

**ANEXO II.F – APENSO 1 - PARTE II – DIRETRIZES BÁSICAS REFERENCIAIS PARA TREM DE 8 CARROS TIPO  
“OPEN WIDE GANGWAY”**

## 1. INTRODUÇÃO

Na Parte II deste Apenso serão apresentadas, apenas como referência, parâmetros que foram utilizados em trens da CPTM, como aqueles 30 trens da Série 9.500 e que prestam serviço na Linha 7 Rubi e serão transferidos a futura CONCESSIONÁRIA para uso nos SERVIÇOS LINHA 7, TIM e EXPRESSO desta CONCESSÃO PATROCINADA. Reitera-se que a caracterização que se faz em todo este documento é referencial, orientativa para constituição dos projetos dos trens pela CONCESSIONÁRIA. A CONCESSIONÁRIA poderá adotá-las quando da elaboração de projeto, se o caso, sempre buscando rendimento satisfatório, bem como, adotar outras soluções que não conflitem com as diretrizes mandatórias dispostas no Apenso 1, Parte I do Anexo II.F.

## 2. IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

Todos os equipamentos principais deverão possuir marcação, de forma a permitir identificar o fabricante, tipo, número de série e data de fabricação. Quando estes equipamentos tiverem *softwares* ou forem equipamentos eletrônicos deve ser previsto também um campo para a identificação da revisão do *software*.

Para o caso de cartões ou módulos que recebam os *softwares* os mesmos devem ser identificados localmente com a versão do *software*, adicionalmente deverá existir uma identificação de fácil acesso no trem (Ex.: Cabina do CM1) onde estejam listados todos os *softwares* instalados no trem em sua última versão.

Os equipamentos principais deverão possuir marcação em local bem visível que os associe com o desenho de sua instalação em relação a outros equipamentos.

Os terminais dos condutores deverão ser identificados por etiquetas plásticas tubulares, de material do tipo chama não propagante, com caracteres gravados indelevelmente e com bom contraste em relação ao corpo da etiqueta. Os dígitos e letras que compõem a informação da etiqueta deverão ser gravados por inteiro no mesmo tubo.

Os cabos ligados a um mesmo borne da régua de terminais deverão ter a mesma identificação. Esta recomendação aplica-se principalmente às conexões de equipamentos e a fiação do carro.

As régua de terminais deverão ter identificação em local visível e seus terminais numerados.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A identificação dos cartões ou módulos deverá estar fixada nos respectivos equipamentos, em lugar de fácil visualização, devendo ser associada à posição onde os cartões ou módulos serão instalados.

Os componentes deverão ser identificados sobre a chapa do circuito impresso, através da gravação de caracteres alfanuméricos e símbolos em silkscreen ou outro processo.

Nos equipamentos, ou próximo a eles, em que os níveis de tensão forem superiores a 220 V nominal deverá existir uma indicação visual de alerta e recomendações de segurança.

### **3. IDENTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E COMPONENTES**

Deverá ser prevista a colocação de plaquetas identificando os equipamentos e componentes, bem como a denominação para fins de endereçamento no sistema de monitoração e diagnose.

### **4. PINTURA**

Na medida do possível, deverão ser utilizados processos de pintura eletrostática (com tintas em pó); no caso de inviabilidade (peças não metálicas, por exemplo), utilizar tintas à base de água e, somente em último caso, utilizar os processos convencionais.

Não deverá ser utilizada areia como elemento abrasivo nos processos de limpeza por jateamento abrasivo.

As cores externas e do interiorismo do trem serão definidas durante a fase do projeto.

As peças de plástico reforçado com fibra de vidro deverão receber revestimento em gel coat, ao invés de pintura.

A pintura aplicada sobre a parte externa da caixa do trem deverá receber diretamente uma tinta antipichação ou um revestimento antipichação, do tipo verniz transparente brilhante.

### **5. JUNTAS E JUNÇÕES**

Todas as juntas de vedação utilizadas deverão ser executadas em borracha do tipo Policloroprene

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

(Neoprene) ou outra que comprovadamente atenda às necessidades do local de utilização.

As superfícies de contato entre peças de materiais diferentes deverão ser protegidas para evitar a corrosão eletrolítica.

Em qualquer montagem entre elementos que não sejam de aço inoxidável, deverá ser aplicada às superfícies de contato uma camada de tinta.

## 6. BORRACHAS

Todas as borrachas empregadas no interior do carro deverão atender à norma ASTM-

D2000, ou outra Norma equivalente desde que comprovada a equivalência pela CONCESSIONÁRIA. Deverão atender ao item Propagação de Fogo, de acordo com a norma ASTM E162 (Índice de propagação de chama máximo: 12). Deverão atender ao item de Densidade Ótica de Fumaça, conforme especificação FRA - Code of Federal Regulations – Título 49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: “Elastomers”.

Todas as borrachas expostas ao meio ambiente deverão ser resistentes a óleos, graxas, solventes, ozona, luz solar e artificial e demais condições que estiverem presentes no local de utilização.

Todos os componentes de borracha deverão ter especificadas suas características mecânicas e os ensaios a serem realizados nos mesmos. Gráficos de Cargas versus Deformação deverão ser disponibilizados para componentes como batentes, molas e acoplamentos.

## 7. ENCANAMENTOS E MANGUEIRAS PARA AR COMPRIMIDO

Os encanamentos deverão ser de cobre, sem costura, com ligações soldadas ou uniões (onde necessárias). Deverão ser pintados externamente na cor preta com esquema de pintura de alta aderência e poderão alternativamente ser de aço inoxidável austenítico tipo ABNT 304.

As mangueiras deverão ser feitas em borracha sintética ou nylon reforçado e deverão obedecer aos padrões de teste ASTM-D380.

Estes materiais deverão ser resistentes ao ataque de ozona, graxa, óleo, ressecamento, à luz solar

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

e artificial, etc.

Os terminais das mangueiras e componentes de ferro fundido e aço deverão receber tratamento superficial de zincagem, aplicado preferencialmente por imersão a quente. Na impossibilidade, poderá ser aplicado por processo de eletrodeposição; nesse caso, deverá receber obrigatoriamente passivação do tipo isenta de Cromo Hexavalente. Quando não especificada, a passivação deverá ser do tipo transparente (preservando a cor original do zinco) e com resistência mínima de 96 h em névoa salina, segundo a norma ASTM-B117.

A fixação das conexões deverá resistir, no mínimo, 5 vezes a pressão de trabalho, sem ocasionar rompimento, fissuramento próximo a conexão, mesmo quando submetida a vibrações e oscilações normais de trabalho.

Para melhorar a flexibilidade, as mangueiras do tipo nylon, poderão ter uma conformação em espiral, ao longo do seu comprimento.

As mangueiras utilizadas em equipamentos energizados com alta tensão deverão ter rigidez dielétrica compatível com os equipamentos em que serão instaladas.

Todas as conexões das mangueiras deverão ser ligadas através de terminais prensados (crimpagens).

## **8. SOLDAS**

A estrutura da caixa deverá ser projetada com o uso adequado de processos de soldagem, face ao problema de empenamento das peças.

Todas as soldas executadas na fabricação do carro deverão ter seus procedimentos qualificados segundo as normas AWS.

Todas as soldas deverão ser executadas por soldadores qualificados, conforme a norma AWS (American Welding Society), para os quais o fabricante do trem emitirá certificados. A CONCESSIONÁRIA deverá apresentar a documentação dos soldadores habilitados para atividades de soldas neste projeto.

Todas as partes de aço inoxidável deverão ser unidas por solda de resistência (solda a ponto).

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverão ser explicitados os valores dos esforços em todas as soldas nas juntas consideradas críticas.

Deverão ser previstos sistemas de controle das soldas realizadas, que permitam o seu rastreamento, quando necessário.

Deverá ser prevista a execução de ensaios não destrutivos nas principais soldas da estrutura das caixas e dos truques. Será definido, quais as soldas que serão submetidas aos ensaios, quais os ensaios a serem executados, como também, o nível de amostragem a ser utilizado para cada caso

Todos os materiais empregados na soldagem deverão ter certificados de análise química por bitola e por lotes de compra. Deverão ainda serem realizados ensaios para verificação de análise química do material depositado, conforme a norma AWS.

Não poderão ser utilizadas, para limpeza das superfícies, substâncias contidas em recipientes sob pressão, ou aerossol, ou qualquer substância que venha a pôr em risco a estrutura da solda.

Para cada união por solda a ponto, deverá ser efetuado um teste prévio de soldagem em corpo e de prova que, em seguida, será submetido a ensaio de tração até a ruptura. Caso o valor obtido no ensaio seja inferior ao especificado no projeto, os parâmetros de soldagem (corrente, tempo e pressão de contato) deverão ser novamente regulados, e um novo ensaio deverá ser executado.

Após o fechamento da caixa, deverá ser prevista a aplicação de um processo de passivação dos pontos de soldas do revestimento externo do trem de forma a eliminar as manchas de óxido depositadas sobre os pontos de solda, visando obter igualmente um acabamento homogêneo da caixa e visualmente adequado.

Todos os componentes a serem unidos por solda deverão ser adequadamente suportados em gabaritos, mesas ou dispositivos especiais (jigs) de soldagem, de forma a garantir a uniformidade das peças.

Deverá ser aplicado um processo de vedação nas junções das chapas de revestimento das coberturas dos carros, de forma a garantir sua estanqueidade.

## **9. MOLDADOS DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO**

O revestimento interno dos carros deverá ser feito de painéis de poliéster reforçados com fibra de

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

vidro, retardantes a fogo, altamente resistentes à abrasão, flexão, impacto, ação de agentes químicos e descoloração.

Todas as peças moldadas com plástico reforçado com fibra de vidro deverão ser fabricadas com resina acrílica modificada ou resina poliéster insaturada, acrescida de 55 a 100% de Alumina Trihidratada (relativamente ao peso da resina) e mais 25 a 30% de manta de Fibra de Vidro (relativamente ao peso da resina já misturada com a Alumina Trihidratada). Todos os cantos e extremidade das peças deverão ser convenientemente arredondados.

As fibras de vidro impregnadas e dispostas em manta, tecidos ou fibras cortadas, não deverão ter fios maiores do que 5 µm de diâmetro.

As peças deverão ser revestidas com gel coat, na cor indicada na programação visual do trem.

Algumas peças de plástico reforçado com fibra de vidro possuem geometria complexa para a fabricação, o que dificulta a retirada da peça do molde sem marcas desta ação. Para estas peças poderá ser aceita a utilização de pintura sobre o “gel coat” ou a face exposta, desde que devidamente comprovado o problema de fabricação.

As superfícies acabadas deverão ser lisas e deverão estar isentas de escorrimentos, porosidades, riscos, bolhas, “cascas de laranjas”, manchas, marcas e todo e qualquer outro tipo de defeito ou falha. Não deverão existir variações de tonalidade e brilho entre as peças de um mesmo lote ou de lotes anteriores. Para resistência de forma acelerada (principalmente resistência aos raios ultravioleta) o ensaio de intemperismo acelerado terá tempo de duração não inferior a 300 horas conforme a Norma ASTM G 155.

A espessura mínima para todas as peças em fibra de vidro deverá ser 2,5 mm.

O fabricante do trem deverá apresentar, amostras das peças moldadas na configuração final de acabamento, antes do início da produção seriada. Para cada cor diferente de peça deverá ser apresentada uma amostra.

Todos os pontos de fixação dos moldados de PRFV deverão ter elementos metálicos impregnados ou colados na mesma para aumentar a resistência na sua fixação.

As peças moldadas, revestidas com o gel coat deverão ser submetidas a ensaios de absorção de umidade, conforme a norma ASTM D-570 (no máximo 0,8%), flexão conforme ASTM D-790, índice de propagação de chama, densidade ótica de fumaça, autoextinguibilidade e concentração de gases tóxicos, conforme definido abaixo:

Os plásticos reforçados com fibra de vidro (Composite) e gel coat para revestimento deverão atender ao item de autoextinguibilidade, conforme especificação FAA - Code of Federal Regulations –

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

Título 14 – Parte 25.853 – Apêndice F – Parágrafo (a)(1)(ii) – “molded and thermoformed parts”. Deverão atender tanto ao item Propagação de Fogo quanto ao item de Densidade Ótica de Fumaça, conforme especificação FRA - Code of Federal Regulations – Título

49 – Capítulo II – Parte 238.603 – Apêndice B – Categoria: “Other vehicle components”.  
Concentração de gases tóxicos (PPM Máximo): CO: 3.500, NOX: 100, SO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>S: 100, HCl: 500, HF: 200, HCN: 150, ou outras Normas equivalentes desde que comprovada a equivalência pela CONCESSIONÁRIA.

## 10. EQUIPAMENTOS E COMPONENTES ELETRÔNICOS

O projeto, construção e montagem dos equipamentos eletrônicos deverão ser constituídos de cartões de circuito impresso ou unidades modulares.

A substituição de um módulo ou cartão por outro deverá ser executada com a máxima facilidade e rapidez, empregando-se conexão por encaixe (conector). Deverá ser prevista trava mecânica para fixação e intertravamento mecânico para evitar inversões na instalação do cartão ou módulo no equipamento.

O leiaute dos componentes e equipamentos eletrônicos, inclusive os de potência, deverá ser tal forma que, a substituição de qualquer componente, acesso aos pontos de testes ou de ajustes sejam efetuados sem que haja necessidade de desmontagem de parte ou de todo o equipamento.

A substituição dos cartões de circuitos impressos ou módulos intercambiáveis não deverá acarretar a necessidade de recalibração do equipamento.

Os cartões de circuito impresso ou módulos deverão ter a indicação de revisão do circuito no próprio cartão ou módulo (hardware e software).

A necessidade de ajuste periódico deverá ser eliminada, mediante a adoção de técnicas apropriadas, componentes estáveis e circuitos de grandes tolerâncias.

Os equipamentos deverão dispor de pontos de testes, software de diagnose ou display (IHM) que permitam a identificação do circuito ou cartão defeituoso e auxiliem na localização do componente ou grupos de componentes defeituosos.

Os equipamentos ou módulos deverão ser acompanhados de placas de extensão ou dispositivos equivalentes que permitam conectar-se aos mesmos, assegurando o acesso a seus componentes e mantendo-se o equipamento e a própria unidade em funcionamento.

Todos os pontos de teste, medição e registro deverão estar isolados do circuito principal, a fim de evitar interferências da instrumentação.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Os circuitos deverão ser protegidos, quando possível, contra danos provocados pela remoção acidental de unidades de encaixe, efetuadas com os equipamentos ligados.

Os circuitos que dissipam grande quantidade de calor, como fonte de alimentação e circuitos de potência, deverão ser montados de modo a não aquecer os outros circuitos. Se necessário, deverão ser montados em local separado.

As fontes de alimentação deverão possuir proteção contra curto-circuito e rearmar automaticamente.

Todos os sinalizadores, chaves ou controles externos ao equipamento deverão ser identificados de acordo com a sua função.

As fiações externas de sinais que serão processados por circuitos eletrônicos deverão ser preferencialmente, blindadas.

No projeto dos equipamentos eletrônicos deverão ser consideradas as recomendações de funcionamento da norma EN-50155.

Os equipamentos ou módulos eletrônicos deverão possuir isolamento galvânica entre os sinais elétricos do microprocessador e os sinais de campo.

Os equipamentos eletrônicos deverão ser protegidos contra a rádio interferência gerada no trem ou externamente.

Os equipamentos e módulos deverão ter um ponto acessível externamente para permitir a sua conexão com o terra.

## **11. LUBRIFICANTES**

Os lubrificantes (óleos e graxas) a serem utilizados no trem, sobretudo para aplicação em rodeiros e redutores, deverão ser do tipo 100% sintético, de alto desempenho, de base Poli Alfa Olefina, com aditivo de micro polimento de superfície.

## **12. MATERIAIS DOS CARROS**

### **12.1 Cálculos da estrutura da caixa**

Deverão ser executados todos os cálculos e verificações da estrutura da caixa, obrigatoriamente com as premissas de carregamento da norma EN 12663 e UIC 566.

Considerando as particularidades do trem metropolitano, as cargas principais de tração e

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

compressão serão aplicadas:

- (i) compressão de 1.500 kN no anti-encavalamento, considerando que a cabeça deestrado e anti-encavalamentos serão em aço carbono do tipo SAC 350 ou Aço S255J2;
- (ii) compressão de 1.500 kN na linha de centro do engate;
- (iii) tração de 1.000 kN na linha de centro do engate.

As cargas verticais atuantes na estrutura a serem consideradas:

- (i) carro em ordem de marcha (P); • Carro em ordem de marcha com lotação deserviço 6 passageiros/m<sup>2</sup> (P + 17.360 daN);
- (ii) carro em ordem de marcha com lotação de sobrecarga 375 passageiros/carro(P+ 26.250 daN);
- (iii) a estrutura deverá ser projetada para atender as seguintes condições de carregamento:

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte

**Tabela 1**

Nº	CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO	CRITÉRIO PARA ANÁLISE	COMENTÁRIO
1	Vertical de Serviço 1,3 (P + 17.360 daN)	Fadiga	Sem flambagem plástica
2	Vertical de Sobrecarga 1,3 (P + 26.250 daN)	Escoamento	Sem flambagem plástica
3	Compressão no Engate 1.500 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
4	Compressão no antiencavalamento 1.500 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
5	Tração no Engate 1.000 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
6	Compressão no Nível do peitoril 300 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
7	Compressão no Nível do flechal 300 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
8	Compressão 150 mm acima do topo da estrutura do estrado 400 kN	Escoamento	Flambagem elástica admitida
9	Torção - Levantamento pelos 4 apoios de macaco com 1 deles desnivelado 1,1 (P).	Escoamento	Flambagem elástica admitida
10	Levantamento pelos 4 apoios de macacos - 1,1 (P)	Escoamento	Flambagem elástica admitida
11	Levantamento pela cabeceira 1 - 1,1 (P). A outra extremidade apoiada no truque.	Escoamento	Flambagem elástica admitida
12	Levantamento pela cabeceira 2 - 1,1 (P). A outra extremidade apoiada no truque.	Escoamento	Flambagem elástica admitida
13	Levantamento pelo ponto de içamento 1 sob cobertura - 1,1 (P). A outra extremidade apoiada no truque.	Escoamento	Flambagem elástica admitida
14	Levantamento pelo ponto de içamento 2 sob cobertura - 1,1 (P). A outra extremidade apoiada no truque.	Escoamento	Flambagem elástica admitida

Além disso, as seguintes condições combinadas a seguir devem ser verificadas:

Nº.	CONDIÇÕES DE CARGA COMBINADA	CRITÉRIO PARA ANÁLISE	COMENTÁRIO
1	Condição 3 + Condição 2	Escoamento	Flambagem elástica admitida
2	Condição 4 + Condição 2	Escoamento	Flambagem elástica admitida
3	Condição 5 + Condição 2	Escoamento	Flambagem elástica admitida

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverá ser efetuada a verificação quanto à flambagem da caixa, de modo que as tensões atuantes não ultrapassem a tensão admissível de flambagem.

Na ocorrência de flambagem elástica a estrutura deverá permitir caminhos alternativos para a carga atuante de forma a preservar a integridade da caixa.

Para o cálculo de resistência à fadiga, devem ser utilizados dados do comportamento dos materiais da caixa sob diferentes cargas relevantes.

Todas as fontes de carregamento cíclico que podem causar danos por fadiga devem ser consideradas, principalmente as seguintes:

- (i) o espectro da lotação, pela mudança significativa da lotação no tempo gasto do percurso. O fabricante deverá propor uma faixa de variação dinâmica relativa à carga vertical que garanta uma vida infinita (no mínimo 10.000.000 de ciclos) à estrutura da caixa;
- (ii) cargas induzidas pelas irregularidades dos trilhos;
- (iii) cargas aerodinâmicas significantes;
- (iv) ciclos de carga devidos às partidas / paradas, que promovem acelerações longitudinais;
- (v) interação dinâmica caixa / truque;
- (vi) equipamentos anexados à caixa.

Também devem ser consideradas as combinações de cargas de fadiga e garantir que os requisitos de projeto atendam estas solicitações.

Com as premissas de carga especificadas para a caixa, deverá ser realizada a verificação estrutural por cálculos de elementos finitos.

Deverá ser informado o processo utilizado para o cálculo por elementos finitos, bem como as premissas adotadas e os critérios utilizados para estabelecer as tensões admissíveis de compressão, tração, fadiga e flambagem, além dos coeficientes de segurança empregados e os diagramas de Goodman/Smith para todos os materiais utilizados estruturalmente.

Em hipótese alguma, nos cálculos efetuados, poderão ser ultrapassadas as tensões limites.

A contra flecha da caixa deverá ser maior ou igual a zero sob carregamento da seguinte carga combinada:  $[1,3 (P + 26.250 \text{ daN}) + \text{Tração no Engate de } 1.000 \text{ kN}]$  por carro. Para quaisquer outros carregamentos inclusive de carga combinada deverá haver ainda contra flecha.

A estrutura da caixa deverá ser projetada visando a interligação de todos os elementos, com a finalidade de formar um monobloco resistente. Com exceção do chapeamento externo, o projeto estrutural da caixa deverá definir claramente quais os elementos contínuos passantes e quais os elementos contínuos não passantes, mediante peças intermediárias de ligação. Os elementos contínuos deverão ser fabricados em peça única, sem emendas de qualquer espécie em toda a sua extensão.

Nas interligações entre as laterais, cabeceiras, cobertura e estrado, deverá ser utilizado um material vedante para manter uma perfeita estanqueidade do conjunto.

## 12.2 Cabeceira

A cabeceira dianteira dos carros de extremidade deverá ser projetada de forma a permitir a colocação de para-brisa único.

A cabeceira dianteira do carro de extremidade deverá ser revestida com uma máscara fabricada de plástico reforçado com fibra de vidro.

Deverão ser previstos montantes antiencavalamento e anticolisão, rigidamente soldados ao estrado para resistir e transmitir uniformemente os esforços à estrutura da caixa. Os montantes anticolisão deverão ser localizados nas cabeceiras.

Deverão ser explicitados esquemas indicativos da forma e posição dos montantes anticolisão, bem como os valores das cargas limites de resistência e dos esforços transmitidos aos elementos estruturais da caixa.

A cabeceira traseira dos carros de extremidade e ambas as cabeceiras dos carros intermediários deverão ser providas de passagem entre carros do tipo open wide "Gangway".

## 12.3 Lateral

As estruturas das laterais deverão ser projetadas de forma a fazer parte integrante do monobloco caixa.

Em cada lateral dos carros deverão ser previstas 4 (quatro) portas de acesso para PASSAGEIROS e as janelas. Nos carros de extremidade deverão ser instaladas duas portas de acesso à cabina. As portas da

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

cabina devem possuir janelas do tipo deslizante com bolsa para recolhimento.

Deverá ser prevista ainda, em cada lateral, a instalação de um painel embutido, o qual conterá as chaves de isolamento de portas e freio. Este painel externo deverá ter porta de acesso provida de dobradiça, não permitir a entrada de água e poeira (IP 66) e ser fechado através de chave padrão.

#### 12.4 Cobertura

A estrutura da cobertura deverá ser projetada para formar um conjunto resistente e permitir a fixação do pantógrafo, conjunto de resistências, antenas e dos equipamentos de climatização, iluminação, dutos, conduítes, suportes das colunas e pegadores, revestimentos etc.

Na parte lateral da cobertura deverá ser previsto um acabamento longitudinalmente ao trem que esconda os equipamentos instalados no teto, proporcionando um visual agradável da formação dos 8 carros vistos lateralmente. Este acabamento deve também ter uma concordância com a máscara frontal do trem.

A cobertura deverá ser projetada de forma que possa resistir a aplicação de uma carga vertical de 100 daN, distribuída em uma área de 100 x 300 mm, em qualquer parte da cobertura, sem ocasionar deformação permanente.

As chapas de formação da cobertura deverão ser do comprimento total do comprimento da cobertura e serem unidas longitudinalmente por solda conforme definido.

#### 12.5 Estrado

O estrado do carro deverá ser composto basicamente de longarinas longitudinais e travessas. Em ambas as extremidades do estrado deverão existir uma estrutura (cabeça de estrado) composta de chapas perfiladas de aço carbono baixa liga e de alta resistência, unidas por solda.

Os suportes para fixação das colunas dos pega-mãos e suportes dos bancos deverão ser fixados diretamente à estrutura do estrado e não ao piso.

Na cabeça de estrado deverá ainda ser previsto um alojamento para a montagem do aparelho de choque e dispositivo antiencavalamento.

As cabeças de estrado, nas áreas consideradas críticas e conforme plano de amostragem estabelecido pelas Normas ABNT NBR 5426, 5428 e 5430, deverão ser submetidas a exame de soldas por meio de raio X e ultrassom em regiões onde o raio X não é viável.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Em cada longarina lateral deverão ser previstos no mínimo dois reforços com placas antiderrapantes para levantamento da caixa através de macacos, devendo haver pintura indicativa.

**12.6 Instalação de equipamentos sob o estrado**

Todos os suportes para fixação dos equipamentos sobestrado deverão ser fabricados em aço inox ou aço carbono devidamente protegidos por esquema de pintura anticorrosivo. As braçadeiras e elementos de fixação deverão ser zincados.

**12.7 Estruturas de apoio do piso do carro**

A estrutura do piso do carro deverá ser constituída em aço inoxidável rigidamente fixada ao estrado, de forma a receber o material isolante termoacústico definido (Acabamento Interno).

**12.8 Piso do carro**

Diretamente sobre o estrado da caixa, deverá ser fixado o piso, com espessura suficiente para, quando assentado sobre as travessas, suportar uma carga de 700 kg/m<sup>2</sup> (equivalente a aproximadamente 10 passageiros/m<sup>2</sup>) sem a ocorrência de deformações plásticas e sem deformações elásticas que provoquem insegurança aos PASSAGEIROS durante o uso.

Todos os elementos para fixação de mobiliário, colunas de pega-mãos e demais acessórios do salão deverão ser de aço inoxidável e em nenhuma hipótese poderão estar fixados no material do piso. O fabricante do trem deverá apresentar o projeto e o processo de instalação do piso.

O material utilizado no piso deverá ser: SMC ou argamassa mineral. Em nenhuma hipótese será permitida a utilização de pisos de madeira. Outros materiais poderão ser aceitos desde que comprovadamente atendam aos mesmos requisitos de auto extingüibilidade e conforto termoacústico.

O material do contrapiso deverá atender ao item de autoextinguibilidade, conforme Norma ABNT NBR 7356 – “Plásticos – Determinação da Flamabilidade” – Categoria 3 ou superior. Deverá atender tanto ao item Propagação de Fogo conforme a Norma ASTM E 162 – Determinação do Índice de Propagação Superficial da Chama – “Standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source” – I (médio) <= 25. Deverá atender quanto ao item de Densidade Ótica de Fumaça conforme a Norma ASTM E 662 – Determinação da Densidade Ótica de Fumaça – “Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials” – D (1,5) <= 3 - D (4,0) <= 14 – D (máx.) <= 250 - CO<sub>2</sub>: 90.000, ou outras



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Normas equivalentes desde que comprovada a equivalência pela CONCESSIONÁRIA.

Deverá ter alta resistência à umidade; a absorção de água deverá ser menor do que 0,5%, conforme Norma ASTM D570, ou outra Norma equivalente desde que comprovada a equivalência pela CONCESSIONÁRIA.

A durabilidade mínima (e garantida) deverá ser de 15 anos, sem que haja ocorrência de trincas, furos ou deformações.

Deverá ter peso inferior a 20 kg/m<sup>2</sup> e ter baixa condutividade térmica e boa isolamento acústica e elétrica.

A superfície de contato do piso com a estrutura não poderá permitir a formação de célula galvânica que provoque corrosão em uma das partes.

A fixação do piso sobre a estrutura deverá ser de forma rígida e em hipótese alguma deverá ocorrer a movimentação relativa entre as placas.

A calafetação deverá ser executada nas junções e aberturas para passagem de conduítes, tubulações, etc.

Este piso deve permitir sua remoção e reutilização em módulos, bem como permitir a aplicação, posterior à sua instalação, de fixadores tipo Rivkle, ou similar, sem necessidade de sua remoção.

O piso deverá ser projetado para que, sobre ele, possa ser colocado o revestimento especificado (Revestimento do piso).

#### 12.9 Caixas de equipamentos sob estrado

As caixas sobestrado deverão ser adequadamente dimensionadas, com tampas removíveis, protegidas contra entrada de água e poeira.

As caixas de equipamentos elétricos deverão ter sua fixação à caixa do trem de tal forma que fiquem apoiadas em suportes e não penduradas. Esta fixação deverá minimizar as vibrações oriundas da caixa do carro. Devem ser instaladas com alças inferiores adequadas para a remoção através de empilhadeiras.

As tampas das caixas de equipamentos elétricos deverão ser fechadas por fechadura padrão. Todas as tampas das caixas que abrigam equipamentos de alta tensão deverão também ter um sistema de intertravamento de segurança, com chaves que deverão ser liberadas somente após o aterramento dos pantógrafos, conforme especificado neste documento.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Não serão admitidas as fixações de tampas através de parafusos, à exceção de caixas de passagem sem terminais ou conectores.

O posicionamento das tampas deverá ser tal que elas permaneçam no local após abertura das fechaduras, e possam ser fixadas na posição aberta ou facilmente retiradas.

As tampas de caixas que tiverem equipamentos instalados nas mesmas, tais como dissipadores dos módulos de potência, deverão ser providas de dobradiças e permitir fácil acesso para manutenção. Essas tampas, quando abertas, deverão ser sustentadas por dispositivos adequados, não podendo ser utilizados cabos de aço ou correntes.

O tratamento interno das caixas deverá ser feito através de pintura por tinta epóxi curado ou esmaltado a fogo.

#### **12.10 Limpa trilhos da caixa**

As caixas dos carros de extremidade deverão ser providas de limpa-trilhos (Para proteger os equipamentos sob estrado), para impedir a passagem sobre obstáculos colocados na via, com distância de sua face inferior até o boleto do trilho regulável de 100 a 300 mm.

### **13. REVESTIMENTO INTERNO**

#### **13.1 Colunas e pegadores**

O salão de PASSAGEIROS deverá dispor de colunas e pegadores (balaústres / barras de apoio) que permitam aos PASSAGEIROS, localizados em qualquer ponto do salão, sustentar-se pela mão.

Sua disposição também deverá atender aos requisitos da Norma ABNT NBR 14021.

O arranjo das colunas e pegadores deverá seguir as linhas básicas de outros trens da CPTM e projetada considerando-se medidas antropométricas. Também deve ser previsto pega- mãos nas regiões de portas.

As colunas e pegadores deverão ser em tubos de aço inoxidável e projetados de forma que não seja necessária qualquer remoção, para permitir acesso aos equipamentos internos, tais como: luminárias, mecanismo de portas, ar-condicionado, bancos etc.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

**13.2 Pega-mão de portas de salão**

No interior do salão em todos os batentes das portas de acesso aos salões dos trens, deverão existir dos dois lados, alças de pega-mão, com dimensões e formas no mínimo iguais às apresentadas no desenho CPTM AA2739-3.

**13.3 Acabamento interno**

O acabamento interno, inclusive paredes de armários, poderá ser executado com utilização de painéis de revestimento de plástico reforçado com fibra de vidro fabricados com resina acrílica modificada ou resina poliéster insaturada, dependendo do local poderão ser utilizados painéis planos tipo sanduíche, formado por chapas de alumínio com núcleo de alumínio e estrutura tipo colmeia de abelha (honeycomb) ou ainda painéis tipo sanduíche em material compósito laminado tipo balsa.

**14. CABINE DE CONDUÇÃO**

Todo carro de extremidade deverá possuir uma cabina de condução em toda extensão da cabeceira dianteira, para operação do trem pelo condutor. Deverá abrigar o console, bancos, armários e equipamentos. A cabina deverá ser projetada de forma ergonômica e atender à norma UIC 651.

A cabina deverá ser provida de portas laterais de acesso em ambos os lados providas de janelas corrediças tipo bolsa, com facilidade de acesso a partir da plataforma e do nível da via e porta de acesso ao salão, ambas com fechaduras tipo padrão.

Deve ser previsto local específico para a guarda de calços e da escada portátil de emergência. Estes locais deverão ser embutidos ou em local que não interfira com a circulação no interior da cabina.

A cabina deverá ter um sistema de climatização com equipamentos e comando, independentes do sistema de climatização do salão de PASSAGEIROS.

Na cabina deverão ser previstas 2 luminárias do tipo Led para iluminação geral da cabine e 2 spots ajustáveis (Iluminação direcional) do tipo Led, de modo a garantir perfeita visibilidade dos comandos e dispositivos de controle, sem causar ofuscamentos ou reflexos. Conforme definido no item 29 deste documento.

Deverá ainda ser instalado um extintor de incêndio de pó químico seco para classes de fogo A, B e C, agente extintor a base de fosfato monoamônico, com carga de 4,5 kg e com capacidade extintora 4-A:80-B:C dotados de manômetro conforme a Norma NBR 10721. O extintor deverá ficar instalado em

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

suporte de fácil acesso em local que não interfira com a circulação na cabina.

A cabina deverá ser equipada com quebra-sol tipo cortina deslizante ajustável na vertical, em toda extensão do para-brisa, de fácil acesso ao maquinista, de fácil manejo, não permitindo deslocamentos devido a vibrações e deverá estar de acordo com a norma UIC 564-2 Classe B. O para-brisa deve ser único, com visão panorâmica, deve ocupar toda a área frontal do trem e o console deve ser de maneira que a condução seja centralizada na cabina, conforme definido no item 17.2 deste Apenso.

Deverá ser previsto local para instalação do indicador de destino do trem.

Deverão ser instalados, no console e junto às janelas nas laterais da cabina, os comandos e indicadores de abertura e fechamento das portas dos lados direito e esquerdo do trem.

Deverão ser instalados ainda equipamentos de radiocomunicação, ATC / ATO.

Todas as cabines deverão estar identificadas com a numeração do carro em local visível e de fácil visualização pelo maquinista.

#### 14.1 Console

Todas as cabinas deverão estar equipadas com um console, que deverá ser projetado de forma ergonômica e de modo a facilitar a manutenção e a limpeza. Se fabricado com plástico reforçado com fibra de vidro, deverá ser revestido com gel coat, conforme item 13.3, ou se adotado outro material que possua as mesmas características quanto à autoextinguibilidade, propagação do fogo e densidade ótica de fumaça.

A parte superior do console que fica próximo do vidro de para-brisa não deverá ser de cor clara para evitar problemas de reflexo.

Os instrumentos do console deverão ser de fácil remoção e sua ligação com o carro deverá ser feita, obrigatoriamente, através de conectores, sendo que a parte fixa deste deverá estar no console.

Os equipamentos de comando, controle e segurança deverão ser instalados de modo a facilitar o seu manejo, visualização, manutenção e limpeza. A disposição dos componentes deverá ser definida durante a fase de projeto e obedecer aos quesitos ergométricos.

O restabelecimento dos equipamentos também deverá ser possível através da cabine líder do trem, ou seja, os mesmos restabelecimentos que possam ser efetuados localmente nos equipamentos deverão estar disponíveis nas cabines.

Os aparelhos com visores instalados no console deverão ser dotados de proteções convenientes

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

para permitir fácil leitura, mesmo sob a ação da iluminação intensa externa ou interna. Deve ser avaliado um sistema anti-reflexivo.

O console deverá ser projetado de maneira tal que o maquinista possa eventualmente operar em pé.

A iluminação dos anunciadores e instrumentos do console deverá ser acionada em sincronismo com a seleção de carro líder e dotada de regulagem de intensidade.

O console deverá estar equipado com no mínimo os seguintes instrumentos e dispositivos de comando, informação e controle para as funções:

- (i) seleção de modalidade;
- (ii) seleção de cabina líder;
- (iii) seleção de sentido de marcha;
- (iv) seleção da velocidade imposta;
- (v) comando de freio de serviço e emergência;
- (vi) comando de aplicação de frenagem de emergência (botão soco);
- (vii) comando de freio de estacionamento;
- (viii) comando de buzina;
- (ix) comando de dispositivo de homem morto no pedal;
- (x) comando de fechamento e abertura de portas;
- (xi) comando de climatização da cabine;
- (xii) comando de climatização do salão;
- (xiii) comando de iluminação de salão;
- (xiv) comando de iluminação da cabina;
- (xv) relógio / cronômetro;
- (xvi) comando de farol;
- (xvii) comando de limpador de para-brisa;
- (xviii) comando de acionamento das câmeras de retrovisão;
- (xix) monitor do Sistema de Informações;
- (xx) comando do lavador de para-brisa;
- (xxi) indicador de cabina selecionada;
- (xxii) indicador de portas fechadas;
- (xxiii) indicador de portas abertas;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (xxiv) módulo de comando de comunicação;
- (xxv) sensor do Sistema de Identificação do Condutor;
- (xxvi) instrumentos: Voltímetros, Velocímetros (velocidade real e imposta, hodômetro), Manômetros, Amperímetros, Esforcímetros;
- (xxvii) sinalizadores e Indicadores de falhas: Freio de emergência pelo sistema de sinalização, Inversores de tração isolados, Velocidade superior a 90 km/h, Freio de estacionamento aplicado, Freio de atrito isolado, Freio elétrico isolado, Dispositivo de emergência de portas aplicado, Status do disjuntor, Inversor auxiliar isolado, Compressor isolado, Sinalização do status de portas, dispositivo homem morto, Freio de emergência dos PASSAGEIROS, Pantógrafo, Status do ar condicionado, Detector de descarrilamento, Retirada de algum extintor de incêndio, Conexão de fonte de alimentação externa;
- (xxviii) módulos de Console dos Equipamentos de Bordo ATC / ATO.

Todos os indicadores luminosos do console que não fazem parte dos monitores instalados nas cabines deverão ser de tecnologia de leds, não sendo aceito lâmpadas do tipo incandescente.

Para evitar equívocos operacionais as chaves de comando da bateria devem ser instaladas fora da mesa de operação, porém na cabine em painel acessível sem a necessidade de abertura de porta ou tampa de proteção.

### **Manômetro**

Deverá haver um manômetro duplo no console dos carros motores, do tipo analógico.

O manômetro deverá indicar a pressão de ar do encanamento principal e dos cilindros de freio do truque dianteiro do carro de extremidade.

A escala do manômetro deverá variar de 0 (zero) ao valor máximo de trabalho do sistema de ar comprimido, acrescido de 20%.

### **Velocímetro**

No console dos carros motores deverá haver um indicador de velocidades do trem.

O velocímetro deverá ser com indicação digital, e indicar as velocidades real e solicitada do trem

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

na faixa de 0 (zero) a 100 km/h.

O erro nas indicações não deverá ser superior a 1,5% em nenhuma situação.

A escala do indicador de velocidade deverá ser graduada de 10 em 10 km/h, com subdivisões de 2 em 2 km/h.

### **Banco do Condutor**

Um banco para o condutor do trem deverá ser instalado de modo que o condutor tenha opção de conduzir sentado ou em pé.

O banco deverá ser ergonômico, estofado, com encosto e revestido com material que atenua os problemas de transpiração, além de atender aos requisitos da Norma ABNT NBR12758.

Deverá 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 banco deverá ser projetado para pessoas com peso entre 50 e 115 kg, possuir sistemas de ajuste que permitam: rotação da base, regulagem de altura do assento, da inclinação do encosto e correção (trilho) que permita regulagem longitudinal (para frente e para trás). O sistema do banco do maquinista não deverá conter correção instalada no piso da cabina.

O banco e o console deverão constituir um conjunto ergonômico e atender aos requisitos da norma UIC 651.

### **Banco do Instrutor**

Um banco escamoteável deverá ser instalado na cabina de condução ao lado do maquinista para utilização por um instrutor. Deverá ser projetado de modo a não ocupar espaço interno na cabina, ficando embutido quando não utilizado.

A instalação do banco do condutor e do instrutor não deverá obstruir a abertura das portas de acesso à cabina. O banco do instrutor deverá ser resistente e confortável

## 14.2 Armários elétricos

### **Armários elétricos do carro motor**

Os armários destinados a instalação de equipamentos, módulos, relés, interruptores, fusíveis e etc. deverão estar localizados na divisória entre a cabina e o salão.

Os armários elétricos da cabina deverão possuir portas com acesso aos equipamentos pela cabina.

Os equipamentos deverão ser fixados preferencialmente em suportes padronizados (racks de 19 polegadas), com guias metálicas, com pistas deslizantes que deverão ser rigidamente instalados nos armários. Os equipamentos deverão ser retirados pelo lado da cabina.

Todos os equipamentos, chaves, e interruptores deverão ficar fixados no painel frontal do armário; onde não houver equipamentos deverão ser previstos painéis de acabamento, com fixação independente dos equipamentos, que deverão manter a continuidade do conjunto. Todos os componentes de uso necessário pelo maquinista devem ser instalados do lado externo do armário, bem como todos os displays devem ter seus visores para não necessitar a abertura das portas dos armários para sua verificação.

Todos os equipamentos que geram códigos de falha devem ter esta informação acessível ao maquinista através do próprio monitor do console.

O trancamento das portas deverá ser feito através de fechadura padrão de manutenção. Os armários elétricos deverão permitir a ventilação natural nos equipamentos.

Os armários elétricos deverão possuir 1 tomada de saída, de 220 Vca, perfeitamente identificada. Deve ser previsto iluminação dentro dos armários elétricos, através de uma luminária com tecnologia de “leds” que esteja protegida para evitar danos quando em trabalho de manutenção no armário.

As tomadas deverão ser de pinos chatos e redondos, dois polos e mais terra (As tomadas devem seguir a legislação Brasileira vigente). A capacidade das tomadas deverá ser de 25 A, 250 V. A alimentação via conversor estático auxiliar das tomadas internas do salão e da cabina deverão ser em 220 Vca, 60 Hz, senoidal, com previsão de carga de 3 kVA para cada carro.

### **Armário dos carros reboques**

Os armários elétricos dos carros reboques deverão estar localizados em locais de fácil acesso pelo interior do salão de PASSAGEIROS e preferencialmente localizados nas extremidades dos carros.

Os equipamentos deverão ser fixados preferencialmente em suportes padronizados (racks de 19

polegadas), com guias metálicas com pistas deslizantes.

Os armários deverão ser providos de portas para acesso ao equipamento e fiações com fechaduras padrão de manutenção.

Os armários elétricos deverão possuir 1 (uma) tomada de saída alimentada em 220 Vca, perfeitamente identificada. Deve ser previsto iluminação dentro dos armários elétricos, através de uma luminária com tecnologia de “leds” que evite danos na lâmpada quando em trabalho de manutenção no armário.

As tomadas deverão ser de pinos chatos e redondos, dois polos e mais terra (As tomadas devem seguir a legislação Brasileira vigente). A capacidade das tomadas deverá ser de 25 A,

250 V. Cada carro deverá possuir ao menos 1 tomada e preferencialmente que esta seja acessível através de uma porta com chave padrão específica para esta tomada. A alimentação via conversor estático auxiliar das tomadas internas do salão e da cabina deverão ser em 220 Vca, 60 Hz, senoidal, com previsão de carga de 3 kVA para cada carro.

Estes armários deverão permitir ventilação natural nos equipamentos.

#### 14.3 Retrovisor

Deverá ser instalado sistema de câmeras laterais (retrovisão por câmeras, com monitores na cabine), que façam a função do espelho retrovisor.

### 15. JANELAS

As janelas e suas fixações deverão ser desenvolvidas de forma a evitar vibração, ruído e efetuar uma perfeita vedação contra a entrada de água.

As janelas deverão estar equipadas com policarbonatos, com espessura de 9 mm. Os policarbonatos das janelas deverão ter características conforme definido.

As molduras deverão ser fabricadas com perfis de alumínio anodizados.

Os policarbonatos deverão ser montados nas molduras de alumínio através de guarnições de borracha, que farão a vedação e a fixação. As molduras de alumínio serão fixadas na caixa do carro através de parafusos. Não serão aceitas fixações com adesivos dos policarbonatos com as molduras. As janelas não poderão ter saliências, reentrâncias ou arestas vivas e garantir a facilidade de limpeza e de sua troca, ou da troca do policarbonato.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

**15.1 Janelas do salão do carro**

No projeto para as janelas do salão deverá ser aproveitado o máximo possível do espaço lateral do carro entre as portas.

As fixações das janelas e respectivos policarbonatos deverão ser desenvolvidos de forma a evitar vibração e ruído e oferecer uma perfeita vedação contra entrada de água e poeira, facilidade de limpeza e de substituição.

O projeto deverá prever que todas as janelas utilizadas no trem sejam projetadas com uma janela fixa e com um basculante na parte superior. Deve ser previsto a abertura automática destes basculantes através de um comando partindo da cabine do Maquinista.

O basculante deverá abrir para o lado interno do salão de PASSAGEIROS e permanecerá fechado e trancado durante a circulação comercial dos trens. A abertura do basculante será feita em caso de falha do sistema de climatização do carro. A trava do basculante deverá ser acionada por chave padrão de operação, com acesso pelo lado interno e pelo lado externo do salão de PASSAGEIROS.

As janelas do salão dos PASSAGEIROS deverão ter resistência suficiente para não permitir seu deslocamento, suportando o peso dos PASSAGEIROS.

As janelas do salão de PASSAGEIROS deverão ser instaladas de maneira que não permitam a remoção por ato de vandalismo.

**15.2 Janelas das portas laterais da cabina**

As portas laterais das cabinas deverão ser providas de janelas corrediças na direção vertical com policarbonato especificado, com a finalidade de permitir a visualização da plataforma pelo maquinista.

As janelas deverão permitir uma abertura rápida pelo seu simples destravamento e deslizar suavemente nas guias, com leve esforço, porém, não deverá movimentar com a vibração do veículo.

As fixações deverão ser desenvolvidas de forma a evitar vibração e ruído e oferecer uma perfeita vedação contra entrada de água e poeira, facilidade de limpeza e de substituição.

**15.3 Janelas das portas do salão dos PASSAGEIROS**

As portas laterais de acesso dos PASSAGEIROS deverão ser providas de visores, com policarbonato

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

especificado, fixados diretamente às folhas da porta através de perfis de alumínio anodizados. Deverá ser possível a troca do policarbonato sem a retirada das folhas de porta.

## **16. FECHADURAS E CHAVES**

Todas as fechaduras e chaves a serem utilizadas nos carros, conforme a sua aplicação, deverão ser do tipo heptavada padrão de operação ou manutenção. Conforme desenho CPTM DT AT7747-8.

Exclusivamente para a habilitação da cabina líder e para as fechaduras de segurança do sistema de aterramento, as fechaduras e as chaves deverão ser de modelos especiais e específicas para estas aplicações.

## **17. ACABAMENTO EXTERNO**

O acabamento externo dos carros não deverá conter saliências, reentrâncias ou arestas que possam causar lesões aos PASSAGEIROS ou dificultar a limpeza através da lavagem automática.

As superfícies de acabamento deverão ser livres de ondulações, marcas ou riscos.

As soldas a arco quando utilizadas deverão ter um acabamento tal que minimizem a sua visualização.

As soldas por resistência (solda a ponto) deverão ser convenientemente alinhadas e os pontos uniformemente espaçados.

Na parte lateral superior deverá ser previsto uma “carenagem” de forma a tornar o aspecto do trem uniforme, “escondendo” os equipamentos montados nos tetos dos carros. Este sistema deverá ter uma integração com a máscara frontal e com as passagens entre carros propiciando um visual moderno considerando a composição de 8 carros como uma visão única do trem.

### **17.1 Máscara de revestimento da cabeceira de cabina**

A cabeceira dianteira de todos os carros de extremidade deverá ser revestida com um conjunto moldado em plástico reforçado com fibra de vidro.

O projeto da máscara não deverá levar em conta qualquer contribuição da mesma para a resistência estrutural do carro, mas considerar que estará sujeita a impacto de vento, associado à velocidade máxima do trem, efeito pistão e às próprias condições ambientais (luz solar, poeira, água, etc.), bem como a choques e vibrações devido ao movimento do trem.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O projeto da fixação da máscara à estrutura do carro deverá ser feito de modo a garantir uma perfeita vedação e não permitir o aparecimento de trincas devido à movimentação normal do carro e permitir em casos especiais, facilidade de remoção.

Deve ser previsto um total de duas ou três partes individuais para a composição da máscara completa. Em especial a parte inferior abaixo da linha do antiencavalamento deve ser separada, facilitando sua remoção e desmontagem, nesta região mais sujeita a impactos na via.

A parte inferior da máscara que envolve o engate deverá ser fechada de forma que somente fique exposto o sistema de engate, outras partes pertencentes ao sobestrado do trem não deverão ser visíveis através da visão frontal nesta região do engate.

Deverá ser utilizada tinta do tipo poliuretânica monocomponente, obrigatoriamente a base de água, na cor indicada na programação visual do trem e que atenda os mesmos requisitos de comportamento ao fogo exigidos para peças em plástico reforçado com fibra de vidro, quando testada juntamente com a peça onde é aplicada.

## 17.2 Para brisa

A máscara frontal dos carros da extremidade do trem deverá ser provida de para-brisa único e com visão panorâmica.

O para-brisa deverá ser de vidro de segurança, constituídos por lâminas de vidro liso, translúcido, incolor e polido, intercaladas por lâminas de PVB ou policarbonato translúcido e incolor. Obrigatoriamente as lâminas das faces externas do para-brisa deverão ser de vidro, com aplicação de película non spall somente na face voltada para o interior da cabina do trem. O para-brisa deverá ser plano e com espessura total de 16 +/- 0,5 mm.

A instalação do para-brisa deverá ser projetada de forma a permitir sua colocação pela parte externa do carro e de forma tal que não permita sua queda para o interior da cabina quando forçado neste sentido.

A fixação do para-brisa deverá ser feita através de guarnição de borracha e ser protegida através de uma moldura externa tipo anel fixado através de parafusos escareados na mesma.

O conjunto deverá resistir a um impacto perpendicular de um projétil de massa 1.000 g, a uma velocidade de 260 km/h (soma da velocidade máxima do trem prevista neste documento mais 160 km/h), conforme Method to test the front window of the cab for sufficient resistance to projectiles – Norma UIC

651. No impacto não será admitido que o projétil atravesse o para-brisa ou projete estilhaços para o interior da cabina e nem provoque o deslocamento do conjunto.

#### 17.3 Limpador de para brisa

Todo carro de extremidade deverá ser equipado com um sistema limpador de para-brisa, devendo ser um modelo com uma haste com palheta que, quando desligado, deverá sempre parar em uma posição que não interfira na visão do maquinista.

A palheta do limpador deverá garantir um perfeito assentamento da borracha sobre o vidro. Deverá ser de comprimento apropriado para varrer perfeitamente toda a área de visão do maquinista.

O limpador deverá ser acionado por motor elétrico.

O limpador deverá ter as seguintes posições estáveis:

- (i) parada automática a ser definida no projeto;
- (ii) temporização – 3 a 8 s;
- (iii) velocidade de 30 ciclos por minuto;
- (iv) velocidade de 60 ciclos por minuto.

Deverá fazer parte do limpador um lavador de para-brisa, acionado eletricamente. O sistema deverá ser dotado de no mínimo 2 esguichos duplos. O acionamento do esguicho deverá estar associado ao funcionamento do limpador.

O limpador deverá funcionar após o esguicho e permanecer por mais 3 (três) ciclos de varredura.

O reservatório do lavador deverá ter capacidade mínima de 10 litros e permitir fácil reabastecimento e visualização do nível da água.

A instalação do conjunto mecânico, motor, etc. deverão ser em local que dificulte a ação de vândalos e a manutenção e remoção deverá ser realizada pelo exterior do carro.

#### 17.4 Indicador de destino

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

O mostrador deverá ser do tipo display digital de mensagem programável e as cores, dimensões e tipo das letras deverão permitir uma boa visibilidade.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverão estar memorizados os destinos a serem definidos no projeto, configuráveis pela CONCESSIONÁRIA. O software a ser disponibilizado deverá possibilitar a mudança de destinos, mudanças de rotas, inclusões e exclusões de novas estações.

Deverá ser visualizada a rota do trajeto definido pelo maquinista na cabine de condução, devendo ser disponibilizada a ferramenta para a inclusão de novos trajetos.

A mudança de destino deverá ser realizada através de um comando localizado no console via data bus. A seleção de destino configurada deverá ser mantida independente da mudança de cabina líder. O único indicador ativado deverá ser o da cabina líder.

#### **17.5 Identificação do carro**

Todos os carros de extremidade deverão receber um número de identificação do carro, externamente, em ambas as laterais, no teto e na máscara. No salão de PASSAGEIROS deverá haver também o número do carro, bem como no interior da cabina.

Os carros intermediários deverão ser identificados com o número do carro externamente em ambas as laterais e no salão de PASSAGEIROS. Também deve receber um número de identificação do carro externamente no teto os carros motores intermediários.

As formas, dimensões e localizações dos números deverão ser definidos em projeto. A pintura ou adesivação dos números nas laterais deverá ser feita diretamente sobre as chapas de revestimento externo.

### **18. PASSAGEM ENTRE CARROS**

A passagem entre carros "Gangway" deverá ser fabricada conforme estabelece a norma UIC 561 e possuir larga estrutura de entrada (open wide "Gangway"), ou seja, a largura da passagem deverá ser aproximadamente igual à do salão dos carros, servindo também como espaço interno para os PASSAGEIROS e não deverá possuir degraus.

Essa passagem deve garantir a segurança dos PASSAGEIROS como também isolamento termoacústica e contra infiltração de água.

Todos os componentes metálicos da passarela deverão ser fabricados em aço inoxidável, inclusive seu piso, que deverá ser do tipo antiderrapante.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O revestimento flexível externo deverá ser resistente a intempéries, graxas, solventes, detergentes e atender os requisitos das normas sobre propagação de fogo, índice de fumaça e gases tóxicos.

A passagem entre carros deverá atender aos requisitos da Norma ABNT NBR 14021.

A iluminação desta passagem também deverá ser feita com “leds”, preferencialmente através de spots embutidos na região superior.

## **19. EXTINTOR DE INCÊNDIO**

Todos os carros deverão ter dois extintores de incêndio distribuídos no salão de PASSAGEIROS em locais de fácil acesso, em compartimentos protegidos com tampa transparente e quebrável facilmente em situação de emergência, montada numa moldura dotada de fechadura padrão de operação. O projeto desta tampa deve propiciar a abertura através de chave padrão pela CONCESSIONÁRIA e quando da real necessidade de utilização e quebra da tampa a fechadura deve permanecer íntegra em seu local.

Além destes, haverá outro extintor em local definido na cabina de condução.

Os extintores deverão ser de pó químico seco para classes de fogo A, B e C, agente extintor a base de fosfato monoamônico, com carga de 4,5 kg e com capacidade extintora 4- A:80-B:C dotados de manômetro.

Os extintores deverão atender integralmente à norma NBR 10721.

Deverá ser prevista comunicação visual para localização e utilização do extintor.

Deverá ser previsto um alarme na cabina quando da remoção do extintor o qual deve ser sinalizado no monitor de cabina, mostrando a posição do extintor que tenha sido retirado e o Nº do carro, bem como deve ser mostrado no monitor de vídeo vigilância a câmera mais próxima deste evento de remoção do extintor.

## **20. BUZINA**

Cada carro da extremidade do trem deverá ter um conjunto de buzinas pneumáticas localizado na cabeceira frontal, sob o estrado, protegido contra a entrada de água e acionado por uma eletroválvula comandada por um botão do tipo pulsador, instalado no console de comando da cabina.

O comando elétrico deverá ser alimentado através da bateria do carro e deverá possuir uma torneira lacrável de isolamento pneumático a ser instalada na região da cabine.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Ao ser acionado por qualquer das cabinas estando ou não habilitada (cabine líder), o conjunto de buzinas deverá tocar simultaneamente no carro da extremidade que foi acionado o comando.

O conjunto buzina deverá ter as seguintes características:

Dois tons (um grave e outro agudo);

Intensidade sonora no eixo a 2 metros: 125 a 140 dBA; Tom grave: Fá sustenido 3;

Frequência: 370 Hz; Tom agudo: Mi 4; Frequência: 660 Hz.

## **21. HODÔMETRO**

No console da cabina deverá haver um acumulador do tipo eletrônico para indicação da quilometragem total percorrida pelo trem, ou seja, que mostre a soma das quilometragens percorridas nos dois sentidos de circulação. Este valor da quilometragem acumulado deverá estar disponível para ser enviada via transmissão trem-terra.

O acumulador de quilometragem deverá possuir capacidade de 8 dígitos.

O acumulador de quilometragem deverá prever um dispositivo que permita o ajuste da quilometragem acumulada, em qualquer dos seus dígitos. Este dispositivo deverá estar protegido.

Os ensaios deverão seguir as condições descritas no projeto e norma EN-50155.

## **22. TRUQUES**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação dos truques do trem.

### **22.1 Descrição geral**

As estruturas dos truques deverão ser fabricadas em chapa de aço carbono baixa liga e alta resistência, soldadas com posterior tratamento térmico.

Os truques deverão ser projetados para suportar a caixa do carro com todos os seus equipamentos e lotação máxima com 30% de acréscimo devido aos esforços dinâmicos. Deverão permitir a rotação da caixa sobre ele, e possibilitar a inscrição segura (no aspecto descarrilamento) nas vias com estabilidade em qualquer velocidade dentro da faixa de operação (0-90 km/h).

Todos os carros deverão ser providos de dois truques com dois eixos cada e suas estruturas deverão ser intercambiáveis, inclusive entre carros motor e reboque.

Todas as tubulações pneumáticas do truque deverão ser em aço inoxidável austenítico tipo 304 L

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

inclusive as conexões.

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

O cálculo estrutural deverá ser realizado conforme a metodologia da UIC 615-4:

Tabela 2

Nº	CONDIÇÃO DE CARREGAMENTO	CRITÉRIO PARA ANÁLISE	COMENTÁRIO
1	Vertical de Serviço 1,3 (P + 17.360 daN)	Fadiga	Sem flambagem
2	Vertical de Sobrecarga 1,3 (P + 26.250 daN)	Escoamento	Sem flambagem

- (i) P = Carro em ordem de marcha (Caixa completa com todos os equipamentos –(menos) os truques);
- (ii) carro em ordem de marcha com lotação de serviço 6 passageiros/m<sup>2</sup> (P + 17.360daN);
- (iii) carro em ordem de marcha com lotação de sobrecarga 375 passageiros/carro (P + 26.250 daN);
- (iv) coeficiente de segurança = 1,3.

Os documentos referentes aos critérios de cálculo dos truques deverão conter, no mínimo:

- (i) análise por elementos finitos;
- (ii) propriedades físico-químicas dos materiais;
- (iii) cargas impostas e fatores de carga;
- (iv) níveis de tensões reais comparados ao limite de escoamento dos materiais e limites de fadiga;
- (v) margem de segurança.

Os cálculos de desempenho referem-se à equalização dos esforços nas rodas, ao comportamento das suspensões, conforto vertical e lateral, oscilações, resistência rotacional, inscrição em curvas, segurança ao descarrilamento, instabilidade dinâmica, etc.

Com a via nivelada, a carga máxima por truque não poderá ser superior a 52% do peso total do carro e a carga mínima por roda não poderá ser inferior a 23% da carga total suportada pelo respectivo



truque.

## 22.2 Eixos e Rodas

Os eixos deverão ser fabricados em aço forjado conforme Norma AAR M-101.

As rodas deverão ser fabricadas em aço forjado e laminado, conforme especificação AAR M-107 classe C, com diâmetro de 34" (863,6) à 36" (914,4 mm) e com perfil conforme desenho CPTM AK9143-7.

Todas as rodas deverão ser providas de orifícios, adequados para permitir extraí-las do eixo com auxílio de óleo pressurizado.

As rodas deverão ser do tipo múltipla vida, permitindo assim vários torneamentos para correção do perfil de rolamento devido ao desgaste. A espessura mínima do aro para utilização da roda deve ser de 1 polegada no fim de vida.

Os rodeiros deverão ser montados conforme a Norma AAR, porém a bitola deverá estar de acordo com a Norma ABNT NBR 5565/98 (1.521 +/- 1 mm).

As rodas deverão ser balanceadas estática e dinamicamente dentro da faixa de tolerância de fabricação, conforme S 658-81 pg. G-146 do Manual of Standard and Recommended Practices da AAR, edição de 1994.

Deverá ser indicada a diferença máxima permitida entre os seguintes diâmetros de rodas:

- (i) de um mesmo rodeiro (conforme NBR 11730);
- (ii) de um mesmo truque;
- (iii) de truques de um mesmo carro;
- (iv) de carros adjacentes.

## 22.3 Mancais de rolamento dos rodeiros

Os mancais deverão ser de rolamento, específicos para rodeiros ferroviários, montados em caixas de graxa com vedação do tipo labirinto ou caixa de eixos com uma estrutura auto vedante.

As caixas de graxa deverão ter bicos graxeiros em local de fácil acesso para manutenção.

Deverá ser previsto um tipo de graxa lubrificante que permita um intervalo de lubrificação ou

adição de lubrificante de no mínimo 240.000 km.

Os rolamentos deverão atingir uma vida nominal de no mínimo 2.400.000 km.

O conjunto do mancal deverá permitir utilização de no mínimo 1.200.000 km sem necessidade de revisão geral.

Deverá ser explicitado o memorial de cálculo dos rolamentos.

#### 22.4 Caixa redutora

O rodeiro motor deverá ser equipado com uma caixa redutora ligada ao motor de tração através de acoplamento elástico. O material do acoplamento empregado nesse conjunto (metálico e/ou elastômero) deverá ser alta qualidade e durabilidade equivalente a 12 anos, no mínimo.

As caixas redutoras deverão ser projetadas para uma operação silenciosa na velocidade máxima do trem e de maneira a facilitar a montagem e desmontagem de seus componentes.

Todas as engrenagens deverão ser submetidas a ensaios de ultrassom e partículas magnéticas.

Deverá ser prevista a instalação de sensores de velocidade em todas as caixas redutoras ou nos motores de tração.

O intervalo entre revisões da caixa redutora não deverá ser inferior a 1.200.000 km. As caixas redutoras deverão ser submetidas aos testes de tipo, conforme a seguir:

- (i) carga;
- (ii) ruído;
- (iii) vazamento

#### 22.5 Amortecedores do Truque

Serão do tipo hidráulico telescópico de dupla ação com durabilidade mínima de 400.000 Km. Os amortecedores hidráulicos deverão ser do tipo reparáveis, garantindo a possibilidade de desmontagem e posterior montagem através da remoção de parafusos específicos para integração do conjunto.

Uma vez desmontados estes amortecedores propiciam a substituição dos elementos de vedação ou selos mecânicos sem que seja necessária qualquer operação de usinagem ou de soldagem para a remoção ou fixação dos elementos substituíveis. Uma vez substituídos os elementos danificados, o

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

amortecedor reparado passa a ter o desempenho e vida útil semelhante a um amortecedor novo.

Os amortecedores reparáveis deverão ser intercambiáveis. Os amortecedores deverão possuir uma vida útil intrínseca mínima de 1.000.000 ciclos.

Os amortecedores deverão ser submetidos a teste de vida acelerada.

Os amortecedores deverão ser ensaiados através de esforços cíclicos de tração e compressão em velocidade compatível, de forma a avaliar a curva de tração e compressão.

A cada 250.000 ciclos deverá ser registrada a curva de ensaio de tração e compressão, de modo a propiciar a avaliação do desempenho do amortecedor.

Ao final de 1.000.000 ciclos, o valor máximo do esforço de tração e de compressão do amortecedor não poderá sofrer degradação superior a 30 % do valor nominal especificado.

Não será admissível qualquer descontinuidade ou inflexões na curva de tração ou de compressão do amortecedor, que denote a ocorrência de desgastes localizados, com a consequente perda de carga mesmo que parcial.

## 22.6 Lubrificador de friso

Deverá ser instalado, pelo menos nos rodeiros de ataque, ou seja, naqueles que contém as rodas Nº 1 e Nº 8 (rodeiros Nº 1 dos truques "TR 1") dos carros com cabina, sistema para lubrificar os frisos das rodas, utilizando lubrificantes com alto teor de componentes sólidos.

### 22.6.1 Descrição básica do sistema

Deverá ser adequado para a aplicação de lubrificante específico 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 carros (por efeito de centrifugação).

Deverá permitir ajuste das quantidades de lubrificante aplicado.

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

Cada sistema lubrificador deverá ser projetado de forma que permita seu funcionamento independentemente do outro sistema instalado no trem, ou seja, deverá ser projetado de forma que possa ser feito o desligamento de um ou mais sistemas sem que seja necessário o desligamento dos demais.

Deverá ser previsto um dispositivo para isolamento do sistema de lubrificação de friso no caso de rompimento de tubulação e mangueiras, de forma que não comprometa a operação do trem.

#### 22.6.2 Componentes básicos

##### **Reservatório de lubrificante**

Deverá ser do tipo não pressurizado.

Deverá ser confeccionado em material resistente à corrosão, como por exemplo, o alumínio.

Deverá ter quantidade e capacidade tais que suportem a demanda por um intervalo mínimo de 15.000 km (correspondente a aproximadamente 30 dias de uso).

Deverá ser equipado com visor de nível com dimensões e localização que permita rápido acesso e visualização.

O bocal de abastecimento deverá contar com tampa com fechamento por chave e estar disposto de forma a garantir fácil acesso.

##### **Dosador**

Deverá efetuar a dosagem e a agitação do lubrificante através de bomba dosadora, operada pneumaticamente a partir do ar comprimido existente no encanamento principal do trem.

Deverá ser concebida de forma que a dosagem ocorra apenas quando submetida a um ciclo completo de pressurização e despressurização, de forma a evitar escoamento de lubrificante em caso de falha do sistema.

A bomba deverá operar livre de necessidade de lubrificação ou intervenção externa.

##### **Elementos de Mistura, Distribuição e Filtragem**

Os componentes necessários para a mistura de lubrificante com ar bem como os distribuidores de fluxo e filtragem não devem apresentar peças móveis.

O distribuidor deverá ser confeccionado em material resistente a corrosão.

Deverá garantir a divisão equitativa dos fluxos de ar e lubrificante em toda a faixa de pressão do sistema, com diferenças nas saídas não superiores a 5% e operar instalado em qualquer posição.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Deverá possuir filtro para que sujidades eventualmente presentes no lubrificante não comprometam por entupimento os distribuidores e bicos.

### **Tubulações e conexões**

A condução do lubrificante aos pontos de aplicação deverá ser através de condutos de uma única via.

Deverão ser utilizadas mangueiras para aplicação hidráulica sem emendas, com conexões de fácil instalação e manutenção tipo ponta lisa.

As mangueiras e conexões deverão ser projetadas para suportar todas as condições normais de operação, impedindo vazamentos que façam com que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.

### **Bicos Aplicadores**

A aplicação do lubrificante deverá ser por aspersão através de bicos de uma única via.

A distância de aplicação deverá ser tal que não permita dispersão de lubrificante por efeito de correntes de ar.

O bico aspersor deverá ser dimensionado para permitir a aspersão do lubrificante apenas na região da base do friso; tanto o bico quanto seus suportes deverão ser projetados para suportar todas as condições normais de operação, impedindo afrouxamentos involuntários dos elementos de fixação e que o lubrificante seja direcionado à superfície de rolamento das rodas do trem ou ao topo do boleto do trilho.

## **Controladores de Aplicação**

O sistema deverá prever dispositivos que permitam alterar facilmente o modo de aplicação do lubrificante. A aplicação do lubrificante deverá ser feita por:

- (i) intervalos de tempos de aplicação e repouso (Programável).
- (ii) distância percorrida (utilizando informações do sistema de velocímetro) (Programável).

Este sistema deverá ser projetado para não permitir a continuidade da lubrificação quando o trem estiver parado.

Os equipamentos eletroeletrônicos de comando e controle deverão operar a partir da tensão de bateria.

O sistema de controle deverá dispor de meios para realizar testes de funcionamento do sistema (através de botão para teste manual), permitindo assim a realização de procedimentos de inspeção para verificar o funcionamento da aspersão, bem como o alinhamento dos bicos aspersores.

## **Lubrificante**

O lubrificante para redução do atrito entre friso e trilho, a ser aplicado por meio de equipamento adequado embarcado, deverá ser de um tipo específico para esta finalidade e de forma que atenda às seguintes especificações:

- (i) o lubrificante deverá ser do tipo capaz de formar um filme lubrificante resistente, extremamente adesivo, insolúvel e que permita sua transferência para rodas seguintes;
- (ii) deverá ser à base de ésteres e sólidos (grafite, sulfeto de molibdênio, etc.), porém isento de óleos minerais ou graxas – deverá ser apresentado laudo que comprove a composição química básica;
- (iii) o conteúdo mínimo de sólidos deverá ser superior a 23% – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (iv) consistência NLGI: 00 ou 000 – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (v) pressão de ruptura: superior a 2.100 kg/cm<sup>2</sup> – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (vi) deverá ser adequado para operar em temperaturas na faixa de - 30 a + 200 °C – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (vii) não deverá conter solventes clorados, PCB ou PCA, ou outras substâncias tóxicas – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (viii) deverá apresentar temperatura de ignição superior a 300 °C – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (ix) não deverá apresentar restrições na utilização de água, pó químico, espuma e CO2 como meios de combate a incêndio;
- (x) o produto deverá ter biodegradabilidade superior a 95% conforme Norma Europeia CEC-L-33-A-93 – deverá ser apresentado laudo que comprove esse requisito;
- (xi) não deve aglutinar poeira, partículas resultantes dos freios ou outros contaminantes.

## 22.7 Sistema Detector de Descarrilamento

Os trens deverão ser providos de sistema detector de descarrilamento que deve reconhecer o estado de descarrilamento de cada eixo para velocidades acima de 10 km/h (via software da Unidade Eletrônica de Freio), os sensores deverão detectar as acelerações verticais de contato roda trilho. A detecção de pulsos repetitivos de aceleração vertical ou transversal acima de valores pré-ajustados deverá sinalizar o evento de descarrilamento enviando um sinal para aplicação de emergência através do laço de emergência.

Este sistema deverá possuir uma chave de "by-pass" com lacre para derivação em caso de avaria.

Falhas no detector deverão ser sempre sinalizadas no console do maquinista, indicando inclusive o carro e truque com falha. Em caso de falha, preferencialmente o detector deverá ficar impedido de aplicar o freio de emergência e a ocorrência deverá ser sempre sinalizada de forma a não haver tipos de falhas não detectáveis.

O sensor para detecção de descarrilamento de aceleração vertical deve ser de uso comprovado em projetos de carros de PASSAGEIROS. O sensor de aceleração que deverá ser incorporado na caixa seca

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

localizada na extremidade de cada eixo, devendo estar incorporado ao sensor de velocidade existente.

A detecção de descarrilamento deve ser feita por um sensor que detecta acelerações verticais em cada eixo do truque em velocidade acima de 10 km/h. O sinal gerado pelo sensor deve ser enviado para a unidade eletrônica de freio atual a qual deverá informar a ocorrência de um descarrilamento. Para identificar essa ocorrência, o sistema de detecção deve avaliar o sinal proveniente do sensor de aceleração vertical de tal forma que possa distingui-los daqueles que ocorrem quando um eixo "não descarrilado" emite.

Os dados conhecidos para este processo são a velocidade do veículo e consequentemente, a frequência na qual um eixo descarrilado emite sobre os dormentes (frequência dos dormentes  $[f_s] = \text{Hz}$ ). Códigos de erro devem ser atribuídos ao "descarrilamento".

#### 22.8 Sistema de aterramento

Os truques dos carros motores deverão ter um sistema de aterramento (retorno de corrente) para o equipamento de tração, constituído de escovas que atiram em anéis ou discos situados nos eixos dos rodeiros. Este sistema deverá ser tal que a inoperância de uma das escovas não acarrete danos nas demais e mantenha as condições de segurança.

Em nenhuma hipótese poderá haver diferença de potencial elétrico nos rolamentos dos truques.

Os carros com interligação de alta tensão deverão ter as suas caixas interligadas por cabos de potência e resistor de equalização para continuidade do aterramento.

Todos os carros que contenham equipamentos de Alta Tensão deverão ter o retorno de corrente nos seus truques.

Todo o sistema de aterramento através de condutores deverá ser realizado com cordoalhas, não podendo ser utilizado cabos flexíveis.

#### 22.9 Ligações mecânicas, elétricas e pneumáticas

Um dispositivo de travamento deverá ser instalado para permitir o levantamento em conjunto dos truques com a caixa.

As ligações de mangueiras e cabos entre o truque e a caixa deverão ser flexíveis, facilmente acessíveis, e não deverão atritar com as superfícies adjacentes em qualquer situação normal.



#### 22.10 Limpa-trilhos do truque

No truque dianteiro dos carros de extremidade deverá ser instalado um limpa-trilhos, para evitar que as rodas passem sobre obstáculos colocados nos trilhos (Para proteger antenas e outros equipamentos do truque), com distância de sua face inferior até o boleto do trilho de 45 mm, sendo prevista uma regulagem que permita um aumento para até 150 mm.

#### 22.11 Soldas no truque

Todas as soldas, materiais de soldagem e soldadores envolvidos deverão estar em conformidade com as EN (Euro Norm).

Requisitos básicos:

- (i) requisitos de qualidade para soldagem por fusão de materiais metálicos – ISO3834-2;
- (ii) qualificação de soldadores de acordo com a norma ENISO9606-1;
- (iii) qualificação de operadores de testes não destrutivos conforme a norma EN 473;
- (iv) procedimentos qualificados de acordo com EN ISO15614-1;
- (v) “mock-ups” qualificados de acordo com a EN ISO 15613;
- (vi) produtos de soldagem de acordo com a EN 440 (Fio), EN 758 (Arame tubular) e EN 499 (Eletrodos cobertos);
- (vii) gás de soldagem de acordo com a EN 439;
- (viii) critério para aceitação de defeitos em juntas soldadas de acordo com a EN ISO5817, realizado por inspeção ultrassom.

As soldas em áreas consideradas críticas pelo fabricante deverão ser submetidas a verificações através de radiografia / ultrassom / partículas magnéticas.

Estas verificações deverão ser executadas em 100% das áreas consideradas críticas.

Os componentes estruturais do truque deverão ser submetidos a tratamento de alívio de tensão.

### 23. SISTEMA DE TRAÇÃO E FRENAGEM ELÉTRICA

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do Sistema de Tração e Frenagem Elétrica do trem.

### 23.1 Descrição funcional

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser projetado de modo a permitir obtenção das taxas de aceleração e desaceleração previstas no desempenho em tração e em frenagem.

O equipamento de tração e frenagem elétrica em corrente alternada de cada carro motor deverá ser constituído de 4 (quatro) motores de tração do tipo indução. Inversor para alimentação e controle dos motores, um equipamento de processamento de comando e controle, equipamentos de manobra e proteção, filtros de linha, resistores de frenagem e etc.

Os sinais de comando de tração e frenagem deverão ser gerados pelo console da cabina líder e enviados para todos os carros motores através de “trainlines”. Deverá haver redundância para estes sinais.

A mudança do sentido de marcha deverá ser intertravada com a condição de trem parado (velocidade zero).

O equipamento de tração e frenagem elétrica em conjunto com o motor de tração deverá propiciar frenagem elétrica entre 90 e 5 km/h, estando os carros com qualquer condição de carga, desde vazio até carregado considerando 8 passageiros/m<sup>2</sup>, nas condições de desaceleração especificadas, observando que entre 70 e 5 km/h a desaceleração elétrica deverá ser de no mínimo 0,90 m/s<sup>2</sup>. Abaixo de 5 km/h a frenagem elétrica deverá ser substituída gradualmente pela frenagem de atrito até a parada total do trem. Na mudança de freio elétrico para pneumático não deverá haver desconforto ao PASSAGEIRO.

Para valores de velocidade acima de 70 km/h e abaixo de 5 km/h, a frenagem elétrica deverá ser limitada apenas pela potência máxima dos motores e complementada pelo freio de atrito, mantendo a taxa de frenagem solicitada.

A energia cinética dos carros em movimento sendo convertida em energia elétrica nos motores de tração operando como geradores, deverá ser enviada prioritariamente para a rede aérea, se esta for receptiva, ou dissipada nos resistores de frenagem.

A passagem de frenagem regenerativa para frenagem reostática e vice-versa deverá se efetuar sem alteração de valor da desaceleração.

O sistema deverá executar as duas formas de frenagem elétrica (regenerativa e reostática) durante qualquer ciclo de frenagem dos carros quantas vezes as condições de receptividade da linha permitir e de maneira totalmente automática sem intervenção alguma do maquinista.

Durante qualquer operação de frenagem, o freio de atrito deverá ser acionado simultaneamente com a frenagem elétrica. A não efetivação do funcionamento da frenagem elétrica deverá, automaticamente, manter a aplicação da frenagem de atrito, caso contrário, deverá ser aliviada a frenagem de atrito.

Falhas da frenagem elétrica não deverão interferir na utilização normal da frenagem de atrito e vice-versa.

Os resistores de frenagem elétrica reostática de cada carro, deverão dissipar somente a energia gerada no próprio carro e não de outros carros do mesmo trem.

O fabricante deverá inicialmente apresentar na Estrutura Geral do Projeto a configuração do sistema de tração e frenagem elétrica, o memorial de cálculo de dimensionamento do sistema e a interação com o sistema de freio de atrito.

## 23.2 Consumo de energia

Define-se o Índice de Consumo Específico de Energia Elétrica como:

$$I = \frac{\text{Energia elétrica consumida pelo Trem em um trecho (em Wh)}}{\text{Massa do Trem (em ton.) X Comprimento do trecho (em km)}}$$

O índice deverá ser calculado de acordo com as seguintes premissas:

- (i) espaço percorrido em um trecho (espaço igual a 1 km);
- (ii) via em tangente e nível;
- (iii) todos os carros do trem com carga de 6 passageiros/m<sup>2</sup>;
- (iv) velocidade máxima do trecho igual a 90 km/h;
- (v) o trem necessariamente deverá atingir esta velocidade e mantê-la até iniciar afrenagem deparada;
- (vi) máxima aceleração de partida;
- (vii) máxima desaceleração de frenagem;
- (viii) desconsiderar a energia regenerada;
- (ix) desconsiderar a energia consumida nos sistemas auxiliares do trem;

- (x) tensão da rede aérea em 3.000 V.

Deverá ser explicitado o Índice de Consumo Específico de Energia Elétrica do Trem proposto (Ip) calculado com as mesmas premissas de (Ie) e o ciclo de trabalho sobre o qual o índice (Ip) foi obtido.

### 23.3 Resistores de frenagem

Os resistores de potência deverão ser dimensionados de forma a permitir o desempenho de frenagem elétrica especificado, estando o trem com carga de 8 passageiros/m<sup>2</sup> e efetuando frenagens elétricas totalmente reostáticas.

A montagem dos elementos resistores deverá permitir fácil substituição de elementos eventualmente danificados.

Deverá haver isolamento térmico entre os resistores de frenagem e a caixa do carro e cuidados especiais deverão ser tomados na instalação para evitar problemas de sobreaquecimento de cabos e outros elementos / equipamentos.

Os bancos de resistores deverão ser projetados de modo que não sofram sobreaquecimento.

Os elementos ativos devem ser do tipo grelha, produzidos em aço inox AISI 304 ou AISI 310 a fim de permitir melhor dissipação da energia sob ventilação natural.

A caixa externa do resistor deve estar conectada ao terra e separada por dois estágios de isolamento da parte ativa / energizada.

A caixa do resistor deverá ser constituída por estrutura autosuportante, em aço inox e com aberturas para permitir dissipação térmica e ventilação natural e devem atender as normas IEC 60322 e IEC 61373.

Os resistores de potência utilizados no equipamento de frenagem elétrica deverão ser submetidos a todos os ensaios previstos na Norma IEC 60322 inclusive aqueles definidos como opcionais.

- (i) verificação do Material dos elementos do resistor (Tipo);
- (ii) elevação de Temperatura (Tipo);
- (iii) vibração e Choque (Tipo);
- (iv) curto-circuito (Tipo);
- (v) higroscópico (Tipo);
- (vi) desempenho sob chuva (Tipo);
- (vii) verificação da resistência nominal (Rotina);

(viii) tensão suportável (Rotina).

#### 23.4 Equipamento de manobra e proteção

Os equipamentos de manobra e proteção terão a finalidade de energizar, desenergizar, manobrar e proteger os circuitos do equipamento de tração e frenagem elétrica e equipamentos auxiliares. Estes equipamentos deverão interromper correntes de curtos-circuitos ou sobrecargas (sobrecorrentes).

Deverá haver um relé diferencial de corrente para todo o sistema de tração e frenagem elétrica do carro motor. Se a corrente de entrada diferir da corrente de saída acima de um valor determinado em projeto, deverá haver a abertura do disjuntor, seguida do desligamento do contator e religamento do disjuntor, automaticamente.

Deverá haver um disjuntor extra-rápido por pantógrafo. Somente o disjuntor correspondente ao pantógrafo energizado deverá ser acionado para energizar, desenergizar e proteger o equipamento de tração e frenagem elétrica, com capacidade de interromper qualquer corrente operativa de sobrecarga e curto-circuito máxima admissível nos circuitos do trem.

O fechamento do disjuntor só deverá ser possível após a efetiva informação da presença de 3.000 V.

O circuito de proteção, tanto para propulsão como para frenagem, deverá possuir um dispositivo que atue diretamente no sistema de desarme do disjuntor, independente do circuito de proteção elétrica, quando ocorrerem falhas de sobrecargas, curtos-circuitos, etc.

A ocorrência de sobrecarga em qualquer carro do trem (tração ou frenagem) deverá ser sinalizada na cabina líder através do monitor.

O equipamento de controle de tração e frenagem deverá executar automaticamente os religamentos do disjuntor. O número de religamentos deverá ser definido no projeto executivo do equipamento de tração e frenagem elétrica e seu sistema de autodiagnostico.

Se alguma chave eletromecânica tiver restrição de corrente operativa de abertura, esta manobra deverá ser sempre precedida pelo disjuntor. Também para estes casos o equipamento eletrônico de controle deverá auxiliar a manobra minimizando a corrente operativa. O disjuntor deverá ser dimensionado para esta operação.

As proteções deverão ser concebidas de forma que sejam evitados desligamentos indevidos, em

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

caso como: passagem em gaps da rede aérea, picos de tensão previstos em norma, etc.

Com a ocorrência de tensões inferiores a 2.000 V na linha, deverá automaticamente abrir o disjuntor. Com o retorno da tensão a valores superiores a 2.000 V, deverá rearmar automaticamente o disjuntor.

Para as condições de tensões inferiores ou superiores às de projeto somente deverá ser desligado o equipamento e religado quando na normalização da tensão dentro do range de trabalho, esta condição não deverá ser considerada como falha do equipamento do trem e não poderá ser utilizado estes desligamentos para contagem de falhas e desligamento geral dos equipamentos.

Deverão ser previstos para-raios, para proteção de todo o sistema de 3.000 Vcc.

O equipamento de tração e frenagem elétrica deverá ser projetado para possibilitar o rebocamento dos carros de forma segura, qualquer que seja o defeito ocorrido no equipamento.

Os equipamentos de manobra e proteção (relés, contadores, chaves eletromecânicas e eletropneumáticas, disjuntores, etc.) deverão obedecer aos requisitos da norma ABNT NBR 7428 ou IEC 60077.

#### **23.5 Equipamento de manobra auxiliar**

A função do equipamento de manobra auxiliar do sistema de tração e frenagem elétrica é executar o acionamento do disjuntor e alguma função de proteção ou intertravamento em condições anormais que possam ocorrer, tais como baixa tensão de linha, baixa pressão de ar comprimido, etc.

A indicação da posição dos contatos do disjuntor deverá ser fornecida pelos contatos auxiliares do mesmo e enviada ao equipamento de comando e controle para sua devida utilização.

Os contatos auxiliares deverão ser protegidos contra contaminação pela alta tensão, no caso de eventuais arcos elétricos provocados por falhas.

#### **23.6 Equipamento de tração e frenagem elétricas**

##### **23.6.1 Condições preliminares**

O inversor principal deverá ser energizado através de disjuntor e contator.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O equipamento de tração deverá operar em plena capacidade, sem sobrecargas nos motores que acionam os eixos, com diferenças de diâmetros de rodas no mesmo truque em torno de 1% e, em torno, de 3% em rodas instaladas em eixos de truques diferentes do mesmo carro. Dentro destas condições, os motores não deverão se aquecer acima de sua classe de isolamento, ou apresentar qualquer limitação de potência máxima, uni-horária ou de regime contínuo. Estes requisitos deverão ser válidos para qualquer dimensão que as rodas possam assumir durante a sua vida útil.

### 23.6.2 Inversor estático de tração

Os inversores do equipamento de tração e frenagem elétrica dos carros deverão ser do tipo VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) e deverá ser concebido a base de transistores do tipo IGBT (Insulate Gate Bipolar Transistor) para alimentar os motores de tração assíncronos. O inversor deverá ser dimensionado para efetuar o controle dos motores de tração por truque (um inversor controlando 2 motores), e a mesma configuração para comando e controle do sistema de freio de atrito. O controle deve ser do tipo vetorial.

Os IGBTs deverão ter tensão de bloqueio de no mínimo 6.500 V. Deverão ter controle de curto-circuito à terra nas três fases de saída.

Projetado de forma modular, o resfriamento dos semicondutores de potência deverá ser através de ventilação forçada ou por convecção pelo movimento do veículo.

Os semicondutores de potência (IGBT's e Diodos) e seu sistema de resfriamento, deverão ter facilidades de substituição de componentes, necessitando, para isso, somente o trem no abrigo de manutenção com vala e ferramentas adequadas.

Um filtro eletromagnético projetado para operação em conjunto com o equipamento inversor de tração deverá ser empregado para eliminar as perturbações elétricas geradas pelo inversor de tração na linha de alimentação, assim como proteger o equipamento de perturbações geradas externamente na linha por outros equipamentos. Deverá ter uma periodicidade de manutenção de no mínimo 1.200.000 km e vida útil de no mínimo 20 anos.

Deverá ser previsto uma limitação do  $dv/dt$  para a saída do inversor do tipo "Reator Snubber" para evitar danos a isolamento dos motores pelos picos de tensão gerados.

O software de controle e o filtro deverão suprimir, principalmente, as interferências no espectro de frequências utilizadas pelo equipamento de sinalização de via e de bordo (ATC-ATO) e demais

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

equipamentos do trem. O filtro do sistema de tração deverá ser específico para o sistema de tração.

Deverá ser previsto capacitores secos de alta tensão com tecnologia “self-healing energy”, evitando falhas de curto-circuito de capacitores e atendendo aos requisitos de meio ambiente e alta vida útil.

Os equipamentos de tração deverão ser projetados e instalados com facilidade para acesso de manutenção. O inversor de tração deverá ser projetado de forma a minimizar o efeito de pulsação do torque do motor de tração para evitar os problemas com a vibração e esforços nos componentes do truque.

As manobras de sentido de marcha e tração/frenagem deverão ser executadas pelo inversor sem a necessidade de contatos de chaves eletromecânicas. A mudança de sentido de marcha deverá ser executada alterando a sequência de fase do inversor de tração e intertravado com a condição de trem parado. A transição de tração máxima para freio elétrico máximo e vice-versa deverá ser executada respeitando os limites de solavanco configurável entre 0,5 e 1,0 m/s<sup>3</sup>.

A movimentação rápida do manipulador da região de tração para freio e vice-versa não deverá provocar falhas no sistema de tração e frenagem elétrica. O inversor de tração deverá incorporar também um circuito de potência para controlar a corrente nos resistores de frenagem reostática.

O inversor deverá suportar uma sobretensão da rede de alimentação segundo a norma IEC 60850.

O inversor estático de tração deverá ser submetido e atender aos ensaios descritos nas normas IEC 1287, inclusive os opcionais, e EN-50155.

**Ensaio de Tipo:**

- (i) funcional;
- (ii) de impulso;
- (iii) de calor seco;
- (iv) de calor úmido;
- (v) de vibração e choques.

**Ensaio de Rotina:**

- (i) funcional;
- (ii) de tensão suportável.



### 23.6.3 Motor de tração

O motor de tração deverá ser do tipo indução, rotor não bobinado (gaiola), trifásico, balanceado dinamicamente e não ser apoiado no eixo do rodeiro.

A alimentação e o controle dos motores de tração deverão ser provenientes do equipamento de tração e frenagem (inversor estático de tração).

O projeto e a construção do motor de tração deverão atender às características de funcionamento do inversor, que o energiza e controla.

O motor de tração deverá ser do tipo autoventilado com carcaça totalmente aberta (ventilação externa do próprio motor).

O ventilador deverá ser do tipo substituível e o balanceamento deverá ser primeiramente independente do rotor e em seguida em conjunto.

A carcaça do motor deverá ser provida de argolas removíveis para facilitar a remoção por içamento.

O motor de tração deverá ter alta capacidade de suportar sobrecargas, para propiciar frenagem elétrica aos carros a partir da máxima velocidade operativa, máxima desaceleração e carga de 8 passageiros/m<sup>2</sup>.

Os barramentos condutores do rotor deverão ser soldados aos anéis por processo que propicie maior confiabilidade possível, mesmo na máxima rotação a ser atingida pelo motor. De forma alguma poderá haver deslocamento de barramentos condutores e ranhuras do rotor.

Os enrolamentos das bobinas do estator deverão ser isolados com material classe 200 e posteriormente impregnados.

Os enrolamentos deverão ter construção sólida e imunes a sujeira e umidade.

Os rolamentos do motor de tração deverão ser alojados em mancais com válvula de graxa com bico graxeiro, ter isolamento elétrica eficiente para evitar passagem de corrente devido as tensões internas geradas no motor.

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

Os motores deverão ser providos de sensores de velocidade ou previstos na caixa redutora.

O motor de tração deverá ser protegido contra sobrecargas (sobrecorrentes), falta de fase e contra excesso de harmônicas que possam prejudicá-lo. Deverá haver proteção térmica do motor. Se esta

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

proteção for realizada através de sensores, estes deverão ser removíveis e substituíveis sem a necessidade de remover enrolamentos do estator. Deverá existir ao menos um sensor reserva para evitar a troca do motor em caso de avaria de um sensor. No caso da proteção térmica por software deverá ser apresentado um descritivo de funcionamento na fase de projeto e executado um teste comprobatório.

Os cabos de alimentação dos motores deverão ser providos de conectores com sistema de intertravamento mecânico para evitar inversão de fase.

O conjunto de tração e inversor estático deverá operar em todas as condições de desgaste, desde roda nova até o diâmetro mínimo de sua vida útil.

O motor de tração deverá ser adequado a funcionar submetido às condições de vibração e choque existentes no truque e poeira abrasiva e condutora da via.

A instalação e a remoção do motor de tração deverão ser facilitadas, tanto para desconexão dos cabos, como no desacoplamento mecânico.

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina de acordo com as normas IEC 60349-2, e serão os seguintes:

**Ensaio de Tipo:**

- (i) elevação de Temperatura;
- (ii) curvas características;
- (iii) sobre velocidade
- (iv) vibração;
- (v) ruído.

**Ensaio de Rotina:**

- (i) aquecimento de curta duração;
- (ii) sobre velocidade;
- (iii) tensão suportável;
- (iv) vibração;
- (v) valores característicos com tensão nominal (Tipo e Rotina).

#### **23.6.4 Equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica**

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

As funções principais do equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétricas são:

- (i) interpretar os sinais de comando;
- (ii) calcular o esforço trativo ou frenante necessário;
- (iii) determinar a corrente nos motores de acordo com os esforços trativo ou frenante calculado;
- (iv) monitorar e/ou acionar equipamentos de manobra;
- (v) monitorar e acionar equipamentos de controle.
- (vi) garantir que os esforços dos diversos carros motores sejam harmônicos no trem, evitando trancos entre carros.

O equipamento de comando e controle de tração receberá os sinais de comando do trem, através do sistema “data bus” ou via “trainline”, e deverá utilizá-los para o cálculo do esforço trativo ou frenante dos motores, levando em conta a carga de PASSAGEIROS, a tensão da linha, o diâmetro das rodas, e a máxima variação de aceleração (jerk). Deverão ser utilizadas, técnicas de controle vetorial a fim de otimizar o controle de tração e de frenagem.

Deverá haver uma interface com o equipamento de anti-patinagem e antideslizamento, a qual informará quando da ocorrência de patinagem ou deslizamento de alguma roda, para que o equipamento de controle atue, reduzindo a propulsão ou o esforço de frenagem. Cessada a patinagem ou deslizamento, o equipamento de comando e controle deverá retomar a condição normal de propulsão ou frenagem.

O equipamento de tração e frenagem elétrica deverá fornecer ao sistema de frenagem por atrito um sinal proporcional ao esforço frenante fornecido ao carro através da frenagem elétrica. No caso de falha da frenagem elétrica, o sistema de frenagem por atrito substituirá a frenagem elétrica.

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

Considerando o limite de solavanco estabelecido, o intervalo de tempo de transição de máximo freio elétrico à máxima tração, isto é, da máxima corrente de frenagem até a máxima corrente de tração nos motores, e vice-versa, deverá ser menor que 3,0 s. O tempo de resposta acima mencionado deverá ser considerados a partir do sinal de comando, tanto para o trem vazio como para um carregamento de 8 passageiros/m<sup>2</sup>.

O equipamento de comando e controle de tração deverá ser microprocessado, possuindo recursos de autodiagnostico e sinalização de falha no console. O envio das sinalizações de falhas para a cabina deverá ser através do sistema “data bus” e deverá estar disponibilizada para o envio destas informações via sistema de transmissão trem-terra.

O equipamento deverá ter uma porta de comunicação tipo USB 2.0 ou Ethernet, facilmente acessível para pesquisa de defeitos e permitir a leitura ou registro gráfico dos principais sinais simultaneamente, sem prejuízo do funcionamento normal do equipamento.

Deverá ser disponibilizado este Software de diagnose e de monitorização dos parâmetros internos do Sistema de Tração e retirada / descarga das avarias memorizadas, bem como o software utilizado para aquisição de dados em testes dinâmicos.

O equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá monitorar a temperatura nos motores de tração e nos semicondutores de potência dos equipamentos de controle, impedindo sua degradação.

No caso de a tensão de alimentação cair abaixo de seu valor mínimo, o equipamento de comando de tração e frenagem elétrica deverá desligar o sistema de tração e frenagem elétrica, impedindo, por exemplo, que o carro alimente (quando em regeneração) um curto-circuito da linha.

O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deverá realizar toda a sincronização e sequenciamento dos elementos de chaveamento, seja em tração ou frenagem elétrica, assim como gerar sinais de velocidades para serem utilizados para comando e controle das correntes dos motores de tração ou do sistema de tração como um todo.

A tarefa de proteção e isolamento seletivo dos circuitos de alta tensão do comando e controle de tração e frenagem elétricas deverá ser executada pelo disjuntor extra-rápido e pelos contadores individuais de alimentação dos circuitos auxiliares através de software, deverá ser previsto fusíveis para proteção dos IGBT's do sistema de potência.

Os ensaios deverão seguir as condições descritas no projeto e norma EN-50155.

#### 23.6.5 Disjuntor extra-rápido

O Disjuntor Extra-rápido deve ser provido de contatos de arco, ou sacrifício, substituíveis de maneira a prevenir os contatos principais de danos e erosão durante operações elétricas. A substituição

dos contatos de arco deve ser independente dos contatos principais.

O Disjuntor Extra-rápido deve possuir controle totalmente integrado, não sendo necessária a adição de nenhum dispositivo, de controle ou proteção, adicional para a operação do disjuntor.

A câmara de arco deve usar aletas cerâmicas para dissipar a energia sem perda de desempenho entre operações elétricas sucessivas e deve suportar no mínimo 10 operações em curto-circuito sem alteração da capacidade de abertura e fechamento.

O consumo máximo na alimentação auxiliar para operações de fechamento deve ser de 800 W.

#### **24. SISTEMAS DE ANTI-DESLIZAMENTO E ANTI-PATINAGEM**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de antideslizamento e antipatinagem do trem.

O sistema de antideslizamento deverá ser fornecido pelo mesmo fabricante do sistema de controle de freio do trem (Controle Pneumático e Comando do Freio de Atrito).

Os sistemas de antideslizamento e antipatinagem deverão ser microprocessados e ter recursos de autodiagnóstico e sinalização de falhas na cabina de comando.

O sistema de antideslizamento deverá estar incorporado ao sistema de freio de atrito e deverá atuar em todas as modalidades de freio elétrico, pneumático de serviço e pneumático de emergência. O sistema de tração controlará o deslizamento quando em freio elétrico e caso não consiga, cortará o freio elétrico passando então para a atuação do freio pneumático.

O sistema de antideslizamento deve ser concebido com o conceito de falha segura.

O sistema de antideslizamento deverá ter monitoramento e controle pneumático individual por eixo.

Quando for detectado deslizamento em frenagem, o esforço deverá ser rapidamente reduzido para sua eliminação. Cessado o deslizamento, o esforço deverá ser restabelecido. Este ciclo deverá ser repetido tantas vezes quanto às condições de via exigirem.

Deverá existir uma vigilância da atuação do sistema antideslizamento de forma que, no caso de falha seja garantido o restabelecimento do freio no truque onde ocorreu o deslizamento.

O sistema de antipatinagem (incorporado ao sistema de tração) deverá atuar na tração e quando ocorrer patinagem, o equipamento de tração deverá promover a redução do esforço trativo e seu

restabelecimento quando cessar a patinagem.

O desempenho dos sistemas de antideslizamento e antipatinagem não deverá ser afetado pela variação do diâmetro de rodas entre rodeiros do carro.

O sistema antideslizamento deverá evitar a formação de calos nas rodas e minimizar a distância de frenagem, otimizando ao máximo a aderência disponível, em toda a faixa de velocidade.

As falhas dos sistemas de antideslizamento e antipatinagem deverão ser enviadas ao sistema “data bus”, para serem anunciadas no monitor da cabina e registradas.

Em caso de falha do equipamento de comando de antideslizamento que impeça a execução desta funcionalidade, deverá ser sinalizada tal condição, na cabina de operação.

Ensaios:

Todos os equipamentos eletrônicos que compõem os sistemas de antideslizamento e antipatinagem deverão ser submetidos a ensaios, conforme normas, EN-50155, EN 50121-3-2 e EN 61373 e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541-05.

## **25. SISTEMAS DE FRENAGEM POR ATRITO**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de frenagem por atrito do trem.

### **25.1 Sistema de frenagem**

O sistema de frenagem por atrito deverá atuar em conjunto com o freio elétrico, para garantir uma frenagem segura e suave.

O sistema de frenagem por atrito deverá atuar nos seguintes casos:

- (i) na parada final, substituindo a frenagem elétrica;
- (ii) complementando a frenagem elétrica;
- (iii) na falha da frenagem elétrica;
- (iv) na frenagem de emergência.

No caso de falha do freio elétrico, em um ou mais carros, o sistema de frenagem por atrito deverá garantir, em conjunto com o freio elétrico dos demais carros, a taxa de frenagem solicitada, sem causar trancos entre os carros do trem, respeitando os limites de aderência disponível.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A frenagem de emergência deverá ser totalmente pneumática, acionada através dos seguintes dispositivos:

- (i) pelo manipulador;
- (ii) pelo dispositivo de homem morto;
- (iii) pelo botão soco do console;
- (iv) pelo dispositivo de emergência do salão (botão soco);
- (v) pelo dispositivo detector de descarrilamento;
- (vi) automaticamente, quando houver uma degradação do sistema pneumático que comprometa a frenagem segura do trem;
- (vii) pelo sistema de Sinalização de bordo ATC-ATO.

Os reservatórios de ar do sistema de freio de atrito deverão ser dimensionados para garantir, no mínimo, a aplicação de 3 (três) frenagens de emergência consecutivas, a partir da pressão de partida dos compressores.

O freio de atrito deverá assumir totalmente a taxa de freio máximo de serviço, a partir da velocidade em que ocorre a saída do freio elétrico até a parada total do trem.

Deverá ser garantida a durabilidade média do material de desgaste das pastilhas de freio de, no mínimo, 240.000 km. Este valor deverá ser alcançado tanto para os carros motores como para os carros reboques.

O sistema de frenagem de atrito deverá ser supervisionado pelo sistema de antideslizamento para proteger as rodas contra escorregamentos. O sistema antideslizamento deve atuar tanto para as frenagens de serviço como para as frenagens de emergência e ter a característica de falha segura.

Deverá haver dispositivos que permitam a isolamento do freio de serviço de cada truke, efetuando seu alívio, exclusivamente para o caso de rebocamento por outro trem. Este isolamento deverá ser sinalizado na cabina e informado ao equipamento de comando e controle de freio que deverá considerar como uma degradação do freio.

Toda isolamento de freio deverá estar intertravada com o sistema de tração de modo a garantir que o trem somente tracione nesta condição através da liberação por meio de chave “by-pass” com lacre.

O sistema deverá permitir, mesmo com o freio de serviço isolado, a atuação do freio de emergência por qualquer de seus comandos.

O sistema deverá ser capaz de verificar se a pressão de frenagem solicitada está sendo atendida,

isto é, o trem desacelera na taxa solicitada.

O sistema deverá ter no mínimo seis tomadas de teste por carro, sendo uma para o Encanamento Principal, uma para o Encanamento de Reboque por Locomotiva, uma para pressão nos Cilindros de Freio, uma para pressão da Bolsa, uma para pressão de controle e uma para pressão de pré-controle.

#### 25.1.1 Equipamento de controle pneumático

Os equipamentos para controle pneumático deverão ser de montagem modular (componentes montados em placas/“manifolds”). Além da unidade de controle pneumático, outros subsistemas (atuação de freio de estacionamento, reboque por locomotiva, suspensão pneumática, entre outros) também deverão ser constituídos de placas/ “manifolds”, tendo como principal finalidade a agilização de substituições devendo ser evitado ao máximo a montagem de componentes (válvulas) diretamente na tubulação.

Uma vez que o controle de motores de tração deverá ser por truque (conforme o subitem deste Apenso), os carros motores e reboques deverão ser equipados com duas unidades de controle pneumático do freio (uma em cada truque). O carro reboque pode ser equipado com apenas um dispositivo de controle pneumático.

Assim, o comando de freio deverá ser individual por truque, possibilitando que em caso de isolamento do sistema de tração por truque, se possa operar o truque isolado em condição plena de frenagem por atrito e o outro truque em condição plena de tração e de frenagem.

As válvulas relés a serem utilizadas devem permitir que a pressão de freio gerada pela unidade de controle pneumático seja transmitida na relação de 1:1 para cada truque com alta vazão.

A unidade de controle pneumático deverá ser constituída basicamente de um conjunto de válvulas e componentes para executar as funções de aplicação e alívio de freio de serviço, aplicação e liberação do freio de emergência, válvula de carga variável e válvula relé. Este conjunto deverá ser acondicionado em compartimento fechado com chave padrão de manutenção.

Para referência de peso deverão ser consideradas as seguintes situações:

Para carro motor: deverá ser considerada as pressões pneumáticas das bolsas de ar secundárias de cada truque do carro.

Para carro reboque: deverá ser considerada as pressões médias pneumáticas das bolsas de ar



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

secundárias dos dois truques.

A frenagem de emergência deverá ser aplicada automaticamente sempre que a pressão de ar no encanamento principal baixar de um limite de segurança pré-estabelecido.

A aplicação de freio de emergência deverá ser feita por comando elétrico e independente do equipamento de comando de freio de serviço. E para garantir esta independência, a válvula relé da unidade de controle pneumático deverá ter câmaras pilotos independentes para o controle de freio de serviço e de emergência.

A aplicação de emergência pelo manipulador e a aplicação de emergência pelo botão soco devem ter caminhos diferenciados no sistema de controle, evitando qualquer problema de contaminação em um circuito venha prejudicar uma aplicação de emergência por parte do maquinista.

#### 25.1.2 Equipamento eletrônico de comando de freio de atrito

O equipamento eletrônico de comando de freio de atrito instalado em cada carro deverá ler os sinais de comando do trem via sistema “data bus” ou via “trainline”. Estes sinais deverão ser gerados pelo console da cabina líder a partir de comandos do maquinista ou, automaticamente, quando emitidos pelo sistema de sinalização de bordo ATC-ATO.

Caso haja falha no equipamento eletrônico de comando do freio de atrito de um carro, automaticamente o mesmo deverá ser desconsiderado do cálculo de frenagem do trem e os demais carros complementarão o esforço de frenagem faltante, até os limites térmicos e de aderência permitidos de forma a garantir o desempenho de frenagem especificado. Esta falha não deverá ocasionar o travamento das rodas do carro avariado, bem como, deverá garantir a possibilidade de aplicação do freio de emergência neste carro. Esta falha deverá ser sinalizada na cabina.

Para a determinação da pressão necessária do freio de atrito, deverá ser considerado o esforço frenante solicitado, o peso do carro e a força proporcionada pela frenagem elétrica enviado pelo equipamento de comando e controle de tração, de tal modo que as aplicações e alívios de freio de serviço, desde o valor mínimo até o máximo, sejam graduais.

Adicionalmente deverá ser incorporado ao equipamento eletrônico de comando de freio de atrito, a função de anti-deslizamento de rodas por eixo, a fim de proteger contra deslizamentos e escorregamentos os rodeiros numa condição de frenagem com baixa aderência roda / trilho.

Para comprovar o ajuste da sensibilidade de atuação da Unidade de Controle de Antideslizamento,

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

em situações de baixa aderência, deverá ser feito teste comprobatório em conformidade com a norma UIC 541-05.

Para efeito de tempo de resposta, os componentes e equipamentos deverão ser considerados em condições de máximo desgaste e máxima folga. Nestas condições deverão ser obtidos os seguintes valores (ver também o item 6.4 deste Apenso):

- (i) intervalo de tempo decorrido entre o comando de frenagem máxima de serviço somente por atrito e o instante em que a pressão no cilindro de freio atingir 10% do seu valor nominal de serviço, deverá ser menor que 1,0 s;
- (ii) intervalo de tempo total decorrido entre o comando de frenagem máxima de serviço e o instante em que a desaceleração atingir 90% do seu valor nominal, em uma frenagem totalmente pneumática, deverá ser menor ou igual a 2,5 s;
- (iii) tempo de resposta para alívio do freio de atrito a partir do comando até 10% do valor da pressão nominal no cilindro de freio, deverá ser menor ou igual a 2,0 s;
- (iv) no caso de frenagem de emergência, o intervalo de tempo decorrido entre a aplicação de emergência, por qualquer um dos meios disponíveis e o instante em que o cilindro de freio atingir 90% do valor da pressão nominal de emergência, deverá ser menor ou igual a 2,5 s;

Os tempos de resposta acima mencionados deverão ser considerados a partir do sinal de comando, tanto para o trem vazio como para um carregamento de 8 passageiros/m<sup>2</sup>.

O tempo de resposta para a retirada total do freio de atrito deverá ser suficiente para que não ocorra a rolagem do trem no sentido contrário à tração, no instante da partida em uma rampa ascendente de 4%.

Os intervalos de tempo acima deverão ser considerados para qualquer condição de carga do carro.

O projeto deverá ser conduzido de forma que qualquer falha detectável e que comprometa a segurança, acarrete a aplicação de freio de emergência, com sinalização na cabina, mesmo no caso de falha de alimentação no equipamento de comando de freio de atrito.

O equipamento de comando do freio de atrito deverá ser microprocessado e possuir recursos de autodiagnostico, sinalização de falha na cabina de comando e monitorar, além das falhas do equipamento, falhas dos componentes externos, tais como válvulas, sensores, etc. Estas falhas, permanentes ou

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

intermitentes, deverão ser memorizadas e mantidas armazenadas mesmo que haja uma subsequente falta de alimentação elétrica.

O equipamento de comando do freio deverá possuir recursos automáticos de autoteste da unidade de comando de freio que permita verificar a integridade do freio de serviço e freio de emergência.

O equipamento deverá ter uma porta de comunicação tipo USB 2.0 ou Ethernet facilmente acessível para pesquisa de defeitos e permitir a leitura ou registro gráfico dos principais sinais simultaneamente, sem prejuízo do funcionamento normal do equipamento.

Deverá ser disponibilizado este Software de diagnose e de monitorização dos parâmetros internos do Sistema de Freio e retirada / descarga das avarias memorizadas.

O sistema deverá ainda efetuar o monitoramento das pressões de freio de cada truque, sinalizando no console no caso de pressão insuficiente em relação ao desempenho de frenagem requerido e impondo uma restrição operacional.

Os sinais de falhas do sistema de frenagem por atrito, bem como a isolamento local do equipamento de frenagem, deverão ser enviados ao sistema “data bus”, para serem anunciados no monitor existente na cabina.

Os ensaios eletrônicos deverão seguir as condições descritas no projeto e na norma EN- 50155, EN 50121-3-2 e EN 61373 e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541-05.

## **25.2 Acessórios**

### **25.2.1 Torneira de isolamento do cilindro de freio**

Em cada truque deverá haver uma torneira com venta para bloquear a alimentação e aliviar o ar comprimido dos cilindros de freio desse truque, devidamente identificada e com acesso pelo exterior do carro.

Na cabina deverá haver indicação de isolamento dos cilindros de freio do truque.

Adicionalmente deverá ser sinalizada para a unidade eletrônica de freio esta condição. Para isso, a torneira de isolamento deverá ser dotada de contatos elétricos para tal função.

### **25.2.2 Dispositivo de acionamento do freio de emergência**

Na cabina dos carros de extremidade, em um lugar bem visível do console e de fácil acesso ao

maquinista do trem, deverá haver um dispositivo de acionamento do freio de emergência de cor vermelha (tipo botão soco).

Este dispositivo de acionamento manual, quando acionado, deverá colocar o trem em emergência instantaneamente em toda e qualquer situação de operação.

## **26. SISTEMA DE SUPRIMENTO DE AR COMPRIMIDO**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de suprimento de ar comprimido do trem.

O sistema de suprimento de ar comprimido deverá ser dimensionado para atender as seguintes necessidades, simultaneamente, a partir da pressão de partida do compressor, sem atingir a pressão limite de segurança pré-estabelecida:

- (i) variações rápidas das condições de trem vazio para carregado;
- (ii) dois ciclos completos de alívio e aplicação de freio de atrito;
- (iii) um ciclo completo de levantamento e abaixamento dos pantógrafos;
- (iv) vazamento de ar por trem, conforme a norma IEC 61133.

Os compressores deverão ser dimensionados para atender ao consumo médio durante o percurso, mesmo com falha que acarrete uma diminuição de 30% do suprimento de ar.

No dimensionamento do compressor deverá ser considerado o ciclo de trabalho em acima de 30% do tempo ligado, para sistema do tipo alternativo.

As válvulas que fazem parte do circuito pneumático não deverão apresentar ruídos devido ao fluxo de ar.

As válvulas de escape do circuito pneumático deverão ser providas de abafador de ruído.

O tempo máximo de carregamento do sistema do trem, de vazio (0 (zero) bar) à pressão máxima de trabalho, deverá ser inferior a 12 minutos.

### **26.1 Comando e Controle do Sistema de Ar Comprimido**

Além do comando geral deverá ser prevista uma chave de 2 (duas) posições (ligado e desligado).

O circuito de comando deverá sinalizar falhas no monitor da cabina através do sistema “data bus” e possuir sistema de diagnose.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Os compressores deverão funcionar de forma sincronizada. A partida e o desligamento deverão ocorrer quando um dos sensores da tubulação principal detectar, respectivamente, pressão mínima ou máxima de trabalho, ou conforme sistema de comando com outra programação por software.

Deverá ser possível retirar qualquer um dos compressores do sincronismo. Deverá haver proteção contra a inversão de rotação do compressor.

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

## 26.2 Grupo Motor-Compressor

O compressor deverá ser acionado por motor de indução trifásico com grau de proteção mínimo IP-55. A alimentação do motor será em 380 V, 60 Hz, de forma direta, alimentado pela fonte de corrente alternada e protegido contra falta de fase. A classe de isolamento do motor deverá ser H.

Com relação às condições de trabalho, o ciclo de trabalho mínimo ideal é de 33% com um máximo de 30 arranques por hora. O trabalho continuado (carga) somente está permitido para a carga inicial desde uma pressão zero até a máxima pressão de trabalho.

O compressor deverá ser de uso consagrado em projetos ferroviários com pistões de duplo estágio, do tipo isento de óleo, rolamentos selados auto lubrificados, de construção compacta e ser equipado com válvula de segurança contra sobrepressão.

O compressor deverá atender um intervalo de operação de 12.000 horas de funcionamento ou 8 anos de funcionamento.

Deverá ser instalado um horímetro no painel elétrico de comando para cada um dos compressores do trem.

O acoplamento entre motor e compressor deverá ser por acoplamento rígido torsionável.

A instalação do Grupo Moto-compressor Principal deverá ser feita de forma a possibilitar o fácil acesso nas inspeções periódicas de manutenção e sua fixação deverá ser feita através de suspensão resiliente para garantir que as vibrações não sejam transmitidas à caixa dos carros.

O Grupo Moto-compressor Principal deverá incorporar resfriadores que garantam uma temperatura máxima de saída do ar de 60 °C.

O filtro de ar de admissão do compressor deverá ser dimensionado para ser inspecionado apenas nas manutenções preventivas do trem.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O grupo motor-compressor principal deverá atender aos níveis de ruído e vibração solicitados neste documento. As medições de ruído em compressores deverão ser efetuadas conforme Norma ISO 2151.

### 26.3 Unidade de Tratamento de Ar

A unidade de tratamento de ar deverá ser de uso consagrado em projetos ferroviários isentando o ar comprimido de impurezas, água e óleo, reduzindo o nível de umidade relativa do ar para valores inferiores a 35% nos reservatórios, independente do ciclo de trabalho do compressor, proporcionando uma qualidade de ar equivalente à Classe 3-3-3 conforme norma ISO 8573-1.

A unidade deve trabalhar em range de pressão entre 7,0 kg/cm<sup>2</sup> a 10,0 kg/cm<sup>2</sup>, com temperatura de entrada de até 60 °C e com porcentagem máxima de ar desviado para a secagem da câmara saturada de 20 %.

O secador de ar deverá ser de dupla câmara e funcionar por sistema de adsorção com regeneração a frio.

Não deverá ser necessária a troca do elemento secante em período inferior a 4.000 horas de funcionamento do compressor, medidos através de seu respectivo horímetro.

O sistema de secagem/regeneração deverá memorizar a posição do ciclo de funcionamento quando o compressor desligar, prosseguindo no mesmo ciclo quando este voltar a ligar.

### 26.4 Motor-Compressor Auxiliar

O motor do compressor deverá ter classe de isolamento F e grau de proteção IP-55, a vazão efetiva do compressor deverá ser de no mínimo 70 litros/minuto a pressão de 8 bar. Deverão ser instalados os demais componentes do sistema, torneiras, válvula de segurança, válvula de retenção, pressostato, filtros, motor, compressor e engate rápido para manômetro. O motor da unidade compressora será alimentado pela bateria para acionamento dos pantógrafos e será comandada a partir do console de comando da cabina. Entrará em funcionamento toda vez que for acionado o comando para subir o pantógrafo e a pressão no reservatório de ar do pantógrafo for inferior a 480 kPa e desligarão automaticamente quando a pressão de ar no reservatório do pantógrafo atingir 700 kPa.

O conjunto deverá proporcionar um tempo de subida do pantógrafo menor ou igual a 8 minutos, quando inicializado (partindo com reservatório vazio).

Para evitar danos ao compressor auxiliar deverá ser instalado, na linha de ar, entre a saída do

compressor e a entrada do reservatório de ar, uma válvula de segurança ajustada em 750 kPa e também uma válvula de retenção.

O compressor auxiliar deverá ser do tipo Monobloco Oil Free (motor e compressor integrados, sem óleo), de uso comprovado no setor ferroviário.

#### 26.5 Reservatórios

Os reservatórios deverão ser dimensionados de forma a garantir o ciclo de trabalho estabelecido para os compressores.

Os reservatórios deverão ser fabricados em aço com pintura eletrostática na parte interna ou alumínio, com durabilidade tal que permita passar pelos testes hidrostáticos mesmo decorridos 2.400.000 km de uso, no mínimo.

Os reservatórios, bem como os demais equipamentos do sistema pneumático, deverão ser testados (teste hidrostático) nas condições determinadas pela portaria 3214-NR13 do Ministério do Trabalho.

Os reservatórios deverão ser testados (teste hidrostático) com pressão 1,3 x (vezes) maior que a pressão máxima (10 bar) do sistema.

Os reservatórios deverão ter, na sua parte inferior uma torneira para dreno.

#### 26.6 Encanamento Principal

O encanamento principal deverá interligar todos os carros de um trem e garantir a equalização de pressão em todos os reservatórios principais dos carros e, desta forma, garantir que o sistema de ar comprimido permaneça estabilizado, mesmo ocorrendo falha em alguma unidade.

Deverão ser instalados transdutores para informar a pressão existente no encanamento principal ao sistema de controle e ao manômetro do console.

Em cada cabeceira do carro, em local de fácil acesso, deverá haver uma torneira de isolamento do encanamento principal.

#### 26.7 Acessórios do Sistema de Ar Comprimido

Todos os acessórios montados nos encanamentos, tais como, filtros, drenos e outros, sujeitos as inspeções periódicas de manutenção, deverão estar em local de fácil acesso.

As tomadas de teste serão em número de 6 por carro.

Todas as torneiras, quando em posição aberta, deverão ter a haste na posição longitudinal em relação ao eixo do encanamento.

As torneiras deverão estar localizadas em pontos de fácil acesso, identificadas de forma legível pela função e indelével, pela nomenclatura utilizada nos esquemas pneumáticos e pela posição (normal e isolada) e montadas de forma que na sua operação estejam livres de interferência.

Todos os circuitos pneumáticos e equipamentos alimentados pelo encanamento principal deverão ter torneiras de isolamento.

## **27. SISTEMAS ELÉTRICOS AUXILIARES**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação dos sistemas elétricos auxiliares do trem.

### **27.1 Sistema de alimentação elétrica em corrente alternada**

O sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deverá ser constituído de redes trifásicas, com tensões nominais de 380 V entre fases, 220 V entre fase e neutro, frequência nominal de 60 Hz, senoidal.

A rede de corrente alternada deverá alimentar os seguintes equipamentos:

- (i) sistema de climatização do salão de PASSAGEIROS e da cabina;
- (ii) motor do compressor;
- (iii) eventuais ventiladores, instrumentos, ferramentas portáteis e equipamentos de limpeza.

Em todos os carros deverá ser prevista a possibilidade de alimentar seletivamente todas as cargas da rede de corrente alternada, inclusive tomadas internas do carro, por intermédio de uma fonte externa para efeito de manutenção nas oficinas. Esta tomada externa deverá ser compatível com as tomadas existentes nos Abrigos de Manutenção. A alimentação dos carros por fonte externa deverá ser limitada a 35 kW e excluir totalmente a possibilidade de tração e de funcionamento em paralelo com a fonte interna



do carro.

A fonte de alimentação externa deverá apenas habilitar a energização dos sistemas previstos, ficando a efetivação destes condicionada aos respectivos comandos, não devendo energizar qualquer sistema automaticamente.

Deverá ser previsto no console da cabina, sinalização luminosa indicando que existe uma conexão por fonte de alimentação externa.

Os inversores deverão possuir indicadores locais de falhas e saídas para monitoração e diagnóstico de falhas no sistema de monitoração do “data bus”.

Deverá haver isolamento galvânica entre a tensão de linha e a tensão de saída dos inversores.

Deverá ser explicitada a configuração do sistema de alimentação elétrica (CA e CC) do trem e memorial de cálculo do dimensionamento do sistema.

## 27.2 Inversor estático auxiliar

Características de Alimentação / Entrada do Inversor Estático Auxiliar:

Tensão nominal: 3.000 Vcc

Tensão mínima: 2.000 Vcc

Tensão máxima: 3.900 Vcc

Impedância de entrada (60 Hz). A impedância de entrada deve ser formada por indutor e condensador. Ou seja, deve ser passiva, não serão admitidos circuitos ativos de simulação de impedância. Deve ser considerado para toda faixa de tensão de entrada e considerando potência máxima nas saídas do Inversor  $\geq 10 \Omega$

Rigidez Dielétrica da entrada com relação à massa e os demais circuitos (60 Hz por 1 minuto): 9.5 kV

Características da Tensão de Saída (Corrente Alternada - CA): Tensão nominal: 380 Vca

Máxima variação da tensão de saída:  $\pm 5 \%$  Frequência: 60 Hz

Máxima variação da frequência:  $\pm 1\%$

Configuração da saída: 3 Fases + Neutro Forma de onda Senoidal

Distorção harmônica máxima:

(Para a medição da distorção harmônica da tensão de saída devem ser incluídas ao menos as

primeiras 100 harmônicas) < 6 %

Rigidez Dielétrica desta saída com relação à massa e ao resto dos circuitos (60 Hz por 1 minuto) 2.5 kV

A tolerância para a regulação estática da tensão será de  $\pm 5 \%$  e para regulação dinâmica será de  $\pm 15 \%$  com tempo de recuperação máximo de 40 ms. O sistema de controle do Inversor Estático Auxiliar deverá responder no máximo neste mesmo tempo às variações de carga (variações de carga de 50 %) e da tensão de alimentação (variações de tensão de  $\pm 1.000 \text{ V}$ ).

Características da Saída Auxiliar (Corrente Contínua):

Variação máxima da tensão ajustada  $\pm 2 \%$  "Ripple" (RMS) < 1%

Rigidez Dielétrica desta saída com relação à massa e ao resto dos circuitos (60 Hz por 1 minuto) 1.5 kV

A corrente de saída deverá ser limitada pelo Inversor para não haver risco de sobrecarga ao circuito da bateria.

O inversor à IGBT (Insulate Gate Bipolar Transistor) deverá ser energizado através do seu próprio contator.

O inversor deverá possuir filtro próprio que propicie a eliminação de flutuações ou transientes de entradas que possam introduzir ruídos para o equipamento ou deste para a rede de alimentação. Este filtro deve ser independente do filtro do inversor de tração.

Deverá ser incorporado à caixa principal do inversor um retificador de corrente contínua para alimentação das cargas em corrente contínua.

Deverá existir uma proteção diferencial e de sobrecorrente específica do inversorauxiliar, com atuação no contator de entrada do próprio inversor estático auxiliar.

Deverá existir proteção contra sub e sobre tensão de entrada, bloqueando o funcionamento do inversor e com religamento automático. Esta situação não deve ser considerada como falha do conversor estático auxiliar.

A saída do inversor deverá ser protegida contra curto-circuito e contra sobrecarga através de controle eletrônico. A saída do inversor deverá ser ligada à carga do circuito auxiliar do veículo através de contadores trifásicos.

As proteções deverão ser concebidas de forma que sejam evitados desligamentos indevidos, em caso como: passagem em gaps da rede aérea, picos de tensão previstos em norma, etc.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A entrada do inversor estático auxiliar deverá ser protegida através de fusível e através do contator com acionamento pelo software de controle.

No caso de curtas interrupções da tensão de alimentação (0,1 a 1,0 s), o equipamento deverá reassumir a carga dos serviços auxiliares, automaticamente.

O religamento do inversor em caso de desarme não deverá exceder 5 segundos.

Deverá haver diagnose de falhas com informações necessárias para caracterizar as condições de contorno da ocorrência da mesma e também informações para identificar o componente defeituoso. As informações dessa diagnose serão acessíveis via laptop.

Deverá ser disponibilizado este Software de diagnose e de monitorização dos parâmetros internos do inversor e retirada/descarga das avarias memorizadas e atualizações das versões do software do inversor (Via USB e Ethernet).

Deverá haver um canal de comunicação, via “data bus”, com o trem, no qual serão informados, no mínimo, o status de funcionamento e as informações de falha para a operação.

O contator de saída somente poderá energizar a carga do veículo quando as tensões e frequência estiverem dentro dos valores especificados.

Deverá ser disponível uma forma de visualização das horas de trabalho de cada inversor (horímetro).

O inversor estático deverá apresentar um rendimento acima de 90 % para as condições de alimentação e cargas nominais, com fator de potência mínimo de 0,9 e distorção total harmônica (THD) de no máximo 6 %.

A forma de onda de saída deverá ser compatível com os tipos de cargas que irão alimentar, tendo em vista a utilização de qualquer componente comercial usado em redes trifásicas 60 Hz, senoidais industriais.

O inversor deve ser concebido para suportar a partida simultânea de todas as cargas.

A entrada em funcionamento de equipamentos com regime de trabalho intermitente não deverá causar perturbação para os PASSAGEIROS.

As tomadas internas do salão e da cabina deverão ser em 220 Vca, 60 Hz, senoidal, com previsão de carga de 3 kVA para cada carro.

O sistema de alimentação auxiliar do trem a ser proposto deverá prover a alimentação elétrica da carga do sistema de climatização do carro de forma alternada, ou seja, uma semiunidade do carro deve

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

ser alimentada por um inversor do trem e a outra semiunidade deve ser alimentada por outro inversor adjacente, de modo que na ocorrência da perda de uma fonte (inversor), o carro deve permanecer no mínimo com 50% de refrigeração do salão e 100% das ventilações do salão e da cabina.

Deverá existir o menor número possível de semicondutores de potência em série, sendo utilizados, transistores do tipo IGBT em ponte direta, ou seja, os inversores estão diretamente no circuito de 3.000 Vcc, não se admitindo circuitos intermediários.

### 27.3 Características construtivas

Todos os materiais a serem empregados na construção ou na instalação do Inversor Estático Auxiliar e seus dispositivos auxiliares deverão seguir no mínimo as Normas Construtivas abaixo:

- (i) EN 50121-3-2: Aplicações Ferroviárias. Compatibilidade Eletromagnética. Parte 3-2. Material Rodante. Equipamentos.
- (ii) EN 50155: Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre Material Rodante.
- (iii) EN 50124: Aplicações Ferroviárias. Isolações Parte 1. Alturas e distâncias para Equipamentos Elétricos.
- (iv) EN 50125: Aplicações Ferroviárias. Condições Ambientais Parte 1. Equipamento embarcado no Material Rodante.
- (v) EN 50207: Railway applications. Electronic Power converters for rolling stock.
- (vi) IEC 411: Conversores de Potência de Tração de Fase Única
- (vii) IEC 60146: Semicondutores de Conversores.
- (viii) IEC 60310: Tração – Transformadores e Indutores
- (ix) IEC 60850: Fornecimento de Energia para Sistemas de Tração
- (x) IEC 61373: Aplicações Ferroviárias. Material Rodante. Teste de Choque e Vibração.
- (xi) IEC 60529: Classificação dos graus de proteção.
- (xii) IEC 60571: Equipamento Eletrônico usado em veículos ferroviários.
- (xiii) IEC 61287: Conversores de Potência Eletrônicos instalados em Material Rodante.
- (xiv) IEEE Std 500: Confiabilidade de Dados.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (xv) IEEE Std 1476: Interfaces Standard Auxiliares para Trens de Passageiros.
- (xvi) MIL-HDBK-217: Confiabilidade e Predição dos Equipamentos Eletrônicos.
- (xvii) NF F 16-101: Comportamento ao fogo. Escolha de Materiais.
- (xviii) NF F 16-102: Comportamento ao fogo. Escolha de Materiais, aplicações em Equipamentos Elétricos Auxiliares.

### 27.3.1 Proteções e sinalizações

O inversor estático deverá possuir sem se limitar, as seguintes proteções e sinalizações:

- (i) a alimentação de alta tensão (3.000 Vcc) deverá ser protegida contra sobrecarga e curto-circuito e estar coordenada com a proteção diferencial, devendo ser executada pelo disjuntor principal;
- (ii) sensor de proteção contra subtensão da rede aérea, atuando com o bloqueio do funcionamento do inversor, quando ocorrer uma tensão de rede aérea inferior a 2.000 V;
- (iii) sensor de proteção contra sobretensão da rede aérea, atuando com o bloqueio do funcionamento do inversor, quando ocorrer uma tensão de rede aérea superior a 3.900 V;
- (iv) sensor de proteção de fuga de corrente em alta tensão (diferencial), atuando com bloqueio da alimentação do inversor quando ocorrer diferença entre entrada e saída (o nível de corrente deverá ser adequado à proteção do equipamento);
- (v) sensor de proteção contra subtensão da saída CA, atuando com a interrupção do fornecimento de tensão na saída CA do inversor (desligamento do contator de saída do inversor) quando ocorrer uma tensão na saída CA menor que 342 V durante período maior que 6 (seis) ciclos de rede (~100 ms);
- (vi) sensor de proteção contra sobretensão da saída CA, atuando com a interrupção do fornecimento de tensão na saída CA do inversor (desligamento do contator de saída do inversor) quando ocorrer uma

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

tensão na saída CA maior que 418 V durante período maior que 06 (seis) ciclos de rede (~100 ms);

- (vii) sensor de proteção contra a inversão de fase e contra desequilíbrio de fases, atuando com o desligamento da saída CA em caso de desequilíbrio maior que 10 % entre as tensões de fase por tempo maior que 06 ciclos de rede (~100ms) ou inversão de fases;
- (viii) sensor de proteção contra sobrecarga na saída CA, atuando com desligamento da tensão de saída em caso de sobrecarga maior que as especificadas para o funcionamento;
- (ix) proteção contra elevação de temperatura do inversor estático, dos semicondutores do carregador de baterias e dos principais componentes magnéticos.
- (x) sistema via software ou horímetro ligado ao circuito de 380 Volts trifásico, registrando o total de horas trabalhadas pelo equipamento (O dispositivo não deve possuir botão de reset), a fim de atender o índice de Confiabilidade (MTBF);
- (xi) dispositivo para isolamento do inversor estático após a ocorrência da 3ª falha consecutiva do equipamento.
- (xii) o inversor deverá ter em um local visível pelo lado externo um conjunto de “leds” sinalizadores de presença de alta tensão no filtro de entrada.
- (xiii) o inversor deverá possuir um sistema de descarga automática dos capacitores de entrada. Este sistema deve garantir que todos os capacitores sejam descarregados em um tempo inferior a 30 segundos a partir do momento em que o inversor for desconectado da rede de alta tensão.

### 27.3.2 Vibrações e choques

O inversor deve suportar as seguintes acelerações e vibrações próprias dos serviços ferroviários (IEC 61373).

Aceleração longitudinal: 3 G – 10 ms Aceleração vertical: 3 G – 10 ms Aceleração transversal: 3 G – 10 ms Vibrações por frequência:

Frequência 1 Hz ÷ 10 Hz Amplitude = 25 / f2 mm Frequência 10 Hz ÷ 100 Hz Amplitude = 250 / f2 mm

Os inversores deverão ser submetidos aos ensaios conforme condições descritas na norma EN-50155, IEC 1287 e IEC 62236-1, inclusive os ensaios opcionais.

27.4 Sistema de alimentação auxiliar em baixa tensão (corrente contínua) A alimentação auxiliar deverá ser suprida pelo inversor / retificador e baterias.

As saídas dos retificadores deverão operar em paralelo alimentando as baterias e os equipamentos do trem, portanto, deverão automaticamente ajustar suas cargas sem se sobrecarregarem (curvas de regulação).

O sistema de alimentação deverá ser dimensionado para alimentar todas as cargas nesta tensão, mesmo com falha de um retificador, sem perdas de desempenho.

Deverá, necessariamente, haver isolamento galvânica entre a baixa tensão e os sistemas de 3.000 Vcc e 380 Vca.

Deverá existir um dispositivo para limitação da corrente de saída do retificador de forma a evitar que o equipamento entre em sobrecarga em qualquer condição operativa.

A entrada e a saída do retificador deverão ser protegidas contra curtos-circuitos e os semicondutores deverão ter proteção contra transitórios de tensão.

A corrente máxima de carga das baterias ácidas ou alcalinas deverá ser limitada.

Deverá haver uma compensação da tensão de bateria com a temperatura no processo de carga.

Proteção contra conexão incorreta (invertida) da bateria através de fusíveis.

O equipamento retificador deverá prover meios para indicação do estado operacional na cabina através do sistema “data bus”.

Ensaios:

O retificador deverá ser submetido a ensaios conforme a norma EN-50155 ou IEC equivalente

27.5 Baterias

As baterias poderão ser do tipo alcalinas ou chumbo-ácidas e deverão permitir a descarga sem

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

picos de corrente. Deverá se manter permanentemente em carga e após descargas profundas deverá sofrer carga completa por carregador externo sob corrente constante.

Deverá armazenar energia suficiente para manter energizado por 1,5 (uma hora e meia) horas todos os equipamentos do trem alimentados, após descarga contínua por uma hora e meia a tensão não deverá ser inferior a 50 Vcc e permitir ainda no mínimo, uma abertura de todas as portas de PASSAGEIROS e alimentar o compressor auxiliar para colocar o pantógrafo na rede aérea, podendo assim iniciar o funcionamento do trem.

A quantidade de conjunto de baterias deverá ser compatível com a quantidade de carros da composição e a as cargas consumidas.

Deverá ser previsto um sistema que monitore a tensão de bateria de tal forma que seja sempre possível mantê-las com carga suficiente para ligar o trem.

Os módulos de bateria deverão ter caixas plásticas resistentes, de fácil limpeza, inspeção e remoção. Deverão ser providos de sistema de abastecimento de água automático.

O conjunto de módulos de bateria interligados e justapostos deverá ser montado em uma caixa com revestimento interno adequado contra a corrosão causada por vapores, gases e eletrólito provenientes da bateria.

A tampa da caixa deverá ser provida de trincos rápidos e de fácil remoção e boa vedação quanto à poeira.

A caixa da bateria deverá ser provida de orifícios com filtros removíveis e laváveis.

Deverá haver um dispositivo de monitoramento da temperatura do eletrólito e correção automática da tensão de carga da bateria.

O conjunto de módulos de baterias poderá ser deslocado para fora de sua caixa através de uma base móvel deslizante e removível, facilmente movimentada, permitindo acesso a todos seus elementos. Esta parte móvel deverá possuir uma trava segura que impossibilite o movimento deste sistema deslizante em condição de operação comercial mesmo com as vibrações normais típicas do sistema ferroviário.

A ligação entre o conjunto de módulos de baterias e o carro deverá ser através de cabos no interior da caixa de bateria, estes cabos devem ter comprimento suficiente para não haver o desligamento dos conjuntos quando ocorrer o deslocamento para fora através da base móvel deslizante de sustentação das baterias.

O acondicionamento dos módulos da bateria deverá permitir a retirada do conjunto por intermédio de empilhadeira, de forma que todos os módulos da bateria possam ser retirados



simultaneamente.

Os conjuntos de baterias deverão ter uma garantia mínima de 10 anos, sendo 5 anos de garantia total ou seja 100% de capacidade e mais 5 anos proporcional, ou seja, ao decorrer dos 10 anos os conjuntos de bateria devem garantir a operacionalidade mínima do trem nas condições expostas no primeiro parágrafo deste item.

Deverão ser executados no mínimo os seguintes ensaios de acordo com a norma IEC60254-1 ou com a Norma EN 60623 (Alcalina / Chumbo Ácida):

- (i) inspeção dos elementos mecânicos: dimensional e de acabamento, conexões, etc.;
- (ii) verificação do nível e da densidade do eletrólito;
- (iii) com a bateria totalmente carregada, efetuar uma descarga, sob corrente nominal, de uma hora e meia. Decorrido este intervalo de tempo a tensão por elemento não deverá ser inferior ao mínimo definido acima para o conjunto de baterias (Calculando o mínimo por elemento);
- (iv) testes de vibração no monobloco, comprovando a sua aplicação ferroviária.

#### 27.6 Pantógrafo

O trem deverá ser provido de 4 (quatro) pantógrafos, com suporte para as barras de grafite no contato canoa/catenária, construído com estrutura tubular metálica, devidamente tratada contra corrosão e adequados à operação em rede aérea tipo catenária suspensa e não autocompensada.

A configuração operacional do trem completo deverá prever a utilização de 2 pantógrafos em contato com a rede aérea.

O pantógrafo deverá ser instalado sobre a cobertura do carro, em suportes metálicos, através de isoladores, na linha de centro transversal de um dos truques.

O pantógrafo deverá manter uma força de contato constante com o fio trolley, de 9 a 10 daN, em qualquer condição de velocidade em toda sua região de trabalho. Seu curso deverá ser adequado para atender a variação de altura do fio trolley, estabelecida entre 4.900 e 6.500 mm, em relação ao topo do boleto do trilho.

A faixa de trabalho da canoa do pantógrafo em relação ao fio trolley deverá ser de 250 mm para cada lado do fio trolley a fim de garantir desgaste uniforme das áreas de contato.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O pantógrafo deverá operar corretamente nos dois sentidos até a velocidade máxima de operação.

Sobre a cobertura na região prevista para a instalação do pantógrafo, deverá ser colocado um lençol de cloreto de polivinila flexível, garantindo a não propagação de chama, reforçado internamente com tela de poliéster e resinas, que deverá propiciar um isolamento elétrico de no mínimo 15 kV. A superfície livre deste lençol deverá ser do tipo antiderrapante.

Deverá ser prevista a ligação dos pantógrafos a dispositivos de aterramento, e o comando destes a um dispositivo de travamento.

Deverá ser previsto um sistema de emergência para abaixamento dos pantógrafos em caso de avaria de um pantógrafo da composição, prevenindo uma avaria no outro pantógrafo levantado.

O pantógrafo deverá ser submetido aos testes mencionados na norma EN 50206-2 inclusive os suplementares.

O cabo de alta tensão (3.000V) que liga o pantógrafo aos equipamentos do carro sob estrado deverá ser instalado em tubo de aço magnetizável aterrado, exclusivo para esta finalidade.

#### 27.7 Sistema de Acionamento do Pantógrafo

O acionamento dos pantógrafos do trem deve provocar o levantamento de 2 dos 4 pantógrafos simultaneamente, exceto na transferência de cabina (comutação dos pantógrafos).

Deverá haver, de forma automática, a comutação no acionamento dos pantógrafos de maneira que a operação seja realizada ora com um pantógrafo e ora com o outro. Deverá ser possível a configuração da periodicidade da comutação dos pantógrafos.

Deverá ser possível comutar qualquer pantógrafo acionado ou inibir seu levantamento a partir da cabina (Esta condição de levantar e abaixar pantógrafos individualmente deve ser possível tanto em condições de manutenção, quanto em condições de Operação Comercial).

A elevação dos pantógrafos no trem será efetuada através do sistema de ar comprimido contido em um reservatório específico para esta função. Este reservatório deverá ser mantido pressurizado pelo sistema de suprimento de ar comprimido do trem.

Se o reservatório de ar comprimido do pantógrafo não tiver pressão suficiente para efetuar seu acionamento, o levantamento será efetuado com ar comprimido fornecido por um grupo moto-compressor auxiliar, alimentado por tensão das baterias e comandado automaticamente por pressostato.

O grupo motor-compressor auxiliar deverá estar protegido em caixa fechada sob o estrado, com fechadura padrão, ou dentro do armário elétrico.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Ao ser solicitado o abaixamento do pantógrafo implicará, automaticamente, no desligamento prévio de todas as suas cargas.

**27.8          Aterramento do Pantógrafo e Chave de Segurança**

Deverá haver um dispositivo para aterrar o pantógrafo de modo que, quando ativado, iniba totalmente qualquer acionamento para seu levantamento.

Todo pantógrafo que não estiver acionado (sem contato com a rede aérea) deverá estar desenergizado.

Deverá haver um dispositivo de segurança para garantir que o acesso a cofres e caixas com interligação em alta tensão seja realizado através de chaves que somente serão liberadas após o aterramento dos pantógrafos e dos circuitos de potência do trem. Essas chaves deverão acionar fechaduras que estarão integradas aos cofres e às caixas de interligação. Não será permitida a utilização de cadeados para esta função de segurança.

Basicamente este sistema deve consistir em um sistema de seccionamento e aterramento da alimentação de Alta Tensão do trem. Este sistema deverá garantir a segurança do técnico de manutenção que estiver trabalhando no sobestrado e no teto do trem com referência a presença de energia elétrica de Alta Tensão nos componentes do circuito.

Além do sistema de aterramento deverá ser instalado em cada trem um cofre de chaves especiais. Todas as caixas dos equipamentos elétricos ligados à Alta Tensão do trem só poderão ser abertas através da utilização de uma chave especial, cuja obtenção é descrita a seguir:

Cada carro equipado com pantógrafos deverá possuir um cofre no sobestrado, em sua parte frontal aberto através da chave padrão heptavado do trem, equipado em seu interior de um dispositivo cujo posicionamento permitirá ou não a pressurização da tubulação dos pantógrafos. Este dispositivo deverá ser intertravado mecanicamente com a chave de acionamento do trem e uma fechadura equipada com uma chave especial identificada na cor azul. Ao ser inserida a chave de acionamento do trem e movido o dispositivo da posição ("1") para a posição ("0") o pantógrafo terá sua tubulação despressurizada e sua eletroválvula de comando desligada, ocorrendo em consequência a sua descida (caso ele esteja ligado). Nesta posição o pantógrafo não poderá ser elevado, ao mesmo tempo em que é liberada, mecanicamente a chave especial identificada na cor azul.

Neste mesmo cofre deverá existir um manípulo central de duas posições "PANTO" e "ATERR", intertravado mecanicamente com duas fechaduras especiais uma na cor azul e outra na cor amarela. Este

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

manípulo central realizara o aterramento dos pantógrafos e dos circuitos de alta tensão.

Ao ser instalado a chave especial identificada na cor azul ocorrerá o destravamento da alavanca central.

Ao ser movido a alavanca central da posição "PANTO" para a posição "ATERR" ocorrerá o aterramento dos pantógrafos e dos circuitos de alta tensão e a liberação do dispositivo de intertravamento mecânico para a remoção da chave especial identificada na cor amarela.

Neste mesmo cofre esta chave amarela será instalada em um outro dispositivo intertravado mecanicamente com várias chaves especiais identificadas na cor verde e a remoção de uma das chaves especiais impedirá o retorno do manípulo central à posição "PANTO".

Estas chaves especiais serão utilizadas para a abertura das caixas de equipamentos de alta tensão do trem.

Ao retorno de todas as chaves especiais aos seus alojamentos, a chave especial identificada na cor amarela poderá ser removida e inserida na fechadura intertravada com o manípulo central liberando a trava do manípulo que poderá ser retornado à posição "PANTO" desaterrando os pantógrafos e os circuitos de alta tensão, possibilitando a remoção da chave especial identificada na cor azul para que esta seja inserida no dispositivo de liberação da pressão de ar comprimido e conexão da eletroválvula de comando do pantógrafo, permitindo a remoção da chave de acionamento do trem e a elevação do pantógrafo.

Junto aos equipamentos de Alta Tensão que possuam componentes que mantenham carga elétrica (Ex.: capacitores), deverá existir um dispositivo de sinalização visual (luminoso) que indique a presença de Alta Tensão nos componentes e que após desligado possua um dispositivo para descarga.

## **27.9 Para-raios**

Todos os carros com pantógrafo deverão ser equipados com para-raios com capa de proteção mecânica instalados na cobertura. Cada pantógrafo deverá possuir seu para-raios individual. Os para raios deverão ser providos de resistores não lineares (varistores) de óxido de zinco.

As características dos para-raios deverão propiciar proteção adequada aos equipamentos de tração e frenagem elétrica e inversores auxiliares.

## **28. SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de detecção e extinção de incêndio do trem.

O sistema de detecção e extinção de incêndio deverá trabalhar com alimentação elétrica das baterias.

#### 28.1 Detecção de Incêndio

Os sistemas de detecção de incêndio, bem como seus tempos de resposta, devem estar de acordo com a diretiva europeia ARGE, bem como o posicionamento dos detectores de incêndio.

A detecção de incêndio deve ocorrer durante a formação de fumaça ou o mais rápido possível depois de uma ignição.

Testes de posicionamento e seleção de detectores de incêndio devem ser feitos, em pontos potenciais, tanto em áreas de PASSAGEIROS quanto nas cabines de controle.

O sistema de detecção de incêndio em áreas com PASSAGEIROS deve responder em 1 minuto após o começo da formação da fumaça, em todas as condições de operação possíveis.

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 / sistema de ar-condicionado em máxima capacidade. O sistema de aspiração deverá ser embutido a fim de evitar problemas de vandalismo.

Os filtros de poeira ou sujeira deverão ser dimensionados para durabilidade mínima de 3 anos de utilização, o sistema deverá sinalizar quando da necessidade de troca do filtro.

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

Uma vez detectada a presença de incêndio, o sistema de ar-condicionado deve ser automaticamente desligado de modo a evitar a dispersão de fumaça para áreas não afetadas do trem. Assim sendo o Sistema de Detecção deve fornecer um sinal para o sistema de ar- condicionado (ou para o sistema de controle do trem) para comandar o seu desligamento.

A faixa de sensibilidade do equipamento deverá ser de 0,025 a 20% de obscurecimento por metro, com possibilidades de ajustes dos parâmetros dos níveis de alarme.

Para reduzir a incidência de alarmes falsos, o sistema de detecção no salão de PASSAGEIROS,

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

deverá acusar incêndio, quando no mínimo dois sensores de fumaça por aspiração de uma mesma zona estiverem atuados.

O equipamento de detecção de incêndio deverá ter a capacidade de armazenar em memórias não voláteis mais de 10.000 (dez mil) eventos de níveis de fumaça, anormalidades e falha do equipamento, com registro de data e horário. Deverão dispor de porta de comunicação padrão USB 2.0 para o equipamento de teste e leitura de dados e alteração de parâmetros de programação.

Deverá ser disponibilizado este Software de diagnose e de monitorização dos parâmetros internos do Sistema de Detecção e Extinção de Incêndio e retirada / descarga das avarias memorizadas. Este software deverá ser compatível com sistema Windows.

O equipamento deverá indicar através de mensagens / alarmes no painel do sistema de controle, anomalias no funcionamento do sistema, como entupimento dos filtros, obstrução dos pontos de aspiração ou rompimento de dutos.

O equipamento deverá ser certificado por entidade reconhecida e estar em conformidade com a norma NBR 9441.

O equipamento detector de incêndio deverá ser submetido às condições de ensaio descritas na norma EN-50155 ou IEC 60571 e serão:

**Ensaio de tipo:**

- (i) funcional (desempenho);
- (ii) tensão suportável;
- (iii) transitórios;
- (iv) acréscimo de temperatura (seco);
- (v) acréscimo de temperatura (úmida);
- (vi) vibração.

**Ensaio de rotina:**

- (i) funcional;
- (ii) tensão suportável.

## **28.2 Sistema de Extinção de Incêndio**

O sistema de extinção de incêndio deve estar de acordo com a diretiva europeia ARGE, aplicada à

veículos ferroviários.

O fabricante deverá comprovar a efetividade do sistema de combate a incêndio, bem como sua análise de riscos.

O projeto e a implementação dos sistemas devem ser executados de acordo com a norma EN 15004, que se refere aos carros. Os componentes usados no sistema devem estar de acordo com a norma 12094.

O trem deverá dispor de um sistema de extinção de incêndio com a utilização de água nebulizada em alta pressão. A pressão de trabalho deverá ser maior que 10 bar.

Os equipamentos de combate contra incêndio deverão cobrir as áreas do interior dos carros (salão de PASSAGEIROS e cabina de condução). O sistema deverá ser dimensionado para atuar continuamente por um período de, no mínimo, 10 minutos em um carro de acordo com a diretiva europeia ARGE.

Este sistema de extinção deverá estar previsto para cada 4 carros, ou seja: CMC + CR1 + CR2 + CM, não devendo ter passagem de tubulações de água e/ou gás entre os carros motores centrais.

O ensaio de desempenho deverá ser feito com fogo de classe A e B, no salão de PASSAGEIROS de um carro ou na cabina respeitando os parâmetros estabelecidos pela diretiva europeia ARGE.

Antes da ativação do sistema de combate a incêndio, os equipamentos técnicos, como componentes elétricos e eletrônicos, devem ser desligados na região da extinção do incêndio.

A atuação do sistema de combate contra o incêndio poderá ser simultânea para todos os carros e cabinas do trem. O comando do sistema deverá estar localizado em ambas as cabinas, para atuação manual, com possibilidade de atuar em todos os carros. O circuito de comando deverá ser projetado com a filosofia de falha segura para evitar atuação acidental ou indevida por falha.

O sistema de extinção de incêndio composto de equipamentos de gás pressurizado com válvula de sobrepressão, reservatórios de água e painel de controle deverá ser monitorado quanto à falha ou anormalidade. O nível de enchimento do cilindro de gás deve ser monitorado continuamente. As falhas ou anormalidades deverão ser sinalizadas na cabina de condução.

Os dispositivos de aspersão e as tubulações por onde circulam a água e ar comprimido do sistema deverão ser resistentes à corrosão e às pressões, comprovados por ensaios.

A quantidade do meio extintor (água) deve ser reduzida ao mínimo, por isso o trem deve ser particionado em diferentes áreas fazendo uso de válvulas setoriais.

As válvulas setoriais devem ser monitoradas em intervalos apropriados sobre seus diferentes níveis operacionais (a definição dos intervalos é feita com base na análise de segurança). Consequentemente as

válvulas setoriais devem ser interligadas e conectadas com o sistema data bus do trem. As válvulas utilizadas deverão ter uma certificação tipo SIL 3 (Safety Integrity Level).

Os equipamentos deverão ser montados de forma a facilitar a inspeção e restabelecimento da carga tanto de gás como de água. Os tanques de água deverão ser abastecidos com água sem aditivos e reabastecidos sem necessidade de que sejam desmontados do trem.

Simulações de situações com fumaça devem ser realizadas segundo a Diretriz Europeia ARGE, no salão de PASSAGEIROS e na cabine.

## **29. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de iluminação.

### **29.1 Luminárias**

O projeto deverá prever a instalação de luminárias com calha, difusor e acabamento faceado ao teto do trem. As luminárias deverão ser constituídas por LEDs.

As luminárias deverão possuir difusor em policarbonato com largura máxima de 100 mm de proteção e difundir convenientemente a luz, de modo a evitar ofuscamento aos PASSAGEIROS, possibilitar fácil limpeza e substituição das placas com LEDs.

As calhas deverão ser em aço inoxidável ou perfil de alumínio pintado, devendo ser executada de forma que impeçam a vibração e ruído e sem a existência de frestas.

Não serão aceitas montagens em tubos de LEDs, similares ao aspecto das lâmpadas fluorescentes.

O difusor deverá ser fixado a calha de forma que possa ser facilmente removível para substituição e limpeza. Os difusores utilizados nas luminárias deverão ser fabricados com materiais que atendam aos índices de propagação de chama, densidade máxima de fumaça e emissão de gases tóxicos.

O projeto deverá prever a instalação de luminárias embutidas no teto, com base articulada de forma a permitir o acesso fácil aos dispositivos / componentes da luminária

A fixação da base articulada das luminárias na sua posição normal deverá ser executada de maneira segura e livre de vibrações.

O sistema de iluminação deverá ser projetado para fornecer um nível de iluminação mínimo de 500 lux, conforme norma ABNT NBR 5413, medidos a 800 mm do piso, num plano horizontal, em qualquer ponto do salão. No projeto deve ser disponibilizado o cálculo teórico da iluminação do salão.



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Próximo das portas de acesso às cabines de comando deverão ser instalados comandos da iluminação que permitirão o acionamento pelo pessoal de manutenção ou limpeza e manterá a iluminação ligada em todo trem e na cabine onde foi acionado por um tempo de até 60 minutos (configuráveis pela CONCESSIONÁRIA), independente da habilitação da cabina.

Este comando temporário da iluminação cessará 3 segundos após a habilitação da respectiva cabine de comando.

## 29.2 Iluminação Principal (Salão)

Em cada carro a iluminação deverá ser constituída por duas fileiras de luminárias, acionadas por 2 contadores comandados pelo Data bus do trem. Cada contator deverá alimentar de forma intercalada metade das luminárias de cada fileira, de forma que na falha de um contator a iluminação fique distribuída uniformemente no salão.

Especialmente na região dos “gangways” deverá ter uma iluminação tipo direcional, que deverá ser constituída por “spots” em “leds” embutidos no “gangway” evitando ações de vandalismo, com nível de iluminamento adequado para uma boa visualização

O estado dos contadores de acionamento das luminárias deverá ser monitorado em cada carro e sinalizado pelo “Data bus”.

O comando de alimentação da iluminação do trem deverá estar nas cabines e sua habilitação deverá estar condicionada à cabine líder do trem.

As luminárias do sistema de iluminação deverão ser constituídas por “leds” de alta intensidade, montados em tecnologia SMD em placa de alumínio dotada de dissipadores, em caso de calhas em aço inoxidável. Esses dissipadores deverão ser aletados facilitando a dissipação de calor. No caso de a calha ser em alumínio e sua construção for específica para luminárias deste tipo, não serão necessários dissipadores aletados. Os leds utilizados deverão ser de primeira linha, mundialmente renomados com qualidade comprovada e propiciar uma temperatura de cor média de 5200 K e deverão estar distribuídos em circuitos modulares independentes, de maneira que a queima de um led em um circuito não acarrete o desligamento de toda a luminária, bem como facilitar a substituição do módulo pela manutenção.

Os leds utilizados para a temperatura de cor média definida em 5200K, devem ser selecionados para utilização em um range de +/- 500K e devem ser da mesma cor “bin”.

Cada circuito de leds deve ter no máximo 8 leds, para que na ocorrência da queima de um Led em

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

circuito aberto, somente se perde a iluminação destes 8 Leds deste circuito.

A vida útil dos leds deve estar entre 50.000 e 60.000 horas. A vida útil deve ser considerada terminada nesta definição do tempo em horas, quando o Led atingir 70% da sua luminosidade.

O índice de rendimento da cor deve ser maior que 80.

A eficiência dos LEDs deve ser maior que 100 lumens/W.

O fluxo luminoso gerado por cada led deverá ter um ângulo de incidência mínima de 120º. A luminária deve ter grau de proteção IP 54 (Difusor com policarbonato).

A luminária deverá atender a norma de fogo e fumaça de acordo com a Norma NFF 16 101, na classificação M2F2.

A fixação dos circuitos de leds nas luminárias deverá feita por parafusos e o conjunto (calha, difusor, leds, etc.) deverá ser solidária ao revestimento. Um estudo da fixação e da solução completa deverá ser apresentado durante o Projeto.

Os ensaios deverão seguir as condições descritas nas normas, conforme segue:

- (i) funcional (desempenho), de acordo com a Norma EN50155: 2007 – Ponto 10.2.1; • Teste de aquecimento seco, de acordo com a Norma EN50155: 2007 –Ponto 12.2.24; • Teste de Resfriamento, de acordo com a Norma EN50155: 2007 – Ponto 12.2.23; • Inspeção Visual, de acordo com a Norma EN50155: 2007 – Ponto 10.2.1. • Teste de Isolação, de acordo com a Norma EN50155: 2007 – Ponto 10.2.9.2; • Teste de Sobre tensão de alimentação, de acordo com a Norma EN50155: 2007;
- (ii) teste de Picos (Surge), de acordo com a Norma EN50155: 2007; • Emissões induzidas (Conducted Emissions), de acordo com as Normas: EN50121-3-2: 2006 – Railway Applications Electronic Compatibility Part 3-2: Rolling Stock Apparatus e EN50155: 2007 – Railway Applications Electronic Equipment used on rolling stock.
- (iii) transitórios, de acordo com as Normas: - EN 50121-3-2: 2006 Railway applications Electromagnetic compatibility, Part 3-2: Rolling Stock e EN 50155: 2007 Railway applications electronic equipment used on rolling stock.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (iv) vibração, de acordo com a Norma IEC61373: 2010 - Classe B (Corpo montado), categoria 1, Teste de ciclo de vida. • Medida do nível de iluminação com o carro totalmente acabado. O Conversor DC-DC de alimentação das luminárias de “leds” deve trabalhar com tensões de entrada variando de 50,4 V a 90 V, semprejuízo ao sistema de iluminação. Deve ser previsto um conversor para cada luminária.

As características mínimas para estes conversores DC-DC, são:

- (i) eficiência > 92% em máxima carga;
- (ii) temperatura de operação: entre – 25 °C e + 70 °C;
- (iii) imunidade EMC: De acordo com a Norma EN-50121-3-2;
- (iv) emissão EMC: De acordo com a Norma EN-50121-3-2;
- (v) proteção contra curto-circuito;
- (vi) proteção contra inversão de polaridade na entrada.

### 29.3 Iluminação da Cabina de Condução

A iluminação da cabina de condução deverá ser projetada, de modo a garantir perfeita visibilidade dos comandos e dispositivos de controle, sem causar ofuscamentos ou reflexos.

Deverão existir três tipos de iluminação:

- (i) iluminação dos instrumentos de medida do console, que deverá ser constituída por “leds” que possibilitem um bom iluminamento aos instrumentos sem causar ofuscamento ao maquinista.
- (ii) iluminação geral da cabina, que deverá ser constituída por luminárias com “leds”, alimentadas pela fonte de corrente contínua do trem, sendo seu acionamento independente da habilitação da cabina. O nível de iluminamento mínimo sobre oconsole deverá ser de 300 lux. As luminárias deverão ser da mesma geração e filosofia de projeto das luminárias do salão, bem como os conversores DC-DC, podendo ter suas dimensões diferenciadas a fim de se adequarem à exigência do nível de iluminamento;
- (iii) iluminação direcional da cabina, que deverá ser constituída por dois "spots" em

“leds” de direcionamento ajustável e nível de iluminação adequado para uma boa visualização.

O acionamento da iluminação da cabina deverá ser por chave rotatória de cinco posições, ou seja:

- (i) Tudo desligado
- (ii) Liga luz dos instrumentos
- (iii) Liga luz dos instrumentos + Iluminação geral da cabine
- (iv) Liga luz dos instrumentos + iluminação direcional da cabine
- (v) Liga luz dos instrumentos + iluminação geral da cabine + iluminação direcional da cabine

Deverão ser apresentados amostras das luminárias de salão, de cabine, dos instrumentos de medida, bem como dos spots, durante o Projeto Executivo.

#### 29.4 Iluminação Externa

Os carros da extremidade do trem deverão ser equipados com dois faróis principais, duas luzes de balizamento (lentes incolores) e duas luzes de cauda (lentes vermelhas), que deverão ser alimentadas através do sistema retificador / bateria.

As luzes de balizamento e de cauda deverão ser instaladas com a tecnologia de leds. Os leds utilizados deverão ser de primeira linha, mundialmente renomados com qualidade comprovada e propiciar uma temperatura de cor média de 5200 K e deverão estar montados em cada unidade em circuitos independentes, de maneira que a queima de um led em um circuito não acarrete o desligamento de toda a luminária, bem como facilitar a substituição do módulo pela manutenção.

O fluxo luminoso gerado por cada led deverá ter um ângulo de incidência mínima de 120°.

No caso de rebocamento, troca de comando das cabines de condução ou indefinição do sentido direcional do trem, deverá ser prevista a manutenção das luzes de cauda acesas.

A seleção “frente” pela chave reversora na cabina líder deverá apagar as luzes de cauda e acender as luzes de balizamento deste carro e manter as luzes de cauda do carro da extremidade oposta.

A seleção “ré” da chave reversora na cabina líder deverá manter as luzes de cauda ligadas neste carro e acender as luzes de balizamento e de cauda na extremidade oposta, sinalizando que o trem está em marcha “ré”.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Tanto para as luzes de balizamento como para as luzes de cauda, estas deverão ser visíveis à distância de 300 m em qualquer condição de tempo, conforme Norma UIC 651 OR.

Faróis:

Os faróis também deverão ser com tecnologia de leds, similar ao descrito para as luzes das cabeceiras e devem ter capacidade de iluminação similar aos atuais faróis do tipo SEALED-BEAM de 200 W, de lentes brancas, conforme Norma UIC 651 OR.

Os faróis devem permitir um sistema de regulagem, para evitar a desregulagem em operação comercial.

Para o sistema dos faróis deverá ser previsto um farol forte e um farol fraco com relação a intensidade. O comando dos faróis deverá ser realizado com comutador rotativo de 3 posições, ou seja:

- (i) Desligado
- (ii) Farol fraco ligado
- (iii) Farol forte ligado.

### **30. SISTEMA DE PORTAS**

#### **30.1 Portas de Acesso dos Passageiros**

Todas as folhas de portas de acesso dos PASSAGEIROS deverão ser de face dupla com estrutura construtiva rígida, livre de ondulações, isoladas termo acusticamente, fabricadas em aço inoxidável.

O projeto deverá ser elaborado de forma que o mecanismo de acionamento e o sistema de sustentação das folhas sejam montados em um quadro estrutural único.

Este quadro deverá ser rígido, de maneira a evitar desregulagens ou interferências no funcionamento das portas devido a quaisquer deformações que possam ocorrer na movimentação normal da estrutura dos carros.

As folhas que compõe a porta deverão ser intercambiáveis e de fácil substituição, e garantir uma boa vedação contra a entrada de água de chuva e de lavagem mecanizada. As folhas de porta deverão ser constituídas de dois painéis em aço inox, um interno e outro externo, uma estrutura interna de alumínio, preenchida com honeycomb.

As folhas das portas deverão ser projetadas de forma rígida para resistir a uma carga concentrada de 90 daN, aplicada perpendicularmente à face da mesma, distribuída na parte central da folha em uma

banda máxima de 100 mm, quando apoiada nas extremidades em nível e o lado interno para cima, com uma deflexão máxima de 3 mm sem ocasionar deformação permanente, ou uma carga concentrada de 120 daN, aplicada perpendicularmente à face da mesma, distribuída na parte central da folha em uma banda máxima de 100 mm, quando apoiada nas extremidades, em nível e o lado interno para cima, com uma deflexão máxima de 6 mm e com uma deformação permanente inferior a 1 mm

A suspensão das folhas das portas deverá ser feita por rolamento linear, com esferas de aço que deslizarão suavemente sobre suporte de aço ou através de trilho de alumínio e roldanas com rolamento interno com esferas de aço que deverão deslizar suavemente sobre um único trilho fabricado em aço inox.

O projeto do sistema de portas deverá prever a detecção de objetos conforme norma NF EN 14752, evitando a liberação da tração.

A suspensão das folhas das portas deverá estar diretamente interligada ao mecanismo de acionamento, composto de um único fuso que aciona as folhas de forma conjugada.

Se necessário, as folhas de porta deverão ser aterradas por meio de escovas ou cordoalhas de modo que não exista diferença de potencial entre as mesmas e a caixa do carro.

As guarnições deverão ser projetadas de forma que tenham flexibilidade suficiente para não causar lesões aos PASSAGEIROS.

Estas guarnições deverão ter preferencialmente perfil único de forma que quando montadas nas folhas opostas da mesma porta, permitam encaixe no fechamento.

A montagem do perfil de borracha nas folhas das portas deverá ser por encaixe com auto retenção.

As guias para as folhas, instaladas nas soleiras das portas, deverão ser de fácil substituição quando gastas, de fácil limpeza e não interferir na circulação dos PASSAGEIROS. As guias deverão ser projetadas de tal forma que não permitam acúmulo de sujidades que impeçam o perfeito deslizamento das folhas; como sugestão poderia ser utilizada uma espécie de limpa-trilhos, combinado com perfurações oblongadas no rebaixo da guia (para permitir o arraste e a saída de detritos).

O motor deverá garantir uma força máxima de 15 daN em compressão nos gumes das folhas. Deverá ser previsto um aumento da força para 20 daN em compressão na ocorrência de um segundo fechamento (em reciclo), após o qual a porta deverá ser mantida pressionada de modo contínuo, com o mínimo esforço necessário para possibilitar a sua movimentação sempre no sentido de fechamento e travamento.

A velocidade de fechamento e de abertura deverá ser reduzida no final do movimento, a fim de promover um amortecimento no final da abertura e do fechamento das portas.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O acionamento do motor das portas deverá ser feito por comando elétrico, a partir da cabina de comando.

O vão existente na parte superior relativo ao acionamento da porta (Local físico onde as portas deslizam) deve ser protegido para eliminar atuação de vândalos através de acionamento de chaves elétricas / possibilidade de arrancamento de cabos e etc., que possa prejudicar a condição normal de funcionamento, tanto para a condição de porta aberta como para a condição de porta fechada.

Deverá existir em cada conjunto de portas, dentro do compartimento do mecanismo, um dispositivo que permita isolar esta porta, permitindo que a manutenção realize serviços na porta isolada, podendo abrir e fechar manualmente e as demais portas do sistema permaneçam totalmente operacionais.

As sancas de acesso ao mecanismo de portas não deverão ser intertravadas com outras. Deverão permitir acesso aos diversos dispositivos da porta somente com a abertura da própria sanca.

Cada conjunto de portas deverá também conter um sistema mecânico acionado, internamente e externamente ao salão de PASSAGEIROS, por chave padrão de operação para seu travamento e isolamento mecânico. Concomitantemente ao isolamento mecânico, a porta deverá ser automaticamente isolada eletricamente.

A durabilidade do sistema de portas deverá ser de, no mínimo, 30 anos com revisão geral a cada 2.400.000 km.

### **30.2 Comando e Sinalização de Portas**

Por questões de segurança os comandos de abertura e fechamento de portas, assim como os intertravamentos com tração devem ser feitos por trainlines específicos ao invés de data bus.

A abertura das portas deverá ser comandada pelas botoeiras localizadas no console ou nas laterais da cabina, próximas das portas. As botoeiras do console deverão estar dispostas no seu lado direito e esquerdo, atuando o lado correspondente das portas.

A botoeira lateral deverá abrir somente as portas do seu lado correspondente.

O fechamento das portas deverá ser possível através das botoeiras localizadas no console ou nas laterais correspondentes.

A verificação do funcionamento das portas deverá ser realizada por indicadores localizados no

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

console.

Nas laterais de cada carro deverá haver uma sinalização luminosa com tecnologia de “leds” que permanecerá acesa (em ambos os lados) enquanto uma ou mais portas do carro estiverem abertas.

Os comandos de abertura e fechamento das portas dos trens somente deverão estar habilitados na cabina líder.

O sistema de portas deverá evitar impacto forte das folhas de portas em toda e qualquer operação de abertura e fechamento.

Deverá haver intertravamento entre o sistema de portas e o sistema de tração de forma que em condições normais o trem somente possa se movimentar quando todas as portas estiverem fechadas.

O tempo de abertura das portas deverá ser de 3,0 s, com possibilidade de regulagem entre 2,5 s e 4,0 s, contados a partir do instante do comando.

O tempo de fechamento das portas deverá ser de 3,0 s, com possibilidade de regulagem entre 2,5 s e 4,0 s, contados a partir do término do sinal de alerta sonoro de fechamento de porta.

Se por algum motivo uma ou mais folhas de portas não se fecharem completamente 2 s após o tempo configurado para fechamento, deverá ser automaticamente executado um novo ciclo de abertura e fechamento, somente nestas portas. Este novo ciclo deve abrir inteiramente a porta e em seguida fechar, ocorrendo nova obstrução deve abrir em torno de 150 mm e iniciar novamente o fechamento. A partir deste último ciclo a porta deverá permanecer acionada para o fechamento.

Com o trem energizado e as portas abertas, não deverá ser possível fechá-las manualmente.

A abertura de uma ou mais portas do trem ou a perda de sinalização de portas fechadas, com o trem em movimento, deverá acarretar o corte da tração e na aplicação de freio de emergência.

Os comandos de abertura de portas deverão ser bloqueados enquanto o trem estiver com velocidade superior a 0 (zero) km/h.

Em cada lateral do carro deverá haver um painel com chaves comutadoras para isolamento elétrico das portas, com acesso pelo lado externo do carro. No painel deverá haver chaves de isolamento de portas, sendo uma para cada porta da lateral correspondente e uma chave para isolamento geral do controle de portas do lado oposto. Estas chaves quando acionadas deverão garantir o fechamento automático das portas correspondentes. As chaves de isolamento de portas deverão ter duas posições, “Normal” e “Isolação do comando de abertura e sinalização”.

Nas cabinas de comando deverá haver uma chave elétrica lacrável com registro de atuação, que quando acionada permite a tração do trem, independente do estado das portas (by-pass de portas). Esta



chave somente deverá estar habilitada na cabina líder.

As botoeiras que comandam a abertura e o fechamento das portas do carro deverão ser de cor vermelha para fechamento e verde para abertura.

Todo fechamento de portas deverá ser precedido de um sinal de alerta sonoro, conforme norma NBR 14170, que deverá soar por um intervalo de tempo de 1 a 5 s, configurável pela CONCESSIONÁRIA. Este sinal de alerta deverá soar no interior dos carros.

Além disso, deverá haver, simultaneamente ao sinal de alerta sonoro, uma sinalização luminosa intermitente em cada porta do salão de PASSAGEIROS, visível pelo lado interno e externo do carro, conforme norma ABNT NBR 14021, esta sinalização luminosa deve ser a base de “leds” e ter uma largura ampla para ser bem notada a distância evitando assim acidentes.

Quando ocorrer o acionamento da emergência de portas a lâmpada de cada porta deverá ficar acesa, bem como a lâmpada da lateral do carro. Quando a porta tiver detectado obstrução e iniciar o ciclo definido para o fechamento a lâmpada instalada em cada porta deve ficar piscante.

### 30.3 Motor de Acionamento das Portas

Cada porta deverá ter um único motor localizado na sua parte superior, que acionará as duas folhas de forma conjugada.

O motor de acionamento das portas deverá ser elétrico e alimentados pelo sistema retificador / bateria.

O motor somente deverá permanecer energizado durante a movimentação das folhas das portas. Após a abertura ou fechamento efetivo da porta o sistema deverá travar-se mecanicamente.

As escovas deverão ter vida útil de pelo menos 3.000.000 de ciclos de abertura e fechamento e o período de inspeção não deverá ser inferior a 1.000.000 de ciclos de operação.

O enrolamento deverá ter isolamento classe “F” ou superior.

O motor deverá ser dotado de mancais de rolamento blindados e ter proteção tipo IP-54.

Os ensaios do motor deverão seguir as condições descritas na norma IEC 34 e deverão ser executados todos os ensaios, incluindo os citados como opcionais.

## 31. ESTRIBOS DAS PORTAS DE ACESSO AO SALÃO DE PASSAGEIROS

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de estribo das portas de acesso ao salão de PASSAGEIROS do trem.

Em cada porta de acesso ao salão de PASSAGEIROS, deverá ser previsto dispositivo que permita a instalação de estribos fixos (para ficarem situados entre a porta e a plataforma de embarque de PASSAGEIROS). Tais estribos, que deverão ser disponibilizados separadamente (de forma que possam ser posteriormente instalados), deverão ser fabricados em aço inoxidável de alta resistência ao desgaste, com piso antiderrapante e de forma que possam ser fixados à caixa do carro, no mesmo nível do piso interno, através de elementos de fixação também em aço inoxidável. A largura dos estribos fixos deve ser igual à da porta mais 150 mm para cada lado da porta facilitando a entrada e saída dos PASSAGEIROS.

A base que será fixada os estribos das portas na lateral do carro deve ter um acabamento adequado em termos visuais para que não prejudique a imagem lateral quando da não utilização dos estribos.

As soleiras e as laterais dos carros, na região dos estribos fixos e mesmo na ausência destes, deverão ser projetadas de forma a permitir sua utilização para embarque e desembarque de PASSAGEIROS, normalmente. Portanto, o acabamento dessa região deverá ser compatível com o do carro; a soleira, nessas condições (sem estribo), também deverá ser do tipo antiderrapante; o local não deverá apresentar saliências ou reentrâncias que impeçam o acesso seguro dos PASSAGEIROS ao salão.

Os estribos quando instalados, deverão ter capacidade de suportar uma carga distribuída de 420 kg sem causar deformação permanente nos componentes do conjunto.

A largura total do carro, quando os estribos fixos forem instalados, deverá ser 3.300 mm.

## **32. SISTEMA DE ACOPLAMENTO**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de acoplamento e ligação entre os carros do trem.

### **32.1 Engates**

Os carros das extremidades deverão ser equipados com engate automático, compatível mecânica, pneumática e eletricamente com modelo Scharfenberg tipo 10, instalados com altura de 927 +/- 10 mm, medida entre o centro do engate e o topo do boleto do trilho e os carros intermediários equipados com engates semipermanentes. O engate automático deve ser equipado com dispositivo de desacoplamento

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

pneumático a ser operado a partir da cabina de condução do trem, bem como um mecanismo de desacoplamento manual para liberação do engate no caso de ausência do comando pneumático.

Deverá ser possível o reboque de trem com trem operacional da mesma série ou de outra série com o mesmo tipo de engate mecânico em situações emergenciais.

Os engates deverão possuir um dispositivo de confirmação de engate mecânico que sinalize na cabina de comando a situação do engate mecânico dos trens. Caso este dispositivo de confirmação de engate mecânico ser externo do tipo micro switch, deve ser previsto um Índice de proteção IP68.

A cabeça de engate deve ser conectada ao sistema amortecedor através de abraçadeira para propiciar a fácil e rápida remoção / instalação da cabeça.

O sistema de absorção de energia deve ser do tipo regenerativo, totalmente reversível, e deve permitir que um trem vazio com velocidade de 10 km/h se acople a um trem parado, freado e vazio sem causar nenhum dano aos componentes do engate e da estrutura do trem. O engate automático deve ser dotado de um elemento fusível para liberar o engate em caso de colisão. Um indicador visual deverá indicar se o sistema de absorção de energia foi usado em sua capacidade total.

A cabeça de engate deve possuir uma chapa na sua parte superior para protegê-la em caso de ser utilizada como suporte para alguém subir e alcançar a parte frontal do trem.

Um suporte vertical associado ao dispositivo de centragem deverá permitir o ajuste da posição vertical e horizontal da cabeça de engate.

O engate automático deve também conter uma porção elétrica, a qual deve ser acoplada por acionamento pneumático após o acoplamento mecânico ter sido finalizado. A porção elétrica deve ser dimensionada para trabalhar nas condições de vibração e choque no local da instalação e ser equipada com uma tampa automática que se abre antes do acoplamento elétrico e se fecha durante o desacoplamento elétrico. A classe de proteção mínima para as porções elétricas deve ser IP-45, tanto para a condição acoplada ou desacoplada. Deverá ser possível remover os contatos simples pela parte frontal do bloco de contatos sem necessidade de desmontar a porção elétrica. No bloco de contatos deverá haver pelo menos 10% de contatos livres para futuras utilizações.

A porção elétrica dos engates devem ter elementos de conexões especiais para os diversos tipos de cabos utilizados, bem como para o prosseguimento das blindagens de maneira a evitar a entrada de ruído nestas conexões.

O engate deverá ter um dispositivo manual para impedir a operação de acoplamento elétrico

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

quando esta não for possível ou permitida (somente acoplamento mecânico e pneumático com outro engate que não haja compatibilidade da porção elétrica).

Para o acoplamento entre carros, deverá ser utilizado um engate semipermanente, dotado de equipamento de absorção de energia do tipo regenerativo semelhante ao usado na cabeça de engate, dispositivo fusível e junção flangeada.

O acoplamento e desacoplamento dos engates semipermanentes entre os carros deverá ser executado manualmente.

O engate semipermanente deverá ser constituído de duas semi-barras, fixadas nas extremidades dos carros intermediários e na extremidade traseira onde houver os engates automáticos (Conforme desenho ilustrativo)

O engate deve ser projetado para que na ocorrência de desacoplamento acidental entre quaisquer carros do trem, entre trens ou trem e locomotiva, será aplicada frenagem de emergência no trem e na locomotiva (Também deve ser considerado que o acionamento da alavanca manual é um desacoplamento acidental).

Deverão ser disponibilizados adaptadores de engate (2 para cada trem) que permitam o acoplamento destes trens com as locomotivas que possuem engates padrão AAR do tipo E. A distância entre o centro do engate da locomotiva e o topo do boleto do trilho é de 927 mm. Estes adaptadores deverão garantir o engate das porções mecânica e pneumática dos veículos (trens ou locomotivas / locotrator).

Os adaptadores de engate deverão ser alojados em dispositivos e locais apropriados, fora das cabinas do trem, sob o estrado e próximos das cabeceiras. Os dispositivos deverão permitir fácil manipulação dos adaptadores de engates que deverão permanecer fixados nos adaptadores e travados através de fechadura padrão de operação.

### **32.2 Conexão Elétrica de Baixa Tensão**

A conexão elétrica entre carros do trem deverá ser executada através de conectores específicos para as conexões de baixa tensão que suportem vibrações do carro e do cabo e possuam grau de proteção IP- 68.

Os conectores dos cabos entre carros deverão ser codificados de forma a evitar qualquer possibilidade de erro na operação de acoplamento.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Os pinos dos conectores com alimentação de bateria não deverão estar localizados próximos aos pinos dos sinais de comando.

Os conectores devem ter elementos de conexões especiais para os diversos tipos de cabos utilizados, bem como para o prosseguimento das blindagens de maneira a evitar a entrada de ruído nestas conexões.

Os cabos deverão ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho e instalados em local que dificulte o vandalismo.

Deverá ser prevista uma reserva de pelo menos 20% na fiação dos cabos e pinos dos conectores de ligação.

### 32.3 Conexão Elétrica de Potência entre Carros

A conexão dos cabos entre carros deverá ser efetuada através de parafusos, protegida por caixa com tampa e fechadura com chave de segurança, sem a aplicação de isolantes adesivos.

O cabo de aterramento, entre caixas, deverá ter a mesma bitola do cabo da conexão de potência entre carros.

Os cabos deverão ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho e instalados em local que dificulte o vandalismo.

### 32.4 Conexão Elétrica em Corrente Alternada 380 Vca - Trifásica

A conexão elétrica entre carros do trem deverá ser executada através de conectores específicos para as conexões de corrente alternada (380 Vca) que suportem vibrações do carro e do cabo e possuam grau de proteção IP-68.

Os cabos deverão ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho e instalados em local que dificulte o vandalismo.

### 32.5 Conexão Elétrica do Sistema Data bus

Os conectores deverão ser robustos, codificados para evitar erros de conexão, e deverão possuir travas e lacres para evitar desconexão por vibração.

Devem ser previstos conectores e porção elétrica dos engates automáticos com porções especiais

de conexão para cablagens blindadas ou outros tipos de cablagens especiais.

Os cabos deverão ser de alta flexibilidade para suportar as condições de trabalho e instalados em local que dificulte o vandalismo.

Deve ser prevista uma linha reserva de “Data bus” e de pinos nos conectores.

### **33. SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DO CONDUTOR NO CONSOLE**

A finalidade deste sistema é de identificar o maquinista por meio da sua digital e/ou outro meio de identificação pessoal, para validação contra uma base de dados dinâmica e interna do sistema, e liberação para atuação sobre os circuitos do trem para colocação em serviço e operação. Esta base de dados deverá estar configurada para ser atualizada pelo sistema desde o posto de comando de terra, através do Sistema Gestor de Comunicações e também através de um Equipamento Portátil de Configuração.

Este sistema deverá ser instalado em todas as cabinas de condução e deverá indicar ao maquinista seu estado funcional.

O sistema deverá estar integrado para funcionar conjuntamente com os outros sistemas de comunicação, registros de eventos, equipamentos auxiliares, etc., com os quais estará interligado através da rede de comunicações de dados do trem.

A CONCESSIONÁRIA deverá:

- (i) possuir equipamentos portáteis de configuração;
- (ii) dispor de todos os softwares em mídia própria para instalação e compatível como sistema operacional definido; bem como
- (iii) possuir todas as ferramentas especiais necessárias a manutenção deste sistema.

#### **33.1 Arquitetura do Sistema**

O sistema deverá ser dotado de um leitor de identificação montado em cada console de condução.

As interfaces do equipamento são as seguintes:

- (i) uma linha de comunicação para realizar interface com o equipamento de Controle e Comunicação do Trem.
- (ii) uma linha de comunicação para realizar interface com o equipamento através do Gestor de Comunicações.
- (iii) uma linha de comunicação para realizar interface com o equipamento portátil de configuração.
- (iv) uma linha de comunicação para realizar interface com o leitor de digital ou de identificação.
- (v) entradas/Saídas digitais para controle do trem.

Um computador portátil compatível com a aplicação e com o sistema Windows deve permitir a atualização da base de dados e ler os registros de utilização no terminal do equipamento.

### 33.2 Requisitos Funcionais do Sistema

O sistema deverá identificar os dados através da digital e/ou outro meio. Nesta identificação o sistema emitirá através de um sinal sonoro caso tenha reconhecido o maquinista, e outro sinal sonoro para o caso de não reconhecimento ou não autorização.

A identificação será checada com as existentes na base de dados, e em caso de validação irá atuar sobre os circuitos de Comando para Operação do Trem.

O dado será enviado mediante linha série ao sistema de “databus” do trem para ser processado e registrado, permitindo a atualização da base de dados de identificação e realizar um registro histórico das identificações efetuadas complementando com data e hora e local procedente do sistema de comando e controle do trem.

O sistema também deverá realizar um histórico de incidências próprias complementando com data e hora procedente do sistema de comando e controle do trem.

O sistema deverá permitir o download de históricos ao Equipamento Portátil para análise.

O sistema deverá permitir uma anulação acessível na cabina para caso de avaria deste equipamento. Em caso da ocorrência desta anulação o sistema continuará registrando e enviando os dados das identificações ao equipamento de comunicações. Esta anulação deverá ficar registrada no Registrador

de Eventos do Trem e também ser mostrada nos terminais de cabina.

O sistema deverá incorporar sinalizações acústicas e óticas de funcionamento que facilitem seu uso.

### 33.3 Requisitos Técnicos do Sistema

O Sistema embarcado deverá estar de acordo com as exigências das Normas Ferroviárias citadas abaixo.

Deverá ser fabricado em material não oxidável.

Deverá ter grau de proteção IP65 na parte acessível ao usuário. Deve ser projetado com tecnologia de microprocessador.

Deve ser dotado de dispositivo de memória extraível (cartão de memória ou acesso a dispositivos do tipo pen drive), para retirada dos registros históricos, base de dados e programa, com capacidade a ser definida em Projeto.

Deverá dispor de entradas digitais isoladas de propósito gerais para interfaces com o trem. Deverá dispor de saídas à relé de 1A para interfaces com o trem.

Deverá haver sinalização através de diodos led para as condições de “Anulado”, “Validado”, “Funcionamento e “Reserva”.

Deverá ter comunicação tipo: série RS485, porta Ethernet e demais comunicações compatíveis com as necessidades da aplicação e interface com os sistemas do trem.

Deverá ser alimentado diretamente do sistema de bateria do trem.

A interface para o Equipamento Portátil deverá incorporar aplicações de download de dados via porta Ethernet ou USB, para atualização de base de dados e análises de históricos.

O Software disponibilizado para o Equipamento Portátil deverá funcionar nas últimas versões do Windows e ser suportado com garantia durante 10 anos.

Deverá ser incorporado um alarme sonoro para indicação de anomalia funcional ou anulação.

Deverá incorporar um sensor (pulsador) para validação da ordem de conexão / desconexão.

A função ‘Anulação’ deverá ser independente da eletrônica de controle do equipamento, de tal forma que produza uma redundância de controle das saídas permitindo a condução. O sistema de anulação deverá permitir a utilização de lacre.



### 33.4 Normas Aplicáveis

As normas aplicáveis são:

- (i) EN 50155 Railway applications. eletronic equipment used on rolling stock. Nov.1995 ;
- (ii) NF F 16101 Matériel roulant ferroviaire. Comportement au feu. Choix desmatériaux;
- (iii) NF F 16102 Matériel roulant ferroviaire. Comportement au feu. Choix desmatériaux, application aux équipement électriques;
- (iv) EN 50128 Railway applications. Communications, signaling and processingsystem. Software for railway control protection systems;
- (v) EN 50126 Railway applications. The specifiction and demonstration of Reliability, Maintainability, and safety (RAMS). September 1999;
- (vi) IEC 61373 Railway applications – Rolling Stock Equipment – Shock and Vibration Tests. 1999- 01;
- (vii) EN 50121-3-2 Railway Applications Electromagnetic Compatibility Part 3-2: Railway Stock. Apparatus. June 2001;
- (viii) IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code).

### 34. SISTEMA DE RETROVISÃO POR CÂMERAS

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do sistema de câmeras de retrovisão nas cabinas de comando dos trens.

O sistema de retrovisão por câmeras deverá permitir ao maquinista visualizar o embarque e desembarque dos PASSAGEIROS do trem. Esta função deverá ser realizada através de um conjunto de câmeras localizadas, estrategicamente, nas laterais dos carros.

As imagens deverão ser mostradas ao maquinista automaticamente quando o trem abrir as portas. Após fechamento de todas as portas, o sistema interromperá a exibição das imagens. O tempo decorrido entre a operação de fechamento das portas e a interrupção da exibição das imagens para o maquinista deverá ser configurável.

O sistema também deverá permitir a visualização das imagens com o trem em movimento, caso

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

seja acionado um botão de comando de visualização das imagens das câmeras de retrovisão, esta visualização deverá permanecer ativa por um período de tempo e deverá ser configurável.

O sistema inicialmente deverá estar configurado para que em velocidades inferiores a 4 km/h, ao ser solicitado o comando de visualização das imagens das câmeras de retrovisão, os terminais deverão ficar ativos até ser solicitado o comando para sua desativação ou serão desativados automaticamente quando a velocidade do trem atingir valores superiores a 4 km/h.

#### 34.1 Requisitos funcionais do Sistema

O sistema de retrovisão por câmeras será composto por duas câmeras laterais para cada dois carros de forma a cobrir toda a extensão lateral desses carros, e do trem como um todo, mesmo em condição de plataformas em curvas. Os ângulos de visualização das câmeras devem ser pré-ajustados na montagem e devem possibilitar reajustes quando necessários. Essas câmeras deverão possuir proteção contra intempéries (fatores externos).

As cabines de condução deverão possuir 02 monitores exclusivos para esta aplicação, localizados em ambos os lados do console, simulando os espelhos retrovisores normalmente empregados, que devem permitir uma boa visualização do maquinista tanto para operação sentada como em pé.

O sistema deverá dispor de uma rede ethernet que conectará as câmeras e os terminais de cabine em toda a extensão do trem.

O sistema será composto basicamente de:

- (i) duas (02) câmeras de retrovisão com carcaça de proteção para cada dois carros, totalizando oito (08) câmeras laterais por trem;
- (ii) dois (02) terminais para cada cabine para utilização da retrovisão;
- (iii) sinal de velocidade do trem;
- (iv) softwares de manutenção e de configuração do sistema.

Os monitores de retrovisão da cabine líder mostrarão, de maneira automática, as imagens correspondentes das laterais do trem. As imagens devem ser mostradas desde o momento da parada do trem (incluindo o momento de abertura das portas) até que as portas se fechem novamente para que o trem prossiga viagem. Para que todas as câmeras possam ser mostradas nos terminais de retrovisão, as

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

imagens deverão ser mostradas em forma de “janela” visualização dividida na tela mostrando a imagens de uma, duas ou quatro câmeras. A operação do sistema variará dependendo da condição operacional, pois esta determina o lado de abertura de portas e o número de imagens a serem mostradas.

Para a operação adequada deste sistema, alguns sinais deverão controlar sua operação adequada, ou seja:

- (i) o sistema deverá atuar de acordo com o sinal de lado de abertura de portas (porta direita aberta e/ou porta esquerda aberta);
- (ii) o sistema deverá receber o sinal de fechamento de todas as portas;
- (iii) o sinal do botão de comando manual do maquinista (Este sinal deverá ser registrado no Registrador de Eventos do Trem).

O sistema de retrovisão mostrará as imagens das câmeras através de ambos os monitores.

Dependendo da situação, o número de janelas mostradas no monitor de cabine irá variar. Em qualquer caso, o sistema mostrará ao maquinista todas as câmeras de retrovisão do trem do lado onde houve abertura das portas, na seguinte configuração:

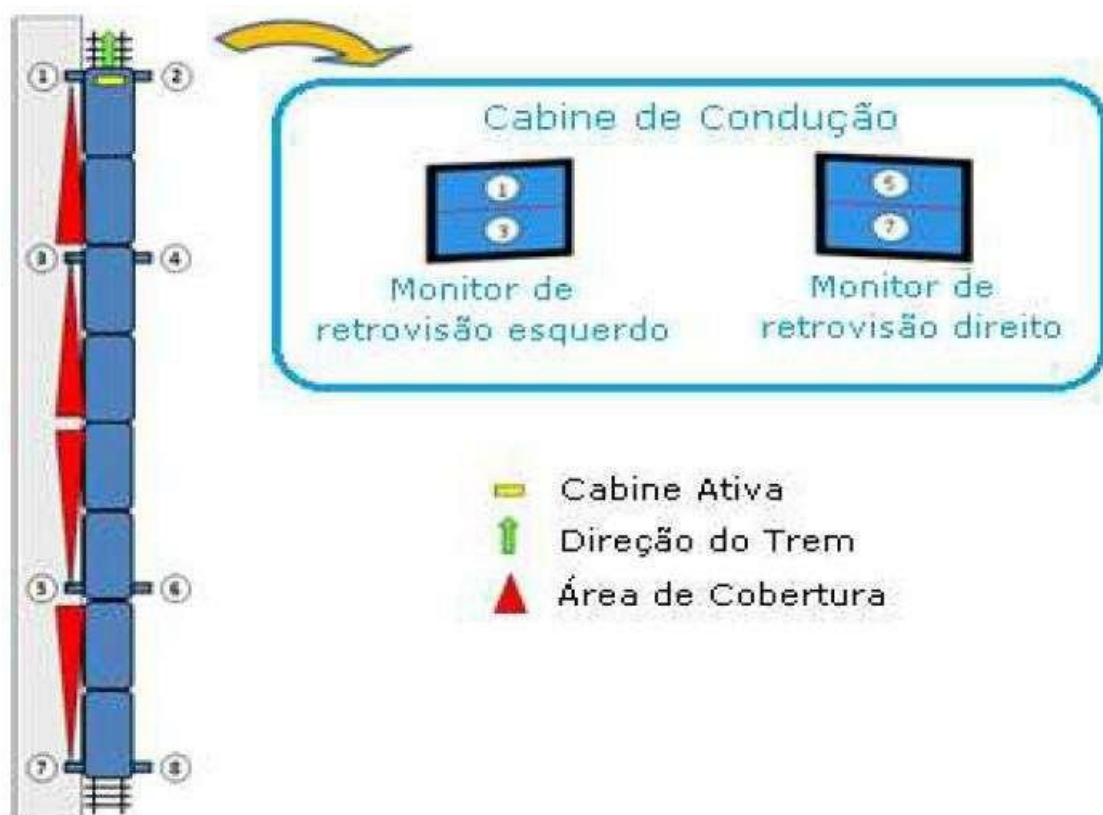
**Plataforma da estação se encontra à esquerda do trem:**

- (i) o monitor de cabine de retrovisão direito mostrará as imagens da parte esquerda traseira do trem.
- (ii) o monitor de cabine de retrovisão esquerdo mostrará as imagens da parte esquerda da frente do trem.

**Plataforma da estação se encontra à direita do trem:**

- (i) o monitor de cabine de retrovisão esquerdo mostrará as imagens da parte direita traseira do trem.
- (ii) o monitor de cabine de retrovisão direito mostrará as imagens da parte direita da frente do trem.

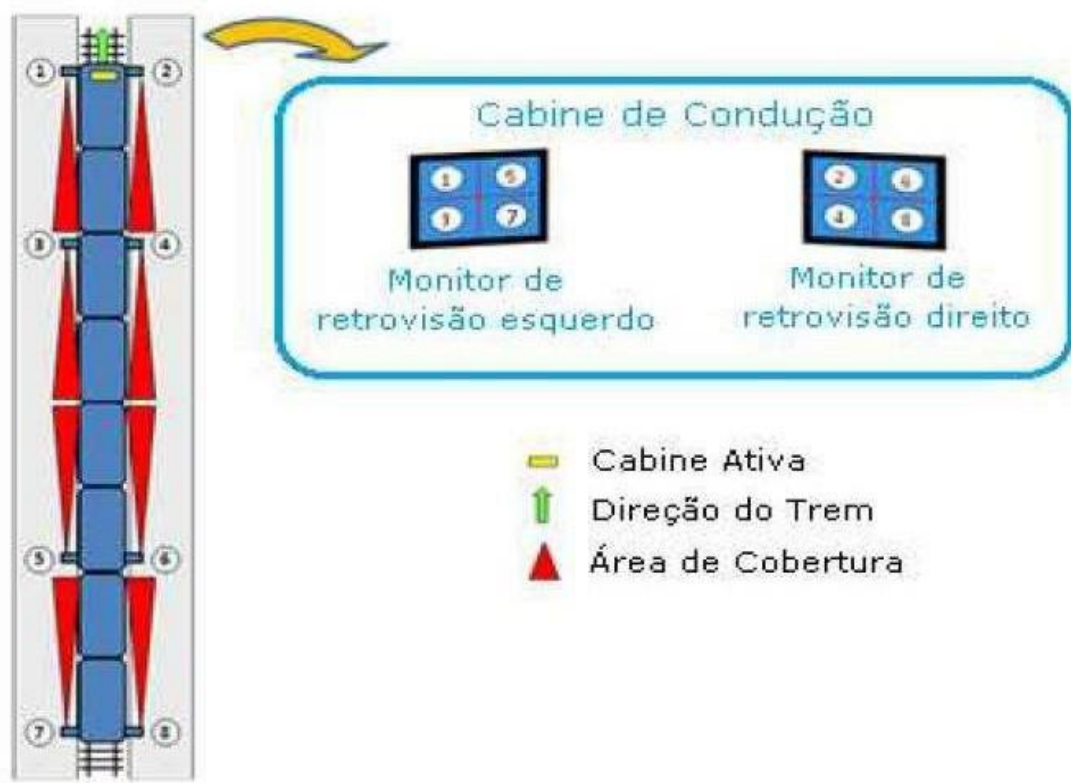
**Figura 1 – Exemplo da situação do trem em plataforma esquerda**



Se na estação houver embarque e desembarque de ambos os lados do trem, deverão ser mostrados ambos os lados de maneira simultânea:

- (i) o monitor de cabine de retrovisão esquerdo mostrará as imagens da parte esquerda do trem;
- (i) o monitor de cabine de retrovisão direito mostrará as imagens da parte direita do trem.

**Figura 2 – Exemplo da situação do trem com plataforma em ambos os lados**



#### 34.2 Requisitos Técnicos

Os equipamentos deverão ser fabricados considerando o uso em aplicações metroferroviárias e os componentes eletrônicos a serem utilizados deverão ser de utilização industrial e militar, com características de alimentação elétrica provida pelo trem, sujeitas a surtos de tensão e ruídos elétricos (spikes) e a choques e vibrações característicos neste tipo de utilização.

Os equipamentos deverão ser projetados para trabalhar de 0 °C a 70 °C, com um grau de umidade de até 95 %.

Todos os conectores deverão ser para uso ferroviário.

Os conectores dos racks deverão ser do tipo de encaixe com contatos dourados e proteção contra esforços mecânicos dos pinos para evitar maus contatos.

Todos os conectores deverão incluir elemento antivibração para evitar a transmissão de esforços aos contatos elétricos.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

As câmeras de retrovisão deverão ter, ao menos, as seguintes características:

- (ii) resolução: VGA (640 x 480 pixels);
- (iii) taxa de quadros: 25 FPS (frames por segundo);
- (iv) iluminação mínima: 1,5 lux;
- (v) a carcaça da câmera de retrovisão deverá ter as seguintes características:
  - a. nível de proteção IP65, de acordo com a Norma IEC 60529;
  - b. faixa de temperatura de operação: de 0 °C a + 60 °C.

A carcaça das câmeras deverá suportar todas as condições as quais o trem está submetido; deverá ser projetada para aplicações ferroviárias.

Os monitores de cabine de retrovisão deverão ser de 15 polegadas, relação de aspecto 4:3, coloridos e com resolução de 1024 x 768 pixels. O nível de proteção da parte frontal do monitor de cabine de retrovisão deverá ser IP64.

#### 34.3 Normas Aplicáveis

As normas aplicáveis são:

- (i) EN 50121 Railway applications – Electromagnetic compatibility. Sep. 2000.
- (ii) EN 50121-3-2 Railway Applications Electromagnetic Compatibility Part 3-2:Railway Stock. Apparatus. June 2001;
- (iii) EN-50155 Electronic equipment used on rolling stock;
- (iv) EN-60297 Estructuras mecánicas para equipos electrónicos. Dimensiones de laestructuras mecánicas de la serie de 482,6 mm. (19”);
- (v) IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code);
- (vi) IEC 60571 Electronic equipment used on rail vehicles. Feb. 1998;
- (vii) IEC 61373 Railway applications – Rolling Stock Equipment – Shock and VibrationTests. January 1999;
- (viii) IEC 61375-1 Electric railway equipment Train Bus Part 1. Train CommunicationNetwork Sep. 1999;

- (ix) ISO/IEC 14496 Moving Picture Experts Group standard for video coding;
- (x) MPEG4.

### **35. SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SEM FIO E ADMINISTRADOR DE INFORMAÇÕES**

#### **35.1 Sistema de Transmissão Trem - Terra**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pela implantação de um sistema de comunicação sem fio do tipo trem-terra e administrador de informações do trem.

Esta infraestrutura deverá estar adequada para que a CONCESSIONÁRIA tenha todas as conexões elétricas disponíveis nas cabines, e após a implantação de um Sistema de Transmissão Trem – Terra possa ser capaz de transmitir via wireless, no mínimo as seguintes informações:

- (i) a imagem de 10 câmeras por trem em resolução 640 x 480 ou superior com no mínimo 10 quadros por segundo em tempo real para um centro de controle da CONCESSIONÁRIA. Também deverá receber imagens de câmeras das Estações para serem visualizadas no monitor de Vídeo das cabines
- (ii) dois (2) canais de voz em tempo real para um centro de controle da CONCESSIONÁRIA.
- (iii) um canal de dados para o envio de falhas em tempo real para um centro de controle e/ou centro de manutenção.
- (iv) um canal de dados para o recebimento de vídeos do sistema Terra para ser carregado no sistema multimídia do trem.

Todos os protocolos destas comunicações e softwares deverão estar disponíveis para que esta comunicação seja realizada pela CONCESSIONÁRIA no futuro sem problemas técnicos.

Associado a infraestrutura a CONCESSIONÁRIA deverá dispor de um sistema que gerencie as informações provindas destes sistemas citados acima, tais como: CFTV, Multimídia, Sonorização e data bus. Sua função será de administrar o tráfego de informações existentes na rede instalada no trem.

#### **35.2 Sistema de Transmissão via operadora do tipo 3G**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação do Sistema de transmissão



de informações de manutenção em tempo real do tipo 3G com GPS.

O Sistema deverá enviar as informações de falhas dos trens em tempo real, através de sistema de envio de dados via rádio (Tipo 3G, considerando as atualizações da tecnologia celular) e de sistema de localização física (GPS), com o objetivo de receber as informações importantes dos trens juntamente com a sua localização em tempo real. Cada trem deverá ter um sistema independente.

Este sistema deverá ser capaz de enviar as informações contidas no registrador de eventos e no sistema “data bus” e preferencialmente também se pode visualizar o terminal de console da cabine líder. Este sistema deverá tratar esse banco de dados transmitidos para os locais de recepção de maneira que sua visualização seja totalmente amigável e com facilidade para a busca das informações.

Este sistema de monitoramento e diagnose remota irá propiciar o acompanhamento em tempo real do estado de funcionamento dos principais sistemas do trem, assim como a obtenção das falhas e informações geradas pelo sistema de controle do veículo.

O acompanhamento da operação dos trens através deste sistema deverá permitir, entre outras facilidades, a criação e manutenção de um banco de dados das falhas e dos parâmetros operacionais, bem como para criar ações que minimizem o tempo de atuação das falhas e também possam propiciar uma análise aprofundada das falhas dos trens.

A informação do posicionamento físico do trem (Sistema GPS) deverá ser enviada aos equipamentos de Sinalização de Bordo, para que este posicionamento seja gravado junto ao sistema de diagnose e falhas, facilitando as análises das avarias.

### **36. SISTEMA MULTIMÍDIA AOS PASSAGEIROS**

A CONCESSIONÁRIA é responsável pelo desenvolvimento e implantação de sistema de multimídia aos Passageiros do trem.

#### **36.1 Principais funções**

Poderão ser transmitidas imagens orientativas, institucionais, publicitárias e imagens de TV.

Deverá ser prevista a ampliação para que o sistema venha incorporar uma unidade de recepção de conteúdos oriundos de uma fonte externa ao trem.

No caso de interrupção da alimentação elétrica o sistema deverá continuar funcionando por cinco



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

minutos e em seguida se autodesligar. Após o restabelecimento da alimentação elétrica, o sistema deverá retornar às condições normais de operação, sem que haja intervenção do maquinista.

O sistema deverá operar em cores com sistema de processamento de imagens digital.

Os comandos de todas as funções deverão estar implementados em um único equipamento processado, embarcado em cada trem, contendo todos os softwares necessários a operacionalização de todas as funções.

Deverá também ser previsto uma saída especial do “switch” que possa ser acessada pelo salão de PASSAGEIROS, através de uma portinhola com chave especial, para carregamento de vídeos e atualizações dos sistemas de todo o trem, independentemente de poder ser acessado este sistema via cabine ou via Sistema Trem – Terra.

O sistema deverá anunciar automaticamente a próxima estação e o lado de abertura das portas do trem, através de mensagem visual, porém sem interrupção do programa que estiver sendo veiculado naquele momento (poderá ser utilizado o rodapé para este fim).

O sistema de multimídia aos PASSAGEIROS deve conter as funcionalidades mínimas como:

- (i) armazenamento de vídeo e áudio;
- (ii) vários conteúdos de vídeo por carro, e conteúdo de vídeo diferenciado por carro;
- (iii) sincronismo de áudio-vídeo
- (iv) integração das mensagens do Anunciador de Estações com as dos MonitoresMultimídia;
- (v) geração de imagens carregadas a partir de uma conexão ethernet conectada aum laptop;
- (vi) geração de imagens carregadas a partir de uma conexão ethernet conectada aum equipamento de Transmissão Trem-Terra (Tipo Rádio IP/WI-FI);
- (vii) capacidade de mostrar simultaneamente diferentes informações em um monitorLCD;
- (viii) capacidade de carga remota através de um Sistema de Transmissão Trem–Terra (Tipo Rádio IP/WI-FI) de imagens a partir da conexão

ethernet.

### 36.2 Características do Sistema

A concepção do projeto deverá ser na forma de sistema integrado, ou seja, deverá haver perfeita compatibilidade entre os diversos sistemas conectados à rede TCP/IP do trem que deverá ser CAT5 ou superior.

A rede Ethernet nos carros deve ser Ethernet 1000 Base-X e os conectores devem ser do tipo M12. A rede de conexão do trem deverá ser uma Rede Ethernet Gigabit redundante de fibra ótica.

O sistema previsto deverá ser totalmente digital e de última geração, toda comunicação, inclusive monitores, deverá ser através da rede TCP/IP do trem.

O projeto deverá ser concebido com um servidor de vídeo de no mínimo 120 Gbytes por trem a fim de se obter um alto índice de confiabilidade e reduzido número de componentes para facilitar as equipes de manutenção.

Deverão ser previstos no mínimo 4 monitores de dupla face IP de 17", de cristal líquido, com ângulo de visão superior a 150º na horizontal e 120º na vertical e tela de matriz ativa, no interior dos carros dispostos de modo a não interferir com a movimentação dos PASSAGEIROS, por carro que deverão estar conectados à rede TCP/IP do carro. A instalação nos carros deverá ser feita de modo a evitar que os monitores sejam retirados ou danificados por atos de vandalismo.

Todos os discos de estado sólidos montados dentro do servidor de vídeo deverão ter seu projeto de fixação preparado para suportar as vibrações próprias da operação ferroviária.

O sistema de multimídia aos PASSAGEIROS a ser instalado deverá prever a possibilidade de receber remotamente informações de emergências para informar aos PASSAGEIROS nos monitores LCD.

Deverá ser disponibilizado juntamente com o sistema um software de manutenção, configuração e carregamento de imagens via laptop com conexão ethernet.

O sistema previsto deverá suportar carregamento de vídeo nos formatos de DVD, ou seja, MPEG2 e MPEG4.

### 36.3 Normas Aplicáveis

O sistema de multimídia aos PASSAGEIROS deverá ser fabricado sob as

seguintes normas ferroviárias:

- (i) EN50121-3-2 Aplicações Ferroviárias - Compatibilidade Eletromagnética - Parte 3/2 – Material Rodante – Equipamentos;
- (ii) EN50155 Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre Material Rodante;
- (iii) IEC61373 Aplicações Ferroviárias. Material Rodante. Teste de Choque e Vibração;
- (iv) IEC60529 Classificação dos graus de proteção;
- (v) NFF16-101 Comportamento ao fogo - Escolha de Materiais;
- (vi) NFF16-102 Comportamento ao fogo - Escolha de Materiais, aplicações em Equipamentos Elétricos Auxiliares;
- (vii) EN50128 Aplicações Ferroviárias - Comunicações, sinalização e sistemas de processamento;
- (viii) EN50126 Aplicações Ferroviárias. A Especificação e demonstração da Confiabilidade, Manutenibilidade e Segurança (RAMS). Setembro 1999.

### **37. SISTEMA DE SONORIZAÇÃO E DE MENSAGENS AUDIOVISUAIS**

#### **37.1 Considerações Gerais**

Os equipamentos deverão ser fabricados considerando o uso em aplicações metroferroviárias e os componentes eletrônicos a serem utilizados deverão ser de utilização industrial e militar, com características de alimentação elétrica provida pelo trem, sujeitas a surtos de tensão e ruídos elétricos (spikes) e a choques e vibrações característicos neste tipo de utilização.

Os equipamentos deverão ser projetados para trabalhar de 0 °C a 70 °C, com um grau de umidade de até 95 %, nas condições ambientais e elétricas estão descritas nos itens 4.11 e 15.3 deste Apenso.

Todos os conectores deverão ser para uso ferroviário.

Os conectores dos racks deverão ser do tipo de encaixe com contatos dourados e proteção contra esforços mecânicos dos pinos para evitar maus contatos.

Todos os conectores deverão incluir elemento antivibração para evitar a transmissão de esforços

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

aos contatos elétricos.

No caso de se usar vários conectores similares, os mesmos devem ser codificados de forma que impeça a equipe de manutenção de conectar de forma incorreta os equipamentos.

Todos os equipamentos do sistema deverão estar protegidos contra inversão de polaridade de tensão de alimentação.

Os equipamentos deverão ser alimentados pelo sistema retificador / bateria do trem e obedecer aos itens 6.1.1 e 6.5 da norma ABNT EN-50155.

### 37.2 Normas aplicáveis

O desenvolvimento do projeto deverá levar em consideração as seguintes normas:

- (i) ABNT NBR 7428 Equipamentos em Veículos de Tração Elétrica;
- (ii) ABNT NBR 13067 Carro Metropolitano - Determinação dos Níveis de ruído -Método de ensaio;
- (iii) ABNT NBR 13068 Ruídos internos e externos em carro Metropolitano;
- (iv) ABNT NBR 13728 Sinalização Ferroviária – Confiabilidade;
- (v) ABNT NBR 13884 Telecomunicações metroferroviárias – Terminologia;
- (vi) IEC-571-1, 2 e 3 Electronic Equipment Used on Rail Vehicles;
- (vii) Também deverão ser levadas em consideração as seguintes normas: IEC 77, IEC 60529, IEC 60571, EN 50155, IEC 61133, EN 50121, EN 55011, EN 61000-4-2, EN 61000-4-4 e EN 61000-4-5;
- (viii) os materiais usados na fabricação dos equipamentos deverão cumprir a classificação M2 e F1 da norma NFF16-101/102 para comportamento ao fogo efumaça;
- (ix) os equipamentos deverão ser fabricados para suportar vibrações conforme categoria 1, classe B, da norma IEC 61373.

### 37.3 Descrição do sistema

Os equipamentos de comunicação do trem terão as seguintes finalidades:

- (i) permitir comunicação entre o CCO e o maquinista da cabina líder do trem;
- (ii) permitir comunicação do CCO com os PASSAGEIROS;
- (iii) permitir atendimento sigiloso, por parte do maquinista da cabina líder, de

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- chamado inicializado por PASSAGEIRO;
- (iv) permitir comunicação sigilosa entre maquinistas da cabina líder, cabina oposta e cabinas de trem rebocado da mesma série;
  - (v) permitir emissão de avisos aos PASSAGEIROS pela sonorização;
  - (vi) reprodução de música ambiente ou Rádio corporativa;
  - (vii) emissão de sinais acústicos de aviso de fechamento de portas (gongo de portas);
  - (viii) anúncio acústico automático para os PASSAGEIROS, da próxima estação, ladode desembarque (abertura de portas), destino do trem, integração e outras mensagens especiais.

Deverá haver um módulo de comando de comunicação instalado no console de cada cabina do trem. A partir deste módulo é que deverão ser efetuados todos os comandos, sinalizações e transmissões de áudio, tanto da Sonorização quanto do intercomunicador, radiocomunicação. Deverá existir também um sonofletor monitor instalado em cada cabina. Deverá existir um microfone para captar os sons produzidos na cabine.

O módulo de comando de comunicação deverá ter os submódulos, placas e circuitos estritamente necessários à operação dos subsistemas. Todos os demais equipamentos (amplificadores, transceptores, conversores DC/DC, fontes, etc.) deverão ser instalados em um armário específico para esta finalidade.

O subsistema de radiocomunicação no trem deverá ser constituído, basicamente, de 2 conjuntos, um por cabina de trem, compostos de rádio transceptor, conversores DC/DC, antena ferroviária e cabos coaxiais, de comando, de áudio e de alimentação.

Para o sistema de radiocomunicação também deverá ser prevista uma interface com o sistema de sonorização.

Esta interface também deverá permitir a comunicação do CCO com os PASSAGEIROS (Automatismo da função CCO-PASS). Esta função deverá ser acionada pelo CCO sem a necessidade de intervenção do maquinista, seja para iniciar a mensagem como para finalizar, através do próprio console de rádio do CCO.

Ao final da transmissão da mensagem do CCO aos PASSAGEIROS, a conexão é finalizada de forma automática e o rádio do trem volta a operar no modo normal, ou seja, comunicação entre o CCO e a cabine de condução do Trem (maquinista).

Toda a mensagem transmitida pelo CCO aos PASSAGEIROS deverá ser audível pelo maquinista nas cabines do trem, inclusive na cabine oposta, além de indicar no painel do rádio, que esta função está em

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

execução.

Caso o maquinista queira interromper a comunicação do CCO com o salão de PASSAGEIROS, deverá acionar um botão, derrubando o link de comunicação estabelecido.

Também deverá ser possível a seleção de um trem ou um grupo de trens, para emitir o aviso ao mesmo tempo, pelo CCO.

O módulo de comando de comunicação do trem deverá permitir comandar o rádio do trem, inclusive no caso de falha deste, deve permitir a operação do rádio da cabina oposta (Sistema redundante).

Deverá possuir porta MVB e ethernet para conexão em rede com outros equipamentos do trem.

Todo o sistema deverá ser configurável a partir do terminal de cabina do trem, desde trajetos, música ambiente (MP3), etc.

Será responsabilidade da CONCESSIONÁRIA a compatibilização entre os diversos subsistemas do trem no sentido de se obter adequada locação dos espaços, perfeita ergonomia, eliminação de interferências mecânicas e eletromagnéticas etc.

#### 37.4 Funções operacionais

O sistema deverá ter as seguintes funções:

- (i) emissão, pelo maquinista do trem, de avisos aos PASSAGEIROS situados no interior do salão, diretamente através do microfone ou pela seleção de mensagens pré-gravadas;
- (ii) um canal de áudio para transmissão de música ambiente ou Rádio corporativa;
- (iii) intercomunicação entre as cabinas do trem, inclusive do trem rebocado;
- (iv) intercomunicação bidirecional entre os PASSAGEIROS situados no interior dos salões e o maquinista na cabina de comando;
- (v) operacionalização do subsistema de radiocomunicação para comunicação bidirecional do maquinista do trem com o maquinista do Centro de Controle Operacional;
- (vi) emissão, pelo operador do Centro de Controle Operacional, de avisos aos PASSAGEIROS no interior dos salões, através do subsistema de radiocomunicação.

#### 37.5 Descrição geral do sistema de sonorização

O sistema de sonorização deverá ser constituído, basicamente, de módulo de comando,

amplificação, distribuição/difusão de áudio, intercomunicação entre cabinas e com os PASSAGEIROS. Deverá fazer parte do sistema o módulo de Mensagens Pré-Gravadas Digitalizadas.

#### 37.5.1 Módulo de comando

Terá por finalidade captar o áudio através do microfone, permitir a seleção e o comando das funções operacionais através do painel de seleção / sinalização e da tecla pedal, o recebimento de áudio pelo alto-falante monitor e das sinalizações operacionais (inclusive as sinalizações que comprovem que os comandos emitidos foram obedecidos).

O módulo de comando deverá implementar as funções da sonorização, radiocomunicação e intercomunicação, através de um único microfone, painel de seleção / sinalização, alto-falante monitor e tecla pedal. Também deverá ser previsto um microfone para captar o som ambiente da cabine, este sinal de áudio deverá ser gravado na Caixa Negra do sistema de vídeo vigilância nas últimas 4 horas.

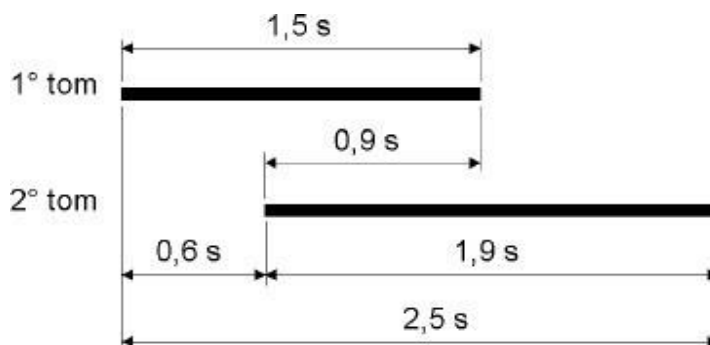
O sistema disporá de um gongo eletrônico de alerta de acordo com a norma NBR 14170, que precederá as mensagens. Este gongo deverá ter um alto volume para ser audível à distância pelos PASSAGEIROS que ainda não ingressaram no salão. Este gongo deverá ser eletrônico de 2 tons senoidais separados por um intervalo de 1/3 de oitavas, com as seguintes características:

- (i) Primeiro tom: 587 Hz (Dó sustenido) com 1,5 s de duração;
- (ii) Segundo tom: 440 Hz (Lá) com 1,9 s de duração.

O segundo tom começa 0,6 s após o início do primeiro. Ambos os tons ficam superpostos durante 0,9 s. A duração do conjunto dos 2 tons deverá ser de 2,5 s. Ao término deste período, o decaimento do sinal deverá ser exponencial, caindo para 10% do valor inicial em 0,5 s.

Figura 3

PROCESSO STM Nº  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021  
PPP-TIC Eixo Norte



Deverá haver um módulo de comando em cada cabina de maquinista. Apenas o módulo de comando da cabina que estiver operando o trem é que deverá estar habilitado para o comando do sistema de sonorização. Quando for feita a reversão de cabina, deverá ocorrer a transferência automática desta habilitação para o comando da sonorização da nova cabina líder. O mesmo deverá acontecer com a radiocomunicação.

O microfone deverá ter características construtivas e de instalação, de tal forma a não provocar ferimentos no maquinista em caso de movimento brusco do trem e permitir que o maquinista possa emitir avisos, tanto sentado quanto em pé.

Além de tecla no módulo de comando deverá existir uma tecla pedal de modo a que o maquinista possa emitir avisos com ambas as mãos livres.

A ocorrência de defeito em um amplificador não poderá provocar prejuízo no funcionamento dos demais amplificadores.

A passagem de áudio para a amplificação/distribuição somente ocorrerá quando acionada a tecla / pedal de transmissão.

#### 37.5.2 Amplificação de áudio

Tem por finalidade receber o áudio do módulo de comando ou do subsistema de mensagens pré-gravadas e amplificá-lo de modo a atender às características técnicas do sistema de sonorização. Deverá haver controle automático de ganho (CAG).

A curva de resposta acústica da amplificação entre 200 Hz e 8.000 Hz deverá estar na faixa de  $\pm 1$  dB em relação ao nível dos 1.000 Hz. Essa medida deverá ser feita na potência nominal do amplificador.

A distorção harmônica da onda sonora no conjunto de módulos que compõe o sistema, desde a



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

entrada do microfone até a linha de distribuição de potência de áudio, deverá ser inferior a 2% para as frequências compreendidas entre 200 e 8.000 Hz. Essa medida deverá ser feita na potência nominal do amplificador.

O nível do ruído interno dos amplificadores, medido na saída dos amplificadores de potência, dos quais as entradas foram curto-circuitadas e para uma regulação feita para obter o nível de pressão sonora máximo de 105 dBA, deverá ser de 60 dB abaixo deste nível, ou seja, no máximo 45 dBA, medido com ponderação psofométrica.

#### 37.5.3 Distribuição/difusão de áudio

Tem por finalidade receber o áudio amplificado do subsistema de amplificação e, através dos circuitos de áudio e sonofletores, distribuí-lo no salão de PASSAGEIROS de modo a atender às características técnicas do sistema de sonorização.

O áudio amplificado deverá ser distribuído aos alto-falantes em linha de alto nível para reduzir a influência de eventuais interferências eletromagnéticas.

#### 37.5.4 Intercomunicação entre cabinas

Tem por finalidade permitir que uma cabina se comunique com as outras cabinas do mesmo trem ou de um trem que estiver sendo rebocado.

A comunicação deverá ser feita no modo de operação semiduplex.

O sistema deverá permitir a inicialização e término da comunicação de qualquer cabina, independentemente de ser líder ou não. O término da comunicação deverá ser feito, por ação do maquinista ou inoperância por mais de 15 s.

A resposta em frequência deverá ser de 200 a 8000 Hz, plana, dentro de  $\pm 3$  dB (tomando como referência 1 kHz).

Deverá haver um sonofletor monitor em cada cabina que viabilize nível de pressão sonora de até 100 dBA. Esse sonofletor terá ajuste de volume com patamar mínimo de 70 dBA.

#### 37.5.5 Canal de áudio

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Tem por finalidade veicular música ambiente ou a emissão de uma Rádio corporativa no salão de PASSAGEIROS através do mesmo circuito de áudio e sonofletores para comunicação.

O sistema deverá permitir a execução de músicas através de memória estática (sem o uso de CD player), e de modo que a configuração possa ser editada.

O sistema deverá permitir ajuste de volume do sonofletor independente para a cabina de 0 a 100 dBA.

#### 37.5.6 Intercomunicação com os PASSAGEIROS

Tem por finalidade permitir que os PASSAGEIROS possam chamar e manter comunicação com o maquinista da cabina de comando líder.

O dispositivo deverá permitir a comunicação do PASSAGEIRO com o maquinista a partir do acionamento do botão de intercomunicação e após a habilitação pelo maquinista.

A resposta do maquinista da cabina de comando líder deverá ser emitida por um alto-falante embutido na lateral do carro, junto ao dispositivo de intercomunicação do PASSAGEIRO.

A comunicação se fará de forma bidirecional e no modo de comunicação semiduplex.

A resposta em frequência deverá ser de 200 a 8.000 Hz, plana dentro de  $\pm 3$  dB (tomando como referência 1 kHz).

A recepção da comunicação, na cabina, se fará no sonofletor monitor, mantendo-se o mesmo Nível de Pressão Sonora de até 100 dBA e o recurso de ajuste de volume com patamar mínimo de 70 dBA.

Do lado do PASSAGEIRO o nível de pressão sonora deverá ser de, no mínimo, 85 dBA a 0,5 m do módulo.

O anunciador manual deverá ser prioritário sobre o anunciador automático.

#### 37.5.7 Mensagens pré-gravadas digitalizadas

Tem por finalidade permitir a gravação de mensagens, na forma digital, a seleção das mensagens através do módulo de comando ou de comando automático, a sintetização das mensagens e o seu envio para a amplificação e distribuição / difusão.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

O sistema deverá ter capacidade para emissão de, no mínimo, 100 mensagens com duração máxima de 15 segundos cada mensagem.

As mensagens serão de identificação da estação em que o trem se encontra, identificação da próxima estação, identificação do lado de abertura de portas para desembarque e mensagens especiais a serem definidas pela CONCESSIONÁRIA.

As mensagens deverão ser selecionadas e comandadas pelo maquinista ou serem emitidas de modo automático.

A substituição das mensagens gravadas deverá ser feita através de um laptop. As gravações e manipulações de mensagens deverão ser configuráveis.

#### 37.6 Características técnicas do subsistema de sonorização

O projeto do sistema de sonorização deverá ser executado no sentido de que o sistema atenda às características técnicas indicadas a seguir.

##### 37.6.1 Inteligibilidade

O grau de inteligibilidade nas áreas sonorizadas deverá ser de 90%.

##### 37.6.2 Resposta em frequência

O sistema de sonorização deverá ter a resposta em frequência de 200 a 8.000 Hz, plana dentro de  $\pm 5$  dB (tomando-se como referência 1.000 Hz), tanto no salão de PASSAGEIROS quanto na cabina do maquinista.

##### 37.6.3 Nível de pressão sonora

O nível de pressão sonora deverá ser 10 dB acima do nível de ruído ambiente, ajustável, medido em qualquer local do salão de PASSAGEIROS, em qualquer faixa entre 200 e 8.000 Hz, com atenuação de no mínimo 6 dB por oitava acima de 8.000 Hz e abaixo de 200 Hz. O limite máximo do nível de pressão sonora no salão de PASSAGEIROS deverá ser de 105 dBA. Estas condições deverão ser obedecidas em cada carro.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Na cabina do maquinista o nível de pressão sonora do alto-falante monitor deverá permitir ajuste de 70 a 100 dBA.

#### 37.6.4 Variação do nível de pressão sonora

Para qualquer faixa de frequências entre 200 e 8.000 Hz não deverá haver variação do nível de pressão sonora acima de  $\pm 5$  dB em toda a área interna do salão de PASSAGEIROS, medido com ruído branco a 1,65 m do piso no corredor e a 1,10 m na área dos bancos.

#### 37.6.5 Distorção eletroacústica total

Operando em condições de máxima potência a distorção eletroacústica total não deverá ser superior a 5%, medida em qualquer um dos sonofletores, na faixa de 200 a 8.000 Hz considerando a entrada do sinal de referência na entrada do microfone e medindo-se na entrada do alto-falante (após o transformador).

#### 37.6.6 Ruído interno do sistema

Operando em condições de máxima potência, sem qualquer tipo de som incidente sobre o microfone (ou gerado por mensagens pré-gravadas) o sistema não deverá irradiar qualquer tipo de som, ruído, zumbido, etc., acima de 50 dBA, medidos com ponderação psfométrica.

#### 37.6.7 Controle automático de nível de entrada

No sentido de compensar as variações dos níveis de voz dos locutores o sistema deverá dispor de recursos de compressão de áudio de entrada que varie de 10:1 a 30:1 configurável através de jumpers ou outros meios, em passos de no mínimo 6 dB.

#### 37.6.8 Controle automático de ganho do nível de pressão sonora

No sentido de manter o nível de pressão sonora acima do ruído ambiente, o sistema deverá ter recurso de controle automático de ganho (CAG).

#### 37.6.9 Prioridade

O sistema deverá adotar uma lista de prioridade de funções a ser definido pela CONCESSIONÁRIA durante o projeto, que interrompa automaticamente uma função que esteja sendo executada para permitir a execução de outra mais importante.

O sistema não deverá permitir sobreposição de funções, ou seja, executar duas ou mais funções ao mesmo tempo.

#### 37.7 Características técnicas de instalação do sistema

Todos os equipamentos do sistema de comunicação deverão ter um terra único e este terra deverá ser conectado na carcaça do trem.

As blindagens dos cabos de áudio deverão ser aterradas em apenas uma das extremidades.

A alimentação elétrica deverá ser feita a partir de um disjuntor específico e distribuída para todos os módulos do sistema.

Nos consoles deverão ser instalados os equipamentos estritamente necessários para o comando e operacionalização dos equipamentos do sistema. Os demais módulos, como amplificadores, fontes, etc. deverão ser instalados no local técnico destinado a essa finalidade.

No salão de PASSAGEIROS, fora do local técnico, deverão ser instalados apenas os sonofletores, módulos de intercomunicadores e sensores do CAG.

Os alto-falantes deverão ser distribuídos ao longo de cada carro por dois canais / circuitos de áudio separados, de forma que no caso da perda de um canal ainda seja possível a comunicação.

Os alto-falantes e módulos de intercomunicação deverão ser instalados de modo a não serem passíveis de vandalismo.

O equipamento reproduzidor de música ambiente deverá ser instalado dentro de um compartimento provido de chave padrão de manutenção.

Toda a cablagem e dispositivos conectores deverão ser protegidos contra intempéries e serem resistentes as operações de lavagem dos Trens.

#### 37.8 Painéis, Displays e Monitores de Comunicação Visual

#### 37.8.1 Módulo de mensagem visual (painel de LED)

O Módulo de Mensagem Visual (Painel de LED) terá a função de fornecer aos PASSAGEIROS do trem informações visuais de texto (nome da estação em que o trem se encontra, nome da próxima estação, lado de desembarque, destino do trem, informações de eventos no sistema etc.) em sincronia com as informações de áudio pré-gravadas. Nos intervalos entre indicações, o display deverá indicar as horas. As mensagens deverão ser transmitidas conforme tabela de programação de eventos.

As mensagens serão mostradas usando fonte simples padrão definida em uma matriz de 7x5 pixels por caractere. O módulo de mensagem visual deverá ter uma linha com fonte simples de 18 caracteres. Se a mensagem a ser exibida exceder o tamanho máximo do indicador, toda a mensagem deverá então ser exibida por meio de rolagem.

Todas as mensagens de texto a serem exibidas no painel são as previamente armazenadas na memória do Módulo de Processamento Central juntamente com as mensagens de áudio. O conteúdo das mensagens, modos de exibição e eventos para emissão das mensagens serão controlados obedecendo a programação de emissão previamente carregados no Módulo de Processamento Central. As mensagens a todos os módulos de todos os carros do trem deverão ser idênticas e sincronizadas no tempo ou setorizadas por carro.

O módulo de mensagem visual também deverá indicar o lado de abertura de portas, através de caracteres apontadores, tipo flecha, nas extremidades do display.

Cada módulo deverá ter autodiagnostico de forma a informar falhas funcionais (fontes, software, etc.), que devem ser transmitidas ao terminal de console.

Em cada carro deverá haver dois módulos de mensagem visual (painel de LED), um em cada extremidade do carro, todos no sentido transversal do carro.

#### 37.8.2 Módulo de mensagens visuais (painel LED) – características técnicas

- (i) transientes admissíveis na alimentação: conforme norma EN50155;
- (ii) temperatura ambiente de operação: 0 a + 70º C;
- (iii) temperatura de armazenagem: - 40 + 85º C. A aplicação das diretrizes referentes a temperatura indicada “(iii) temperatura de armazenagem: - 40 + 85º C” é um dos requisitos que visa proteger e garantir as características de

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

funcionalidade, qualidade e vida útil do equipamento a ser instalado. No entanto poderá a CONCESSIONÁRIA adotar, sob sua inteira responsabilidade, temperatura de armazenagem distinta garantindo tais características. (Parágrafo inserido em decorrência da Resposta STM 056)

- (iv) nível de estanqueidade: IP 54 para a parte voltada para o salão de PASSAGEIROS e parte interna com proteção contra entrada de pó;
- (v) números de linhas: 1 (uma);
- (vi) número de caracteres por linha: 18;
- (vii) tamanho do caractere: 38 mm (altura);
- (viii) tamanho da matriz de LED: 8 x 128 (mínimo);
- (ix) cor: Âmbar;
- (x) fontes: Latim, maiúscula e minúscula;
- (xi) modos de exibição: estacionário e rolagem;
- (xii) tamanho aproximado da área do painel de exibição: 38 x 610 mm;
- (xiii) interface serial para conexão com o controlador central com isolamento galvânica de 1.000 Volts.
- (xiv) atendimento dos critérios de vibração e choque conforme norma EN61373;
- (xv) atendimento aos critérios de compatibilidade eletromagnética conforme norma EN50121.
- (xvi) atendimento aos critérios da Norma EN50155.

**37.8.3 Módulo de indicação de destino – características técnicas**

- (i) transientes admissíveis na alimentação: conforme norma EN50155;
- (ii) temperatura ambiente de operação: 0 a + 70º C;
- (iii) temperatura de armazenagem: - 40 + 85º C;

A aplicação das diretrizes referentes a temperatura indicada “(iii) temperatura de armazenagem: - 40 + 85º C” é um dos requisitos que visa proteger e garantir as características de funcionalidade, qualidade e vida útil do equipamento a ser instalado. No entanto poderá a CONCESSIONÁRIA adotar, sob sua inteira responsabilidade, temperatura de armazenagem distinta garantindo tais características. (Parágrafo

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

inserido em decorrência da Resposta STM 056)

- (iv) nível de estanqueidade: IP 55 para a parte voltada para o salão de PASSAGEIROS e parte interna com proteção contra entrada de pó;
- (v) números de linhas: 1 (uma);
- (vi) número de caracteres por linha: 15;
- (vii) tamanho do caractere: 100 mm (altura);
- (viii) tamanho da matriz de LED: 16 x 112 (mínimo);
- (ix) cor: Âmbar;
- (x) fontes: Latim, maiúscula e minúscula;
- (xi) modos de exibição: estacionário e rolagem;
- (xii) tamanho mínimo da área do painel de exibição: 100 x 700 mm;
- (xiii) interface serial para conexão com o controlador central com isolamento galvânica de 1.000 Volts.
- (xiv) atendimento dos critérios de vibração e choque conforme norma EN61373;
- (xv) atendimento aos critérios de compatibilidade eletromagnética conforme norma EN50121;
- (xvi) atendimento aos critérios da Norma EN50155.

#### 37.8.4 Mapa de linha eletrônico

O Mapa Dinâmico de Linha terá a função de informar aos PASSAGEIROS a localização do trem 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.

A localização será mostrada através desses indicadores luminosos conforme segue:

- (i) as estações que o trem já passou, anteriores: indicador acesso na cor verde;
- (ii) a estação que o trem irá entrar, próxima: indicador piscando na cor vermelha;
- (iii) estação que o trem se encontra parado na plataforma: indicador na cor vermelha;
- (iv) as estações que o trem ainda não passou, posteriores: indicador apagado.

A programação das funções e estados de cada indicador luminoso será realizada a partir da Tabela de Programação de Eventos armazenada e processada no Módulo de Processamento Central. Os modos



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

de exibição e comandos serão distribuídos pelo Módulo de Processamento Central aos mapas dinâmicos de linha de todos os carros através da interface serial de dados. Os Mapas Dinâmicos de Linha de todos os carros do trem deverão mostrar as mesmas indicações ao mesmo tempo.

O mapa de linha deverá mostrar a linha em operação com suas estações e integrações e estar programado (com o software carregado), para apresentar as demais linhas da CPTM a qualquer momento de necessidade da Operação Comercial. O mapa de linha deverá ter uma proteção antivandalismo.

O mapa de linha também deverá informar o número da respectiva porta e deverá conter as indicações luminosas do painel de estado funcional das portas.

Mapa de Linha Dinâmico deverá ter autodiagnostico de forma a informar falhas funcionais (fontes, software, etc.), que deverá ser enviado ao painel de console da cabine.

O mapa de linha eletrônico deverá ser instalado em todas as sancas de portas (8 mapas por carro), estas sancas deverão possuir um rebaixo para a instalação, bem como uma inclinação adequada para propiciar uma fácil leitura por parte dos PASSAGEIROS.

**37.8.5 Mapa de linha eletrônico – características técnicas**

- (i) transientes admissíveis na alimentação: conforme norma EN50155;
- (ii) temperatura ambiente de operação: 0 a + 70° C;
- (iii) temperatura de armazenagem: - 40 a + 85° C;

A aplicação das diretrizes referentes a temperatura indicada “(iii) temperatura de armazenagem: - 40 + 85° C” é um dos requisitos que visa proteger e garantir as características de funcionalidade, qualidade e vida útil do equipamento a ser instalado. No entanto poderá a CONCESSIONÁRIA adotar, sob sua inteira responsabilidade, temperatura de armazenagem distinta garantindo tais características.

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (iv) nível de estanqueidade: IP 54 para a parte voltada para o salão de PASSAGEIROS e parte interna com proteção contra entrada de pó;
- (v) diâmetro do LED: 3 mm;
- (vi) número de linhas: 6 (seis);
- (vii) tamanho da matriz de LED: 3 x 32 bicolor (mínimo);
- (viii) display de 2 dígitos para informar número da porta – 20 mm x 20 mm mínimo;
- (ix) integra painel de mensagens do estado funcional da respectiva porta com até três mensagens de fácil visualização até 5 m;
- (x) modos de exibição: apagado, piscante e aceso, conforme programação;
- (xi) tamanho da área de exibição 250 mm x 1.490 mm;
- (xii) interface serial para conexão com o controlador central com isolamento galvânico de 1.000 Volts;
- (xiii) atendimento dos critérios de vibração e choque conforme norma EN61373;
- (xiv) atendimento aos critérios de compatibilidade eletromagnética conforme norma EN50121;
- (xv) atendimento aos critérios da norma EN50155.

### **38. SISTEMA DATA BUS**

#### **38.1 Sistema eletrônico de controle, comando e comunicação data bus.**

Este sistema constitui no trem uma rede de dados conforme descrito abaixo.

Trata-se de uma rede dupla, redundante, em vias fisicamente separadas, percorrendo os equipamentos dos carros e toda a extensão do trem.

A rede liga todos os sistemas de comando microprocessados para permitir comunicação (transmissão e recepção) e também transmitir sinais de falhas detectadas para o registrador de eventos operacionais, de forma permanente.

As funções de memorização, informação e diagnóstico serão feitas pelo sistema data bus.

O fabricante deverá apresentar uma descrição funcional detalhada, características técnicas da rede e diagramas esquemáticos do sistema.

Deverão ser previstos os seguintes itens principais no trem:

- (i) módulo de cabina;
- (ii) módulos do carro;
- (iii) meio físico de transmissão de dados (Bus);
- (iv) monitor/Teclado.

A rota de comunicação entre os diversos módulos é feita pelo meio físico de transmissão e recepção de dados data bus, que deverá ter redundância.

Os módulos deverão ser ligados aos equipamentos do trem a eles associados, através de conectores e de circuitos de interface existentes nos próprios módulos.

Os circuitos de interface deverão compatibilizar os sinais oriundos dos equipamentos, de forma que possam ser transmitidos pelo meio físico aos demais módulos, bem como compatibilizar as informações provenientes do meio físico para serem enviadas aos equipamentos do trem.

Todas as conexões entre os elementos do “data bus” e entre os equipamentos de bordo de sinalização, deverão ser com tecnologia TCN (Train Communication Network), IEEE 1473-T, podendo ser utilizada comunicação MVB (Multifunction Vehicle Bus) ou outra.

O sistema “data bus” deverá ter previsto saídas ethernet para comunicação e transmissão de relatório de dados dos equipamentos do trem.

O sistema deverá ter função autoteste.

### 38.2 Módulo de cabina

Este módulo deverá ser duplicado por cabine, com fontes de alimentação próprias e independentes. Apenas um dos módulos deverá estar ativo na rede, ficando o outro em modo de espera. No caso de falha de um dos módulos, o outro deverá dar continuidade operativa automaticamente sem interrupções.(Item ajustado em decorrência da Resposta STM 058)

Este módulo deverá realizar, basicamente, as interfaces de comunicação entre os dispositivos do console e meio físico.

### **38.3 Módulos locais**

Os módulos locais deverão ser as partes do sistema data bus responsáveis pela interface de comunicação entre os equipamentos do carro e o meio físico.

Os circuitos de transmissão e recepção das informações com o meio físico deverão ser duplicados. Em caso de defeito em um dos canais de comunicação, a transmissão de dados não deverá ser interrompida, de forma que o módulo continue utilizando o canal inteiro, sinalizando a existência de defeito, local e remoto.

Os módulos locais deverão possuir canais de entrada e saída seriais e digitais, em quantidade suficiente para atender os equipamentos do carro com 10% de reserva.

As características dos sinais deverão ser compatibilizadas pelos módulos locais, portanto o tratamento dos sinais de interface será função destes.

### **38.4 Meio físico de transmissão e recepção de dados**

O meio físico é a parte da rede responsável pela transmissão e recepção de dados, sendo, portanto, o canal de comunicação entre os diversos módulos do trem.

Os dados e informações deverão transitar no meio físico agregados em pacotes, denominado protocolo, que são implementados pela rede. O protocolo, além de transportar os dados e informações, estabelece as regras físicas e lógicas para o comportamento dos módulos que desejam se comunicar.

Deverá ser utilizado um protocolo padronizado e reconhecidamente consagrado em função de sua utilização em outros sistemas. Somente serão aceitos protocolos que atendam ao modelo ISO/OSI e normas IEC 61375, ISO 7498, NBR 10574, IEC1158-2, CENELEC (50170,1996) e UTE (NFC 46).

O meio físico deverá ser duplicado para permitir redundância de rota de comunicação. O meio físico deverá ser isolado adequadamente nos módulos.

A disponibilidade por canal deverá ser compatível com as necessidades de cada subsistema do trem.

### **38.5 Monitor/teclado**

O monitor do console constitui o elo de comunicação do trem com o maquinista, fornecendo as funções informativas da técnica de controle e diagnóstico.

O monitor presta auxílio ao maquinista mediante informações sobre falhas ou limitações operacionais do trem, ao mesmo tempo em que são apresentadas indicações referentes a sua atuação.

O monitor juntamente com os módulos, completa as funções de memorização, informação e diagnóstico, e permitem a possibilidade de substituição de botoeiras, chaves e avisos luminosos do console.

O monitor do console, basicamente deverá ser composto de tela LCD tipo touch screen de no mínimo 10.4" e deverá ser totalmente centralizado possuindo todos os recursos necessários para perfeita operação e manutenção do trem, possuindo no mínimo as seguintes funcionalidades:

- (i) visualização de falhas dos diversos sistemas instalados;
- (ii) vários níveis de acesso configuráveis, tipo operação e manutenção;
- (iii) edição e configuração das mensagens dos displays instalados internamente nos carros e indicador de destino;
- (iv) edição e configuração dos parâmetros de reprodução para o aparelho MP3 que reproduzirá música aos PASSAGEIROS;
- (v) configurar a caixa preta com os parâmetros indicados pela operação e manutenção;
- (vi) verificação dos estados das entradas e saídas digitais a fim de facilitar a manutenção.

O sistema deverá ser capaz de armazenar e mostrar no terminal de cabina até 1024 falhas do trem.

Deverá ser prevista uma porta ethernet para recolhimento de dados do sistema através de um laptop de manutenção e também o envio dos dados via wireless dentro do centro de manutenção.

#### 38.6 Sinais transmitidos e recebidos pelo sistema data bus

Todos os sinais operacionais para condução do trem, todos aqueles de funcionamento dos equipamentos e de diagnose de falhas deverão ser disponibilizados para medição e registro em tempo real.

A diagnose de falhas deverá contar com os seguintes tipos de informação:

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (i) identificação da falha;
- (ii) descrição da falha;
- (iii) nível da falha;
- (iv) orientações de como proceder;
- (v) condições de contorno na ocorrência da falha.

**38.7 Normas aplicáveis para o sistema data bus**

O projeto e os ensaios dos equipamentos deverão seguir as seguintes normas:

- (i) IEC 77;
- (ii) IEC 60529;
- (iii) IEC 60571;
- (iv) EN 50155;
- (v) IEC 61133;
- (vi) EN 50121;
- (vii) EN 61375 ;
- (viii) EIA-485 ;
- (ix) EN50128 ;
- (x) EN50126 ;
- (xi) IEC 61158;
- (xii) IEC 61373;
- (xiii) IEC 61375.

**39. SIMULADOR DE OPERAÇÃO DE TRENS**

O sistema de simulação para maquinistas é uma ferramenta de formação flexível, segura e adaptável, que permite ao aluno (Maquinista), enfrentar situações reais e resolver possíveis problemas.

Os objetivos deste simulador são os seguintes: Formação, reciclagem e aperfeiçoamento de maquinistas e melhoria da segurança na circulação.

O simulador deve permitir que os alunos possam praticar nas LINHAS as operações que ocorrem

em um ambiente real, seja em situações normais de operação comercial, assim como em situações diferenciadas, provenientes de ocorrências que geram incidentes, e em situações de emergência.

Os simuladores eventualmente adquiridos pela CONCESSIONÁRIA não têm a obrigatoriedade de terem a função de comunicação com os simuladores da CPTM. (Parágrafo inserido em decorrência da Resposta STM 49)

#### 39.1 Configuração do Simulador

O simulador é composto de:

- (i) 2 (dois) Postos de Formação;
- (ii) 1 (um) Posto de instrutor (PI);
- (iii) 1 (um) Posto de observação;
- (iv) 1 (um) Posto de gerenciamento central (PGC).

#### 39.2 Cenários de simulação

Devem ser programadas as vias funcionais de cada pátio/abrigo a ser definido pela CONCESSIONÁRIA incluindo a conexão com as linhas principais, a fim de permitir o começo de uma operação iniciando no pátio/abrigo e prosseguindo para a via operacional.

Extensão da LINHA 9 (Grajaú – Varginha) – Deve ser prevista inclusão desta nova via com todas as suas peculiaridades, pátios e elementos para propiciar o treinamento adequado dos maquinistas com este Simulador de Operação.

#### 39.3 Posto de gerenciamento central (PGC)

O PGC será o local de gerenciamento central da informação e funcionará em um computador independente.

A função do PGC é a centralização do banco de dados de alunos, exercícios e sessões de simulação.

A funcionalidade do banco de dados central do sistema de formação será materializada no PGC através de um software adicional que se comunicará com o PI (Posto de Instrutor) existentes.

Sobre esta comunicação serão estabelecidos os protocolos funcionais necessários para a obtenção das seguintes pautas de funcionamento:

**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

- (i) os exercícios elaborados nos PI deverão ser incluídos na biblioteca geral ou no banco de dados central, à qual todos os PI e terminais de simulação estão conectados. Desta forma, estes exercícios serão automaticamente distribuídos por todos os postos de instrução e terminais de simulação;
- (ii) os exercícios que forem elaborados em qualquer um dos postos e terminais de simulação, deverão ser enviados ao PGC;
- (iii) os relatórios das sessões de simulação deverão ser enviados automaticamente ao PGC, de forma que toda essa informação esteja disponível para ser utilizada sob o ponto de vista estatístico e servir de registro para tomadas de decisão;
- (iv) a incorporação de qualquer aluno aos cursos de formação com simulação será feita no PGC. Esta centralização do banco de dados de alunos permitirá que um aluno elabore um plano de formação, com sessões em diferentes terminais, caso necessário.

#### **40. CONFIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTENIBILIDADE E SEGURANÇA (CDMS)**

##### **40.1 Condições Gerais**

Os índices de confiabilidade devem ser integralmente cumpridos no período de garantia, porém deverá ser estendida a validação desses valores de confiabilidade se durante este período não for comprovada o atendimento das metas estabelecidas. Os valores de confiabilidade deverão ser demonstrados através de relatórios.

##### **40.2 Requisitos Gerais**

O fabricante deverá cumprir com os requisitos de CDMS utilizando onde aplicável as normas listadas abaixo como referência.

##### **40.3 Normas Aplicáveis**

São aplicáveis as seguintes normas:

- (i) IEC 62278 Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety;
- (ii) EN 50126 Railway Applications – Specification and Demonstration of Reliability,



**PROCESSO STM Nº**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL Nº 01/2021**  
**PPP-TIC Eixo Norte**

Availability, Maintainability and Safety;

- (iii) IEC 60812 Analysis techniques for system reliability – Procedures for Failure Modes and effects analysis (FMEA);
- (iv) IEC 60863 Presentation of reliability, maintainability, and availability predictions;
- (v) IEC 61025 Fault Tree Analysis (FTA);
- (vi) IEC 61078 Analysis techniques for system dependability – Reliability Block Diagram Method;
- (vii) IEC 62380 Reliability Data Handbook – Universal model for reliability prediction of electronic components, PCBs, and equipment;
- (viii) IEC 61508 Functional Safety of electrical/electronic/programmable electronics safety-related systems.