

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 / m².

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/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- Carga Máxima ou Sobrecarga: CM - Veículo ocupado com 6 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- Carga Excepcional: CE - Veículo ocupado com 8 passageiros em pé/m², 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/m².

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 m/s².
- Média entre 0 km/h e 70 km/h: maior ou igual a 0,60 m/s².
- A exceção de situação de emergência, a variação da aceleração com o tempo (“jerk”) não deverá ser superior a 1,2 m/s³.
- Em rampas de 7%, entre 0 km/h e 20 km/h, a aceleração mínima deverá ser 0,3 m/s².

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 $1,2 \text{ m/s}^3$ nessas condições.

O veículo deverá ser equipado com um sistema anti deslizamento 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 km/h para veículo com carga nominal e de pelo menos 70 km/h a 5 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 km/h e abaixo de 5 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 m/s², independentemente das condições de aderência roda/trilho.

O solavanco (“jerk”) deverá ser no máximo 6,0 m/s³.

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 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 anti deslizamento 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 direita da via e 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 multi posições 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 interfonos 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.

2.5.2.1 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 10.2.3 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 Partida do Veículo

Deve ser possível a preparação do veículo mesmo com baixo nível de carga nas suas baterias auxiliares. Nesse caso, deverá haver um sistema que possibilite ao condutor acionar manualmente a subida do pantógrafo para completar a preparação do veículo e a recarga das baterias.

2.7.2 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.

2.7.3 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/m², 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 cabine 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 cabines 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 ± 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 encostem-se 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 regulação automática e comum para as unidades de refrigeração, com controle acessível ao condutor para regulação 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 limdeiras 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: $\leq 1 \text{ m/s}^3$

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 iluminação no interior dos veículos deve ser de 400 lux \pm 50 lux.

Na ausência ou deficiência de iluminação natural, o nível de iluminação no interior dos veículos deverá ser de 350 lux \pm 50 lux, em qualquer ponto na altura de 800 mm acima do piso. Um nível de iluminação 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 iluminação 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;
- Numero de linhas: 3 (três);
- Tamanho da matriz de LED: 3 x 32 bicolor (mínimo);
- Display de 2 dígitos para informar o numero 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 ate três mensagens de fácil visualização ate 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.
- Gongo eletrônico anterior 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 solido para as imagens das câmeras instaladas no veículo.

Os gravadores deverão ser digitais e operar de forma continua 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 ultimas 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 ultimas 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 - maquina (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 diagnostico.

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 contra fogo.
- 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 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

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

10.1 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.

10.2 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.

11 ORÇAMENTO

O orçamento de Material Rodante tem como base a estimativa de frota apresentada no Caderno 7 - Modelo Operacional, consistindo em:

- 33 Composições de VLT.

O custo de uma composição foi estimado em R\$ 18.610.008,40 (dezoito milhões seiscentos e dez mil e oito reais e quarenta centavos).

