando da incidência de sol sobre seus olhos.

### **3.7 RETROVISORES E CÂMERAS FRONTAIS**

O condutor sentado deverá supervisionar, sem dificuldade, o embarque e desembarque dos passageiros durante a operação das portas.

Essa supervisão deverá permanecer disponível até uma distância de 50 m após a saída do veículo da estação/parada. Essa função será possibilitada pela projeção das imagens das câmeras com IP nativo preferencialmente PoE do CFTV a serem instaladas nas laterais dianteiras e traseiras dos veículos e visualizadas nos dois monitores frontais (um em cada cabine) a serem instalados no console de condução.

### **3.8 CONSOLE DE COMANDO**

Os comandos e controles que deverão ser disponibilizados aos condutores dos veículos deverão ser localizados ergonomicamente no console de condução e o número de comandos e informações deverá ser minimizado.

Os comandos e controles deverão ser instalados nas diferentes zonas de conforto de acesso, em função da importância e da frequência de utilização das mesmas na condução e na operação das portas.

### **3.9 ARMÁRIO PARA GUARDA DE PERTENCES DO CONDUTOR**

Um armário com prateleiras deverá ser instalado em cada cabina de condução para permitir ao condutor do veículo a guarda de seus pertences (paletó, documentos, etc.).

### **3.10 FERRAMENTAS DE SEGURANÇA**

No interior das cabinas deverá ser instalado um extintor de incêndio de pó químico seco para as classes de fogo A, B e C, conforme norma da ABNT. Os extintores devem ser alocados em compartimentos adequados e protegidos com tampa de vidro.

Nas cabines de condução deverá ser instalado um suporte específico para permitir a fixação da alavanca de manobra manual dos AMVs

### **3.11 FECHAMENTO DA CABINE DE CONDUÇÃO**

Os fechamentos entre o salão de passageiros e as cabinas de condução deverão ser feitos de vidro temperado e laminado nos módulos fixos e na porta de vidro de ligação da cabina com o salão de passageiros.

## **4 ACESSIBILIDADE E CONFORTO**

### **4.1 ACESSIBILIDADE**

Os veículos do VLT do Distrito Federal deverão ser acessíveis a todos os passageiros, possuindo características que atendam, sem a eles se limitar:

- Passageiros portadores de necessidades especiais (PNE);
- Passageiros obesos;
- Passageiros usuários de cadeira de rodas;
- Passageiros idosos;
- Passageiras gestantes;
- Passageiros menores de 12 anos.

### **4.2 INTERFACE COM A PLATAFORMA**

As folgas entre as soleiras dos veículos e a borda das plataformas das estações/paradas em um trecho reto, qualquer seja a carga do veículo (entre CV e CM) e o nível de desgaste das rodas devem cumprir com as seguintes exigências:

- A altura do piso/borda interior do veículo na região das portas não deverá ser superior a  $\pm 60$  mm em relação à altura das plataformas.
- A distância máxima entre a borda da plataforma e o veículo não deverá ser superior a 40 mm em frente às portas duplas e a 50 mm em frente às portas simples (ao lado das cabinas), caso existam.
- A interface entre as plataformas de estações/paradas e os veículos com as portas abertas deverá ser considerada tanto nas condições ideais como nas degradadas (veículos com as rodas desgastadas, problemas na suspensão, etc.). Em nenhum caso será admitido que as portas se encostem às plataformas.

## **5 REQUISITOS DE CIRCULAÇÃO**

### **5.1 CIRCULAÇÃO INTERNA**

A altura interior do veículo não poderá ser menor que 2150 mm.

A largura dos corredores não poderá ser menor que 600 mm junto aos truques dos veículos e menor que 800 mm no restante do veículo, inclusive nos gangways.

Não será necessária a livre circulação dos usuários em cadeira de rodas ao longo de todo o veículo, porém, os locais destinados a usuários com cadeiras de rodas devem ser projetados em conformidade com os requisitos da norma ABNT NBR 14021. Nestas regiões, a largura do corredor de passagem não poderá ser inferior a 900 mm.

### **5.2 DISTRIBUIÇÃO DOS ASSENTOS**

A distribuição dos assentos deverá atender aos requisitos das diretrizes de design da boa ergonomia e da capacidade especificada.

Todos os assentos deverão cumprir as exigências das normas da ABNT, UIC e CENELEC ou outra equivalente reconhecida internacionalmente.

### **5.3 ESPAÇO PARA CADEIRAS DE RODAS**

Em cada veículo deverá haver dois lugares especialmente reservados para usuários em cadeira de rodas, próximos às portas, observadas as exigências das normas da ABNT, UIC e CENELEC ou outra equivalente reconhecida internacionalmente.

### **5.4 PEGAS-MÃOS**

Deverão ser instalados apoios e suportes (colunas e barras) para uso dos passageiros em pé, ao longo do salão.

A posição dos apoios e suportes deverá considerar a variedade de altura dos passageiros e as suas necessidades específicas.

## **6 CONFORTO DOS PASSAGEIROS**

### **6.1 CONFORTO TÉRMICO**

O veículo deverá ser projetado para garantir conforto térmico aos passageiros e aos seus condutores nas condições ambientais existentes nas quatro estações meteorológicas do Distrito Federal.

Os veículos deverão ter isolamento térmico nas paredes, coberturas e estrados. Os vidros das portas dos para-brisas e das janelas deverão ter proteção para:

- Atenuar a irradiação solar.
- Antivandalismo.
- Segurança dos passageiros.

A proteção dos vidros deverá ser aplicada pelo lado interno dos veículos.

O Veículo deverá ser provido de um sistema de ar refrigerado, com regulagem automática e comum para as unidades de refrigeração, com controle acessível ao condutor para regulagem da temperatura interior.

## **6.2 CONFORTO ACÚSTICO**

O veículo deverá ser projetado para garantir adequado conforto acústico aos passageiros e ao condutor dentro dos limites normalizados.

O conforto acústico deverá também ser garantido aos transeuntes no exterior do veículo, nas plataformas das paradas / estações, ao longo das ruas e avenidas e aos imóveis das regiões lindeiras à rede de VLT.

Os níveis de ruído emitidos pelo veículo deverão ser, no máximo, os estabelecidos nas normas ISO 3381 (no interior do veículo) e ISO 3095 (no exterior do veículo) considerando – se:

- Veículo com carga máxima.
- Os trilhos em bom estado.
- Que os trilhos estão esmerilhados.
- Que a via permanente tem proteção anti-vibração.
- Que as rodas estão reperfiladas.
- Com o VLT circulando a uma velocidade constante
- Que os equipamentos de ar condicionado dos salões e da cabina de condução estão em funcionamento.
- Nível de ruído no interior do veículo.

Os níveis de ruído serão medidos no meio, sobre o eixo horizontal, nas extremidades dos módulos e nos gangways do veículo e não deverão ser superiores a:

- 64 dBA com o veículo parado ( $V = 0$  km/h).
- 75 dBA com o veículo circulando à velocidade constante de 60 km/h.

### **6.2.1 Nível de ruído externo emitido pelo VLT**

Os pontos de medição serão localizados a 7,5 m do eixo da via e a 1,2m sobre o topo do boleto dos trilhos. Os níveis de ruído medidos não deverão ser superiores a:

- 62 dBA com o veículo parado ( $v=0$  km/h).
- 83 dBA com o veículo circulando à velocidade constante de 60 km/h.

## **6.3 CONFORTO DINÂMICO – VIBRAÇÃO**

Para suavidade de marcha deverão ser obedecidos os requisitos de aceleração, desaceleração e solavancos (“jerks”) definidos nesse documento.

Atenção especial será importante para assegurar geração mínima com atenuação adequada das vibrações, de modo a não afetar o conforto dos usuários, dos transeuntes e das edificações lindeiras.

As frequências próprias das vibrações deverão ser o máximo possível afastadas daquelas prejudiciais à saúde, definidas na Norma ISO 2631.

O projeto deverá atender às especificações determinadas na Norma ISO 14837-1 para geração de vibrações e ruído durante operação de veículos sobre trilhos.

As acelerações das vibrações no salão de passageiros e nas cabinas do condutor não deverão exceder aos valores indicados na norma ISO 2631.

Considerar os parâmetros:

- Aceleração transversal:  $\leq 0,5 \text{ m/s}^2$  de 0,7 até 10 Hz
- Impactos transversal e vertical:  $\leq 1 \text{ m/s}^2$

## **6.4 CONFORTO VISUAL**

As dimensões e a localização das janelas deverão permitir a visão externa de todos os passageiros, em pé ou sentados, principalmente nas plataformas das estações/paradas.

Em condições normais (com iluminação natural), o nível de iluminamento no interior dos veículos deve ser de  $400 \text{ lux} \pm 50 \text{ lux}$ .

Na ausência ou deficiência de iluminação natural, o nível de iluminamento no interior dos veículos deverá ser de  $350 \text{ lux} \pm 50 \text{ lux}$ , em qualquer ponto na altura de 800 mm acima do piso. Um nível de iluminamento de 120 lux deverá ser atendido durante 30 minutos, em caso de falta da iluminação normal, pela iluminação de emergência do veículo.

A iluminação das áreas de circulação assistida de usuários e rotas de fuga devem possuir nível de iluminamento mínimo de 5 lux, medida no nível do piso.

Em cada cabina de condução e em cada porta de acesso deverá haver um ponto de luz de emergência.

## **7 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES, COMUNICAÇÕES E VÍDEO VIGILÂNCIA**

Todos os sistemas que integram os Sistemas de Informações, Comunicações e Vídeo Vigilância, deverão, obrigatoriamente, passar por um processo de testes e verificações de aceitação.

Os testes terão acompanhamento da SEMOB e abrangerão, no mínimo:

- Testes de tipo – protótipo e
- Testes de rotina – lote

### **7.1 SISTEMA DE INFORMAÇÕES AOS PASSAGEIROS (PIS)**

Esse sistema será composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais.

#### **7.1.1 Mensagens Variáveis**

Internos aos Veículos informarão o destino e a próxima estação (nas duas cabeceiras), mostrarão o mapa dinâmico da linha (em cima de cada porta, dos dois lados) e mensagens.

#### **Indicador de Destino**

Os veículos deverão ser dotados de sistema de indicação de destino automático, com displays em LEDs, nas partes frontais. A matriz de LEDs (diâmetro e espaçamento) que será utilizada deverá ser aprovada em projeto.

Na cabeceira frontal de cada módulo de extremidade deverá ser instalado um indicador de destino, centralizado na parte superior do para-brisa, pelo lado interno da cabina.

Deverá haver também Painéis de Mensagens Variáveis Externos aos Veículos (dois em cada uma das laterais), que indicarão o destino do veículo.

A mudança de destino poderá também ser realizada através de um comando localizado no console da cabina, via “data bus”.

A seleção de destino configurada deverá ser mantida independente da mudança de cabina líder.

O indicador frontal ativado deverá ser o da cabina líder.

A alimentação do indicador de destino deverá ser feita pelo sistema retificador/baterias.

### **Painéis de Mensagens Variáveis – PMV**

Deverá ser previsto no salão de passageiros, dispositivos do tipo display programáveis, de tecnologia LED (painel de mensagens eletrônico) para indicação do nome da estação em que o VLT encontra-se, qual a próxima estação, lado de desembarque, e mensagens pré-gravadas.

O Mapa Dinâmico de Linha terá a função de fornecer aos passageiros a informação da localização do veículo ao longo da linha. A informação é disponibilizada exibindo todas as estações da linha em um mapa, onde em cada estação é representada por um indicador luminoso.

Dois conjuntos com dois monitores de TV, um direcionado para cada sentido, para transmissão de imagens e de mensagens operacionais e de interesse público.

### **Características funcionais**

O dispositivo deverá ser instalado na região das portas do Veículo com as seguintes funções:

- Mostrar o mapa da linha em que o trem está operando;
- Indicar a próxima estação em que o trem deverá parar;
- Informar o lado de abertura das portas e seu estado operacional;
- Estar preparado para exibir informações institucionais e comerciais;
- Ter interface com a rede do trem;
- Ter proteção antivandalismo;
- Permitir comandos e visualizações das suas funções a partir de locais externos ao trem tais como, centros de controle, estações e pátios ou a partir de locais internos ao trem tais como, cabine de comando, rede e do próprio equipamento.

### **Características Técnicas**

- Tensão de alimentação: (bateria do veículo);
- Transientes admissíveis na alimentação: conforme norma EN50155;
- Temperatura ambiente de operação: 0 a +70°C;
- Temperatura de armazenagem: -40 a +85°C;
- Nível de estanqueidade: IP 55 para a parte voltada para o salão de passageiros e parte interna com proteção contra entrada de pó;
- Diâmetro do LED: 3 mm;
- Número de linhas: 3 (três);

- Tamanho da matriz de LED: 3 x 32 bicolor (mínimo);
- Display de 2 dígitos para informar o número da porta – 20 mm x 20 mm mínimo;
- Bip Sonoro;
- Saída para acionamento do indicador de fechamento iminente das portas;
- Integra painel de mensagens do estado funcional da respectiva porta com até três mensagens de fácil visualização até 5m;
- Modos de exibição: Apagado, piscante e aceso, conforme programação;
- Tamanho, mínimo, da área de exibição: 200 mm x 1490 mm

### **Painéis de Mensagens Fixas**

Transmitirão mensagens operacionais aos passageiros (necessidade de validação dos bilhetes, instrução de uso dos intercomunicadores e dos extintores de incêndio, etc.).

Deverão ser previstas placas, adesivos e painéis indicativos para a comunicação e orientação dos usuários, tanto no interior do salão de passageiros como no exterior do veículo.

No mínimo, as seguintes informações deverão ser previstas:

- Indicações para uso das portas;
- Indicação luminosa de fechamento iminente das portas e porta fora de serviço;
- Indicação de direção de entrada e saída;
- Indicação luminosa de porta com comando liberado, no exterior dos módulos;
- Indicação de localização e instrução de uso dos extintores de incêndio;
- Indicação de abertura das portas de emergência;
- Indicação e proibições, de preferências de uso, proibição de fumar, atuações indevidas dos dispositivos, etc.;
- Instrução para acionamento do dispositivo de emergência do salão de passageiros;
- Número do veículo;
- Indicação de uso do microfone do salão de passageiros;
- Indicação de uso de dispositivos em geral;
- Indicação da existência das câmeras de segurança;
- Indicação de assentos preferenciais.

## **7.2 SISTEMA DE AVISOS AOS PASSAGEIROS (PAS)**

Esse sistema será composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- Equipamentos de Sonorização para transmissão de avisos sonoros do condutor do veículo aos passageiros.
- Sonofletores ao longo do veículo.
- Intercomunicadores para permitir o acionamento do condutor do veículo pelos passageiros em caso de emergência.

- Um terminal de operação, com microfone e dois sonofletores monitor, em cada cabina de condução. O microfone deverá ser único para as funções de radiocomunicação com o CCO, intercomunicador de usuário e transmissão de avisos sonoros aos passageiros e dois sonofletores monitor. O controle de nível de emissão do microfone e da recepção dos sonofletores monitor deverá ser possível controle individual por sistema. Poderá ser utilizada tecnologia IP tanto para o microfone quanto para os sonofletores monitor.
- Alarmes de Segurança (buzinas, alarme de portas, etc.).

### **7.2.1 Requisitos Gerais do Sistema de Comunicação Sonora**

O sistema de sonorização deverá permitir a emissão de mensagens com locução do condutor do veículo ou pré-gravadas. Essas mensagens podem ser veiculadas independentes (só áudio) ou em conjunto com comunicação visual escrita nos painéis luminosos instalados no salão de passageiros.

O sistema de sonorização deverá permitir a comunicação bidirecional entre passageiro e o condutor do veículo por meio de intercomunicadores instalados em todos os módulos, em locais próximos às portas de saída.

O sistema de sonorização do veículo deverá apresentar características iguais ou melhores do que as relacionadas a seguir:

- Inteligibilidade mínima de 90% nas áreas sonorizadas e do intercomunicador, comprovada por ensaio.
- Em qualquer sonofletor, apresentar resposta em frequência na faixa de 200 a 8.000Hz  $\pm$  3 dB, sendo permitida uma queda não superior a 6 dB por oitava abaixo de 200 Hz e acima de 8.000Hz.
- Nível de pressão sonora mínima de 10 dB acima do nível de ruído ambiente, medido na área a ser sonorizada, estando limitado a um máximo de 105 dB.
- Gongos eletrônicos anteriores à emissão de mensagens de áudio “ao vivo” ou pré-gravadas.

O sistema deverá ser operado, normalmente, a partir da cabina de comando no módulo líder. No caso de reversão no comando do veículo, de uma cabina para a outra, todas as funções deverão estar disponíveis na nova cabina líder.

Os equipamentos do sistema, presentes nas duas cabinas, deverão ser interligados e possuir redundâncias de maneira que, suas funções não sejam interrompidas mesmo em caso de falha de um dos equipamentos.

O sistema deverá tratar e emitir sinais de áudio gerados a partir do:

- Microfone instalado no console da cabina do veículo;
- Equipamento de mensagens digitalizadas pré-gravadas;
- Subsistema de Intercomunicação e;
- Sistema de Radiocomunicação.

O sistema deverá obedecer a prioridades que impeçam a emissão de duas ou mais mensagens ao mesmo tempo. Na ocorrência da emissão de mensagens simultâneas, a mensagem de menor prioridade deverá ser reemitida após o término da mensagem de maior prioridade.

De forma geral, a prioridade na emissão das mensagens, da mais prioritária para a menos prioritária, deverá ser:

- Mensagens ao vivo por meio do microfone do console do condutor;
- Mensagens digitalizadas pré-gravadas;
- Áudio de mensagens institucionais.

Todos os módulos do veículo deverão ser sonorizados.

O condutor deverá ser capaz de emitir avisos “ao vivo”, para isso, deverá aguardar a sinalização da finalização do gongo eletrônico e iniciar a locução, utilizando o microfone do console.

O microfone deverá ser instalado no console do veículo, de maneira a permitir que as comunicações sejam realizadas com o condutor em posição normal, sem a necessidade de girar a cabeça, o corpo ou curvar-se.

Os sonofletores monitor das cabines do veículo deverão atender às necessidades de comunicação do sistema de sonorização, do radiocomunicador e do intercomunicador. Seu controle de volume deverá ser ajustável pelo condutor de forma independente para cada um destes subsistemas.

Em caso de interrupção e restabelecimento da alimentação elétrica, o sistema deverá retornar às condições normais de operação, sem a interferência do condutor.

O sistema deverá incorporar recursos para controle dinâmico e automático dos níveis de pressão sonora individual de cada módulo e na cabina do veículo, em função do ruído ambiente desses locais.

### **7.2.2 Intercomunicadores / PA – Public Address**

Este subsistema, composto de dispositivos chamados “intercomunicadores de emergência”, deve permitir a comunicação entre um usuário de qualquer módulo com o condutor do veículo. Em caso de necessidade, o usuário ao acionar um dos intercomunicadores instalados no módulo fará soar um sinal sonoro e visual na cabina do veículo que, ao ser reconhecido pelo condutor, estabelecerá a comunicação.

A comunicação deverá ser bidirecional e só o condutor deverá teclar para falar.

O usuário, uma vez estabelecida a comunicação, não deverá executar mais nenhum comando, apenas falar.

O intercomunicador do veículo deverá permitir que a comunicação entre o condutor e o usuário seja exclusiva. Durante esta comunicação, qualquer mensagem de áudio que estiver sendo emitida naquele módulo deverá ser suspensa, todos os outros intercomunicadores do veículo deverão ser inibidos e sinalizados como “ocupado”. O condutor do veículo poderá visualizar em um dos monitores instalados na console da cabina a imagem da câmera mais próxima ao intercomunicador acionado (o monitor que apresentará a imagem será definido durante o desenvolvimento do projeto executivo) através de uma janela que deverá ser aberta quando do acionamento do dispositivo intercomunicador.

Caberá ao condutor encerrar a comunicação sendo que, a partir deste momento todos os intercomunicadores do veículo deverão estar liberados para uma nova chamada.

As comunicações (dados contemplando o áudio, a data, a hora, minuto, segundo e outras informações pertinentes) realizadas por meio do intercomunicador deverão ser registradas e gravadas, no veículo, em equipamento denominado "caixa preta".

### **7.2.3 Rádio**

A comunicação de voz via rádio, deverá ter cobertura em qualquer ponto da via principal e do pátio. O microfone deverá ser integrado com o PA - public address do veículo.

A comunicação do veículo com o Centro de Controle deverá ser privativa.

Os rádios instalados no VLT deverão ser ligados de forma redundante para garantir a disponibilidade do Sistema Terra-Veículo.

### **7.3 SISTEMA DE VÍDEO VIGILÂNCIA (CFTV)**

As câmeras deverão ser do tipo IP nativo, preferencialmente PoE.

Esse sistema será composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos e equipamentos principais:

Um mínimo de uma câmera de vídeo em cada módulo do veículo, para vigilância do salão de passageiros.

Uma câmera de vídeo frontal, em cada cabina de comando do veículo, para registro do trânsito à frente do veículo, além das manobras do condutor;

Quatro câmeras de vídeo externas ao veículo, duas de cada lado, para supervisão da entrada e saída dos passageiros no veículo nas estações/paradas e para captação de imagem, durante a viagem, que funcionarão como retrovisores para o condutor do veículo quando esse estiver em movimento.

O sistema de CFTV deverá possuir gravadores digitais com memória em estado sólido para as imagens das câmeras instaladas no veículo.

Os gravadores deverão ser digitais e operar de forma contínua 24 horas por dia. As imagens padrões gravadas por cada gravador do trem deverão ter as seguintes características:

- Resolução mínima de 1024x768 podendo ser programado para outra resolução;
- 10 quadros por segundo podendo ser programado para outra quantidade;
- Gravação das últimas 36 h.

As imagens das câmeras dos carros (módulos) deverão também ser gravadas em equipamento resistente a impacto, fogo e explosão tipo “caixa preta”. A “caixa preta” deverá ter capacidade de gravação das últimas 2 horas com amostragem de, no mínimo, 10 quadros por segundo na resolução acima.

No console dos carros de extremidades deverão existir três monitores de vídeo com as seguintes características:

- Deverão ser coloridos, tecnologia LED, resolução 1024 X 768 (mínimo), tela plana (widescreen), dimensões entre 10” e 14” e ter proteção antirreflexos e sensível ao toque (touch-screen).
- A alimentação dos monitores de vídeo deverá ter redundância e ser de alta confiabilidade em tensão de bateria.
- Associado a cada monitor, deverá ser instalado um teclado para selecionar as funções disponíveis no monitor.
- As informações deverão estar disponíveis nos monitores do outro módulo de extremidade.

Dois dos monitores instalados no painel de condução serão utilizados também para observação pelo condutor das quatro câmeras externas (retrovisores).

Um monitor instalado na lateral da cabina de condução, para observação das imagens das câmeras internas do salão de passageiros.

## **8 SISTEMA DE MONITORAMENTO, DIAGNÓSTICO, REGISTRO E CONTROLE DE DADOS (DATA BUS)**

### **8.1 SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE (DATA BUS)**

O "Data bus" deverá ser constituído, basicamente, por uma rede local de comunicação de dados com a finalidade de transmitir comandos, indicações e sinais de falhas dos principais equipamentos dos veículos.

Esse sistema será composto pelos seguintes dispositivos e equipamentos principais:

- Rede estruturada redundante "fast - ethernet";
- Switches redundantes;
- Servidor de gestão e registro de eventos;
- Módulos de controle geral;
- Interface homem - máquina (IHM);
- Módulos de controle locais;
- Meio físico de transmissão de dados ("data bus").

Proporciona interligação de todos os principais sistemas do veículo, com monitoração detalhada de estado funcional e diagnóstico.

Nele tramitarão dados tais como:

- Estado funcional de todos os equipamentos do veículo;
- Velocidade real e máxima permitida;
- Modo de condução;
- Carregamento nos módulos (carros);
- Tensões do suprimento elétrico auxiliar;
- Pressões no sistema de freio pneumático;
- Temperatura no sistema de ar refrigerado;
- Controle individual do estado das portas do veículo;
- Histórico de eventos armazenados nos equipamentos;
- Tensões e correntes dos sistemas de tração;
- Imagens das câmeras internas e externas;
- Alarmes dos sensores do Sistema Detecção de Incêndio.

O meio físico de transmissão e os módulos de interface com os equipamentos deverão ser duplicados e redundantes, para garantir a disponibilidade de 99,5%.

A rede de comunicação de dados deverá operar com protocolo aberto, conforme a norma IEC 61375.

O sistema de monitoração de falhas e diagnósticos do veículo resulta da integração do "data bus" com os registradores de eventos de todo o veículo e a console das cabines com seus monitores e botoeiras, e deverá monitorar e registrar as falhas, e armazenar os eventos dos principais equipamentos e sistemas do veículo para auxiliar nos processos da operação e manutenção.

O módulo de controle geral deverá ser conectado a rede de comunicação de dados para gerenciar o funcionamento do sistema e controlar os dispositivos da interface IHM. O módulo de controle geral deverá gerenciar a rede nas condições normais de funcionamento do sistema.

A interface homem - máquina (IHM), localizada no console da cabine de condução, deverá ser feita através de 03 monitores com tela de tecnologia LED colorida para apresentação dos estados operativos dos principais equipamentos do veículo, indicação de falhas e mensagens de anormalidades e as imagens do CFTV.

Os módulos locais deverão ser a parte do sistema de monitoração do veículo, responsáveis pela interface de comunicação entre os equipamentos do veículo e o meio físico.

Em cada módulo (carro) poderá existir um ou mais módulos locais para monitorar, principalmente os equipamentos, a saber:

- Equipamentos auxiliares (portas, compressor, extintor de incêndio, detector de fumaça, freio de estacionamento, etc.);
- Sistema de comunicação e CFTV;

Os principais sinais de monitoração dos equipamentos do veículo são:

- Console do Veículo – Sistema de Comando e Controle do Veículo
- Sistema de Tração e Frenagem Elétrica
- Sistema de Comando de Freio de Atrito e Anti-deslizamento
- Sistema de Portas
- Sistema de Comando dos Equipamentos Auxiliares
- Sistema de Ar Refrigerado
- Sistema de Radio
- Registrador de Eventos

O hardware e software do sistema “Data bus” deverão ser submetidos à análise de segurança, de acordo com os critérios estabelecidos nas normas MIL STD 882 ou EN 50126, caso haja tráfego de informações críticas de segurança.

O Sistema “Data bus” deverá atender às condições descritas na norma IEC-60571 ou outra equivalente reconhecida internacionalmente.

### **8.1.1 Gravação de Eventos Operacionais**

A finalidade do Registrador de Eventos Operacionais é de registrar, em memória redundante, eventos do veículo, através dos sinais provenientes dos diversos equipamentos de bordo, juntamente com data e hora, com o intuito de auxiliar a análise de ocorrências e diagnóstico de falhas. Deverá ser um equipamento microprocessado, possibilitando a leitura dos registros de eventos armazenados, bem como, a leitura, em tempo real dos sinais monitorados, também deverá ser possível, tanto através de notebook conectado ao registrador, como através de monitoração remota do mesmo mediante comunicação com a rede data bus do veículo e via de comunicação sem fio (Wireless de alta capacidade).

Os registradores de eventos deverão ser instalados nos armários elétricos do veículo, num compartimento fechado com chave em ambas as cabeceiras, com configuração redundante, de modo que, no caso de falha do registrador do carro líder, deverá haver a comutação automática, para o registrador do carro da outra extremidade do trem, que passará a fazer os registros dos sinais.

O Registrador de Eventos Operacionais irá monitorar dados dos equipamentos que desempenham funções de segurança, sendo responsável pela coleta e armazenamento dos sinais, bem como pelo envio das informações a serem armazenadas na memória de segurança da “Caixa Preta”.

Em cada veículo deverá haver 2 conjuntos de Registradores de Eventos Operacionais, sendo um em cada carro de extremidade, e uma “Caixa Preta”.

A falha do registrador de eventos operacionais deverá ser anunciada pelo “Data Bus”.

A falha do próprio registrador deverá ser armazenada na memória, para posterior diagnóstico.

A memória de armazenamento dos dados deverá conter uma bateria interna para manter os dados, mesmo após a desenergização do equipamento, por um período de 3 (três) anos.

O registrador de Eventos deverá ser alimentado pelo sistema retificador/bateria e seu funcionamento não deverá depender da chave de energização geral do veículo.

Deverá possuir, no mínimo, as seguintes características:

- **Entradas:**

- Sinal de frequência proporcional à velocidade do trem, obtido por sensor próprio;
- Canais analógicos para registro dos principais sinais do sistema de tração/frenagem;
- Canais digitais a serem definidos na fase de projeto.

- **Saídas:**

- Sinais digitais programáveis por velocidade (mínimo 3); e
- Sinais programáveis por distância (dois).

- **Interface de Saída:**

Deverá ser do tipo USB 2 ou maior.

- **Varredura de leitura dos sinais:**

Deverá ser ajustável através do “software” aplicativo, por tempo: na faixa ajustável de 0,5 a 2,5s, com incremento de ajuste de 0,5s e por distância: de 0,25 a 250m.

- **Capacidade de armazenamento:**

O registrador de eventos deverá ter capacidade de armazenamento de dados de registro equivalentes no mínimo aos últimos 400 km de percurso, considerando-se a menor varredura de leitura dos sinais disponíveis no equipamento. Cada registro armazenado deverá conter o estado lógico de todos os sinais analógicos e digitais monitorados.

Deverá ter memória não volátil removível que terá os mesmos dados da memória interna do módulo registrador, Esta memória poderá ser removida do trem e lida por equipamento em oficina sendo que obrigatoriamente a integridade dos dados seja mantida mesmo sem a alimentação.

- **Software Aplicativo:**

O “software” aplicativo deverá ser tal que possa ser instalado em microcomputador do tipo PC e permitir o ajuste dos parâmetros do “software” residente no registrador, bem como possibilitar a leitura e análise dos dados armazenados e permitir a emissão de relatórios na forma gráfica ou listagens.

A interface com o usuário deverá ser amigável e sua operação ser simples, através de “menus”.

Deverá permitir os recursos de ajuste para compensação do diâmetro das rodas, acerto de data e hora, ajuste da varredura de leitura dos sinais a serem registrada, identificação do trem, entre outros ajustes necessários ao seu perfeito funcionamento com precisão e segurança.

O registro de sinais deverá ocorrer sempre que ou o trem estiver em movimento ou houver variação do estado lógico de qualquer sinal juntamente com a data e a hora, conforme varredura previamente programada.

Quando o trem parar na região de plataforma das estações, a identificação da estação deverá ser registrada.

O registrador de eventos deverá gravar, no mínimo, os eventos, dados, informações e sinais do veículo, tais como:

- Data e Horário;
- Sinais de liderança;
- Modalidade de condução do veículo;
- Comandos para o sistema de portas;
- Sinal de acionamento de uma ou mais portas de saída de emergência;
- Sinal de ativação de um ou mais botão soco do sistema de portas;
- Estado das portas (abertas ou fechadas) e lado da abertura;
- Sinais de comando de derivação (ou isolação) do sistema de portas para permitir que o trem ande com uma ou mais portas abertas;
- Velocidade real do trem;
- Sinal de  $dVel/dt$  (sinal de aceleração obtido pela variação da velocidade real no tempo);
- Sentido de movimento do trem;
- Posição do trem na via dada pelo sistema de sinalização via rede Data bus em cada evento;
- Quilometragem acumulada (Odômetro);
- Pressão do sistema de suprimento de ar;
- Pressão no cilindro de freio, via Data bus, em todos os carros, ou no próprio carro;
- Nível de tração ou freio requisitado pelo operador;
- Tensão de alimentação da tração das últimas 72h, com o mínimo de 3 amostras por segundo.
- Nível de carregamento do respectivo módulo ou, se possível coletar dos outros subsistemas do trem via Data bus, o carregamento em todos os módulos (carros);
- Tipo de freio aplicado (freio de serviço ou de emergência ou emergência com freio eletromagnético);
- Sinais de comando de isolação de freio;
- Sinais do comando do freio de emergência;

A alteração dos tempos de registro entre dois eventos e dos parâmetros a serem gravados deverá ser de fácil execução, através de simples alterações no módulo operacional do software pela própria Operadora.

Para manutenção deverão ser fornecidos 4 notebooks com softwares já instalados, composto pelo sistema operacional do computador, preferencialmente compatível com Windows 10 ou superior e software dedicado que fará a comunicação entre o notebook e o registrador de eventos.

O registrador de eventos deverá atender aos requisitos da norma BS/GO/OTS 203 ou IEEE 1482.1, bem como ser ensaiado, conforme estabelecido em norma reconhecida internacionalmente.

## **8.2 CAIXA PRETA**

A “caixa preta” deverá registrar dados de eventos operacionais e imagens das câmeras instaladas nos carros, conforme descrito no item gravação de imagens.

Em cada veículo deverão ser instalados dois conjuntos de equipamentos, um em cada cabeceira do veículo, sendo cada conjunto composto por:

- um modulo registrador com memória redundante;
- um modulo para conexão com a rede data bus;
- interface de sinais digitais e analógicos;
- sensor de tacômetro;
- uma memória removível;
- Modulo de display e teclado

A caixa preta deverá gravar os eventos, dados, informações e sinais do veículo, advindos do registrador de eventos operacionais, tais como:

- Comando de tração e freio.
- Comando e estado das portas.
- Velocidade.
- Modo de condução.
- Pressão do sistema de frenagem.
- Tensão de alimentação da tração das últimas 72h, com o mínimo de 3 amostras por segundo, etc.

O equipamento deverá também gravar as imagens internas das últimas 2 horas de operação do veículo com o mínimo de 10 quadros/s.

Esse equipamento deverá atender aos requisitos da norma BS/GO/OTS 203 ou IEEE 1482.1.

## **9 REQUISITOS DE SEGURANÇA**

### **9.1 SEGURANÇA ATIVA**

Como segurança ativa do projeto, deverão ser consideradas as seguintes funções e equipamentos:

- Função de frenagem.
- Função de portas.
- Dispositivo de advertência de operação de porta.

- Função de supervisão.
- Buzina e faróis.
- Sinalização externa e iluminação do veículo.
- Função de proteção contrafogo.
- Função de iluminação de segurança.
- Função de comunicação.

### **9.1.1 Função de Frenagem**

Três tipos de frenagem deverão ser usados nos veículos:

- Frenagem mecânica através da aplicação de freios a disco.
- Frenagem Elétrica.
- Frenagem de eletromagnética de emergência.

### **9.1.2 Portas**

As portas de acesso terão os seguintes dispositivos de segurança:

- Indicador luminoso em cada porta, que acionará uma luz intermitente durante o seu fechamento, que será acompanhado por um sinal acústico também intermitente.
- Uma vez fechadas, as portas deverão ser bloqueadas mecanicamente e assim permanecerem enquanto o veículo estiver em movimento. Nenhuma falha, nas portas ou em seu sistema de controle, deverá possibilitar o seu desbloqueio ou a sua abertura enquanto o veículo estiver em movimento.
- Toda porta deverá ser controlada. O veículo não poderá ser movimentado se todas as portas não estiverem fechadas e bloqueadas.
- A abertura de uma porta com o veículo em movimento provocará uma frenagem de emergência.
- As portas terão um dispositivo de detecção que indicará sua obstrução por um passageiro e impedirá seu fechamento enquanto ele estiver ativado.
- As folhas das portas devem ser providas de guarnições de borracha em toda extensão de contato entre as folhas. O perfil da borracha deve ser do tipo macho-fêmea e a fixação nas folhas deve ser do tipo encaixe.
- As bordas laterais portas devem ser providas de guarnições de borracha em toda extensão de contato entre as folhas. O perfil da borracha deve ser do tipo macho-fêmea e a fixação nas folhas deve ser do tipo encaixe. Não deve ocorrer a sinalização de porta fechada com um objeto rígido de 10 mm de espessura por 40 mm de largura, colocado entre as bordas das folhas a 1 m do piso do carro. Desta forma, se durante seu fechamento ela entrar em contato com um objeto que esteja obstruindo-a, ocorrerá a seguinte sequência: parada, abertura e recomeço do fechamento.
- Qualquer objeto com 25 mm de diâmetro, ou maior, dará início a esse ciclo de reabertura. Somente a porta que tenha detectado a presença do objeto deverá seguir esta sequência.

- Todas as portas deverão possuir um dispositivo manual que permita seu desbloqueio e abertura em caso de avaria ou emergência, tanto na parte interna como no exterior do veículo.
- Em caso de falha de uma porta, esta poderá ser fechada e bloqueada internamente na posição fechada, ficando fora de serviço, porém permitindo continuar a operação do veículo.
- Este bloqueio deverá ocorrer com a ajuda de uma chave especial em posse de pessoal autorizado. O bloqueio físico da porta deverá disparar um sinal luminoso indicando a situação para os usuários.
- Uma vez fechadas, não deverá haver nenhum tipo de folga nas portas, que permitam a penetração de água. Com as portas fechadas, nenhuma parte de seus mecanismos, guias, etc. deve ultrapassar a largura máxima do veículo.
- Todas as portas deverão poder ser bloqueadas manualmente, de maneira que não possam ser abertas nem automaticamente nem com o dispositivo manual de abertura para o caso de avaria ou emergência.
- Para permitir que o condutor ou outra pessoa autorizada possa acessar o veículo por uma das portas de acesso dos passageiros, os dispositivos de bloqueio/desbloqueio das portas deverão ser acessíveis externamente por meio de chave especial.

### **9.1.3 Dispositivo de Alarme e Evacuação**

As funções de alarme e evacuação deverão ser facilmente acessíveis aos passageiros em cada porta de acesso. O dispositivo terá duas funções e será associado ao intercomunicador.

A alavanca de alarme e evacuação terá duas posições:

- A primeira posição permitirá o envio de um alarme, sonoro e luminoso à cabina de condução, onde o condutor pode então autorizar a comunicação com o passageiro através do intercomunicador. Somente o alto falante localizado no intercomunicador, próximo ao passageiro que acionou a alavanca de alarme, será sonorizado. Nessa posição a alavanca não será travada em sua posição.
- O primeiro pedido de chamada de passageiros será prioritário e atendido pelo condutor.
- No entanto, o condutor será informado dos outros pedidos de comunicação.
- O condutor pode parar ou finalizar a comunicação quando então o dispositivo será reinicializado automaticamente.
- A segunda posição permitirá o destravamento e a abertura da porta correspondente, se a velocidade do veículo for inferior a 3 km/h.

### **9.1.4 Função de Vigilância do Condutor (homem morto)**

O controle de vigilância do condutor atenderá a norma UIC 641.

### **9.1.5 Detecção e extinção de Incêndio**

O equipamento de detecção de incêndio deverá detectar a presença de fumaça no salão de passageiros e cabina de condução por meio de aspiração contínua do ar, inclusive com a ventilação em máxima capacidade. Os filtros de poeira ou sujeira deverão ser dimensionados para durabilidade mínima de 5 anos de utilização.

O equipamento deverá fornecer no mínimo 3 níveis de alarme, com saída por relés programáveis. Os alarmes e a identificação do módulo ou cabine com fumaça deverão ser sinalizados na cabina do módulo líder.

O dispositivo de detecção incêndio deverá atender às normas da ABNT e à legislação brasileira aplicável.

Todos os módulos (carros) deverão ter extintores de incêndio localizados no salão de passageiros em compartimentos protegidos e sinalizados conforme norma. Além desses, os carros de extremidades deverão ter outro extintor localizado na cabina de condução.

## **9.2 SEGURANÇA PASSIVA**

Para a segurança passiva dos veículos deverão ser consideradas as seguintes funções e equipamentos:

- Resistência da caixa a esforços verticais.
- Resistência da caixa a esforços de compressão e colisão.
- Dispositivo anti-encavalamento.
- Protetor frontal (Guarda corpo).
- Barras de proteção lateral para os passageiros sentados.
- Resistência a fogo.
- Proteção antivandalismo.
- Iluminação interior não agressiva.
- Registrador de eventos.
- Cabina de condução com projeto ergonômico.
- Proteção Anti-encavalamento: As extremidades do veículo e as dos módulos deverão ser projetadas para evitar encavalamento em caso de colisão em velocidades de até 5 km/h carregados com carga máxima.

### **9.2.1 Dispositivo de Proteção Frontal/Guarda Corpo**

As duas extremidades do veículo deverão ser providas de saia frontal, cuja função será evitar a possibilidade de objetos ou pessoas entrarem em baixo da parte frontal do veículo, por exemplo, em casos de acidente.

### **9.2.2 Resistência dos Materiais a Fogo**

Todos os materiais utilizados no veículo deverão atender à norma NF F 16-101, e os equipamentos elétricos à norma NFF16-102, quanto à resistência a fogo.

## **10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MATERIAL RODANTE**

Os veículos fornecidos deverão estar preparados para a instalação dos equipamentos embarcados dos demais Sistemas (Sinalização e Controle e Telecomunicações). Tal situação implica na reserva de espaço físico para instalação dos mesmos e disponibilização de cabos de comunicação e alimentação para estes equipamentos.

O Sistema de Sinalização e Controle embarcado é composto por:

- Equipamentos Controladores de Bordo: deverá ser instalado um equipamento por veículo;
- Interface Homem Máquina (IHM): deverá ser instalada um equipamento em cada cabine do veículo;
- Antenas Leitoras de Baliza: serão instalados no substrato do veículo em ambas as cabeceiras do veículo;
- Sistema de Telecomunicações embarcado é composto por:
  - Dois equipamentos de rádio móvel;
  - Duas antenas de rádio;
  - Um ponto de acesso (Ap Wi-Fi);
  - Uma antena Wi-Fi.

Para ambos os Sistemas, tanto o espaço necessário para instalação, quanto à quantidade de cabos de comunicação e alimentação serão definidos em conjunto com o Fornecedor destes Sistemas na etapa de elaboração do projeto executivo.

O Fornecedor do Veículo deverá permitir que os Fornecedores de cada um dos Sistemas instalem seus equipamentos nos locais especificados.

Para os equipamentos onde são exigidos testes de tipo, a realização dos mesmos poderá ser dispensada mediante a apresentação (e aprovação pela Contratante) de certificação válida para o referido equipamento.

## **10.1 CAIXA**

### **10.1.1 Estrutura da caixa**

#### **Concepção Estrutural da Caixa**

O projeto da caixa deverá ser desenvolvido considerando-se as dimensões básicas apresentadas nesta especificação.

A caixa dos módulos que compõem o veículo deverá ser projetada, de forma que se inscreva nas seções de gabarito dinâmico especificado e que serão confirmados quando da elaboração do projeto executivo.

O fabricante poderá escolher um dos seguintes materiais para a fabricação da caixa e seus elementos estruturais:

- Aço inoxidável do tipo AISI 201, 202 ou equivalente para as partes estruturais não visíveis e do tipo AISI 301, 302, 304 ou equivalente, para partes visíveis. Para a cabeça de estrado, vigas de apoio e travessas intermediárias, poderão ser combinadas com o aço HSLA (low alloy, high tension).
- Ligas de alumínio com perfis extrudados e chapas de acabamento em alumínio, podendo existir partes em aço inoxidável. Para as áreas mais solicitadas do estrado, como as travessas de apoio da união caixa-truque, travessas de cabeceira e região dos anti-encavalamentos, poderão ser utilizados perfis e chapas de aço de baixo carbono.

O Aço carbono HSLA do tipo USI-SAC 350, ASTM A-588, ASTM A-242. Nas partes que exigirem aço mais resistente poderão ser utilizados ASTM A-572 Grau 65 ou ASTM A-514.

Deverão ser definidas as especificações de todos os materiais e tratamentos térmicos e/ou de superfície se houver, e nas partes que serão usados, assim como indicar as normas que serão utilizadas.

Independentemente do tipo de material utilizado da caixa, alumínio, aço inoxidável ou aço carbono, as caixas deverão obedecer às seguintes normas:

- EN 12663, categoria P-V.
- EN 15227 categoria C-IV da tabela 2 (crash scenario).

Deverão ser previstos suportes de apoio para levantamento do VLT por macacos eletromecânicos, seja para a composição completa ou para os módulos separadamente.

Deverá ser possível o levantamento da caixa por uma só extremidade, seja para efeito de reencarrilhamento ou de manutenção. Nestas regiões de levantamento, deverá haver placas de aço antiderrapante de espessura suficiente para que não ocorra deformação permanente.

O processo de fabricação e montagem das caixas deve ser de uso consagrado em outros veículos semelhantes do fabricante que estejam em operação há mais de 3 anos.

### **Cálculo Estrutural da Caixa**

Todos os componentes deverão ser projetados de forma que as tensões admissíveis utilizadas no cálculo da caixa respeitem as definições estabelecidas pelas normas internacionais existentes, desenhos de projetos e testes.

Os cálculos estruturais serão desenvolvidos utilizando o método de elementos finitos e utilizando um software de difusão internacional atualizado e testado em aplicações ferroviárias. As verificações para estimar a duração da fadiga causada por cargas alternadas devem ser consideradas no projeto e fabricação, considerando-se uma vida útil mínima de 30 anos.

A distribuição de possíveis esforços assimétricos provocados pela movimentação em curva deverá ser levada em conta no cálculo da estrutura.

As estruturas das caixas deverão ser dimensionadas para um carregamento de 8 passageiros em pé/m<sup>2</sup> mais a carga dos passageiros sentados, considerando o peso médio de cada passageiro igual a 75 daN. Deverá suportar essa carga, sem deformações permanentes, pelo tempo de vida útil do módulo.

A estrutura da caixa deve ser projetada para resistir aos esforços de carga extraordinária acrescida de 20% devido ao efeito dinâmico. Nessas condições, definidas na norma EN 12663, para um veículo da categoria P-V, a parte frontal da estrutura deverá resistir a uma carga de compressão ou um esforço de tração longitudinal de 200 kN quando forem aplicados separadamente.

As partes frontais dos veículos e a cabina de condução deverão ser projetadas para absorver impactos, sem deformações permanentes, nas seguintes condições:

- Impactos frontais e laterais a uma velocidade de até 8 km/h contra uma carga de 3 toneladas (veículo cuja altura dos para-choques varie entre 400 e 700 mm).
- Impacto frontal sob uma velocidade de até 3 km/h contra qualquer outro veículo do VLT.

Os esforços de compressão e as deflexões resultantes deverão respeitar as seguintes condições:

- Para caixas fabricadas em alumínio, os esforços de flexão deverão respeitar o critério estabelecido no Padrão Europeu EN 12663 (Julho 2003) considerando um veículo tipo P-V.

- Para caixas fabricadas em aço inox, os esforços de flexão deverão respeitar os diagramas de GOODMAN e levar em conta os coeficientes de ponderação em função dos tipos de montagem feitos.
- Os critérios da Norma Europeia EN 12663 (julho 2003) para os Limites dos Esforços de compressão considerando um veículo da categoria P-V.

### **Ensaio na Caixa**

O ensaio estrutural da caixa deverá ser realizado em um módulo (extremidade), estruturalmente completo, com carga simulada dos equipamentos.

A caixa deverá ser submetida a todos os ensaios de tipo, previstos nesta especificação e na norma UIC 515-4, com carga extraordinária de 8 passageiros em  $\text{pé/m}^2$ , acrescida de 20%, devido a esforços dinâmicos.

Após os ensaios não deverá existir na caixa deformações e flechas permanentes, fissuras ou trincas.

Os ensaios de tração, compressão, carga vertical e torção poderão ser comprovados através de relatórios técnicos específicos desde que estes tenham sido realizados nas condições de esforços iguais ou superiores aos especificados nos itens 14.1.1.3.1; 14.1.1.3.2 e 14.1.1.3.3, não sendo necessária, somente nessa condição, uma nova realização dos referidos testes.

Os ensaios aos quais as caixas deverão ser submetidas são os seguintes.

### **Ensaio de Tração e Compressão**

A estrutura da caixa deverá ser submetida ao ensaio de compressão em duas etapas:

- A primeira deverá ser a aplicação de carga longitudinal por sobre o dispositivo de anti-encavalamento. A carga de compressão inicial deverá ser de 20% da carga máxima de 200 kN definida, em aplicações sucessivas, sempre acrescidas de 20% da carga máxima, até o limite estipulado.
- A segunda etapa do ensaio consistirá nas aplicações de esforços de tração e compressão, alternadamente, em um eixo coincidente com a linha de centro do engate e da barra de ancoragem.

O projeto deverá detalhar as tensões das partes críticas da caixa e dos equipamentos, tais como: vigas, colunas das cabeceiras, longarinas e vigas transversais, colunas das laterais, quadros das portas, áreas adjacentes às janelas, etc.

### **Ensaio de Carga Vertical**

O ensaio de carga vertical deverá ser realizado no módulo da extremidade com carga extraordinária de 8 passageiros em  $\text{pé/m}^2$  no veículo, acrescida de 20% devido à condição dinâmica.

A carga de ensaio deverá ser distribuída no piso do módulo, iniciando-se com 20% da carga máxima e nas etapas seguintes acrescidas de 20% até 100% da carga máxima.

### **Ensaio de Torção**

O ensaio de torção a ser realizado na caixa do módulo da extremidade deverá consistir em elevar o módulo vazio sobre quatro apoios, por meio de atuadores hidráulicos localizados nos quatro cantos da caixa e retirando-se, em seguida, um dos apoios, sem que haja deformações permanentes de qualquer natureza.

Nessas condições serão verificadas as tensões e deflexões ocorridas nas diversas partes da estrutura.

### **Ensaio de Estanqueidade**

Todas as estruturas dos carros deverão ser submetidas a um ensaio de estanqueidade, antes de receber o revestimento interno.

O esguicho da água deverá ser obtido por meio de bocais, em número suficiente para cobrir toda a caixa. Os bocais deverão estar afastados no máximo 2m e apresentar com pressão de 3,5 bar. O tempo mínimo de esguicho para o início da inspeção será de 20 min.

Após a montagem final, o veículo completo, com os módulos de intercirculação instalados, deverá ser ele submetido aos ensaios de estanqueidade previstos na norma IEC 165.

### **10.1.2 Máscara Frontal**

#### **Máscara**

As partes frontais das cabinas de condução do VLT deverão ser projetadas com máscaras moldadas, fabricadas em poliéster reforçadas com fibra de vidro ou outro material com características comprovadamente equivalentes.

As máscaras deverão ter faróis em LEDs e sinaleiros, também em LED, na cor vermelha, para indicar o sentido de marcha.

#### **Para-brisas**

A máscara frontal do veículo deverá ser provida de para-brisas panorâmico e atender aos requisitos das normas NBR 11.548 e UIC 651 OR.

O veículo deverá ser equipado com sistema de limpador de para-brisas com acionamento elétrico, com chave de comando instalada na console do operador.

Deverá ser previsto acionamento manual para o limpador de para-brisas para o caso de indisponibilidade do acionamento elétrico.

As palhetas do limpador de para-brisas deverão ser projetadas para permitir a adequada visão do condutor.

Na região de visão do condutor deverá ser instalado um para-sol retrátil, de fácil manejo.

## **10.2 REVESTIMENTO INTERNO**

Os painéis de acabamento laterais internos deverão ser fabricados em poliéster reforçado em fibra de vidro, podendo ser aceitas alternativas, desde que apresentem características técnicas, físicas e químicas iguais ou superiores às indicadas.

As arestas e cantos deverão ser arredondados e suas fixações não deverão utilizar parafusos ou rebites aparentes.

Os materiais utilizados no fornecimento do revestimento interno deverão ter características de chama não propagante, conforme norma ASTM E162, ou equivalente, e densidade óptica máxima de fumaça conforme ensaios estabelecidos nas normas NBR-9442 e ASTM-E 662 ou norma equivalente reconhecida internacionalmente.

Os índices de produção de fumaça deverão atender aos seguintes valores:

Material	Índice de Propag de Chama (máx.)	Densidade Máxima de Fumaça	
		90 s	4 min.
Melamina e Madeira	25	100	200

Outros Materiais	25	100	300
------------------	----	-----	-----

As quantidades máximas de gases tóxicos liberados pelos materiais utilizados no interior dos veículos deverão ser inferiores às estabelecidas pela norma NF F 16-101 (item 6.3) ou norma BSS-7239 (Boeing Specification Support Standard).

<b>Norma BSS-7239 Gases Tóxicos</b>	<b>Concentração. (máxima)</b>
Monóxido de Carbono (CO)	3.500 PPM
Ácido Fluorídrico (HF)	200 PPM
Dióxido de Nitrogênio	100 PPM
Ácido Clorídrico (HCL)	500 PPM
Ácido Cianídrico (HCN)	150 PPM
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	100 PPM

Os materiais utilizados deverão atender aos requisitos de comportamento ao fogo exigidos pela FAA – Code of Federal Regulations - Título 14 - Parte 25.853, ou pela FRA -Code of Federal Regulations" -Título 49 -Parte 238, ou ainda pela UMTA -Urban Mass Transportation Administration ou finalmente pela NF F 16-101 - Aplicação: "Sièges".

O revestimento do teto deverá ser fabricado em poliéster ou alumínio pintado. Os difusores do ar condicionado deverão ser em alumínio anodizado.

### **10.3 ASSENTOS**

No projeto do leiaute, a largura dos corredores não poderá ser menor que 600 mm junto aos truques dos veículos e menor que 800 mm no restante do veículo, inclusive nos gangways.

Não será necessária a livre circulação dos usuários em cadeira de rodas ao longo de todo o veículo, porém, nos locais reservados às cadeiras de rodas a largura do corredor de passagem não poderá ser inferior a 900 mm, totalmente desobstruído de colunas, assentos e pegas-mãos para possibilitar a circulação.

A estrutura dos bancos deverá ser reforçada, para resistir a uma carga distribuída de até 200 daN por assento, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos.

As dimensões do encosto e assentos dos bancos deverão ser compatibilizadas com os parâmetros estabelecidos na norma NBR 12440.

Os bancos deverão possuir um arranjo misto, possuindo bancos fixos e retráteis. O assento e encosto dos bancos deverão possuir insertos compostos por camada de espuma e tecido de aramida (Kevlar), revestidos com tecidos de acabamento anti-chama.

Deverão existir assentos reservados para passageiros Portadores de Necessidades Especiais – PNE, Idosos, Gestantes e Pessoas com crianças de colo. Os assentos prioritários deverão ser devidamente identificados e estarem em conformidade com os requisitos da norma NBR 14021.

Deverá haver dois lugares para obesos e dois lugares, especialmente reservados para passageiros usuários de cadeira de rodas, localizados próximos às portas. Os bancos reservados para obesos devem possuir a largura de dois bancos comuns e suportarem carga superior a 250 kg.

## 10.4 PEGA MÃOS

O salão de passageiros deverá dispor de colunas e barras longitudinais, dispostas nos corredores e na região das portas, que permitirão aos passageiros movimentarem-se com segurança. Na região das portas deverão existir colunas verticais do tipo “triploide”, observando-se as distâncias para circulação de cadeira de rodas.

As colunas e barras de pega mãos deverão ser confeccionadas em tubos de aço inoxidável com partes fotoluminescentes para facilitar a visualização por pessoas com acuidade visual reduzida.

As fixações, colunas e barras deverão ser tais que não existam deformações permanentes em quaisquer dos elementos quando aplicada uma carga vertical de 250 daN nos pontos médios entre suportes de fixação dos pegadores.

As fixações e colunas deverão suportar uma carga horizontal de 180 daN nos pontos médios entre as fixações das colunas, sem que exista deformação permanente em qualquer de seus elementos. O diâmetro externo mínimo dos tubos deverá ser de 32 mm (1 ¼ de polegada).

Os leiautes de distribuição dos pega-mãos em cada carro devem ser aprovados pela SEMOB durante as etapas de aprovação do projeto.

## 10.5 JANELAS

As janelas deverão ser hermeticamente fixadas em rebaixo da estrutura da caixa, de modo que após a fixação dos vidros, estes fiquem alinhados com as chapas de acabamento lateral do veículo.

Essa montagem deverá suportar as pressões causadas por esforços definidos por norma. As janelas deverão ser do tipo panorâmico.

Os vidros deverão ser de segurança, resistentes a radiações ultravioletas, atendendo à norma NBR 9491 ou norma equivalente reconhecida internacionalmente.

## 10.6 PISO

A base estrutural do piso deve ser uma superfície contínua plana e lisa com uma camada de isolante termo acústico do tipo auto extingüível com qualidade comprovada. Os materiais da base e do acabamento do piso deverão ser fabricados respeitando as seguintes normas ou equivalentes reconhecidas internacionalmente:

- Resistente a chamas: ASTM E 648
- Resistente à flexão: ASTM D 790
- Resistente à tração e compressão: ASTM D 638
- Resistente à abrasão e desgaste: ASTM C 501-66
- Característica antiderrapante: ASTM D 2047
- Resistente a substâncias químicas: BS EN ISO 26987
- Baixa emissão de fumaça e gases tóxicos: NF F 16101 M-2 F-3.

O conjunto da estrutura do piso deverá ser flexível, entretanto deverá suportar sem deformação permanente uma carga de 100 daN em uma área de 20x20cm.

As aberturas para passagem de conduítes, tubulações e outros deverão ser calafetadas.

A união entre o material do piso e a parede da caixa deverá ser feita sem a formação de pontas afiadas e sua fixação não deverá ter parafusos ou rebites aparentes. Sobre esta união, deverão ser aplicados rodapés de material e dimensões definidas durante o projeto.

Na região das portas deverá haver soleiras fabricadas em chapa de aço inoxidável com antideslizamento em alto relevo.

O piso acabado do carro deverá ser projetado para resistência a fogo por 30 minutos, no mínimo, comprovado por ensaio conforme a norma ASTM E 119, em amostra que represente o estado final de construção e acabamento, utilizado na produção.

## **10.7 CONEXÃO ENTRE MÓDULOS – GANGWAY**

O veículo deverá ser equipado com gangways de forma a permitir passagem de intercirculação entre todos os módulos, com a máxima abertura possível de forma a facilitar o trânsito de pessoas.

O gangway deverá ser hermético e em sua instalação não deverá haver desníveis no piso na região entre módulos; deverá ser evitada a existência de “nichos” que propiciem o acúmulo de poeira.

Na região do gangway deverá haver barras de pega mãos para segurança dos usuários, inclusive na passagem de um módulo para outro com segurança.

Esta região deve ser dimensionada para suportar a densidade de Carga Excepcional e acomodar a torção e o desnível eventual máximo dos pisos entre módulos adjacentes, em condições normais de operação da via principal e, no pátio, com Carga em Vazio. A durabilidade dos componentes deverá ser superior a 10 anos.

O nível de ruído interno, na região do gangway, não deverá ser superior ao estabelecido para o interior do veículo.

## **10.8 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

O sistema de iluminação do salão de passageiros deverá ser projetado para atender aos níveis de conforto visual especificados no item 3.8.4.

A metade das lâmpadas de iluminação, instaladas no sentido longitudinal, do veículo deverá ser alimentada pelo circuito de uma fonte de corrente alternada e a outra metade pelo circuito de outra fonte, alternadamente, de modo que na falha de uma das fontes, permaneça acesa 50% da iluminação do salão de passageiros.

Todos os módulos deverão ter uma lâmpada de emergência do tipo LED, em cada região de portas, alimentada pela tensão de bateria.

As lâmpadas do salão de passageiros e da cabina deverão ser do tipo LED de alto rendimento e alta vida útil, de dimensões semelhantes às lâmpadas fluorescentes de 40 W.

A fonte de alimentação em corrente alternada do próprio carro deverá alimentar lâmpadas pertencentes a luminárias alternadas em relação às duas fileiras de luminárias, de forma que mesmo com a perda de metade da iluminação do carro, a iluminação remanescente fique distribuída de forma homogênea ao longo das duas fileiras de luminárias.

O interior dos eventuais armários existentes dentro do salão de passageiros ou na cabina de condução deverá ser equipado com lâmpadas spot, também de LEDs, posicionadas de forma a facilitar a iluminação durante as intervenções de manutenção.

## 10.9 PORTAS

Deverão ser instaladas portas de acesso nas duas laterais de cada módulo.

A largura livre das portas de uma folha não deverá ser inferior a 800 mm, e se utilizadas, somente poderão ser instaladas nos módulos com cabina.

A largura livre das portas duplas não deverá ser inferior a 1300 mm. A altura livre das portas não deverá ser inferior a 1950 mm.

A interface entre as plataformas de estações/paradas e os veículos, com as portas abertas deverá ser analisada tanto nas condições ideais como nas degradadas (veículos com as rodas desgastadas, problemas na suspensão, etc.). Em nenhum caso será admitido que as portas encostem nas plataformas.

Em função das condições operacionais, pode ser constatada a necessidade de instalação de Portas de Plataforma nas estações. Portanto, o Material Rodante deverá ser fabricado de modo que possa operar em sincronia com estes equipamentos sem que seja necessária a realização de quaisquer adaptações.

### 10.9.1 Requisitos Gerais do Sistema de Portas

As folhas de portas deverão ser de face simples e/ou dupla, de acordo com uma das alternativas propostas, fabricadas com estrutura rígida, livres de ondulações e com isolamento termo-acústica.

As folhas de portas deverão ser projetadas de forma a resistir a uma carga concentrada de 120 daN, aplicada perpendicularmente à sua face, no centro da borda frontal, quando apoiada nas extremidades, com uma deflexão máxima de 3 mm, sem ocasionar deformação permanente.

Os quadros e as folhas de portas deverão ser projetados de forma a não prender a mão do passageiro durante sua abertura/fechamento.

O sistema de portas deverá ser projetado para não indicar porta fechada e não haver travamento enquanto houver um objeto rígido com diâmetro 10 mm, no mínimo, colocado entre os perfis de borracha das folhas, a 1m do piso do módulo. A indicação de porta fechada deverá caracterizar porta fechada e travada, por meio de sensores independentes.

As portas deverão ser do tipo plug in ou de deslizamento externo e o acionamento das folhas de portas deverá ser feito por motor elétrico, alimentado em tensão de baterias do veículo.

O motor elétrico deverá acionar a folha e no caso de duas folhas, de forma conjugada. O motor deverá ser dotado de mancais de rolamento blindado e ter proteção tipo IP 54.

A suspensão das folhas das portas deverá estar diretamente interligada ao mecanismo de acionamento, de forma conjugada, no caso de duas folhas. A conjugação deverá ser realizada através de fuso tratado com lubrificação a seco.

O fuso deverá ser em aço laminado com diâmetro suficiente de forma que não ocorra flexão durante a movimentação das folhas mesmo que haja alguma obstrução que impeça o movimento das folhas.

As folhas das portas deverão ser providas de guarnições de borracha maciça em toda a sua extensão de contato entre elas, com flexibilidade suficiente para não causar lesões aos passageiros.

As portas deverão ser providas de janelas panorâmicas com vidros de segurança, faceados com as folhas do lado interno do carro.

A durabilidade dos componentes mecânicos do sistema de portas deverá ser de, no mínimo, 30 anos.

### **10.9.2 Dispositivo de Emergência de Portas**

Ao lado de cada porta do carro, no seu lado interno e acessível ao usuário em frente à porta, deverá haver um dispositivo de emergência, convenientemente protegido contra ação indevida dos passageiros.

### **10.9.3 Portas de Serviço**

Duas das portas em cada lateral do veículo deverão ter também a função de portas de serviço. A abertura dessas portas deverá ser possível com o veículo parado, por meio do acionamento de um dispositivo com chave, tanto do lado interno como externo do veículo, independentemente de estar a cabina selecionada, porta isolada ou sistema desligado.

A porta aberta pela função da chave de serviço, assim deverá permanecer até que seja desativada a função.

Os dispositivos externos deverão ser acessíveis ao condutor em pé, a partir do boleto do trilho.

### **10.9.4 Comando e Sinalização de Portas**

O sistema de comando deverá ser eletrônico, de alta confiabilidade, evitando-se circuitos e intertravamentos por meio de componentes eletromecânicos, como relés, contadores, etc.

O sistema deverá monitorar, continuamente, o estado de portas fechadas e travadas, sinais de velocidade do veículo e funcionamento de cada porta do veículo, efetuando diagnósticos automáticos e anunciando os eventos de falhas no monitor do console do condutor.

O sistema deverá gerar dois sinais distintos: “Portas Fechadas” e “Portas Fechadas e Travadas”.

Se, durante a movimentação do trem, for perdido o sinal de “Portas Fechadas e Travadas”, mas mantido o sinal de “Portas Fechadas”, o mesmo deve ser indicado ao operador, não implicando, porém, na necessidade de parada total do trem. O veículo deverá prestar serviço até a estação seguinte onde será verificado o ocorrido.

Se, durante a movimentação do trem, for perdido o sinal de “Portas Fechadas”, o mesmo deve implicar na aplicação de freio de emergência até a parada total do trem.

O comando de portas deverá proporcionar a abertura e o fechamento das portas em qualquer modalidade operativa, sempre com o veículo com velocidade abaixo de 3 km/h.

Os comandos de abertura e fechamento de portas do veículo somente deverão ser ativos na cabina líder. A reversão de cabina líder ou a alteração de modalidade de condução do veículo não deverá gerar comando ou mudar o estado das portas.

Quando uma porta for isolada, deverá inibir o comando de abertura, sinalizar porta fechada e travada e ativar a comunicação visual luminosa interna ao salão de passageiros, indicando “FORA DE USO”, sobre cada porta isolada e fechada.

Independentemente da modalidade operativa, todo comando de fechamento de portas do veículo deverá ser precedido de um sinal sonoro de alerta no salão de passageiros e outro luminoso intermitente, produzido por sinalizadores instalados sob os batentes superiores das portas laterais. A duração dos sinais deverá ser em torno de 3 segundos, podendo ser ajustável de 1 a 5 segundos.

Os circuitos de comando e controle do sistema de portas deverão ser projetados com filosofia de “Falha Segura”, ou seja, qualquer modo de falha não deverá provocar condições de falhas críticas ou catastróficas.

As funções de segurança executadas por software ou hardware do sistema de controle de portas deverão ser certificadas por entidade independente, quanto à segurança dos seus modos de falha, obedecendo aos requisitos da norma EN 50126.

Para essas análises, deverão ser consideradas falhas com consequências catastróficas se:

- Houver abertura indevida de uma ou mais portas com o veículo em movimento;
- Houver habilitação indevida da movimentação do veículo com uma ou mais portas abertas.
- Da mesma forma, com o veículo parado, considerar falhas com consequências críticas se:
  - Houver abertura indevida das portas do lado oposto ao da plataforma.
  - Houver abertura de portas sem comando ou liberação do condutor.
- As falhas e diagnósticos deverão ser registradas e indicadas na própria unidade de controle das portas e no monitor da cabina do sistema “data bus”, sendo as anormalidades registradas juntas com os principais parâmetros de controle do sistema de portas. A unidade de controle das portas deverá registrar pelo menos as 200 últimas ocorrências do sistema.

O software de controle deverá ser estruturado, de acordo com os requisitos da norma EN 50128.

### **Ensaios:**

Os ensaios dos equipamentos de controle de portas deverão seguir as condições descritas na norma IEC 60571 e serão (Ensaios de Tipo):

- Funcional (desempenho);
- Tensão suportável;
- Transitórios;
- Acréscimo de temperatura;
- Vibração.
- Ensaios de rotina:
  - Funcional;
  - Tensão suportável.

## **10.10 SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO**

O veículo deverá ser projetado para garantir conforto térmico aos passageiros e aos seus condutores nas condições ambientais existentes nas quatro estações meteorológicas do Distrito Federal.

Os veículos deverão ter isolamento térmico nas paredes, coberturas e estrados.

Os vidros das portas dos para-brisas e das janelas deverão ter proteção para:

- Atenuar a irradiação solar.
- Antivandalismo.

- Segurança dos passageiros.

A proteção dos vidros deverá ser aplicada pelo lado interno dos veículos.

O Veículo deverá ser provido de um sistema de ar refrigerado, com regulagem automática e comum para as unidades de refrigeração, com controle acessível ao condutor para regulagem da temperatura interior.

Deverá haver um botão no monitor da cabine que quando acionado desligará/ligará todas as unidades de ar refrigerado do trem, inclusive a ventilação para uso operacional em caso de fumaça e/ou falha no automatismo deste sistema.

Para temperatura interna abaixo de 23°C, o sistema de refrigeração deverá desligar automaticamente e somente o sistema de ventilação do evaporador permanecerá ligado, funcionando como um sistema de renovação de ar.

O desligamento do sistema de refrigeração, mantendo a ventilação ligada, deverá ser possível também por comando via Data bus. Essa função deverá ser utilizada para o desligamento dos equipamentos de ar refrigerado enquanto os veículos estiverem fora de uso operacional, estacionados e sem comando.

Tanto na Cabine de condução e Salão de passageiros, com o veículo sem energia, deverá haver, no mínimo, 20 minutos de ventilação;

As cabinas poderão ser refrigeradas por unidades independentes ou pelo sistema de refrigeração do salão. As unidades deverão ser alimentadas pelo sistema elétrico, em corrente alternada, trifásica de 60 Hz.

Cada unidade deverá ser ligada por fonte de suprimento elétrico diferente, de forma que o desligamento da fonte de alimentação auxiliar de uma das unidades não deverá afetar o funcionamento normal da outra.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para que a distribuição do ar de saída seja uniforme ao longo de toda a extensão do veículo.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para operar nas condições ambientais do Distrito Federal, proporcionando conforto térmico de acordo com o estabelecido na norma europeia EN 14750.

O dimensionamento do sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para que no salão de passageiros a temperatura interna seja mantida entre 5° e 7°C abaixo da temperatura externa, quando esta for superior a 32°C, nas condições de variação de temperatura e umidade externas registradas estatisticamente no Distrito Federal.

O critério de dimensionamento, configuração e características deverão seguir as normas da ABNT, UIC e CENELEC ou outra equivalente reconhecida internacionalmente.

Deverá ser observada a incidência da radiação solar que, como registrado nos manuais de dimensionamento dos sistemas de ar condicionado, é variável não só ao longo dos dias, mas, também com as estações do ano, tanto em termos de watts/m<sup>2</sup> como no ângulo de incidência.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para manter a temperatura interna do salão de passageiros dentro dessa faixa exigida, com taxa renovação igual a, no mínimo, 6m<sup>3</sup> de ar fresco por passageiro/hora, com carga nominal e no mínimo 3m<sup>3</sup> de ar fresco por passageiro/hora, com carga máxima, considerando as seguintes ocupações diárias por faixa horária:

- Das 5:00 h às 7:00 h e de 22:00 h às 24:00 h: Todos os lugares sentados ocupados
- Das 7:00 h às 8:00 h, 10:00 h às 12:00 h e de 20:00 h às 22:00 h: Veículo ocupado com 2 passageiros em pé/m, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas

- Das 8:00 h às 10:00 h e de 17:00 h às 20:00 h: Veículo ocupado com 6 passageiros em pé/m, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas
- Das 12:00 h às 17:00 h: Veículo ocupado com 4 passageiros em pé/m, com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas.

Atenção especial, em função dos requisitos especificados, deverá ser dada ao isolamento térmico dos veículos.

O Nível de Ruído no salão, somente com o sistema de refrigeração de ar funcionando na potência máxima, deve ser, no máximo, de 70 dBA, a ser medido em seu centro, a 1,2 m do piso e com as portas fechadas.

## **10.11 ACOPLAMENTO**

### **10.11.1 Mecânico**

O acoplamento entre dois veículos, através dos módulos das extremidades, deverá ser feito por barra de junção, que ficará alojada dentro do acabamento inferior frontal dos veículos.

Caso seja necessário o acoplamento entre dois veículos, ele será executado pelos seus condutores; para isso os engates deverão ser dimensionados para possibilitar que um veículo puxe ou empurre outro veículo após o acoplamento.

Os engates entre módulos ou entre veículos não deverão possuir elementos de borracha natural ou neoprene, peças ou partes de desgaste para amortecimento ou absorção de energia.

O engate não deverá transferir forças superiores a 800 kN para a estrutura da caixa na operação de acoplamento.

#### **Ensaio:**

- Desempenho do acoplamento com o VLT carregado (tipo);
- Acoplamento entre VLTs (tipo);
- Acoplamento com veículo auxiliar de manobra (rotina).

### **10.11.2 Elétrico**

As conexões de sinais de comando e de dados entre módulos deverão ser feitas por cabos e conectores apropriados, travas e lacres ou caixa de conexões com cabos aparafusados que suportem as vibrações do veículo e os balanços dos cabos e ter proteção IP 68.

A conexão entre módulos dos cabos de bateria deverá ser feita por terminais com parafusos.

Os módulos deverão ser interligados de forma que os coletores de energia de um carro estejam sempre no mesmo potencial elétrico que os do módulo adjacente.

A conexão dos cabos entre os módulos deverá ser efetuada por conectores robustos, em armários apropriados e dispositivos para evitar erros de conexão.

Para fins de rebocamento, deverá ser previsto nos engates sinais elétricos para conexão e interligação do sistema de comunicação, sinalização, abertura de portas, acionamento dos freios e sinal de integridade do comboio.

## **10.12 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ENERGIA**

O veículo deverá ser equipado com sistema de sapatas coletoras para conectar a corrente de tração – APS, além dos subsistemas descritos no **item 4.2**.

Além de sistema APS o veículo deverá ser equipado com pantógrafo ou sistema similar de uso metro-ferroviário consagrado para captação de energia nos trechos do pátio Hípica, equipados com rede aérea.

## **10.13 TRUQUE**

### **10.13.1 Descrição Geral**

A motorização dos truques deverá levar em conta todas as situações de carregamento e da via e pátio, em atendimento às especificações de desempenho. Os truques dos módulos deverão ser intercambiáveis.

Deverá ser projetado para circular normalmente a 70 km/h numa via de raio horizontal de 100 m e a 20 km/h em via de raio de 20 m sem sofrer danos ou interferência.

No projeto do truque deverão ser consideradas todas as condições de projeto da via permanente.

A flexibilidade do truque deverá permitir que as acompanhem todas as irregularidades da via. Deverá ser projetado, de modo que apresente limitação do alívio de carga nas rodas, quando transitar sobre os AMVs ou em curvas simples ou reversas, aclives, declives ou em superelevações, com quaisquer que sejam as acelerações e em qualquer direção.

Os truques deverão ser projetados para suportar a caixa dos módulos com todos os seus equipamentos, lotação máxima e esforços dinâmicos, sem deformações permanentes e manter a altura do piso acabado do módulo em relação ao topo do boleto do trilho, dentro do estabelecido no item dimensões e peso deste documento.

O projeto do truque e a sua instalação na caixa deverão ser de tal forma que para remoção de qualquer motor de tração ou de uma roda ou rodeiro, não haja necessidade da remoção do truque.

O truque deverá seguir a filosofia de duas suspensões sendo: uma primária, entre o rodeiro (parte de contato com o trilho) e a estrutura do truque e outra secundária, entre a caixa e o truque.

A suspensão primária deverá ser constituída com molas de elastômero.

No conjunto da suspensão secundária, quando utilizarem bolsas de ar, deverá haver válvulas de nivelamento que não sejam sensíveis às oscilações normais do Veículo durante seu percurso, reservatórios de amortecimento e amortecedores reparáveis de dupla ação ou outro dispositivo de mesma função de uso e resultado comprovado.

Os truques deverão ser projetados de acordo com as exigências contidas no relatório UIC ORE B55.

### **10.13.2 Armação do Truque**

Os truques a serem utilizados para os VLTs deverão ser de concepção simples e robusta, com suspensão primária, secundária e amortecedores, assegurando baixo nível de ruído e trepidação.

Os truques deverão suportar a caixa do carro com todos os seus equipamentos e lotação máxima, considerando-se a carga máxima prevista nas normas técnicas aplicáveis para compensação dos esforços dinâmicos.

Deverão permitir a rotação da caixa, a inscrição correta na via a ser especificada e ter boa estabilidade em qualquer velocidade operacional. Os truques deverão ser intercambiáveis entre si e construídos em chapa de aço carbono de baixa liga e alta resistência, soldadas e com posterior tratamento térmico. Todas as soldas e soldadores deverão estar em conformidade com a AWS (American Welding Society).

Os truques deverão ser objeto de cálculos estruturais e de desempenho.

A seleção das cargas para o cálculo da armação dos truques deve considerar as seguintes condições:

- Condições estáticas devido ao peso da caixa suportada pelo truque.
- Condições dinâmicas provocadas pela marcha do veículo sobre os trilhos onde o perfil geométrico é conhecido.

### **10.13.3 Contato Roda Trilho**

O perfil da roda deverá ser compatível com o perfil do trilho.

O fabricante deverá estabelecer a relação entre as características geométricas do truque e as da via, considerando, entre outros os seguintes aspectos:

- Os esforços gerados durante a inscrição em curvas.
- Os limites dos descarrilamentos para a relação entre o esforço lateral na roda (Y) e da carga vertical na roda (Q) devem respeitar o estabelecido pela norma UIC 518.

### **10.13.4 Lubrificadores de Trilho**

Os veículos deverão ser equipados com lubrificadores de frisos de rodas.

O sistema de lubrificadores deverá atender aos requisitos da norma DIN EN 50155 e DIN EN 61373 ou outra norma reconhecida internacionalmente.

O sistema de lubrificadores deve ser instalado nos rodeiros de ataque do primeiro truque dos módulos com cabine.

Deve operar com lubrificante com teor de sólidos em quantidade adequada para garantir a formação de um filme lubrificante na região do friso e na lateral dos trilhos, sem provocar contaminação da superfície de rolamento da roda, do topo do boleto do trilho, bem como das partes inferiores dos módulos (por efeito de centrifugação).

O sistema não deverá ter componentes mecânicos de desgaste, nem necessidade de lubrificação.

O sistema deverá ser projetado de forma a possibilitar o funcionamento de todo sistema instalado no veículo, através de comando único de liga/desliga, ou o funcionamento parcial em apenas um dos módulos da extremidade.

O sistema deverá prever dispositivos que permitam alterar facilmente a quantidade de lubrificante aplicada. A aplicação deverá ser feita através de ajuste dos intervalos de tempos de aplicação e repouso. O acionamento deverá levar em conta se o veículo está em curva, sua velocidade e direção e temperatura ambiente.

O sistema deverá permitir a interrupção da lubrificação quando o veículo estiver parado.

### **10.13.5 Sistema de Suspensão**

O truque deverá possuir 2 suspensões: uma primária localizada entre o contato da roda com o topo do boleto do trilho e a estrutura do truque e outra secundária entre a caixa e o truque. Quando houver partes metálicas nos elementos de borracha da suspensão primária, estes deverão ser vulcanizados nas partes metálicas.

A suspensão secundária poderá ser de alguns de os seguintes sistemas:

- Por borrachas de ação progressiva.
- Por molas helicoidais de grandes dimensões, instaladas entre os laterais dos truques e o estrado do carro, os quais receberão diretamente a carga da caixa. As molas deverão ser instaladas com suas caras superiores e inferiores isoladas do contato metálico direto, mediante peças de borracha natural.
- Bolsas de ar

Em qualquer dos processos deverá haver um sistema de sensores de carga (transdutores) para fornecer sinal de referência de peso aos sistemas de tração e frenagem.

O sistema da suspensão será completado com amortecedores horizontais e verticais para evitar as acelerações transversais e verticais provocadas pelas oscilações auto-excitadas durante a marcha dos veículos, eliminando toda possibilidade de sua geração.

No caso de suspensão feita por bolsas de ar, na eventualidade de rompimento de uma bolsa, deverá haver o rápido esvaziamento da outra do mesmo truque e nestas condições a caixa deverá ficar apoiada em batentes, permitindo a continuidade da operação. As bolsas de ar da suspensão, quando existirem, deverão ser alimentadas por um circuito pneumático independente do circuito de freio através de válvula de nivelamento, que não seja sensível às oscilações normais do veículo durante o seu movimento.

Qualquer que seja o tipo de suspensão adotado, deverá haver um sistema de nivelamento visando manter a altura do piso conforme estabelecido no item 3.6.2, com qualquer carregamento até sobrecarga, mesmo na condição de rodas desgastadas. O tempo de resposta deste sistema deverá ser inferior a 30 s da condição de módulo vazio para módulo lotado. Deverá ainda distribuir igualmente as cargas nas rodas em todas as situações de carga e posição do Veículo, considerado o tempo de resposta.

Na suspensão secundária deverá ser prevista uma interface que permita informar ao sistema de tração e de frenagem a leitura da carga do carro.

Na simulação dinâmica que será realizada, deve-se comprovar que o tempo de resposta do sistema foi projetado adequadamente e que, portanto, satisfaz às condições de segurança.

Os valores das acelerações e das frequências de oscilações do carro deverão estar em conformidade com a Norma ISO 2631(figuras 2a e 3a), considerando o tempo de exposição de 6h contínuas e todas as condições de carregamento.

### **10.13.6 Rodas**

O perfil da roda deverá ser, conforme norma UIC 510-2 OR.

As rodas do veículo deverão ser de aço forjado e a diferença do diâmetro de uma roda nova em relação à última vida deverá ser de aproximadamente 80 mm.

A classe das rodas e as dimensões deverão ser apresentadas e aprovadas durante a fase de projeto executivo.

### **10.13.7 Areeiro**

Os truques motorizados deverão ser equipados com dispositivos areeiros para aumentar a aderência das rodas ao trilho para limitar os riscos de deslizamento e derrapagem.

Estes dispositivos deverão ser controlados de acordo com a direção de condução. Todos os truques motorizados deverão possuir um sistema areeiro.

## **10.14 SISTEMA DE TRAÇÃO**

### **10.14.1 Inversor de Tração**

Os inversores de controle de tração e frenagem elétrica deverão ter os semicondutores de potência configurados em circuito de ponte simples. Não deverá haver, no circuito de potência, semicondutores ligados em série ou paralelo para atender aos requisitos de tensão ou corrente elétrica resultante. Ressalte-se que os circuitos de controle de tração e frenagem elétrica deverão, no modo frenagem, priorizar a carga das baterias / supercapacitores (se for o caso) de tração.

Não serão aceitos sistemas de arrefecimento onde os semicondutores de potência sejam imersos em câmaras de líquido refrigerante.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser protegido contra interferências eletromagnéticas e, ao mesmo tempo, deverá evitar a geração de interferências eletromagnéticas em outros sistemas do veículo ou instaladas nas estações e via, principalmente na faixa de frequência de operação do equipamento de Controle de Bordo (CB), conforme a norma EN/ISO 3095 e EN50121.

#### **Ensaio:**

O inversor estático de tração deverá atender às condições descritas na norma IEC-60077 ou normas equivalentes reconhecidas internacionalmente, onde aplicáveis e os ensaios serão de dois tipos:

#### **Ensaio de Tipo:**

- Funcional
- Impulso
- Calor seco
- Calor úmido
- Vibrações e choques

#### **Ensaio de Rotina:**

- Funcional
- Tensão suportável

### **10.14.2 Motor de Tração**

O motor de tração deverá ser de corrente alternada trifásica e balanceada dinamicamente com rotor não bobinado (gaiola de esquilo).

Os enrolamentos das bobinas deverão ser isolados com material classe H e, posteriormente, impregnados. A elevação de temperatura não deverá ultrapassar os limites da classe F.

A vida nominal calculada dos rolamentos deverá ser igual ou maior que 1.200.000km.

O motor de tração deverá ser dimensionado mecanicamente para suportar continuamente a rotação equivalente a 20% acima da velocidade máxima do veículo, considerando-se as rodas no limite de desgaste e as condições de vibração e choque existentes na via.

Ensaios:

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina de acordo com a norma IEC 60349-2 para motores de tração.

Os ensaios deverão ser os seguintes:

- elevação de temperatura (tipo);
- aquecimento de curta duração (rotina);
- curvas características (tipo e rotina);
- sobre velocidade (tipo e rotina);
- ruído (tipo);
- tensão suportável (rotina);
- vibração (rotina);
- valores característicos com tensão nominal (tipo e rotina).

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

#### **10.14.3 Resistores de Frenagem**

Os resistores de potência utilizados no equipamento de frenagem elétrica deverão estar dimensionados para suportar frenagens máximas sucessivas, caso não seja possível a regeneração.

Os resistores deverão ser submetidos aos ensaios, de acordo com a norma IEC 60322. Os ensaios de tipo e rotina são:

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

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

#### **10.14.4 Equipamento de Manobra e Proteção**

O equipamento de manobra e proteção de potência terá como finalidade o chaveamento dos circuitos de tração e frenagem elétrica e deverá interromper correntes de curto-circuito ou sobrecargas.

O fusível ou disjuntor de entrada deverá ter capacidade de interromper qualquer corrente operativa de sobrecarga e curto-circuito.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser compatibilizado com as retificadoras do sistema de alimentação elétrica.

Os equipamentos de manobra e proteção (relés, contadores, chaves eletromecânicas e eletropneumáticas, chave de linha, disjuntores, etc.) deverão obedecer aos requisitos da norma IEC 60077 ou equivalente reconhecida internacionalmente.

## **10.15 SISTEMA DE FRENAGEM**

### **10.15.1 Freio Elétrico**

O sistema de frenagem elétrica deverá considerar motores de tração em corrente alternada, com uso comprovado em sistemas ferroviários de transportes de passageiros com carregamento equivalente ao desta especificação.

O sistema deverá ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade operacional e para as condições de carro vazio até carregado com a Carga Excepcional atendendo ao desempenho de frenagem elétrica especificado.

O inversor deverá proporcionar frenagem elétrica plena no veículo, sem atuação da frenagem por atrito, em todas as condições de carga, a partir de velocidade máxima de 70 km/h até 10 km/h. Entre 10 km/h e 5 km/h será permitida a função “blending”, sendo que a partir de 5 km/h poderá atuar somente a frenagem por atrito.

A frenagem elétrica deverá ser do tipo regenerativo e reostático.

A interface entre o equipamento de comando e controle de tração com o equipamento de comando de freio de atrito deverá ser compatibilizada, para que a transição entre freio de atrito e o freio elétrico e vice-versa não afete a taxa de frenagem de serviço.

### **10.15.2 Freio de Atrito**

O freio de atrito deverá ser de uso comprovado em VLT e ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade, desde a máxima até zero, para as condições de carro vazio até carregado, considerando a Carga Excepcional, atendendo ao desempenho especificado.

O sistema de freio por atrito deverá ser compatibilizado com o freio elétrico, para garantir a frenagem segura, suave e isenta de solavancos.

O acionamento do sistema de freio mecânico (de atrito) se fará por meio de um sistema pneumático ou hidráulico.

Deverão ser utilizados blocos de freio acionados por ação de mola, para a realização do freio de estacionamento. Em caso de não haver ar pressurizado no veículo, o freio de estacionamento pode ser liberado em cada bloco respectivo, mediante dispositivo manual.

As unidades de freio deverão possuir ajustadores automáticos de folga, para que não ocorram variações da força aplicada em qualquer condição de desgastes dos materiais de atrito.

Cada truque equipado com freio mecânico (de atrito) terá seu sistema controle de acionamento de ar comprimido ou hidráulico. Estes sistemas receberão os sinais de frenagem que determinam a intensidade de freio comandada pelo condutor e o correspondente nível de frenagem, seja de serviço, de emergência ou de segurança.

O sistema de freio de atrito deverá ser dimensionado para garantir, em qualquer opção de projeto, no mínimo, a aplicação de 3 (três) frenagens de emergência consecutivas (com carga excepcional) a partir da velocidade máxima de 70 km/h.

O projeto do sistema de suprimento de ar, bem como das centrais hidráulicas, se for o caso, deverá considerar as condições especiais de funcionamento inerentes ao material rodante metro-ferroviário, em particular:

- As condições operacionais e ambientais (vibrações, temperatura, contaminação)
- As condições de manutenção (redução do tempo de intervenção)
- As condições climáticas do local do trânsito do VLT, no Distrito Federal. O sistema de ar deverá ser basicamente composto por:
  - Compressores de alta capacidade acionados por motor em corrente alternada;
  - Controle do compressor deverá ser micro processado para monitoramento e integração com data bus;
  - Monitoramento da pressão de saída para controle individual ou sincronizado via data bus;
  - Monitoramento e memorização de variáveis funcionais como: horas de uso; temperatura em pontos estratégicos (motor, cabeçote, etc.), pressão na saída e no encanamento.

O compressor de ar a ser utilizado, poderá ser do tipo compacto, com dispositivo de marcha em vazio de tipo e modelo de consagrada utilização em sistemas metro-ferroviários.

Além do compressor, o sistema de suprimento de ar deverá possuir resfriador, separador de óleo, secador, válvula de segurança, pressostatos e reservatórios.

A montagem do compressor de ar deverá ser sempre no sentido de permitir uma fácil montagem e desmontagem de todo o conjunto.

O período de saturação do elemento secante será de no mínimo 2 (dois) anos.

Os materiais e tratamentos dos encanamentos deverão atender as prescrições definidas pelas normas técnicas aplicáveis.

Os suportes e braçadeiras serão em aço galvanizado, com instalação que utilize borracha de neoprene, de forma a não danificar a tubulação.

### **Acessórios**

Os componentes, incluindo as tubulações e suas conexões, devem ser projetados e fabricados em função das condições de funcionamento da instalação.

As tubulações e conexões do sistema devem estar instaladas de tal modo que não provoquem deformações que possam comprometer a função pneumática / hidráulica ou mecânica.

A instalação deve estar equipada com dispositivos de filtragem e secagem (ar) para garantir o normal funcionamento de todos os componentes do circuito e em particular daqueles que garantem as funções de segurança.

No caso de projeto com acionamento hidráulico, a classe de contaminação desejável a alcançar levando em conta as diferentes partes que integram o circuito hidráulico, é a classe 6, conforme a norma AS 4059. Os componentes hidráulicos, incluindo as tubulações e suas conexões, devem ser projetados e fabricados em função das condições de funcionamento da instalação e do tipo de fluido utilizado.

## **10.16 DISPOSITIVOS ANTIDSLIZAMENTO E ANTIPATINAGEM**

Em situação de baixa aderência na via, o sistema deverá controlar o esforço frenante aplicado ao rodeiro, de modo a manter a velocidade periférica das rodas no limite de travamento ou

escorregamento, com eficácia superior a 95%, na faixa de velocidade compreendida entre velocidade máxima, 70 km/h e 5 km/h.

O equipamento deverá ser projetado com lógica micro processada, funções de auto diagnóstico, histórico de eventos e sinalização de falha na cabina de condução.

Deverá utilizar unidade de acionamento compacta, de última geração e Sistema de proteção antideslizamento por rodeiro e de alto rendimento;

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

#### **Ensaios:**

Os equipamentos eletrônicos que compuserem o sistema antideslizamento e antipatinagem deverão ser submetidos a ensaios, conforme a norma IEC 60571 ou outra reconhecida internacionalmente e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541-4.

Os ensaios de tipo deverão ser os seguintes:

- Funcional.
- Tensão suportável;
- Transitórios;
- Acréscimo de temperatura (seca);
- Acréscimo de temperatura (úmida);
- Vibração e choque.

Os ensaios de rotina serão os seguintes:

- Funcional;
- Tensão suportável.

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

### **10.17 SISTEMA DE COMANDO DE TRAÇÃO E FRENAGEM**

O equipamento de tração e frenagem deverá receber os sinais de comando do veículo e processar o cálculo do esforço de tração ou frenante dos motores, levando em conta o peso dos passageiros, a tensão elétrica da linha alimentadora, o diâmetro das rodas e a máxima variação de aceleração ("jerk") para conforto dos passageiros.

Deverá ser micro processado, possuindo recursos de auto diagnóstico com os valores dos principais parâmetros e a rotina que detectou as anormalidades de funcionamento, histórico de eventos e sinalização de falhas local e na cabina de condução.

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

#### **Ensaios:**

O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deverá ser submetido a ensaios, conforme norma IEC 60571 ou outra reconhecida internacionalmente.

#### **Ensaios de Tipo:**

- funcional;
- de impulso;
- de calor seco;

- de calor úmido;
- de vibrações e choques.

**Ensaio de Rotina:**

- funcional;
- de tensão suportável.

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

**10.18 SISTEMA SUPRIMENTO DE ENERGIA AUXILIAR**

**10.18.1 Inversor Auxiliar**

O veículo deve dispor de um sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deverá ser constituído por inversores estáticos com tensão de entrada em 750 VCC e saída em corrente alternada em tensão de padrão industrial e frequência nominal de 60 Hz, senoidal.

O inversor de cada módulo, sempre que possível, deverá alimentar metade da carga dos sistemas de refrigeração de ar e de iluminação principal do próprio módulo e a metade das respectivas cargas do carro adjacente.

Os Inversores estáticos terão carregadores de baterias, e alimentarão, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- Ar refrigerado do salão de passageiros e das cabines;
- Compressores, iluminação do salão de passageiros;
- Motores auxiliares e todas as cargas da Linha de Baterias.

O sistema de suprimento elétrico de energia auxiliar deverá ser compatibilizado com o sistema de alimentação através dos trilhos APS, captado pelo pantógrafo quando alimentado direto da rede aérea (750 VCC) ou de baterias / supercapacitores e deverá ter saída em corrente alternada em tensão de padrão industrial e frequência nominal de 60 Hz, senoidal com neutro disponível e aterrado e isolado por transformador.

A operação de partida dos equipamentos de funcionamento intermitente (ar condicionado, etc.) não deverá causar nenhuma perturbação visível aos passageiros (ex. queda de iluminação) ou no desempenho do veículo.

O equipamento de controle deverá ser projetado com lógica micro processada, funções de auto diagnóstico, histórico de eventos e sinalização de falha na cabina de condução.

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

Os inversores deverão ter filtros que propiciem a eliminação de flutuações ou transientes de entrada que possam introduzir ruídos para o equipamento ou para a rede de alimentação.

Deverá, ainda, apresentar:

- Regulação da tensão de saída com variação máxima de 5%
- Frequência de saída: 60Hz com variação máxima de 5%
- Forma de onda de saída: Senoidal
- Deslocamento de fase admissível: ≤10%
- Sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 2.000V em 4ms
- Sobre tensão (não repetitiva) da rede de alimentação: 4.000V em 0,5ms

- Fator de Potência Nominal:  $\geq 0,85$

Deverão ser previstas facilidades de ajuste dos principais parâmetros de controle do inversor, tais como:

- Tensão de entrada;
- Tensão de saída;
- Frequência de saída;
- Tempo para religamento;
- Regulação do controle;
- Parâmetros de proteção.

Deverá utilizar a tecnologia de IGBT com ponte simples. O inversor estático deverá atender à norma IEC 61287.

### **Ensaio:**

O inversor deverá ser submetido aos ensaios conforme as condições descritas na norma IEC 61287 onde aplicáveis, e serão de dois tipos:

#### **Ensaio de tipo:**

- Funcional;
- De tensão suportável;
- De transitórios;
- De acréscimo de temperatura (seca);
- De acréscimo de temperatura (úmida);
- De vibração e choques.

#### **Ensaio de rotina:**

- Funcional;
- De tensão suportável.

Os componentes eletromecânicos que compuserem o sistema de alimentação elétrica auxiliar deverão ser submetidos a ensaios, conforme norma IEC 60077.

Os ensaios serão os seguintes:

- Funcional (tipo e rotina);
- De tensão suportável (rotina);
- De acréscimo de temperatura seca (tipo);
- De vibração e choques (tipo).

Caso os equipamentos já tenham sido ensaiados, o Fabricante poderá apresentar os certificados de testes de tipo.

### **10.18.2 Baterias para Auxiliares / Tração**

O veículo deverá ser equipado com sistema de baterias de acumuladores e/ou supercapacitores, dimensionado para, no caso de falta da tensão da alimentação normal via APS ou catenária, prover alimentação para a tração do Veículo, em todas as condições operacionais especificadas, para percorrer, no mínimo, 400 (quatrocentos) metros. Considerar

para este dimensionamento, que estas ocorrências poderão ocorrer a intervalos mínimos de 20 (vinte) minutos.

A tensão das baterias e/ou supercapacitores deve ser continuamente monitorada e mostrada na console do Condutor, com indicação da distância possível de ser percorrida, na condição de ausência da alimentação normal via APS ou catenária, considerando as situações instantâneas de rampa e carregamento do Veículo.

Considerar ainda que deverão alimentar as cargas do veículo em sua condição operacional por 1h, no mínimo, no caso de falta da tensão da alimentação normal via APS ou catenária, considerando o especificado quanto à iluminação no item 9.4 e à refrigeração no item 14.10.

#### **Ensaio de Tipo:**

- Bateria: com a bateria totalmente carregada, efetuar uma descarga, sob corrente nominal, de uma hora. Decorrido este intervalo de tempo, a tensão por elemento deverá ser superior a 1,06 VCC para alcalina e 1,80 VCC para ácida;
- No caso de bateria de íons de lítio, utilizar norma aplicável;
- No caso de Supercapacitor, utilizar norma aplicável;
- Vibração: realizado segundo a norma MB-64 ou IEC equivalente.

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

#### **Ensaio de Rotina:**

- Inspeção dos elementos mecânicos: dimensional e de acabamento, conexões, etc.;
- Verificação do nível e da densidade de eletrólito.

### **10.19 CONCEPÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão ser projetados para utilização nas condições ambientais do Distrito Federal, e de acordo com os seguintes requisitos.

#### **10.19.1 Resistência a Sobretensões**

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão suportar, sem perturbação, as sobretensões transitórias não repetitivas, provenientes dos equipamentos com os circuitos externos, via APS ou catenária ou geradas no próprio veículo, conforme as recomendações da norma IEC 60571 ou EN 50155.

#### **10.19.2 Resistência a Sobrecorrentes**

Os componentes deverão resistir às sobrecorrentes:

- Repetitivas (ligação dos equipamentos, etc.)
- Excepcionais (sobrecarga da cadeia de tração durante as partidas dos veículos em rampa, etc.)
- Acidentais (corrente de flash em um motor).

Deverão também ser protegidos contra sobrecorrentes acima dos valores especificados nas normas por fusíveis ultrarrápidos, micro disjuntores, disjuntores, limitadores eletrônicos de corrente, etc.

### **10.19.3 Rigidez dielétrica**

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão resistir aos testes de rigidez dielétrica conforme recomendação IEC 60077-1 e 2.

### **10.19.4 Compatibilidade eletromagnética**

Todas as providências devem ser tomadas para evitar perturbações eletromagnéticas emitidas pelos veículos sobre:

- Os outros sistemas elétricos e eletrônicos que serão utilizados na rede de VLT (sistemas de sinalização, rádio, etc.);
- Os sistemas comerciais, privados ou públicos de televisão, rádio, telecomunicações, etc. nas regiões de abrangência do VLT;
- Os sistemas metro ferroviários locais;
- Os equipamentos eletrônicos utilizados pelos passageiros (celulares, marca-passos cardíacos, etc.);
- Os veículos também deverão ser protegidos dos riscos das perturbações gerados por esses e outros equipamentos externos ao sistema.

Os limites de proteção que deverão ser considerados serão os indicados nas normas EN 50121 – 1 a 5 – “ Aplicações ferroviárias — Compatibilidade Eletromagnética ” ou IEC 62236-3-1 & 3-2 “ Railway applications -Electromagnetic compatibility ”

O Fabricante deverá fornecer o laudo técnico ou executar o ensaio comprovando o atendimento às normas.

### **10.19.5 Proteção contra choques elétricos**

Os equipamentos deverão cumprir as exigências de prevenção contra choques elétricos, estabelecidas pela norma EN 50153.

### **10.19.6 Resistência a choques mecânicos e vibrações**

O dimensionamento dos componentes deverá prever a existência das vibrações decorrentes do funcionamento deste tipo de sistema, principalmente para os componentes que estão montados na caixa, na armação do truque e no rodeiro.

Os equipamentos deverão cumprir as exigências contidas na IEC 60077-1 e 2.

### **10.19.7 Temperaturas**

Os equipamentos eletrônicos de comando deverão funcionar corretamente na faixa de temperatura definida na norma EN 50155, e compatível com as características ambientais do Distrito Federal.

### **10.19.8 Umidade Relativa**

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão funcionar 7 dias por semana, 24 horas por dia, num ambiente com as características ambientais de umidade do Distrito Federal.

## **10.20 BORRACHAS**

Todas as borrachas empregadas no veículo deverão estar em conformidade com a norma ASTM D-2000.

Todas as borrachas expostas ao meio ambiente deverão ser resistentes a óleos, graxas, solventes, ozona, luz solar, etc.

Todos os componentes de borracha utilizados deverão ter especificadas suas características mecânicas e informados os ensaios a serem realizados nos mesmos, os quais deverão ser submetidos à aprovação na fase de projeto executivo.

Gráficos de “cargas versus deformação” deverão ser fornecidos para componentes utilizados como batentes, molas ou acoplamentos. Os ensaios deverão ser executados conforme norma ASTM, para comprovação das características especificadas.

## **10.21 FIBRA DE VIDRO**

Todas as peças moldadas em fibra de vidro (fiberglass) deverão ser executadas com fibras de vidro finas e impregnadas com resina de poliéster, e a quantidade mínima em peso de fibra de vidro deverá ser de 25%. As fibras de vidro empregadas deverão ser de 5 micra de diâmetro e dispostas em mantas, tecidos ou fibra cortada, atendendo as peculiaridades de cada aplicação. A resina de impregnação deverá ser do tipo auto extingüível e de alta resistência à absorção de umidade. Todos os cantos e extremidades das peças deverão ser arredondados. Todas as peças moldadas em fibra de vidro deverão receber tratamento superficial em gelcoat, pigmentada na cor do acabamento final e ou pintura nas faces expostas.

O acabamento das superfícies visíveis das peças deverá ser liso, livre de empenamentos bolhas, marcas, trincas ou riscos.

As espessuras para todas as peças em fibra de vidro deverão ser de acordo com suas características construtivas.

Todos os pontos de fixação dos moldados de fibra de vidro deverão ter elementos metálicos impregnados no mesmo, para aumentar a resistência na sua fixação.

A utilização de outro material para os moldados, só será aceita com a devida comprovação de equivalência.

As peças moldadas deverão ser submetidas a ensaios da absorção de umidade, conforme a norma ASTM-D-570, impacto conforme ASTM-D-256, flexão conforme ASTM-D-790 e verificação de coloração.

Deverão obedecer às seguintes normas:

- Índice de Propagação ASTM-E162;
- Densidade de Fumaça ASTM-E662;
- Método de Teste ASTM-D635, para teste de tipo.

## **10.22 PEÇAS DE SEGURANÇA**

Todas as peças, consideradas de segurança ou indicadas como tal pelo fabricante do veículo, deverão ser submetidas a ensaios para comprovação da sua qualidade, através de ultrassom, magna-flux ou outros meios aprovados. Certificados de análise química e características mecânicas deverão ser emitidos para cada corrida de fabricação das peças fundidas.

# 11 FACILIDADES DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO

## 11.1 REQUISITOS GERAIS

Os equipamentos e componentes deverão permitir fácil acesso para o acionamento operacional, para a manutenção, para a inspeção, para a lubrificação, para a limpeza e para a desmontagem. Deverá considerar a intercambiabilidade dos componentes, padronização, modularização, tempo de reparo, diagnóstico de falha e indicação visual rápida e eficiente do componente afetado e do procedimento corretivo a ser adotado.

### 11.1.1 Ferramentas e Jigas

A instalação dos equipamentos deverá ser projetada considerando a robustez necessária a equipamentos sujeitos às vibrações e choques durante sua operação e permitir montagem/desmontagem com auxílio de ferramentas convencionais.

Os dispositivos (Jigas) ou ferramentas especiais necessárias à manutenção, farão parte integrante do fornecimento e deverão ser fornecidos pelo Fabricante/Fornecedor.

A fixação deverá ser projetada e instalada de modo a não interferir na remoção de componentes.

### 11.1.2 Acesso e Manutenibilidade

As unidades eletrônicas do tipo encaixe por conector deverão ter guias e travas que impeçam o esforço mecânico sobre os pinos do conector, assim como o desencaixe acidental por vibração.

Se houver conectores iguais e próximos, estes deverão ter intertravamentos para evitar erros de conexão.

Todos os pontos de testes, os indicadores de falhas, módulos, junções, fios, cabos, réguas de bornes, tubos, condutos, eletrodutos e componentes, serão identificados por meio de placas, etiquetas de identificação, código de cores, código numéricos e outros, de forma padronizada para todos os VLTs, compatível com as codificações usadas nos desenhos, manuais descritivos e outros documentos.

Não serão permitidos ajustes e calibrações nos equipamentos em campo. Caso sejam imprescindíveis, estes devem ser realizados no próprio módulo, preferencialmente através de software.

O acesso ou substituição de módulos e cartões defeituosos não deve requerer a remoção, desmontagem e ajustes de outros cartões ou módulos.

A substituição de qualquer item deve poder ser realizada com o equipamento energizado, para que não haja interferências funcionais em outros cartões, módulos, equipamentos ou sistemas, exceto em situações que comprovadamente afetem a segurança de pessoas ou do sistema.

### 11.1.3 Facilidades de Diagnóstico

Os equipamentos, módulos, cartões eletrônicos e interfaces de comunicação devem ser dotados de dispositivos de autodiagnóstico de falhas sinalizáveis localmente, através de LED's, displays e possuir interface para computadores (no caso de equipamentos micro processados), jigas de testes, portáteis ou não, ou para equipamento de diagnóstico remotamente, em tempo real.

As falhas devem ser sinalizadas e registradas de maneira que seja possível a sua imediata identificação, utilizando-se de recursos visuais e mensagens, que possam ser interpretadas sem a necessidade de consulta a manuais, tabelas ou outras referências.

A consulta dos eventos registrados durante a operação do sistema (comandos, indicações e falhas) deve ser realizada de forma "on line" e "off line", sem prejuízo do desempenho ou interrupção do funcionamento da aplicação do sistema.

Modificações nos itens fornecidos somente podem ser realizadas com prévia análise, aprovação da documentação e autorização da SEMOB.

Os dispositivos de isolamento dos freios e de portas ficarão localizados no lado externo dos módulos e só deverão permitir acesso através de "chave padrão operação/manutenção".

#### **11.1.4 Facilidade Operacional**

Os dispositivos instalados nos VLTs, a serem utilizados pelo pessoal de operação, deverão ser padronizados quanto à localização, identificação, cor, formato e forma de atuação, visando à homogeneidade do treinamento de seu uso e intervenção rápida e segura.

### **11.2 EXIGÊNCIAS DE CONFIABILIDADE**

Os veículos, seus componentes, equipamentos, sistemas e circuitos, deverão ser fabricados, montados e testados objetivando apresentar um alto nível de confiabilidade e disponibilidade operacional.

Todos os principais componentes, equipamentos e sistemas envolvidos na montagem e fornecimento dos VLTs deverão ter suas confiabilidades aferidas, por meio de atestados de desempenho ou através de ensaios de tipo específico, a ser acordado entre a SEMOB e o fabricante.

As partes estruturais dos carros deverão ter uma vida útil de no mínimo 20 anos.

### **11.3 ÍNDICES DE CONFIABILIDADE**

A Confiabilidade exigida para os VLTs deverá ser medida pelo MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), como segue:

MTBF = Quantidade de horas trabalhadas pelo VLT / Número de falhas não interdependentes nos trens.

O fabricante deverá garantir na proposta o índice de confiabilidade MTBF de cada sistema. Para a verificação do MTBF, deverão ser consideradas todas as falhas que interferirem na operação comercial do VLT, sem considerar o tempo de restabelecimento.

O design do Veículo deverá levar em conta os MTTR's, abaixo especificados, bem como os procedimentos, os sobressalentes, ferramentas especiais, jigas de teste e montagem/desmontagem e treinamento a serem fornecidos.

Os sobressalentes necessários à manutenção pelo período de garantia, estipulado no contrato, farão parte integrante do fornecimento e deverão ser fornecidos pelo Fabricante/Fornecedor.

As falhas causadas por outras falhas não deverão ser consideradas como relevantes para a validação da confiabilidade já que poderiam causar efeito em "cascata" (interdependentes). Nesses casos considerar somente a falha inicial.

A validação para verificação dos valores do MTBF iniciar-se-á após o recebimento provisório e entrada em operação comercial de cada VLT.

Considerando-se o fiel cumprimento do Plano de Manutenção a ser entregue pelo fornecedor, conforme definido no item 5 desta Especificação Técnica, os sistemas do veículo deverão atender os requisitos mínimos de confiabilidade estabelecidos na tabela a seguir.

O Fabricante deverá garantir na proposta o MTBF, igual ou maior aos valores de cada um dos sistemas do trem:

<b>SISTEMA</b>	<b>MTBF (Horas)</b>
CAIXA: Estrutura, revestimentos internos e externos, piso, balaústres, pega-mão, cabine, console, salão de passageiros, bancos, fechaduras, limpador de para-brisa, janelas, etc.	200.000
FREIO: Unidade de comando de freio, unidade operante pneumático/hidráulica, unidade antideslizamento e anti-patinacao, freio de estacionamento, válvulas, mangueiras, etc.	150.000
ILUMINAÇÃO E ANUNCIADORES: Reatores, inversores de emergência, instrumentação do console, velocímetro, odômetro, monitor de vídeo, anunciadores de falhas, mapa da linha, indicador de destino, etc.	60.000
SUPRIMENTO ELÉTRICO: APS, Pantógrafo, disjuntores principais, inversores auxiliares, bateria, supercapacitores, retificadores, conversor, painéis de comandos, chaves, botoeiras, fontes, etc.	80.000
PROPULSÃO: equipamento de comando e controle, inversor de tração, motores de tração, contadores, chaves de manobra, etc.	60.000
PORTAS: equipamento de comando, mecanismo de acionamento das portas e conjunto das folhas, etc.	100.000
SUPRIMENTO DE AR: unidade compressora, unidade de tratamento de ar e painel de comando, etc.	200.000
CLIMATIZAÇÃO: painel de comando e conjunto motor ventilador, motor compressor, etc.	60.000
SONORIZAÇÃO: fontes, amplificadores e unidade de controle, etc.	150.000
ACOPLAMENTOS ELÉTRICOS: engates, mangueiras, cabos de conexões ("jumpers")	1.000.000
TRUQUES: Estrutura, suspensões, rodeiros, redutores, mecanismo de freio	500.000
CONTROLE DE BORDO	50.000
SISTEMA "DATA BUS"	150.000
REGISTRADOR DE EVENTOS	150.000
CAIXA PRETA	150.000
SISTEMA DE DETECÇÃO DE INCENDIO	150.000

O MTTR (Tempo Médio para Reparo) Global deve ser menor ou igual a 1,8 horas.

Este valor será a média ponderada do MTTR dos elementos-chave do sistema tais como os listados abaixo. O Tempo de diagnóstico deve ser incluído no MTTR.

- a) Equipamentos de tração e os comandos devem ter um MTTR de 1,8 h.
- b) Equipamentos de frenagem devem ter um MTTR de 2,0 h.
- c) Equipamentos de comunicação devem ter um MTTR de 1,0 h.
- d) Portas laterais e equipamentos de controle devem ter um MTTR de 0,8 h.
- e) Equipamentos de iluminação devem ter um MTTR de 0,5 h.
- f) Equipamento de Alimentação auxiliar devem ter um MTTR de 1,5 h.
- g) O Sistema de Engate deve ter um MTTR de 2,6 h.
- h) Componentes do Truque e suspensão devem ter um MTTR de 1,6 h.

i) Equipamentos de comunicação de sinalização de controle devem ter um MTTR de 1,0 h.

j) Caixa e correlatos devem ter um MTTR de 2,1 h.

A disponibilidade do Veículo deverá ser de, no mínimo, 99%.

## **11.4 REGISTRO DE DADOS, CATÁLOGOS DE PEÇAS E MANUAIS DE MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO**

### **11.4.1 Registro do histórico de Dados**

O fornecedor entregará, no prazo de até 1 (um) mês após a aceitação de cada VLT, o Livro de dados que contenha a caracterização e registro de cada componente, sistema e subsistema integrante de cada VLT, além dos conjuntos de todas as planilhas de inspeções e testes realizados.

Cada Livro de Dados, além de sua denominação na lombada e capa, indicará, nestes locais, o número do VLT correspondente.

As planilhas e relatórios de testes serão compostos por documentos originais assinados, conforme Controle de Qualidade do fornecedor.

### **11.4.2 Catálogo de Peças, Manuais de Manutenção e Operação**

O fornecedor deverá entregar, além da Documentação Técnica do projeto, os Catálogos de Peças, e os Manuais de Manutenção e Operação para os VLTs, produzidos na língua portuguesa. Estes Catálogos e Manuais deverão ser ilustrados e detalhados de tal forma que a Equipe Técnica e os Operadores possam realizar todas as intervenções de manutenção e operação indicadas e necessárias aos VLTs, contando apenas com a supervisão do Fabricante.

Os Catálogos de Peças deverão apresentar as nomenclaturas das peças e seus fabricantes, seus códigos e desenhos de sub-montagem e vista explodida. Os Manuais de Manutenção deverão possuir índice remissivo, diagrama de blocos, descrição do equipamento como um todo e dos componentes agregados, com fotos, vistas explodidas e relação de peças para o Plano de Manutenção.

O Plano de Manutenção apresentado no Manual deverá detalhar e destacar o tipo de manutenção a serem aplicados para o VLT, seus sistemas e equipamentos, a partir de sua classificação (preventiva, preditiva ou corretiva) e sua periodicidade, definindo os componentes e materiais de substituição sistemática (inclusive quantidades), os documentos técnicos de fundamentação (desenhos e instruções de qualidade, dentre outros) bem como, o ferramental (incluindo ferramentas especiais fornecidas pelo Fabricante), a infraestrutura e a quantidade de homem x hora necessários para cada tipo de intervenção de manutenção indicada.

Os Manuais de Operação deverão ter ilustrações e textos apresentando o layout da cabine e todos os equipamentos instalados, incluindo os instrumentos, os manipuladores e chaves de comando, as sinaleiras, o monitor do data bus e os equipamentos instalados nos armários, dentre outros, definindo os procedimentos a serem adotados para os comandos operacionais e reconhecimento e correção de falhas.

Os manuais deverão ser encadernados de modo a possibilitar a inserção ou extração de folhas ou desenhos, quando da necessidade de eventuais revisões. A capa e a contracapa deverão ser resistentes e recobertas com material plástico de alta durabilidade.

Deverá ser previsto o fornecimento de 3 (três) conjuntos completos de Catálogos de Peças, Manuais de Manutenção e Operação impressos e 2 (duas) cópias em meio digital. Estes documentos deverão ser apresentados para a aprovação do operador, com antecedência suficiente para que os mesmos estejam aprovados e entregues definitivamente em até 2 (dois) meses antes da entrada em operação do primeiro VLT.

## **12 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

Além das necessidades descritas no item 15, a documentação técnica, a ser fornecida, deverá obedecer aos seguintes requisitos gerais.

### **12.1 MANUAIS**

Os Manuais de Operação deverão abordar, entre outros, os seguintes tópicos:

- Procedimentos para operação do equipamento em caso de falhas.
- Cuidados a serem tomados para minimização de falhas e conservação dos equipamentos.
- Desenhos, diagramas simplificados e descrição funcional dos equipamentos.

Os Manuais de Manutenção poderão ser elaborados segundo modelos praticados pelos subfornecedores, mas apresentados segundo formatação geral de todos os documentos, devendo incluir, no mínimo, os seguintes tópicos:

- Introdução Teórico-Descritiva contendo especificações técnicas dos equipamentos, finalidade, instalação/operação e desenhos gerais.
- Os desenhos de montagem geral deverão conter medidas de referência, os desenhos de componentes que desgastam deverão conter, quando novos, medidas nominais e suas tolerâncias, bem como as medidas limite de sua utilização, diagramas de blocos dos circuitos eletrônicos deverão conter informações suficientes para acompanhar o processamento e o fluxo de sinais dentro do equipamento, em nível de cartões.
- Neste diagrama, deverão estar inclusas também as formas de ondas, características de sinais, níveis de tensões, corrente, frequência, etc., e dar as respectivas tolerâncias.
- Plano de Atividades de Manutenção Preventiva e revisão geral, para todos os equipamentos, indicando lista de componentes, a frequência mínima a ser atingida para verificação e/ou substituição de peças.
- Procedimentos de manutenção preventiva e corretiva de emergência, contendo ferramentas, instrumentos necessários, jigas de testes, operações e folhas de testes.
- Para as jigas de testes, além de abrangidas no treinamento, deverão ter sua documentação e procedimentos próprios de manutenção e aferição.
- A Listagem de Peças deverá conter também, catálogos, desenhos, ou esquemas, quando esclarecedores e indicação de normas, quando se tratar de materiais normalizados.
- • Todos os esquemas, fluxogramas, gráficos, ábacos, desenhos de partes e equipamentos mecânicos, e outras documentações necessárias à manutenção, devem fazer parte integrante dos Manuais de Manutenção.
- Segurança.

- Tempo padrão de manutenção preventiva.
- Peças para reposição.
- Referências bibliográficas.
- Tanto os manuais de operação como os de manutenção devem possuir um tópico de simulação de falhas operacionais, descrevendo a forma de aplicação/normalização da simulação, atuação operacional, etc.

## **12.2 DOCUMENTAÇÃO EM GERAL**

Toda documentação apresentada deverá seguir os seguintes critérios:

- A codificação da documentação técnica fornecida em arquivos eletrônicos deve obedecer aos procedimentos constantes das DIRETRIZES PARA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.
- A documentação técnica deve ser fornecida utilizando-se um dos seguintes padrões: A1, A2, A3 e A4, sendo que os padrões A1 e A2 devem ser utilizados para Esquemas, Desenhos e Projetos de Instalação e os padrões A3 e A4 para textos, tabelas e figuras
- As demais folhas do documento devem conter as seguintes informações: Campo preenchido com o código do documento técnico e sua respectiva revisão e responsável técnico e campo preenchido com o número sequencial e o número total de folhas do documento.
- Os controles de revisões de desenhos deverão permitir a rastreabilidade da alteração efetuada.
- Todos os desenhos, fornecidos pelo fabricante do veículo deverão estar em AUTOCAD com extensão DWG, em formato vetorial editável.

## **12.3 PROPRIEDADE DO PROJETO E DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA**

A totalidade dos projetos e da documentação técnica relacionados nas Especificações Técnicas, a serem elaboradas e entregues à SEMOB, tornando-se sua propriedade, à exceção dos direitos autorais e de propriedade industrial.

A documentação fornecida poderá ser utilizada pela SEMOB para os casos de módulos para aquisições externas de sobressalentes recomendados para Manutenção e ampliações e modificações nos Sistemas.

Os documentos de hardware e software que estejam, comprovadamente, protegidos por patente e que não sejam essenciais à manutenção e operação do sistema, deverão ser depositados em juízo numa instituição de fé pública para serem disponibilizados à SEMOB em caso de descontinuidade de fabricação ou falência do fornecedor ou de suas subcontratadas.