

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

ANEXO II.F – DIRETRIZES MANDATÓRIAS E RECOMENDADAS PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAL RODANTE

ÍNDICE

1	OBJETIVO	5
2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E PREMISSAS DO PROJETO	6
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
4	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	13
4.1	Operacionalidade dos Trens do SERVIÇO EXPRESSO	13
4.2	Configuração geral	13
4.3	Portas de Acesso dos Passageiros.....	19
4.4	Passagem entre Carros (Gangway)	21
4.5	Janelas dos Salões	22
4.6	Sistema eletrônico de controle, comando e comunicação data-bus.....	22
4.7	Sanitários (WC)	22
4.8	Iluminação interior.....	24
4.9	Níveis de ruído interior e exterior.....	24
4.10	Rádio Terra-Trem	26
4.11	Informação visual.....	26
4.12	Truque	29
4.13	Caixas dos Carros	31
4.14	Motorização / Captação e transformação da energia elétrica.....	32
4.15	Equipamentos elétricos auxiliares	35
4.16	Sistema de Rede de dados Data-bus.....	37
4.17	Buzinas.....	38
4.18	Iluminação e sinalização exteriores	38
4.19	Vídeo-vigilância.....	38
5	PARÂMETROS E DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS.....	40
5.1	Vida útil dos Trens.....	40
5.2	Acelerações	40
5.3	Via Permanente	41
5.4	Interoperacionalidade	43
5.5	Gabarito	43
5.6	Plataformas das estações	43
5.7	Catenária de 3,0 kVcc	44
5.8	Compatibilidade eletromagnética	45
5.9	Condições ambientais.....	45
5.10	Requisitos de não agressão ao meio ambiente	46
5.11	Ar-Condicionado	46
5.12	Sistema de detecção e extinção de incêndio	47
5.13	Registrador de eventos.....	48
5.14	Materiais utilizados no Trem.....	48
5.15	Cabos elétricos.....	48
5.16	Engate das Extremidades e entre veículos de uma Composição	49
5.17	Freio de serviço.....	49
5.18	Freio de emergência.....	50
5.19	Dispositivo Homem-Morto	51
5.20	Sistema antideslizamento e antipatinagem	52
5.21	Sistema de Sinalização e de Segurança ERTMS/ETCS	52

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

5.22	Freio de estacionamento	53
5.23	Documentações para Manutenção e Operação	53
5.24	Verificação do Comportamento Dinâmico do Trem	57
6	APENSO.....	60
6.1	APENSO 1 - II.F - DIRETRIZES BÁSICAS DE TREM DE 8 CARROS	60

MINUTA

GLOSSÁRIO

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- ATC – Sistema de Condução Automática do Trem “*Automatic Train Control*”;
- ATP – Sistema de Proteção Automática do Trem “*Automatic Train Protection*”;
- BS – “*British Standard*”;
- CCO – Centro de Controle Operacional;
- CIM – Centro de Informação da Manutenção;
- CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos;
- DIN – “*Deutsches Institut für Normung* EMC Compatibilidade Eletromagnética”;
- EN – Norma Europeia;
- ERTMS – “*European Railway Traffic Management System*”;
- ETCS – “*European Train Control System*”;
- *HEADWAY* – Intervalo de tempo entre dois trens consecutivos trafegando em velocidade operacional na mesma via e no mesmo sentido;
- HM – Homem Morto;
- HVAC – *Heating Ventilation and Air Conditioning*;
- HW – “*Hardware*”;
- IEC – “*International Electrotechnical Commission*”;
- ISO – “*International Standard Organization*”;
- MMI – “*Man Machine Interface*”;
- IHM – Interface Homem-Máquina;
- SW – “*Software*”;
- SIL – “*Safety Integrity Level*”;
- SSO – Sala de Supervisão Operacional;
- THD – Total de Distorção Harmônica;
- TIM – Trem Intermetropolitano;
- TIC – Trem Intercidades;
- TU – Trem Unidade;
- TUE – Trem Unidade Elétrico.

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

1 OBJETIVO

O presente ANEXO apresenta as diretrizes para MATERIAL RODANTE, destinado a operar no serviço de transporte de passageiros entre Barra Funda - São Paulo e Campinas, denominado de TIC EIXO NORTE, integrado pelo: (i) SERVIÇO LINHA 7, operando de Barra Funda a Francisco Morato; (ii) SERVIÇO TIM, operando entre Francisco Morato a Campinas; e (iii) SERVIÇO EXPRESSO, operando da Barra Funda a Campinas. MATERIAL RODANTE este, que deverá ser adquirido pela CONCESSIONÁRIA. No conceito operacional definido neste Projeto Conceitual, o SERVIÇO EXPRESSO operará entre São Paulo a Campinas, através de linha expressa de 101,2 km, com opção de somente uma parada na cidade de Jundiaí, a 57 km da Capital.

O Apenso 1 deste ANEXO apresenta as diretrizes para trens semelhantes aos atuais 30 trens da frota operativa da atual Linha 7 – Rubi, Série 9.500 da Hyundai Rotem e que deverão ser adquiridos pela CONCESSIONÁRIA em complemento a frota existente. Esse conjunto de trens da Série 9.500 e o complemento a ser adquirido, conforme descrito no Apenso 1, serão destinados ao atendimento do SERVIÇO LINHA 7 e, também, para atender ao SERVIÇO TIM.

2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS E PREMISSAS DO PROJETO

- Utilização integral da frota Série 9.500 em operação na Linha 7 – Rubi composta de 30 trens de fornecimento da Hyundai Rotem (2017 - 2019), para prestação dos SERVIÇO LINHA 7, operando desde a Barra Funda até Francisco Morato e do SERVIÇO TIM, operando entre Francisco Morato a Campinas;
- Possibilidade de movimentação dos trens dos SERVIÇOS LINHA 7, EXPRESSO e TIM em todas as vias Pátios e Estacionamentos sem restrições. Com isso, os trens deverão ter as mesmas características de: bitola 1,60m, alimentação de 3,0 kVcc, sistema de sinalização e dimensões;
- A Linha 7 operará, a partir do sétimo ano da Concessão, entre Barra Funda a Francisco Morato com, no mínimo, 24 trens (21 operando e 3 reservas) e headway de 4 minutos;
- O SERVIÇO LINHA 7 opera a partir de 2035 entre Barra Funda a Francisco Morato com, no mínimo, 27 trens (24 operando e 3 reservas) e headway de 3,5 minutos;
- O SERVIÇO TIM inicia-se operando entre Francisco Morato até Jundiaí até o 4,5º ano da Concessão. A partir daí, operará entre Francisco Morato a Campinas com frota de, no mínimo, 10 trens (9 operando + 1 reserva) até o final da Concessão;
- Sistema de Sinalização dos SERVIÇOS EXPRESSO, TIM e LINHA 7 deverá ser único conforme o Anexo II.C.1;
- Trem para os SERVIÇOS LINHA 7 e TIM: trens-unidade de 8 carros da Série 9.500 Hyundai Rotem, (172m), velocidade máxima 90 km/h e capacidade para 2050 passageiros (6pass/m²);
- Complemento de frota para atender aos SERVIÇOS LINHA 7 e TIM será semelhante em dimensões e demais características, que os atuais trens da frota Série 9.500, conforme o Apenso 1;
- Tempo de viagem do SERVIÇO EXPRESSO Barra Funda – Campinas, sem parada em Jundiaí: aproximadamente uma hora;
- Trens do SERVIÇO EXPRESSO: trens-unidade *single decker* de 12 carros com 300 m (dois TUE's de seis carros acoplados) e capacidade aproximada de 1.100 passageiros sentados, ou trens-unidade *double-decker* de 150m, com capacidade aproximada de 800 passageiros sentados. Velocidade operacional de 120 km/h ou superior, para ambas as alternativas de trens;
- Comprimento Máximo do trem para SERVIÇO EXPRESSO: 300m;
- Trens do SERVIÇO EXPRESSO com tração elétrica de forma a utilizar-se as atuais infraestruturas de manutenção e vias eletrificadas no trecho Barra Funda – Campinas onde circularão também os trens do SERVIÇO TIM.

3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os equipamentos, materiais e serviços a serem fornecidos deverão estar em conformidade com as mais recentes edições das normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas aplicáveis, ou normas ferroviárias indicadas a seguir.

- NBR 8365 - Equipamento eletrônico utilizado em MATERIAL RODANTE ferroviário;
- EN 45545 – *“Fire protection on railway vehicles”* – (Proteção contra incêndio em veículos ferroviários);
- EN 50119 – *“Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines”* – (Aplicações ferroviárias - Instalações fixas - Linhas de contato aéreas de tração elétrica);
- EN 50121-3-2 - Aplicações Ferroviárias. Compatibilidade Eletromagnética. Parte 3-2. MATERIAL RODANTE. Equipamentos;
- EN 50124 – *“Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creep age distances for all electrical and electronic equipment”* – (Aplicações ferroviárias - Coordenação de isolamento - Parte 1: Requisitos básicos - Folgas e distâncias de fluência para todos os equipamentos elétricos e eletrônico);
- EN 50126 - *Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)*;
- EN 50128 - *Railway Applications: Software for Railway Control and Protection Systems*;
- EN 50129 - *Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling*;
- Normas ISO/IEC;
- IEC-61508 - *Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems*;
- Normas Francesas NFF16-101 e NFF16-102 - MATERIAL RODANTE Ferroviário - Comportamento ao fogo - Seleção de Materiais;
- MIL-HDBK-217 *Reliability Prediction of Electronic Equipment*;
- MIL-HDBK-338 *Electronic Reliability Design Handbook*;
- MIL-STD-470 *Maintainability Program for Systems and Equipment*;
- MIL-STD-471 *Maintainability Verification / Demonstration / Evaluation*;
- MIL-STD-721 *Definitions of Terms for Reliability and Maintainability*;
- MIL-STD-756 *Reliability Modeling and Prediction*;
- MIL-STD-781 *Reliability Testing for Engineering Development, Qualification and Production*;
- MIL-STD-785 *Reliability Program for Systems and Equipment Development and Production*;

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

- MIL-STD-810 *Environmental Test Methods and Engineering Guidelines*;
- MIL-STD-882 *System Safety Program Requirements*;
- MIL-STD-1629 *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*;
- EN 50153 – “*Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards*” – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Disposições de proteção relacionadas a riscos elétricos);
- EN 50155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre MATERIAL RODANTE;
- EN 50206 – “*Railway applications. Rolling stock. Pantographs. Characteristics and tests. Pantographs for main line vehicles*” – (Aplicações ferroviárias. Frota de trens. Pantógrafos. Características e testes. Pantógrafos para veículos da linha principal);
- EN 50272 – “*Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 1: General safety information*” – (Requisitos de segurança para baterias secundárias e instalações de baterias - Parte 1: Informações gerais de segurança);
- EN 50547 – “*Railway applications - Batteries for auxiliary power supply systems*” – (Aplicações ferroviárias - Baterias para sistemas auxiliares de alimentação);
- EN 60349 – “*Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors*” – (Tração elétrica - Máquinas elétricas rotativas para veículos ferroviários e rodoviários - Parte 2: Motores de corrente alternada alimentados por conversor eletrônico);
- EN 61377 – “*Railway applications. Rolling stock. Combined test method for traction systems*” – (Aplicações ferroviárias. Frota de trens. Método de teste combinado para sistemas de tração);
- EN 12663 – “*Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies*” – (Aplicações ferroviárias. Requisitos estruturais das carroçarias dos veículos ferroviários);
- EN 13129 – “*Railway applications - Air conditioning for main line rolling stock - Comfort parameters and type tests*” – (Aplicações ferroviárias - Ar condicionado para o MATERIAL RODANTE da linha principal - Parâmetros de conforto e ensaios de tipo);
- UIC 553 – OR Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário;
- EN 779 Filtros de ar – Características;
- EN 50343 Regras de instalação de cabos elétricos;
- EN 50153 Medida de proteção de contra danos de origem elétrica;
- CEI 60349-2 Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático;
- EN 50306-1 a 4 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- EN 50264-1 a 3 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;

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

- EN 50382-1 a 2 Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C);
- EN 13261 – “*Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements*” – (Aplicações ferroviárias. Rodas e bogies. Eixos. Requisitos do produto);
- EN 13262 - “*Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Product requirements*” – (Aplicações ferroviárias. Rodas e truques. Rodas. Requisitos do produto);
- EN 13298 – “*Railway applications - Suspension components - Helical suspension springs, steel*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Molas helicoidais em aço);
- EN 13597 – “*Railway applications - Rubber suspension components - Rubber diaphragms for pneumatic suspension springs*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes para suspensão de borracha - Diafragmas de borracha para molas pneumáticas);
- EN 13715 – “*Railway applications - Wheelsets and bogies - Wheels*” – (Aplicações ferroviárias - Rodeiros e truques - Rodas);
- EN 13913 – “*Railway applications - Rubber suspension components - Elastomer-based mechanical parts*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes de suspensão em borracha - Peças mecânicas à base de elastômero);
- EN 13979 – “*Railway applications - Wheelsets and bogies - Monobloc wheels - Technical approval procedure - Part 1: Forged and rolled wheels*” – (Aplicações ferroviárias - Rodeiros e Truques- Rodas monobloco - Procedimento de aprovação técnica - Parte 1: Rodas forjadas e laminadas);
- EN 14752 – “*Railway applications - Body side entrance systems for rolling stock*”- (Aplicações ferroviárias Sistemas de porta de acesso para MATERIAL RODANTE);
- EN 14813 – “*Railway applications - Air conditioning for driving cabs - Part 1: Comfort parameters*” – (Aplicações Ferroviárias –ar-condicionado para cabina de operação – Parte 1 – Parâmetros de conforto);
- EN 14817 – “*Railway applications - Suspension components - Air spring control elements*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Elementos de controle da mola pneumática);
- EN 15049 – “*Railway applications - Suspension components - Torsion bar, steel*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Barra de torção, aço.);
- EN 15153-1 – “*Railway applications - External visible and audible warning devices for trains - Part 1: Head, marker and tail lamps*” – (Aplicações ferroviárias - Avisos visíveis e sonoros externos para trens - Parte 1: Luzes de presença, luzes de presença e cauda);
- EN 15227 – “*Railway applications - Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies*” – (Aplicações ferroviárias - Requisitos de resistência à colisão para carroçarias de veículos ferroviários);

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

- EN 15273-2 - *"Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge"* – (Aplicações ferroviárias - Gabarito - Parte 2: Gabarito do MATERIAL RODANTE);
- EN 15827 – *"Railway applications. Requirements for bogies and running gears"* – (Aplicações ferroviárias. Requisitos para os truques e componentes);
- EN 15877-2 – *"Railway applications. Markings of railway vehicles. External markings on coaches, motive power units, locomotives and on track machines"* – (Aplicações ferroviárias. Marcações de veículos ferroviários. Marcações externas em carros, unidades motrizes, locomotivas e máquinas de via);
- EN 15892 – *"Railway applications - Noise Emission - Measurement of noise inside driver's cabs"* – (Aplicações ferroviárias - Emissão de ruído - Medição de ruído dentro da cabina de operação);
- EN 16116-1 – *"Railway applications. Design requirements for steps, handrails and associated access for staff. Passenger vehicles, luggage vans and locomotives"* - (Aplicações ferroviárias. Requisitos de projeto para escada, corrimãos e acesso associado à equipe. Veículos de passageiros, furgões e locomotivas);
- EN 16019 – *"Railway applications. Automatic coupler. Performance requirements, specific interface geometry and test method"*– (Aplicações ferroviárias. Acoplador automático. Requisitos de desempenho, geometria específica da interface e método de teste);
- EN 16185-1- *"Railway applications. Braking systems of multiple unit trains. Requirements and definitions"* – (Aplicações ferroviárias. Sistemas de frenagem de vários trens unitários. Requisitos e definições);
- EN 16186-1 – *"Railway applications. Driver's cab. Anthropometric data and visibility"* – (Aplicações ferroviárias. Cabine de operador. Dados antropométricos e visibilidade);
- EN 16186-2 - *"Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators"* - (Aplicações ferroviárias - Cabina do operador - Parte 2: Integração de visores, controles e indicadores);
- EN 16186-3 – *"Railway applications - Driver's cab - Part 3: Design of displays (includes Amendment A1:2018)"*- (Aplicações ferroviárias - Cabina do operador - Parte 3: Design dos monitores, inclui a alteração A1: 2018);
- EN 16286-1- *"Railway applications - Gangway systems between vehicles - Part 1: Main applications"* – (Aplicações ferroviárias - Sistemas de passarelas entre veículos - Parte 1: Principais aplicações);
- EN 16334 – *"Railway applications – Passenger alarm system requirements"* – (Aplicações ferroviárias – Sistema de alarme de passageiros – requisitos do sistema);

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

- EN16362 – *“Railway applications - Ground based services - Water restocking equipment”* – (Aplicações ferroviárias - Serviços terrestres - Equipamento para reabastecimento de água);
- EN 16584 - *“Railway applications. Design for PRM use. General requirements. Contrast”* – (Aplicações ferroviárias - Projeto para uso PMR – Pessoa com Mobilidade Reduzida – Requisitos gerais. Contraste);
- EN 16585 – *“Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock - Part 2: Elements for sitting, standing and moving”* – (Aplicações ferroviárias – Projeto para uso PRM-Pessoa com Mobilidade Reduzida - Equipamentos e componentes no material de rodagem a bordo - Parte 2: Elementos para sentar, permanecer e mover);
- EN 16586 – *“Railway applications. Design for PRM use. Accessibility of persons with reduced mobility to rolling stock. Boarding aids”* – (Aplicações ferroviárias - Projeto para uso de PRM - Acessibilidade das pessoas com mobilidade reduzida ao MATERIAL RODANTE - Parte 2: Equipamento auxiliar de embarque);
- EN ISO 3095 – *“Acoustics — Railway applications — Measurement of noise emitted by railbound vehicles”* – (Acústica - Aplicações ferroviárias - Medição do ruído emitido pelos veículos ferroviários);
- EN ISO 3381 - *“Railway applications - Acoustics - Measurement of noise inside railbound vehicles”* – (Aplicações ferroviárias - Acústica - Medição de ruído em veículos ferroviários);
- UIC 541-05 – *“Brakes – Manufacturing specifications for various brake parts – Wheel slide protection device (WSP)”* - (Freios – especificações de fabricação para várias peças de freio – dispositivo de proteção de lâmina de rodas - WSP);
- UIC 608 *“Conditions to be complied with for the pantographs of tractive units used in international services”* – (Condições a cumprir para os pantógrafos das unidades motoras usadas em serviços internacionais);
- UIC 651 *“Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers”* - (Layout das cabinas do condutor de locomotivas, ferroviários, trens múltiplos e reboques de condução);
- UIC 854 – *“Technical specification for the supply of alkaline and lead-acid starter batteries”* – (Especificações técnicas para o fornecimento de baterias de arranque alcalinas e de chumbo-ácida);
- IEC 61373 - Aplicações Ferroviárias. MATERIAL RODANTE. Teste de Choque e Vibração;
- IEC 60529 - Classificação dos graus de proteção;
- IEC 61133 – *“Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service”* – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Teste do MATERIAL RODANTE após a conclusão da construção e antes da entrada em serviço);

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

- EN 14363:2005 - *Railway applications — Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles — Testing of running behaviour and stationary tests* (Aplicações Ferroviárias – Testes para aceitação das características dinâmicas de veículos ferroviários – Testes de comportamento dinâmico e testes estacionários);
- UIC 518:2009 - *Testing And Approval Of Railway Vehicles From The Point Of View Of Their Dynamic Behaviour - Safety - Track Fatigue - Ride Quality* (Teste e Aprovação da qualidade de veículos ferroviários do ponto de vista do seu comportamento dinâmico – Segurança – Fadiga de Via – Qualidade de Viagem);
- UIC 513, R: *Guidelines for Evaluating Passenger Comfort in Relation to Vibration in Railway Vehicles* (Diretrizes para Avaliação do Conforto dos Passageiros Relacionado à Vibração em Veículos Ferroviários);
- IEC 61287 – “*Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods*” – (Aplicações ferroviárias - Conversores de potência instalados a bordo do MATERIAL RODANTE - Parte 1: Características e métodos de ensaio);
- IEC 60850 – “*Railway applications - Supply voltages of traction systems*” – (Aplicações ferroviárias - Tensões de alimentação dos sistemas de tração);
- IEC 60322 – “*Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction*” – (Aplicações ferroviárias - Equipamento elétrico para MATERIAL RODANTE - Regras para resistores de potência em construção aberta);
- IEC 61881- “*Railway applications - Rolling stock equipment - Capacitors for power electronics - Part 1: Paper/plastic film capacitors*” – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Capacitores para eletrônica de potência - Parte 1: Capacitores de papel / película de plástico);
- IEC 349-2 – “*Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic convertor-fed alternating current motors*” - (Tração elétrica - Máquinas elétricas rotativas para veículos ferroviários e rodoviários - Parte 2: Motores de corrente alternada alimentados por conversor eletrônico);
- IEC 60034 – “*Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*” – (Máquinas elétricas rotativas - Parte 1: Classificação e desempenho);

Equipamentos fabricados sob normas ferroviárias distintas das indicadas poderão ser aceitos desde que comprovada a similaridade com estas normas prescritas. Nesse caso, o fato deverá ser informado pela CONCESSIONÁRIA, junto com a documentação comprobatória, para aprovação prévia pelo PODER CONCEDENTE.

4 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A seguir estão apresentadas as características gerais do MATERIAL RODANTE para o SERVIÇO EXPRESSO. Caso a CONCESSIONÁRIA apresente uma solução diferente do recomendado, essa solução deverá ser encaminhada previamente ao PODER CONCEDENTE, devidamente acompanhada das justificativas e memoriais de cálculo pertinentes, de forma a comprovar-se uma expectativa de desempenho, qualidade e conforto semelhantes aos indicados neste item. O PODER CONCEDENTE se posicionará para emissão de parecer ou de não objeção.

Para os SERVIÇOS LINHA 7 e TIM, o MATERIAL RODANTE será o definido no Apenso 1 deste ANEXO.

4.1 Operacionalidade dos Trens do SERVIÇO EXPRESSO

As características gerais da operação do Trem são as seguintes:

- Percurso médio diário: 1.600 km;
- Tempo de utilização diário: tempo máximo de serviço do Trem de 20 horas/dia;
- Velocidade média: 100 km/h;
- Velocidade máxima operacional: igual ou superior a 120 km/h;

4.2 Configuração geral

Neste item estão sendo detalhadas as necessidades e características do Trem do SERVIÇO EXPRESSO.

4.2.1 Diagrama e arranjo interior das composições

O diagrama interno e arranjo são livres devendo ser considerado as seguintes normas e requisitos:

- EN 16584 - “Railway applications. Design for PRM use. General requirements. Contrast” – (Aplicações ferroviárias - Projeto para uso PMR – Pessoa com Mobilidade Reduzida – Requisitos gerais. Contraste);
- EN 16585 – “Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock - Part 2: Elements for sitting, standing and moving” – (Aplicações ferroviárias – Projeto para uso PRM-Pessoa com Mobilidade Reduzida - Equipamentos e componentes no material de rodagem a bordo - Parte 2: Elementos para sentar, permanecer e mover);
- EN 16586 – “Railway applications. Design for PRM use. Accessibility of persons with reduced mobility to rolling stock. Boarding aids” – (Aplicações ferroviárias - Projeto para uso de PRM - Acessibilidade das pessoas com mobilidade reduzida ao MATERIAL RODANTE - Parte 2: Equipamento auxiliar de embarque);

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

- Lotação de 800 a 1100 lugares (a depender do tipo do trem), considerando-se somente passageiros sentados;
- Comprimento máximo 300 metros;
- Salão de passageiros interligados com passagem livre (wide gangway ou trem tubo);
- Ter pelo menos dois espaços aptos ao transporte de passageiros com cadeira de rodas conforme EN 16585- 2 – “Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock - Part 2: Elements for sitting, standing and moving”;
- Contemplar meios mecânicos se necessário de embarque/desembarque de passageiros com cadeira de rodas a qualquer das plataformas das estações onde irá operar, quer à esquerda e quer à direita do trem;
- Contemplar uma área (multifunções) suficientemente ampla para permitir o transporte de carga volumosa, tal como carrinhos de bebê, bicicletas e malas de viagem. Deverão ser previstos suportes que permitam o estacionamento e fixação de pelo menos 4 bicicletas transportadas, de forma a ocuparem o menor espaço possível e não constituírem obstáculo à livre circulação de passageiros ao longo do veículo;

4.2.2 Bancos dos Passageiros

Os bancos deverão ser individuais, com apoios para os braços rebatíveis, podendo ser no esquema 3+2 e prescindido o apoio de braço do lado da janela. A zona do apoio de cabeça deverá ser protegida com material que permita uma limpeza diária e que deverá fazer parte integrante do banco, ou seja, só ser removida quando da limpeza das capas em oficina. Os bancos deverão ter uma forma e dimensões adequadas a viagens com duração superior a 1 hora e serem providos de “porta-revistas” e mesas rebatíveis. Na escolha do modelo do banco deverão considerar-se os seguintes aspectos:

- Deve-se assegurar que é fácil para um passageiro levantar-se e sentar-se num banco, independentemente da posição em que o banco está montado (janela ou corredor);
- Deve assegurar-se que acomoda bem pessoas de tamanhos diversos; que estas mudam de postura ao longo da viagem e que poderão sentar-se na diagonal;
- Largura mínima útil do assento: 500 mm;
- Deverá ser possível ao passageiro esticar as pernas sob o banco da frente;
- Em qualquer caso (assento e costas) não poderão existir pontos ou costuras que se evidenciem do conjunto da espuma;
- Todas as fixações deverão ser concebidas de maneira a evitar vibrações e ruídos parasitas, quer no estado novo, quer ao longo da vida útil do banco;

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

- As fixações deverão ser escamoteadas, garantindo, no entanto, fácil substituição dos componentes;
- Deverão ser dotados de mesas rebatíveis individuais.

Deverão ser concebidos de modo a permitir a fácil substituição do conjunto do banco, quer a substituição individual das capas dos assentos e das costas, sem necessidade de substituição das respectivas conchas e espumas. O revestimento a utilizar nos bancos deverá poder limpar-se com facilidade. As capas deverão ser facilmente substituíveis de modo a permitir a sua limpeza a seco ou lavagem sem que tal altere as características técnicas do revestimento.

4.2.3 Piso

O piso deverá ser do tipo flutuante de modo a assegurar um bom isolamento acústico e ter uma boa resistência à água e umidade das lavagens. O fornecedor deverá evidenciar as características técnicas do material que pretende aplicar, indicando as principais normas a que obedece nomeadamente quanto ao isolamento acústico, densidade e elasticidade resistência à propagação de fogo e emissão de gases tóxicos.

4.2.4 Revestimento do piso

Em todo o veículo, com eventual exceção dos sanitários (WC) deverá ser aplicado um revestimento contínuo tipo borracha ou equivalente, adequado a transportes ferroviários. Se houver necessidade de efetuar soldas, o cordão utilizado tem de ser compatível com o revestimento e garantir a total estanqueidade deste em relação às camadas contíguas. Sempre que possível, o revestimento deve subir na lateral, cumprindo desta forma a função de um rodapé. Deverá ser aplicado em toda a área dos vestíbulos um tapete que cumpra a função de limpar a terra e enxugar a água dos sapatos dos passageiros, prolongando desta forma a vida útil do revestimento dos salões e aspecto de limpeza em geral. Este tapete deverá ficar à mesma cota do restante pavimento do trem. Deverá ser prevista a sua substituição rotineira para limpeza, sem interferir com o restante pavimento do trem.

4.2.5 Tomadas

Nos salões de cada veículo, em local abrigado, deverá ser prevista uma tomada de 220 V, 60 Hz, 5 A, com terra e proteção à prova de crianças, para ligação de equipamento de limpeza e ferramentas. Estas tomadas estarão sob tensão quando os serviços auxiliares do TU estiverem alimentados a partir da catenária.

Por cada lugar sentado deverá existir uma tomada 127 V, 60 Hz, com limitação para corrente máxima de 1A e uma tomada com saída USB para carregamento de dispositivos móveis, com terra e proteção à prova de

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

crianças. Essas tomadas devem ser dimensionadas para alimentação de pequenos aparelhos eletrônicos (exemplo: computadores portáteis e celulares).

4.2.6 Porta-Bagagens e Bagageiros

Os salões deverão ser guarnecidos de porta-bagagens superiores em toda a extensão da zona ocupada com assentos fixos. Preferencialmente os porta-bagagens devem prescindir do uso de vidro, porém não devem comprometer a visualização do seu conteúdo, por exemplo, através do recurso a grelhas ou chapas perfuradas. Próximo à área multifunção deverá ser previsto bagageiros para acondicionar objetos volumosos e pesados.

4.2.7 Cabines de Condução

As cabines de condução devem ser de acordo com o especificado pelas seguintes normas em particular no que se refere às dimensões, ergonomia, condições de visibilidade e condições de isolamento térmico e acústico:

- EN 16116-1 – *“Railway applications. Design requirements for steps, handrails and associated access for staff. Passenger vehicles, luggage vans and locomotives”* - (Aplicações ferroviárias. Requisitos de projeto para escada, corrimãos e acesso associado à equipe. Veículos de passageiros, bagageiros e locomotivas);
- EN 16186-1 – *“Railway applications. Driver's cab. Anthropometric data and visibility”* – (Aplicações ferroviárias. Cabine de operador. Dados antropométricos e visibilidade);
- EN 16186-2 - *“Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators”* - (Aplicações ferroviárias - Cabina do operador - Parte 2: Integração de visores, controles e indicadores);
- EN 16186-3 – *“Railway applications - Driver's cab - Part 3: Design of displays (includes Amendment A1:2018)”* - (Aplicações ferroviárias - Cabina do operador - Parte 3: Design dos monitores, inclui a alteração A1: 2018);
- EN 14752 – *“Railway applications - Body side entrance systems for rolling stock”*- (Aplicações ferroviárias - Sistemas de porta de acesso para MATERIAL RODANTE);
- UIC 612 - *“Driver Machine Interfaces for EMU/DMU, Locomotives and Driving Coaches – Functional and System Requirements associated with harmonized Driver-Machine-Interfaces”* – (Interfaces de operação para EMU/DMU, locomotivas e trem de passageiros – Requisitos funcionais associados a harmonização da IHM de operação);

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

- UIC 651 *“Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers”* - (Layout das cabinas do condutor de locomotivas, ferroviários, trens múltiplos e reboques de condução).

O posto de condução deverá situar-se ao centro, posição sentada, devendo a cadeira ser giratória, regulável em altura e na distância à mesa de condução, ajustável em função do peso e porte do ocupante, com encosto regulável e apoios para os braços, conseguindo através dos ajustes garantirem ao maquinista uma boa visibilidade para a via. Dentro da cabina deverá prever-se pelo menos um banco suplementar rebatível que permita a visibilidade frontal.

4.2.8 Console de Operação

Em cada cabine de condução deverão ter instalados, entre outros, os seguintes dispositivos:

- Dispositivo de identificação do maquinista;
- Chave com função de ativação da mesa de condução;
- Manipulador de controle de nível de tração;
- Manipulador de controle de nível de freio de serviço e comando do freio de emergência;
- Seletor de marcha (sentido de movimento) com as seguintes posições:
 - ✓ Neutro;
 - ✓ Marcha a frente;
 - ✓ Marcha atrás.
- Comando do freio de estacionamento com sinalização luminosa;
- Comando para a frenagem de emergência (válvula ou botão de soco);
- Indicação da pressão nos cilindros de freio de todos os carros;
- Indicação da pressão da tubulação principal e na tubulação geral (quando cabível);
- Indicação da pressão do reservatório de comando, se existir;
- Comando no painel e pedal do dispositivo de vigilância do maquinista (homem- morto);
- Comando do pantógrafo;
- Comando do disjuntor principal (quando cabível);
- Um painel indicativo, que incorpore nomeadamente pelo menos as seguintes sinalizações:
 - ✓ Homem-Morto;
 - ✓ Disjuntor principal aberto (dos carros motrizes);
 - ✓ Antipatinagem/antideslizamento;
 - ✓ Avaria do sistema de freio;

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

- ✓ Avaria do sistema de tração;
 - ✓ Avaria do sistema de Alimentação Auxiliar;
 - ✓ Avaria do sistema de Ar-condicionado do Salão de Passageiros;
 - ✓ Avaria do sistema de Sinalização ERTCMS/ETCS;
 - ✓ Avaria do sistema de Suprimento de Ar comprimido;
 - ✓ Atuação do sinal de alarme dos passageiros;
 - ✓ Indicação de Portas fechadas;
 - ✓ Indicação de Portas abertas;
 - ✓ Atuação do sistema de detecção de incêndios;
 - ✓ Iluminação dos salões de passageiros;
 - ✓ Aplicação do freio de Emergência;
 - ✓ Faróis acesos.
- Comando de abertura de portas;
 - Comando de fechamento de portas;
 - Comando de derivação de portas (lacrado e monitorado com sinalização específica);
 - Indicação da tensão da catenária;
 - Odômetro;
 - Comando da iluminação dos salões de passageiros com 2 níveis de iluminação (50 e 100%);
 - Comando para ligar e desligar todo o trem;
 - Indicação da tensão das baterias;
 - Uma tomada com proteção e limitação de corrente com a tensão da bateria;
 - Uma tomada de 127 V, 60 Hz, 16 A, com saída USB para carregamento de dispositivos móveis;
 - Comando para a luz dos faróis principais – máximo - mínimo e dos farolins;
 - Uma unidade de comando do sistema de sonorização e interfonia;
 - Comando das buzinas;
 - Comando dos areeiros (quando cabível);
 - Comando do limpador e lava vidros com regulador de 2 velocidades e intermitente;
 - Comando dos espelhos retrovisores ou câmeras de vídeo exteriores;
 - IHM do sistema de sinalização (ERTMS/ETCS);
 - IHM de monitoração das imagens do interior dos carros, imagem à frente e imagem à ré do trem;
 - IHM de monitoração e detalhamento do estado funcional de todos os sistemas do trem de todos os carros;
 - Uma unidade de comando do sistema de rádio terra-trem;

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

- Comando da climatização da cabina e dos salões de passageiros;

Os monitores IHM (Interface Homem-Máquina) deverão ser multifuncionais por telas coloridas OLED de alta definição com tecnologia *touch screen* ou botões de seleção de menus e de no mínimo 14pol. Qualquer um deles pode apresentar o conteúdo do outro, mediante seleção pelo Maquinista a qualquer tempo e ao seu critério. Isso é particularmente útil para o caso de ocorrência de avarias em um deles.

4.2.9 Início e Conclusão do Serviço

O condutor para iniciar o serviço, com a composição desligada, no caso de ter que acessar a cabina pelas portas das extremidades, desencadeará um automatismo para iluminar o caminho que lhe permita ocupar a mesa de condução.

No final do serviço, o maquinista ao desocupar a cabina desencadeia o desligar automático da composição ao fim de 15 minutos, permanecendo durante este tempo a iluminação do caminho de acesso acesa. Esta temporização deverá ser programável e é interrompida em caso de reativação da cabina. Também deve ser prevista a possibilidade de se comandar o desligamento manual da composição sem temporizações de atraso.

4.2.10 Janelas e Vidros da Cabine

Os vidros frontais deverão ser de acordo à norma EN 15152 – “*Railway applications - Front windscreens for train cabs*” – (Aplicações ferroviárias - Para-brisas dianteiro para cabines de trem) e serão equipados com limpador de para-brisas e dispositivos de lavagem e desembaçamento.

Nos dois lados da cabina, deverá existir uma janela móvel, que poderá ser integrada na porta lateral de acesso à cabina de condução. Esta janela uma vez aberta deverá permitir a passagem da cabeça do maquinista.

O vidro frontal, bem como as janelas laterais em policarbonato ou vidro laminado de segurança, deverá ser equipado com protetores opacos que permitam sombrear a totalidade das superfícies transparentes quando a cabina não estiver ocupada. Os protetores deverão ainda ser reguláveis e estáveis em qualquer posição.

4.3 Portas de Acesso dos Passageiros

O número de portas por lateral de cada carro deverá ser simétrica e suficiente para permitir a saída de todos os passageiros do trem na estação, no tempo de no máximo 2 minutos considerando saída pelos dois lados do trem, sendo no mínimo duas portas por lateral por carro.

O acesso do maquinista ao trem poderá ser feito por porta dedicada adjacente à cabine de condução, seja de entrada direta na cabine, seja de acesso ao corredor imediatamente atrás da cabine. Este acesso deverá obedecer à EN 16116-1.

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

Adjacentes a estas portas deverão ser instalados meios mecânicos de embarque de passageiros com cadeira de rodas conforme EN 16586-2, caso necessário. Estas portas deverão permitir acesso fácil de bicicletas ou carrinhos de bebê a partir de qualquer plataforma. Deverão ainda ser dotadas de botoeiras específicas para comando e sinalização de assistência aos passageiros com cadeira de rodas.

Em caso de emergência os passageiros deverão poder sair em segurança do trem por qualquer porta de acesso lateral para qualquer das plataformas, bem como para a via. Para tal deverá existir pelo menos dois mecanismos escamoteáveis de acesso. O mecanismo de acesso e de transbordo deverá ter corrimãos que auxiliem os passageiros no seu deslocamento, servindo igualmente de proteções laterais de forma a prevenir quedas para a via no caso de transbordo lateral. Estes mecanismos deverão ficar guardados no interior do trem, com correspondentes em cada estação. As janelas não deverão ser consideradas como saída de emergência.

O projeto do sistema de portas deverá prever a detecção de objetos conforme norma NF-F 14752, evitando a liberação da tração.

4.3.1 Comandos das Portas

O comando de abertura das portas deverá ser por botoeiras localizadas no console e nas laterais da cabina, próximas das janelas laterais. As botoeiras do console deverão estar dispostas no seu lado direito e esquerdo, atuando o lado correspondente das portas.

A verificação das portas deverá ser realizada por instrumentação do console que deverá apresentar o estado funcional e o estado de “aberta” ou “fechada”, de forma individual para todas as portas do trem.

Nas laterais de cada carro deverá haver uma sinalização luminosa com tecnologia de “led’s” 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.

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 e travadas.

Todos os comandos de abertura de portas deverão ser bloqueados enquanto o trem estiver em movimento, inclusive o dispositivo de abertura de emergência das portas.

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

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

correspondentes e o seu impedimento de abertura. O acionamento destas chaves deve ser sinalizado na cabine de comando.

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* ou derivação de portas). Esta chave somente poderá ser habilitada na cabina líder.

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 (temporização configurável) bem como aviso pelo sistema de sonorização. Além disso, deverá haver, 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 com *led* e ter uma largura ampla para ser bem notada a distância.

Quando ocorrer o acionamento de comando de abertura de emergência de portas a lâmpada de cada porta deverá ficar acesa, bem como a lâmpada da lateral do carro. O acionamento do dispositivo de abertura de portas de emergência deverá ser sinalizado na cabine de comando e a efetiva abertura da porta somente ocorrerá com o trem parado. O processo de inibição da abertura de portas de emergência com o trem em movimento deverá ser de forma a inexistir modos de falha que impeçam a abertura e saída de emergência de todas as portas de qualquer lado do trem e estando o trem parado.

4.4 Passagem entre Carros (Gangway)

A passagem entre carros *gangway* deverá ser conforme estabelecido nas normas UIC 561 e EN 16286-1-*“Railway applications - Gangway systems between vehicles - Part 1: Main applications”* – (Aplicações ferroviárias - Sistemas de passarelas entre veículos - Parte 1: Principais aplicações) e preferencialmente possuir larga estrutura de passagem (*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.

Os foles de intercomunicação entre veículos deverão:

- Permitir a movimentação e estacionamento seguro dos passageiros;
- Ser de fácil substituição como unidade completa;
- Oferecer elevada resistência ao fogo e baixa emissão de gases tóxicos em caso de incêndio;
- Proporcionar bom isolamento acústico e térmico;
- Ser estanques em qualquer condição atmosférica;
- Necessitar de pouca manutenção, e ter confiabilidade e durabilidade elevadas.

4.5 Janelas dos Salões

As janelas do salão de passageiros e suas fixações deverão ser desenvolvidas de forma a evitar vibração, ruído e efetuar uma perfeita vedação contra a entrada de água. Deverá ser preferencialmente de policarbonato com uma espessura adequada para ter alta resistência ao impacto e à abrasão. Em caso de uso de outro tipo de material, elas devem ter adequada proteção evitar o desprendimento de estilhaços em caso de quebra.

O projeto deverá prever que as janelas utilizadas no trem sejam projetadas com uma janela fixa e com um basculante na parte superior. O basculante poderá abrir para o lado interno do salão de passageiros, porém permanecerá fechado e trancado durante a operação normal dos trens.

Deve ser previsto a permissão de abertura destes basculantes através de um comando partindo da cabine do Maquinista. A abertura do basculante poderá feita manualmente pelos passageiros em caso de falha do sistema de climatização do carro, após habilitação da abertura pelo maquinista.

4.6 Sistema eletrônico de controle, comando e comunicação data-bus

O sistema deverá ser formado por uma rede dupla, redundante, em vias fisicamente separadas, percorrendo os equipamentos dos carros e toda a extensão do trem.

A rede interliga todos os sistemas microprocessados para permitir comunicação de dados e comandos (transmissão e recepção) e bem como transmitir sinais de falhas e eventos detectados para o registrador de eventos, de forma permanente.

Deverão ser previstos os seguintes itens principais no trem:

- Módulo de cabina;
- Módulos do carro;
- Meio físico de transmissão de dados (Bus);
- 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.

4.7 Sanitários (WC)

Deve-se prever a existência de WC na quantidade prevista em norma, destinando também WC para uso adaptado aos passageiros com cadeira de rodas. Como os cadeirantes irão num vagão com compartimento especial para sua perfeita e segura acomodação, o único WC acessível no trem estará neste local. Ambos os WCs deverão funcionar em ciclo estanque, e obedecer ao estipulado na norma EN 16585-1, ser de fácil e intuitiva utilização.

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

A capacidade dos reservatórios de águas deverá assegurar uma autonomia entre descargas de pelo menos três dias.

Deverão ser previstas tomadas de água limpa para a lavagem e para abastecimento do WC, e de descarga do reservatório de águas utilizadas, em ambos os lados da composição. As tomadas de abastecimento de água serão conformes com a EN16362 – *“Railway applications - Ground based services - Water restocking equipment”* – (Aplicações ferroviárias - Serviços terrestres - Equipamento para reabastecimento de água) e as tomadas de descarga e lavagem do reservatório de águas utilizadas.

Sempre que possível os equipamentos do WC deverão prescindir de sensores ou pictogramas indicativos da sua localização e funcionamento. O ambiente interior deverá transmitir a impressão de um aspecto arejado, limpo, higiénico, espaçoso e livre de obstáculos visuais, com boa iluminação (evitando zonas de sombra, ou sombras provocadas pelo utilizador que impeçam a boa utilização). O abastecimento dos consumíveis (papel higiénico, sabonete e desinfetante) e limpeza diários deverá ser de fácil e rápida execução com bom acesso para manutenção. A pia do lavatório e o sanitário deverão ter formato que facilite o escoamento da água. O lavatório deverá ser constituído por uma peça única em metal ou pedra artificial, evitando as juntas entre componentes. Deverá existir um cabide e uma superfície plana para pousar os pertences que se transportam nos bolsos das calças. O caixote do lixo deverá ser estanque, podendo ser forrado com um saco de plástico que seja fácil de retirar para limpeza. Terá de ter um deflector de forma a evitar que o lixo atirado para dentro do caixote resvale para o chão ou para trás dos painéis interiores do WC.

O piso deverá ser de borracha contínua, minimizando as juntas e subindo pela lateral de maneira constituir um rodapé. O piso deverá ter um ralo no centro e inclinação adequada ao escoamento de água de limpeza ou que eventualmente caia durante uso normal. Os WCs deverão ter uma mesa de muda de fraldas. A porta do WCs deverá ser leve e de acionamento manual. O seu formato deverá ser simples, devendo ser evitadas portas com cinemáticas complexas.

Nos corredores do trem na altura da localização dos sanitários deverá ser previsto um display com sua localização e situação de uso:

- Livre;
- Ocupado e
- Fora de Serviço.

A indicação "FORA DE SERVIÇO" deverá ser mostrada localmente e na cabine de condução sempre que se verifique uma das seguintes situações:

- Falta de água limpa;
- Reservatório de água usada cheio;
- Ausência de “vácuo”.

4.8 Iluminação interior

A iluminação dos Trens deverá feita com luminárias de LEDs com temperatura de cor adequada para proporcionar um ambiente agradável com boa visualização das cores reais dos objetos e que permita leitura durante as viagens.

Todos os carros também deverão ter lâmpadas de emergência com uma iluminação suficiente para permitir deslocamentos seguros pelo salão de passageiros e pelos acessos e portas de saída. As lâmpadas deverão ser do mesmo tipo utilizado na iluminação principal e deverão ser alimentadas diretamente pelo sistema de baterias do trem.

4.9 Níveis de ruído interior e exterior

Deverão ser adotadas soluções construtivas e equipamentos que reduzam significativamente a produção de ruído na fonte e consequentemente a sua emissão para o interior e exterior da composição, em todas as situações de funcionamento: parado, aceleração, frenagem e rolamento à velocidade constante.

Como forma de limitar a emissão de ruído na fonte, deverá dar-se especial atenção ao isolamento acústico dos equipamentos que produzam níveis de ruído elevado, tais como ventiladores, equipamento de refrigeração, compressores, motores de tração, transformadores e conversores de potência, equipamento de ar condicionado e rodas (ruído de rolamento).

4.9.1 Ruído interior

O ruído no interior das cabines de condução é considerado um parâmetro fundamental de operabilidade, enquanto o ruído nos espaços destinados ao transporte de passageiros é considerado um aspecto de conforto.

4.9.2 Cabines de condução

As grandezas a medir, as condições de ensaio, a metodologia de avaliação e os respectivos valores limite para o ruído interior a cumprir nas cabines de condução são apresentadas no quadro seguinte:

Valores limite	$L_{pAeq,T}$ [dB (A)]
Com o TU parado, acionamento da buzina à máxima pressão sonora.	95
À velocidade máxima	78

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

4.9.3 Salões e outros espaços destinados ao transporte de passageiros

A caracterização do ruído interior nos espaços destinados aos passageiros deverá ser feita de acordo com a norma EN ISO 3381 - “*Railway applications - Acoustics - Measurement of noise inside railbound vehicles*” – (Aplicações ferroviárias - Acústica - Medição de ruído em veículos ferroviários) em todos os carros da composição e nas posições indicadas na referida norma, para os todos os modos de funcionamento.

As grandezas a medir, as condições de ensaio e a metodologia e procedimento de avaliação são as que se encontram definidas na norma EN ISO 3381, nas condições de funcionamento, nomeadamente à velocidade constante de 80 km/h e à velocidade operacional máxima (≥ 120 km/h), aceleração do 0 aos 30 km/h (arranque), desaceleração dos 30 aos 0 km/h (frenagem) e parada.

Os valores limites a respeitar pela composição são os indicados no quadro seguinte:

Valores limite para o ruído no interior salões de passageiros	$L_{pAeq,T}$ [dB(A)]	Tempo (s)
Com a composição parada	60	$T \geq 20$
À velocidade operacional máxima (≥ 120 km/h)	68	$T \geq 20$

4.9.4 Ruído exterior

Deverá proceder-se à caracterização completa da composição em termos da emissão do ruído para o exterior de acordo com a norma EN ISO 3095 – “*Acoustics — Railway applications — Measurement of noise emitted by railbound vehicles*” – (Acústica - Aplicações ferroviárias - Medição do ruído emitido pelos veículos ferroviários), notadamente na situação de frenagem (dos 30 aos 0 km/h) e as medições adicionais nas situações de aceleração e parado para as posições dos microfones a 7,5 m do eixo da via e a 3,5 m acima do plano de rolamento e na situação de velocidade constante para as posições do microfone a 7,5 m e a 25 m do eixo da via e a 3,5 m acima do plano de rolamento.

As grandezas a medir, as condições de ensaio e a metodologia e procedimento de avaliação e os limites de emissão de ruído para o exterior a respeitar pela composição são os que se encontram definidos no quadro seguinte:

Valores limite para o ruído no exterior	Grandeza a medir	Valor limite [em dB(A)]	Tempo de medição T (s)	Distância do microfone ao eixo da via (m)	Altura do microfone do boleto do trilho (m)
Parado	$L_{pAeq,T}$ (unidade)	65	60	7,5	1,2

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

Aceleração de 0 a 30 km/h (arranque)	L_{pAFmax}	80	Tempo para atingir 30 km/h	7,5	1,2
Velocidade constante ($V = 80$ km/h e $V=120$ km/h normalizada para 80 km/h)	L_{pAeq}, T_p	80	T_p – tempo de passagem	7,5	1,2

4.9.5 Avaliação da conformidade

A realização dos ensaios para caracterização da composição em termos de emissão de ruído para o exterior, para o interior e no interior da cabina de condução deverá ser feita de acordo com o especificado na EN ISO 3095, na EN ISO 3381 e na EN 15892 – “*Railway applications - Noise Emission - Measurement of noise inside driver's cabs*” – (Aplicações ferroviárias - Emissão de ruído - Medição de ruído dentro da cabina de operação), respectivamente, por entidade especializada e acreditada.

4.10 Rádio Terra-Trem

Deverá ser montado em cada cabina de condução do TU o equipamento de comunicações rádio Terra- Trem, os sistemas de comunicação rádio devem ser integrados de forma a permitir a gestão funcionamento dos diversos sistemas instalados a partir de um único console. Deverão fazer parte desta console o alto-falante, o combinado microtelefone e a IHM (Interface Homem Máquina).

4.11 Informação visual

4.11.1 Painel de Destino e Indicação para o Exterior do Trem

Em cada extremidade do Trem, na parte de cima do vidro frontal da cabina de condução, ou integrado neste, deverá existir um indicador de destino alfanumérico com capacidade mínima de 2 linhas de informação escrita e/ou gráfica.

A primeira linha afixará o destino e deverá permitir a escrita de 16 caracteres alfanuméricos; o 2º campo destina-se afixar informação complementar como o tipo de serviço (expresso, regional, etc.) ou pequenas mensagens e deverá permitir a escrita de 20 caracteres alfanuméricos. Caso as mensagens contenham mais do que 20 caracteres, estas devem ser mostradas em *scroll*.

Os caracteres referentes ao 1º campo serão de dimensão maior do que os do 2º, podendo eventualmente ter tipos de letra e/ou cores diferentes.

Em cada lateral veículo da composição, preferencialmente junto às portas de acesso, deverá existir um indicador de destino alfanumérico (pelo menos um por cada lado do veículo) com capacidade mínima de três linhas de informação escrita e/ou gráfica.

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

4.11.2 Sistema Multimídia de informação operacional e entretenimento

No interior da composição deverá ser instalada uma rede de monitores coloridos de alta resolução de tecnologia LED ou LCD (HD). Cada monitor deverá combinar em zonas distintas as funções de informação operacional e entretenimento/publicidade a bordo. A rede de ligação entre os monitores deverá ser digital e assegurar que a mesma informação é mostrada em simultâneo em toda a composição. Os monitores devem ser instalados em local e número suficiente que permita a visualização do seu conteúdo, em pelo menos um monitor, a partir de qualquer zona da composição.

A informação operacional deve ser apresentada automaticamente e incluir, nomeadamente, dados da rota com a representação do diagrama da linha, destino, posição atual da composição, eventuais atrasos, próxima parada, integrações a outros transportes, hora e data, temperatura exterior e lado de abertura das portas. Também devem ser divulgadas mensagens pré-estabelecidas (de serviço ou comerciais) que podem ser mostradas de modo automático ou ativadas por intervenção do maquinista.

Os conteúdos de entretenimento a bordo e publicidade poderão ser mostrados em simultâneo com a informação operacional. Os conteúdos poderão ser apresentados em “loop” e ser formados por notícias diárias, sequências de vídeo, informação da previsão do tempo, agenda de eventos e publicidade.

Os monitores deverão possuir o ajuste automático do brilho em função do nível luminoso do meio ambiente e ter características antivandalismo.

O sistema de multimídia aos passageiros deverá ser fabricado sob as seguintes normas ferroviárias:

- EN 50121-3-2 - Aplicações Ferroviárias. Compatibilidade Eletromagnética. Parte 3-2. MATERIAL RODANTE. Equipamentos;
- EN 50155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrónicos utilização sobre MATERIAL RODANTE;
- IEC 61373 - Aplicações Ferroviárias. MATERIAL RODANTE. Teste de Choque e Vibração;
- IEC 60529 - Classificação dos graus de proteção;
- EN 50128. Aplicações Ferroviárias. Comunicações, sinalização e sistemas de processamento.

4.11.3 Informação sonora

A informação por áudio aos passageiros será controlada a partir da cabina ocupada e transmitida através da instalação sonora dos veículos, podendo inibir-se a sua difusão no interior da cabina de condução. A comunicação consistirá na difusão de:

- Mensagens áudio pré-gravadas e coordenadas com o sistema de informação visual (destino, próxima paragem, mensagens de carácter comercial ou de serviço pré-definidas);

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

- Mensagens automáticas de aviso aos passageiros resultantes da ação de impedir o fechamento de uma porta;
- Mensagens pré-definidas e que são difundidas por intervenção do maquinista.

As mensagens pré-gravadas fornecidas pelo maquinista deverão ser digitalizadas, sendo a velocidade de leitura, o timbre, a tonalidade, o volume e a dicção tais que permitam a sua perfeita compreensão.

4.11.4 Interfonia

A composição deverá dispor de um sistema de interfonia que permita:

- A comunicação entre a cabina de condução ocupada e os intercomunicadores montados nos salões junto aos sinais de alarme;
- A comunicação entre cabinas de condução.

Junto de cada sinal de alarme deve existir um intercomunicador (microfone - alto-falante) para comunicação entre os passageiros e o maquinista em caso de atuação do sinal de alarme. Estes intercomunicadores devem também permitir a comunicação entre o maquinista e o agente ferroviário.

4.11.5 Serviços de internet e entretenimento pessoal

Deverá ser instalada uma rede WI-FI que permita uma comunicação local entre a composição e os dispositivos eletrônicos pessoais dos passageiros. Esta ligação deverá permitir que um passageiro a partir do seu celular, *tablet* ou PC possa ter uma ligação à internet de banda larga e acessar à conteúdo interno como informação operacional (dados da viagem e ligações a outros trens ou outros meios de transporte) e conteúdo multimídia (notícias, informação meteorológica, vídeos e publicidade).

Todos os equipamentos e redes devem cumprir as normas específicas ferroviárias aplicáveis, notadamente a norma EN 50155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre MATERIAL RODANTE.

4.11.6 Pictogramas e inscrições

Os pictogramas e inscrições a aplicar respeitarão o conteúdo da norma EN 15877-2 – *“Railway applications. Markings of railway vehicles. External markings on coaches, motive power units, locomotives and on track machines”* – (Aplicações Ferroviárias. Marcações de veículos ferroviários. Marcações externas em carros, unidades motrizes, locomotivas e máquinas de via).

- a) No interior dos veículos

Nos salões serão afixados em locais a definir os seguintes pictogramas/inscrições:

- Número do veículo;

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

- Lotação sentada;
- Numeração individual dos lugares;
- Aviso de sinal de alarme;
- Aviso de abertura de emergência das portas de acesso;
- Diagrama das linhas;
- Identificação dos lugares para passageiros de mobilidade reduzida;
- Proibido fumar;
- Indicação da área multifunções (cadeira de rodas, carrinhos de bebê, bagagem, bicicletas, etc.);
- Sistema vídeo-vigilância;
- Saídas de emergência;
- Localização dos WC;
- Outras inscrições eventualmente necessárias.

b) No exterior dos veículos

No exterior serão afixados em locais a definir os seguintes pictogramas/inscrições:

- Indicação da área multifunções (cadeira de rodas, carrinhos de bebê, bagagem, bicicletas, etc.);
- Identificação das portas inclusive as destinadas ao acesso de passageiros de mobilidade reduzida;
- Número do carro;
- Outras inscrições técnicas ou operacionais eventualmente necessárias.

4.12 Truque

Os truques deverão ser de tipo e concepção otimizados para operarem em linha de bitola 1.600 mm, caracterizada pela elevada frequência de curvas de pequeno raio, tendo em conta os requisitos da norma EN 15827 – “*Railway applications. Requirements for bogies and running gears*” – (Aplicações ferroviárias. Requisitos para os truques e eixos).

4.12.1 Rodas e eixos

As rodas serão do tipo monobloco e deverão obedecer às normas EN 13262 - “*Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Product requirements*” – (Aplicações ferroviárias. Rodas e truques. Rodas. Requisitos do produto) e EN 13979 – “*Railway applications - Wheelsets and bogies - Monobloc wheels - Technical approval procedure - Part 1: Forged and rolled wheels*” – (Aplicações ferroviárias - Rodeiros e Truques- Rodas monobloco - Procedimento de aprovação técnica - Parte 1: Rodas forjadas e laminadas). A qualidade do aço da roda tem de ser compatível com as condições de trabalho a que vai estar submetida, deverá optar-se, se for possível, entre os perfis constantes na EN 13715 – “*Railway applications -*

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

Wheelsets and bogies – Wheels” – (Aplicações ferroviárias - Rodeiros e truques - Rodas). As rodas poderão ser equipadas com dispositivos atenuadores de ruído.

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 eixos deverão ser em aço obedecendo às prescrições da norma EN 13261 – “*Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements*” – (Aplicações ferroviárias. Rodas e truques. Eixos. Requisitos do produto). Os eixos deverão permitir pelo menos quatro trocas de rodas.

4.12.2 Suspensão primária

A suspensão primária poderá ser constituída por molas helicoidais ou por elementos de borracha (“*silent-blocks*”). As molas helicoidais deverão ser especificadas de acordo com a norma EN 13298 – “*Railway applications - Suspension components - Helical suspension springs, steel*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Molas helicoidais em aço). No caso dos elementos de borracha deverá cumprir os requisitos da EN 13913 – “*Railway applications - Rubber suspension components - Elastomer-based mechanical parts*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes de suspensão em borracha - Peças mecânicas à base de elastômero).

4.12.3 Suspensão secundária

A suspensão secundária deverá ser do tipo pneumático com compensação automática de altura e de nivelamento. Deverão existir batentes a fim de permitir uma marcha de recurso sem ar e preferencialmente sem restrição de velocidade. Esta suspensão será dotada de barras estabilizadoras e por amortecedores hidráulicos verticais, transversais e se necessário anti- balancete.

Os elementos da suspensão deverão estar de acordo com as normas EN 13597 – “*Railway applications - Rubber suspension components - Rubber diaphragms for pneumatic suspension springs*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes para suspensão de borracha - Diafragmas de borracha para molas pneumáticas), EN 14817 – “*Railway applications - Suspension components - Air spring control elements*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Elementos de controle da mola pneumática) e EN 15049 – “*Railway applications - Suspension components - Torsion bar, steel*” – (Aplicações ferroviárias - Componentes da suspensão - Barra de torção, aço), em tudo aquilo que for aplicável.

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

4.13 Caixas dos Carros

A estrutura das caixas dos vagões deverá ser do tipo autoportante, os materiais utilizados deverão atender as normas brasileiras e internacionais em vigor. A superfície exterior da caixa deverá permitir a lavagem em máquina automática de lavagem, por meio de escovas rotativas, sem se tornar necessária a desmontagem de qualquer elemento. Não deve apresentar quaisquer partes salientes que possam danificar as escovas. Existirão saias laterais para atenuação do ruído, proteção dos equipamentos e valorização estética do veículo. Deverão ser de fácil substituição e reparação e não prejudicarão a acessibilidade aos equipamentos. A fim de facilitar a lavagem e a remoção de grafites as laterais deverão ser de preferência lisas.

A estrutura das caixas deverá ser dimensionada de forma a suportar durante toda a sua vida útil, sem deformação plástica e sem ocorrência de fratura, os casos de carga indicadas na norma EN 12663 – “*Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies*” – (Aplicações ferroviárias. Requisitos estruturais das carroçarias dos veículos ferroviários) para os veículos do tipo P-II.

Nos elementos acessórios que não façam parte da estrutura resistente da caixa, poderá empregar-se outro tipo de material com o objetivo de reduzir o peso.

Deverá ser também garantido que não se produza fissuração por fadiga, e que exista a segurança contra flambagem elástica prevista na EN 12663.

As caixas completamente equipadas deverão apresentar frequências próprias de vibração suficientemente distintas das frequências da suspensão de forma a evitar qualquer fenômeno de ressonância nas condições de serviço do Trem.

As deformações elásticas que possam ocorrer naturalmente na estrutura não deverão afetar o funcionamento dos equipamentos instalados nos veículos, como por exemplo, as portas de acesso.

Em caso de colisão os carros e o trem no seu conjunto, deverão ter um comportamento ao choque dentro das exigências previstas na norma EN 15227 – “*Railway applications - Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies*” – (Aplicações ferroviárias - Requisitos de resistência à colisão para carroçarias de veículos ferroviários), categoria C – I.

Todos os veículos poderão ser levantados em Oficina, em tara, por meio de macacos de elevação ou de pontes rolantes, sendo claramente indicadas as zonas de apoio ou de suspensão.

Em caso de descarrilamento qualquer vagão poderá ser levantado, por um extremo com o objetivo de se proceder ao seu reposicionamento nos trilhos, com o truque mais próximo pendurado na caixa e apoiada no truque oposto. Esta elevação poderá efetuar-se por grua ou por macacos, sem necessidade de se desmontar qualquer equipamento.

Em todas as possíveis situações de levantamento dever-se-á garantir que em nenhum ponto da estrutura se verifique a ocorrência de deformação plástica ou tensões superiores às admissíveis conforme o item 5.4.2 da norma EN 12663.

4.14 Motorização / Captação e transformação da energia elétrica

Máquinas que contenham elementos giratórios e que seu funcionamento produza vibrações como conversores, compressor etc., eles deverão ser montados em módulos fixados elasticamente de modo a realizar o isolamento vibratório. A desmontagem dos módulos montados sob o estrado deverá poder ser realizada pela parte de baixo sem necessidade de levantar a composição.

Os equipamentos de potência e serviços auxiliares deverão ser concebidos, de modo a que, em caso de avaria parcial, a composição possa continuar ao serviço, ainda que com limitações.

O sistema básico de condução deverá ser o de esforço de tração imposto em que o maquinista pode regular de modo contínuo, o esforço de tração a desenvolver a partir da cabina de condução ocupada.

4.14.1 Inversor estático de tração

O trem deverá dispor de Inversores necessários para conseguir, entre outros aspectos, regular a tensão, a frequência de alimentação dos motores de tração e, regular a tensão do circuito intermédio, na alimentação via catenária 3,0 kVcc.

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

O inversor de tração deverá ser submetido e atender aos ensaios descritos nas normas IEC 61287, inclusive os opcionais, e NBR 8365.

Os inversores deverão estar desenvolvidos em torno da tecnologia para semicondutores de potência IGBT.

O inversor do equipamento de tração e frenagem elétrica dos carros deverá ser do tipo VVVF "*Variable Voltage Variable Frequency*".

O sistema deverá ser seguro para os agentes de manutenção, isto é, não deve apresentar riscos de acidentes humanos.

Em tudo o que for aplicável, dever-se-á cumprir o especificado nas últimas edições das normas:

- NBR 8365 - Equipamento eletrônico utilizado em MATERIAL RODANTE ferroviário;
- IEC 61287 – "*Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods*" – (Aplicações ferroviárias - Conversores de potência instalados a bordo do MATERIAL RODANTE - Parte 1: Características e métodos de ensaio);
- IEC 60850 – "*Railway applications - Supply voltages of traction systems*" – (Aplicações ferroviárias - Tensões de alimentação dos sistemas de tração);

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

- IEC 60322 – “*Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction*” – (Aplicações ferroviárias - Equipamento elétrico para MATERIAL RODANTE - Regras para resistores de potência em construção aberta);
- EN 50124 – “*Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*” – (Aplicações ferroviárias - Coordenação de isolamento - Parte 1: Requisitos básicos - Folgas e distâncias de fluência para todos os equipamentos elétricos e eletrônico);
- IEC 61881- “*Railway applications - Rolling stock equipment - Capacitors for power electronics - Part 1: Paper/plastic film capacitors*” – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Capacitores para eletrônica de potência - Parte 1: Capacitores de papel / película de plástico);
- EN 50153 – “*Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards*” – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Disposições de proteção relacionadas a riscos elétricos).

4.14.2 Motores de tração

Os motores de tração deverão ser do tipo assíncrono trifásico e cuja manutenção não requeira sua desmontagem a uma periodicidade inferior a 1.500.000 km.

O motor de tração deverá atender aos requisitos das normas:

- EN 60349 – “*Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors*” – (Tração elétrica - Máquinas elétricas rotativas para veículos ferroviários e rodoviários - Parte 2: Motores de corrente alternada alimentados por conversor eletrônico);
- EN 61377 – “*Railway applications. Rolling stock. Combined test method for traction systems*” – (Aplicações ferroviárias. Frota de trens. Método de teste combinado para sistemas de tração) e;
- IEC 60034 – “*Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*” – (Máquinas elétricas rotativas - Parte 1: Classificação e desempenho).

O sistema de ventilação assim como o próprio motor de tração deverá ser concebido para impedir a entrada de água e outros elementos externos poluentes, tanto com o Trem em marcha como parado.

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina de acordo com a norma:

- IEC 349-2 – “*Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors*”- (Tração elétrica - Máquinas elétricas rotativas para veículos ferroviários e rodoviários - Parte 2: Motores de corrente alternada alimentados por conversor eletrônico).

4.14.3 Pantógrafos

A captação de energia elétrica da linha aérea de contato a 3,0 kVcc será efetuada pelos pantógrafos, preferencialmente com paleta com escovas de suspensão independente e, equipado com dispositivos de descida automática em caso de ultrapassagem da altura máxima do fio de contato ou de impacto violento com as escovas.

Os pantógrafos deverão ser concebidos de forma a atender ao especificado nas normas:

- UIC 608 “Conditions to be complied with for the pantographs of tractive units used in international services” – (Condições a cumprir para os pantógrafos das unidades motoras usadas em serviços internacionais) e;
- EN 50206 – “Railway applications. Rolling stock. Pantographs. Characteristics and tests. Pantographs for main line vehicles” – (Aplicações Ferroviárias. Frota de trens. Pantógrafos. Características e testes. Pantógrafos para veículos da linha principal).

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.

Os pantógrafos deverão ter escovas de carvão eletrográfico e deverá manter uma força de contato constante com o fio *trolley*, entre 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 4.900mm e 6.500mm, 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.

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 à 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 atender aos testes mencionados na norma EN 50206-2 inclusive os suplementares.

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

Todos os carros com pantógrafo deverão ser equipados com para-raios 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 e deverão ser especificados pelo fabricante de acordo com a norma NBR10305 - Para-raios de resistor não linear de carboneto de silício (SIC), para sistemas de tração elétrica em corrente contínua.

4.15 Equipamentos elétricos auxiliares

4.15.1 Conversores auxiliares

Os conversores auxiliares serão estáticos e utilizarão semicondutores de potência IGBT.

Em cada Trem Unidade deverá existir, pelo menos, dois conversores auxiliares, para permitir que, em caso de avaria de um deles, o outro conversor em serviço possa alimentar pelo menos:

- 50% dos sistemas de ar-condicionado do salão de todos os carros;
- 50% da iluminação dos salões de passageiros;
- 100% da corrente de carregamento das baterias e do consumo de todas as cargas alimentadas pelas baterias;
- 100% dos sistemas de ventilação dos inversores de tração de todos os carros motores;
- 100% dos compressores do suprimento de Ar Comprimido;

A tensão auxiliar de saída dos conversores deverá ser em corrente alternada trifásica na frequência padrão de 60Hz (padrão no Brasil) e deverá ter o seu neutro aterrado e isolado das tensões de catenária. A distorção harmônica da forma de onda da tensão gerada pelos conversores auxiliares não deverá ser superior a 1%, para qualquer condição de carga.

A tensão disponibilizada para alimentação da iluminação do salão de passageiros e demais tomadas de serviço no interior dos carros não poderá ser superior a 240Vac.

O Rendimento do conversor auxiliar para carga resistiva entre 30% e 100% da carga nominal deverá ser igual ou maior que 92%.

Todos os conversores auxiliares deverão dispor de uma interface de comunicação com o sistema data-bus de forma a permitir visualização de todas as informações de estado de funcionamento e histórico de falhas, no console da cabine de comando.

Os conversores auxiliares deverão atender aos requisitos das seguintes normas:

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

- EN 61287- “Railway applications. Power converters installed on board rolling stock. Characteristics and test methods” – (Aplicações ferroviárias. Conversores de potência instalados a bordo do MATERIAL RODANTE. Características e métodos de ensaio);
- EN 50155 – Aplicações ferroviárias. Frota de trens. Equipamento eletrônico utilização sobre MATERIAL RODANTE;
- EN 50153 – “Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards” – (Aplicações ferroviárias - MATERIAL RODANTE - Disposições de proteção relacionadas a riscos elétricos);
- EN 60309 – “Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General requirements” – (Plugues, tomadas e acopladores para fins industriais - Parte 1: Requisitos gerais);
- EN 50163 – “Railway applications - Supply voltages of traction systems” – (Aplicações ferroviárias - Tensões de alimentação dos sistemas de tração);
- EN 50388 – “Railway Applications. Power supply and rolling stock. Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability” – (Aplicações Ferroviárias. Fonte de alimentação e MATERIAL RODANTE. Critérios técnicos para a coordenação entre a fonte de alimentação (subestação) e o MATERIAL RODANTE para alcançar a interoperabilidade);
- EN 50238 – “Railway applications. Compatibility between rolling stock and train detection systems. General” – (Aplicações ferroviárias. Compatibilidade entre o MATERIAL RODANTE e os sistemas de detecção de trens. Geral).

4.15.2 Baterias e Carregadores de bateria

As baterias deverão ser de um tipo recomendado para montagem em veículos ferroviários e deverá atender aos requisitos das normas:

- EN 50547 – “Railway applications - Batteries for auxiliary power supply systems” – (Aplicações ferroviárias - Baterias para sistemas auxiliares de alimentação);
- EN 50272 – “Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 1: General safety information” – (Requisitos de segurança para baterias secundárias e instalações de baterias - Parte 1: Informações gerais de segurança).

Deverá haver carregadores de baterias em número suficiente para garantir a redundância de modo que a mesmo em caso de falha de um, os demais possam prover as correntes de carga dos bancos de baterias bem como as correntes de todas as cargas do trem ligadas à tensão de bateria.

4.16 Sistema de Rede de dados Data-bus

O sistema Data-bus tem prioritariamente a função de interligar os vários equipamentos e sistemas do trem de forma a permitir monitoração do estado funcional, bem como permitir leitura, mediante comando de requisição prévio, dos históricos de eventos memorizados nos vários equipamentos do trem.

O sistema deverá ser constituído, basicamente, por equipamentos de “hardware” e por um “software” de controle que, integrados, constituirão uma rede local de dados informatizados do trem.

A rede de dados principal deverá ser, preferencialmente, do tipo Ethernet de alta capacidade e protocolo TCP/IP. Essa rede de dados deverá ser formada por duas redes independentes (redundantes) que fará a transmissão e recepção de dados entre todos os sistemas do trem. Redes e protocolos alternativos poderão ser utilizados desde que seja demonstrada sua capacidade de operar em meio ferroviário e ter uma capacidade de transmissão de dados equivalente.

As normas aplicáveis ao sistema Data-Bus são:

- IEC 61375-1. Electric Railway Equipment. Train Bus Part 1. Train Communication Network. Sep. 1999;
- IEEE Std. 1478-2001, Standard for Environmental Conditions for Transit Rail Car Electronic Equipment;
- EN 50155. Railway applications. Electronic Equipment based on rolling stock. Nov. 1995;
- EN 50121-3-2, June 2001. Railway Applications Electromagnetic Compatibility Part 3-2: Railway Stock. Apparatus;
- EN 50126. Railway applications. The specification and demonstration of Reliability, Maintainability and Safety (RAMS). September 1999;
- EN 50128. Railway applications. Communications, signaling and processing system. Software for railway Control and protection systems. March 2001;
- IEEE 802.11b/g/n Standard for Wireless Local area Network;
- IEEE 802.3-2008 - Standard for Ethernet Network.

Para executar suas funções, o “hardware” do equipamento deverá ser subdividido em módulos, distribuídos e instalados convenientemente ao longo do trem, os quais farão a interface com todos os equipamentos interligados na rede.

A rota de comunicação entre os diversos módulos deverá feita por intermédio do meio físico de transmissão e recepção de dados (“bus de dados”), que deverá ter redundância e estar disposto ao longo do comprimento do trem. Os circuitos de interface deverão compatibilizar os sinais provenientes dos equipamentos, bem como deverá preservar isolamento galvânica entre os vários equipamentos do trem, de forma que os dados possam ser transmitidos e recebidos aos demais módulos e equipamentos também ligados ao mesmo meio físico.

O "software" de controle da rede deverá ser responsável pelo gerenciamento da rede e pelo fluxo das informações entre os módulos.

O sistema "Data-bus" deverá ser alimentado em tensão de bateria.

4.17 Buzinas

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.

Ao ser acionado por qualquer das cabinas, o conjunto buzina dos carros das extremidades dos trens deverão tocar simultaneamente.

4.18 Iluminação e sinalização exteriores

Os veículos extremos de cada composição deverão ser equipados com sinais luminosos fixos conformes com as disposições da EN 15153-1 – "*Railway applications - External visible and audible warning devices for trains - Part 1: Head, marker and tail lamps*" – (Aplicações ferroviárias - Avisos visíveis e sonoros externos para trens - Parte 1: Luzes de presença, luzes de presença e cauda).

O acionamento dos faróis efetuar-se-á a partir da console de comando correspondente, mediante um interruptor dedicado exclusivamente a esse fim e independente dos restantes sinais luminosos. Este mesmo interruptor deverá permitir reduzir a intensidade luminosa nos cruzamentos com outros trens.

Os sinais luminosos de cor vermelha (sinais de cauda) devem ser ligados localmente por ação automática ao ser ocupada a cabina de condução oposta. Em funcionamento em unidade múltipla só acenderão os sinais de cauda do último veículo. A ligação local destes sinais deverá ser possível mesmo que não haja cabines ocupadas.

4.19 Vídeo-vigilância

Deverão ser instaladas 4 (quatro) microcâmeras de vídeo no interior dos salões de passageiros para todos os carros, 1 (uma) microcâmera na cabina e 1 microcâmera frontal nos carros cabeceiras, 2 (duas) microcâmeras externas para visualização dos pantógrafos e 2 (duas) microcâmeras na região do engate automático. Também poderá haver mais duas microcâmeras de cada lado em substituição dos espelhos retrovisores.

O monitoramento deverá ser feito na cabina de condução, através de tela IHM no console de comando. As câmeras devem estar protegidas contra vandalismo.

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

Deverá ser previsto um dispositivo de registro de memória de estado sólido com capacidade de no mínimo 15 dias considerando-se um mínimo de 25 quadros por segundo. Deve ser previsto senhas para diversos tipos de acesso a serem discutidos no Projeto Executivo.

Para as câmeras frontais deverá ser prevista uma câmera grande angular devidamente protegida, bem como para as câmeras de visualização do contato pantógrafo/rede aérea. O registro será feito no mesmo dispositivo já citado.

Estas câmeras devem ter seu funcionamento independente de ações do maquinista.

O sistema de Vídeo Vigilância deverá se integrar perfeitamente aos sistemas embarcados como: Sistema de Data bus, Gestor de Comunicações, e futura instalação do Sistema Trem-Terra, através da rede *ethernet* embarcada.

O sistema CFTV (circuito fechado de TV) deverá ser capaz de transmitir através do Sistema de Trem Terra a ser incorporado futuramente ao trem, até 4 câmeras embarcadas por trem simultaneamente em tempo real para o CCO a uma resolução de 25 quadros por segundo em padrão NTSC, com qualidade CIF na quantização Q1.

Todos esses sistemas devem ser concebidos no conceito de sistema integrado, com possibilidade de durante o projeto de estabelecimento de alarmes e situações, como por exemplo, abaixo:

- Em situação de bloqueio de porta, a imagem da câmera mais próxima deverá ser enviada ao maquinista com possibilidade de envio da imagem também ao CCO;
- Em situação de acionamento de botão de emergência, a imagem da câmera mais próxima deverá ser enviada ao maquinista, o canal de comunicação Passageiro - Maquinista deve ser aberto, deve também ser prevista possibilidade de envio dessa imagem para o CCO.

O sistema de gravação deve guardar juntamente com cada imagem as seguintes informações que a identificam inequivocamente: data (dia, mês e ano), hora (hora, minuto e segundo), número do carro, número do veículo e número da câmera.

As imagens registradas no sistema de gravação só podem ser lidas/descodificadas por um sistema e/ou software dedicado. O sistema deverá permitir a proteção das imagens relativas a um incidente. Ou seja, as imagens gravadas num período antes e depois (programável) do acontecimento serão marcadas e protegidas contra regravações e, em simultâneo, será aumentada a sua qualidade, através do aumento da taxa de número de imagens gravadas por segundo (fps).

5 PARÂMETROS E DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS

Todos os materiais, equipamentos e subsistemas do trem deverão ser projetados e fornecidos, atendendo sempre aos requisitos de Normas Ferroviárias definidas no item 3.

Equipamentos baseados em outras normas ferroviárias internacionais, diferentes das indicadas, poderão ser aceitos desde que seja devidamente comprovada a compatibilidade de objetivos e severidade dos critérios entre a norma indicada nessa especificação e a norma proposta pelo fabricante e previamente aprovados e aceitos pelo PODER CONCEDENTE.

O fabricante do trem também deverá, sempre que solicitado, apresentar os processos e certificados de homologação dos equipamentos e subsistemas do trem de forma a comprovar-se o pleno atendimento dos requisitos das normas ferroviárias pertinentes.

Também deve ser considerado que, como diretriz obrigatória, ao final do período de concessão, que todos os trens do SERVIÇO EXPRESSO estejam bem mantidos e que estejam em condições operacionais normais e com pleno funcionamento de todas as suas características originais e com uma vida útil restante de pelo menos mais 5 anos.

Além desses pressupostos, também são detalhados nos itens a seguir os demais parâmetros e diretrizes obrigatórias dos subsistemas do trem para efeito do projeto do MATERIAL RODANTE a ser fornecido.

5.1 Vida útil dos Trens

Os Trens e respectivos equipamentos e sistemas, deverão ser concebidos e executados tendo em vista uma exploração comercial sem restrições de, pelo menos, 35 anos. Todos os trens deverão ser bem mantidos e que estejam em condições operacionais normais e com pleno funcionamento de todas as suas características originais e com vida útil restante de pelo menos mais 5 anos.

5.2 Acelerações

5.2.1 Acelerações longitudinais:

- **Aceleração:** Na situação de carga nominal, com via reta e em nível, os TUE's deverão dispor de uma aceleração não inferior a $0,7 \text{ m/s}^2$;
- **Aceleração Final:** A aceleração máxima, em carga nominal, com via reta e em nível, à velocidade máxima operacional, deverá ser de pelo menos $0,25 \text{ m/s}^2$;
- **Jerk longitudinal:** A variação máxima de aceleração (*jerk*) não deverá ultrapassar $0,6 \text{ m/s}^3$ a qualquer velocidade.

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

5.2.2 Aceleração transversal

Em condições normais de operação, a aceleração transversal máxima deverá ser menor que 1,0 m/s².

5.3 Via Permanente

CRITÉRIOS DE PROJETOS – Trem Expresso (TIC)		
Item	Parâmetro	
1	OPERACIONAL	
1.1	Velocidade Máxima Operacional	≥ 120 km/h
1.2	Máxima Carga por Eixo	20 ton.
1.3	Largura dos carros	3,05 m
1.5	Trem-tipo Dimensionamento OAE	TB24
1.6	Altura referencial do piso de entrada nos carros	1.310 mm
1.7	Altura máxima do teto	4.400 mm
2	GEOMÉTRICOS - HORIZONTAL	
2.1	Curva Circular	
	Raio Mínimo Desejável: Linha Principal	650 m (350 m – restrito e pontual)
	Raio Mínimo: Linhas Secundárias/Pátios	150 m
	Desenvolvimento Mínimo	20 m
	Tangente Mínima entre Curvas Reversas	20 m
	Tangente Mínima entre Curvas	20 m
	Tangente Mínima entre PA do AMV e ponto de entrada de curva horizontal/vertical.	20 m
	Tangente Mínima entre de PA e OAE; PN's.	40 m
	Tangente Mínima antes de OAE	6 m
	Distância Mínima entre PA de AMV	
2.2	Curvas de Transição	
	Tipo	Parábola cúbica
	Rampa de Superelevação	1,00 mm/m
	Comprimento Mínimo da Curva de Transição	20 m

3	GEOMÉTRICOS - VERTICAL	
3.1	Rampa/Elevação/Greide	
	Rampa máxima - via principal	4,00%
	Rampa máxima - vias secundárias	0,50%
3.2	Curva Vertical	
	Tipo	Circular

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

CRITÉRIOS DE PROJETOS – Trem Expresso (TIC)		
Item	Parâmetro	
	Tangente mínima para mudança sentindo de rampa	20 m
	Desenvolvimento mínimo de curva	20 m
4 GEOMÉTRICOS - TRANSVERSAL		
4.1	Bitola	1600 mm
4.2	Superelevação	160mm (180 mm máximo - avaliar)
4.3	Altura de lastro mínima sob base de dormente	30 cm
4.4	Altura de sublastro	20 cm
4.5	Inclinação de Plataforma Terraplenagem	4%
4.6	Largura Mínima Plataforma	5,15 m
4.7	Largura do Ombro de Lastro	40 cm
4.8	Inclinação Corte	Depende do solo
4.9	Inclinação Aterro	Depende do solo
4.10	Largura Mínima Banqueta	1,2 m
4.11	Altura Máxima do Talude	8 m (desconsiderando trecho sem banquetas e tipo de solo)
5 GABARITOS		
5.1	Distância Mínima de Entrevista - Linhas Paralelas	4,5 m
5.2	Distância de Marcos de Entrevista	2 m do eixo das vias na altura do boleto
5.3	Distância Mínima - Obstáculos Fixos HORIZONTAL	4,15 m (eixo da via a face do obstáculo)
5.4	Distância Mínima - Obstáculos Fixos VERTICAL	7,50 m (boleto a face inferior do obstáculo)
6 SUPERESTRUTURA		
6.1	Trilho	
	Perfil	UIC60E1
	Comprimento das barras	Até 120 m
	Método de junção	Caldeamento e com solda aluminotérmica
6.2	Fixação	
	Modelo	Fixação elástica Pandrol
6.3	Dormente	
	Material	Concreto
	Taxa	1.667 dormentes/km
	Dimensões	25 cm x 30 cm x 2800 cm (hxlxc)
6.4	Lastro	
	Material	Lastro Padrão - NBR 5564
6.5	AMV's	
6.5.1	Linha principal	
	Tipo	Geometria UIC - desvio com velocidade de 70 a 100 km/h
	Abertura	Depende da velocidade necessária nos desvios passagem

CRITÉRIOS DE PROJETOS – Trem Expresso (TIC)		
Item	Parâmetro	
	Dormentes	Concreto
	Jacaré	Fixo ou móvel
6.5.2	Linha secundária	
	Tipo	Geometria UIC - desvio com velocidade de 25 km/h
	Abertura	1:9 ou 1:8
	Dormentes	Concreto
	Jacaré	Fixo

5.4 Interoperacionalidade

Os trens do SERVIÇO EXPRESSO em princípio circularão numa via exclusiva no trecho Barra Funda – Jundiaí, porém deverão ter capacidade e possibilidade de circular nas linhas do Metropolitano no trecho Barra Funda – Francisco Morato, tanto por questões operacionais como de contingência e, desta forma, deverá ser levado em consideração os seguintes parâmetros: bitola 1,60 metros, tração em 3,0 kVcc, sinalização padronizada conforme Anexo II.C.1 e gabaritos estático e dinâmico (principalmente nas plataformas e no túnel de Botujuru). Assim, a concepção do trem do SERVIÇO EXPRESSO deverá respeitar todas as Especificações Técnicas de Interoperabilidade do SERVIÇO LINHA 7 e do SERVIÇO TIM, de forma a compartilhar infraestruturas, Estações, Pátios de Manutenção e estacionamentos.

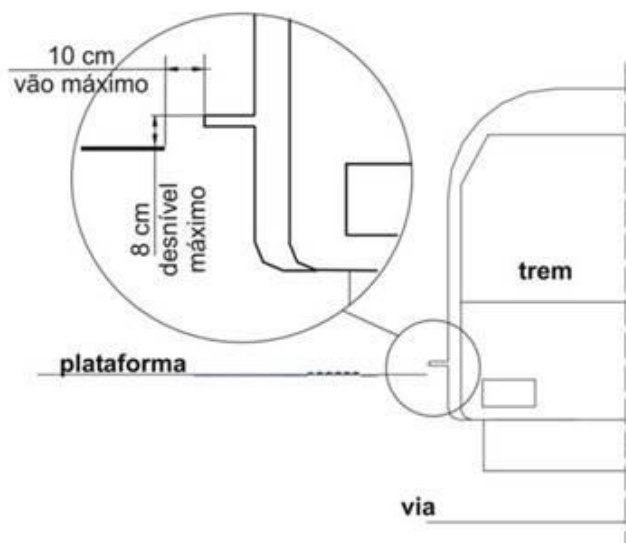
5.5 Gabarito

Para a operação o MATERIAL RODANTE deve ser dimensionado considerando o Contorno de Referência Cinemático (CRC) da norma EN 15273-2 - “*Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge*” – (Aplicações ferroviárias - Gabarito - Parte 2: Gabarito do MATERIAL RODANTE), desenho CPTM-AD2141-0 – Gabarito dinâmico e desenho CPTM-AA1328-7- Gabarito para locomotivas e veículos.

5.6 Plataformas das estações

As plataformas das estações possuem uma altura de 1.305 mm medida do topo do boleto do trilho até o nível do piso da plataforma, uma possibilidade para adequar a distância entre a plataforma e o trem é a utilização de “*Gap filler*”.

A figura a seguir apresenta as medidas que deverão ser observadas na parada do trem nas estações:



5.7 Catenária de 3,0 kVcc

As alturas do fio de contato, acima do plano de rolamento dos trilhos, são as seguintes:

- Altura nominal 5 500 mm;
- Altura máxima 6 200 mm;
- Altura mínima 4.800 mm.

O desalinhamento do fio de contato relativamente ao eixo da via é:

- Em reta ± 200 mm;
- Em curva 250 mm para o exterior da curva.

A variação máxima admissível da altura do fio de contato é, conforme a norma Cenelec EN 50119 – “*Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines*” – (Aplicações ferroviárias - Instalações fixas - Linhas de contato aéreas de tração elétrica):

3,3 mm/m	$v \leq 160$ km/h
----------	-------------------

A força nominal estática exercida pelo pantógrafo sobre catenária deve ser 70 [+20/ -10] N.

Os limites da força dinâmica exercida pelo pantógrafo sobre a catenária variam consoante a velocidade de circulação e devem ser os seguintes:

Velocidade (V)	≤ 160 km/h
Força média de contato (N)	< 120
Força máxima (N)	200
Força mínima. (N)	20

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

Os trens deverão funcionar perfeitamente no intervalo da faixa de tensão conforme norma IEC 60.850, mesmo ocorrendo variações bruscas dos valores contidos nessa faixa. Também deverão suportar adequadamente surtos de tensão gerados durante o acionamento de equipamentos de proteção como definido abaixo:

- Tensão nominal: 3,0 kVcc;
- Tensão de surto de 15 kV por 0,5ms;
- Tensão de surto de 7 kV por 10ms.

5.8 Compatibilidade eletromagnética

Por forma a assegurar a compatibilidade eletromagnética com os outros equipamentos do sistema ferroviário e a limitar as emissões eletromagnéticas para o exterior, os Trens deverão cumprir nomeadamente com o disposto:

- Normas ABNT;
- EN 50121-1- “Railway applications. Electromagnetic compatibility. General” - (Aplicações ferroviárias. Compatibilidade eletromagnética. Geral);
- EN 50121-3-1 - “Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle”- (Aplicações ferroviárias - Compatibilidade eletromagnética - Parte 3-1: MATERIAL RODANTE - Trem e veículo completo);
- EN 50121-3-2 – “Railway applications. Electromagnetic compatibility Rolling stock. Apparatus” – (Aplicações ferroviárias. Compatibilidade eletromagnética MATERIAL RODANTE. Aparelho).

5.9 Condições ambientais

Os trens deverão circular a céu aberto e em túneis em condições normais com qualquer condição climática existente na região das linhas.

Os níveis de temperatura e umidade, observados em São Paulo, apresentam grandes variações no decorrer do ano, variando inclusive de ano para ano, cujos dados poderão ser obtidos no Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo ou em outro instituto reconhecido nacionalmente.

Para efeito dos cálculos e definição de características dos equipamentos, deverão ser considerados ambientes com variação de temperatura de 0°C a 45°C e umidade relativa máxima de 95%, com forte poluição ambiental e chuvas ácidas.

Para um carro parado ao sol, completamente fechado e com os equipamentos de climatização desligados, a temperatura interna poderá atingir 80 °C.

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

5.10 Requisitos de não agressão ao meio ambiente

O transporte ferroviário é um dos modos de transporte com impactos ambientais mais reduzidos. Para manter esta posição é importante a escolha de equipamentos de alta eficiência energética, bem como a escolha por materiais que não agredam o meio ambiente, considerando todo o ciclo de vida do MATERIAL RODANTE, desde a fabricação, operação até o momento do seu descomissionamento, cumprindo com isso todos os requisitos das normas aplicáveis e a legislação vigente.

5.11 Ar-Condicionado

No salão de passageiros e nas cabines de condução deverá haver sistema de Ar-condicionado de forma a manter a temperatura controlada, com capacidade de ventilação, refrigeração e aquecimento em ciclo reverso.

Os sistemas de refrigeração deverão utilizar gás ecológico e que não agrida a camada de ozônio em caso de vazamentos.

O cálculo para o dimensionamento deverá seguir as normas aplicáveis com, no mínimo, de 8m³ de troca de ar fresco por passageiro/hora, sem considerar trocas de ar durante as paradas do trem nas plataformas.

A vazão de saída de ar-condicionado de cada unidade deverá ser distribuída de forma homogênea ao longo de todo o comprimento do carro de forma a não ocorrer diferenças de temperatura significativas em todas as regiões de assentos do salão de passageiros, mesmo considerando o seu máximo carregamento.

Deverá existir um dispositivo de comando, instalado nas cabinas de condução, que possibilite ligar e desligar os sistemas de climatização ao longo de todo o trem.

As cabinas de condução deverão ser dotadas de um equipamento autônomo de ar-condicionado, com controle e regulação da temperatura independente da zona dos passageiros e que cumpra o definido na parte 1 e 2 da norma EN 14813 - *Railway applications - Air conditioning for driving cabs - Part 1: Comfort parameters* – (Aplicações Ferroviárias – ar condicionado para cabine de operação – Parte 1 – Parâmetros de conforto).

A regulação da temperatura interior da cabine de condução deverá permitir o controle pelo maquinista podendo selecionar uma temperatura numa gama que varie entre + 18 °C a + 26 °C, conforme item 8.2.2 da EN 14813-1, por escalões de 1 °C.

Os sistemas de ar refrigerado do salão de passageiros e da cabine de condução deverão atender aos requisitos das normas:

- UIC 553 – OR Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário;

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

- EN 13129 – “Railway applications - Air conditioning for main line rolling stock - Comfort parameters and type tests” – (Aplicações ferroviárias - Ar-condicionado para o MATERIAL RODANTE da linha principal - Parâmetros de conforto e ensaios de tipo);
- EN 779 Filtros de ar – Característica;
- NFF16-101 e NFF16-102 (categoria de circulação por túnel) Resistência a fogo e emissão de fumaça;
- EN 50155 Equipamentos eletrônicos utilizados em MATERIAL RODANTE;
- EN 50343 Regras de instalação de cabos elétricos;
- EN 50121-3-2 Compatibilidade eletromagnética;
- EN 50153 Medida de proteção de contra danos de origem elétrica;
- CEI 60349-2 Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático;
- EN 50306-1 a 4 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- EN 50264-1 a 3 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;
- EM 50382-1 a 2 Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C);
- EN 50126 Especificação e demonstração da confiabilidade, da disponibilidade, da manutenibilidade e da segurança (CDMS).

5.12 Sistema de detecção e extinção de incêndio

O equipamento de detecção de incêndio deverá detectar a presença de fumaça no salão de passageiros e cabina de condução por meio de aspiração contínua do ar, inclusive com a ventilação em máxima capacidade. Os filtros de poeira ou sujeira deverão ser dimensionados para durabilidade mínima de 5 anos de utilização. O equipamento deverá fornecer no mínimo 3 níveis de alarme programáveis. O alarme e a identificação do carro ou cabina com fumaça deverão ser sinalizados na cabina do carro líder.

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

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 34,5 bar, conforme a norma NFPA 750.

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, 5 minutos em todo o trem.

O sistema de extinção de incêndio deverá ser monitorado quanto à falha ou anormalidade. As falhas ou anormalidades deverão ser sinalizadas na cabina de condução.

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

Todos os carros deverão ter 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, além destes, haverá outro extintor localizado na cabina de condução.

Os extintores deverão atender integralmente à norma NBR 10721.

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

Deverá ser previsto um alarme na cabina quando da remoção do extintor.

Preferencialmente deverá ser sinalizado no monitor de cabina, mostrando a posição do extintor que tenha sido retirado e nº do carro.

5.13 Registrador de eventos

A finalidade deste equipamento é de registrar os sinais provenientes de diversos equipamentos do trem, bem como eventos operacionais, com o intuito de auxiliar a análise de ocorrências e diagnóstico de falhas. O registrador deverá ser instalado, preferencialmente, no armário elétrico dos carros de extremidade. Os registradores de eventos a serem instalados nas cabeceiras deverão funcionar simultaneamente e monitorar também simultaneamente, no mínimo, o estado de comandos de condução do trem, o estado de fechamento das portas, a velocidade máxima permitida e a velocidade real do trem do trem.

5.14 Materiais utilizados no Trem

Características básicas dos materiais utilizados:

- a) Não serem de utilização interdita/proibida por convenções ou legislação nacional, europeia e/ou internacional;
- b) Serem recicláveis, e/ou reutilizáveis;
- c) No caso de não serem recicláveis e/ou reutilizáveis deverão ser destrutíveis;
- d) Não serem tóxicos;

Todos os materiais usados na construção dos trens, com exceção dos materiais de pequenas dimensões, inclusive dos elastômeros que possuem função mecânica (molas, batentes e coxins) e que não contribuem significativamente para propagação de fogo e emissão de gases tóxicos, deverão estar de acordo com a norma NFF 16-101 classes M2 e F2.

5.15 Cabos elétricos

Instalação interna é o conjunto de cabos elétricos e acessórios instalados em local abrigado no interior dos carros, bem como os fios e cabos instalados sob o estrado, quando protegidos por conduítes e caixas, sem partes expostas.

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

Todos os condutores serão do tipo flexível, de classe 5 da norma NBR-NM-280 ou IEC 60228, chama não-propagante e resistentes a ozona, óleo, luz solar e artificial e graxa e deverão atender ao especificado nas normas:

- EN 50306-1 a 4 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- EN 50264-1 a 3 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;
- EN 50382-1 a 2 Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C).

5.16 Engate das Extremidades e entre veículos de uma Composição

O engate das extremidades deverá ser automático, de tipo 10 conforme a EN 16019 – *“Railway applications. Automatic coupler. Performance requirements, specific interface geometry and test method”* – (Aplicações Ferroviárias. Acoplador automático. Requisitos de desempenho, geometria específica da interface e método de teste) e deverá ser compatível mecanicamente com o modelo *“Scharfenberg”* 10 utilizado nos demais trens da série 9500, instalados com altura de 927 +/- 10 mm, medida entre o centro do engate e o topo do boleto do trilho.

Este engate assegurará, sem qualquer intervenção manual, a transmissão dos esforços de tração e compressão, o acoplamento pneumático das tubulações de comando do desacoplamento, bem como proporcionar, quando aplicável, todas as ligações elétricas entre as unidades.

O engate deverá ser dotado de um elemento elástico para amortecer os esforços de tração e compressão encontrados em operação e deverá ter um sistema de amortecimento adicional capaz de absorver até 150 kJ de energia de impacto. Ocorrendo energia de impacto maiores que 150kJ, deverão entrar em contato os *“anti-climbers”* lateralmente nos cabeçotes, com capacidade de absorver uma energia total de até 1000 kJ sem que ocorra deformação plástica da estrutura do carro.

O projeto das caixas dos carros e dos engates do trem deve ser tal que o contato entre os *“anti-climbers”* seja obrigatório no caso da energia de impacto ser maior que a absorvida pelo sistema de engates, de forma a impossibilitar a subida de uma caixa de um carro sobre a caixa do outro carro em caso de colisão, pois caso contrário, as consequências para os passageiros seriam agravadas podendo se tornar catastróficas.

5.17 Freio de serviço

A frenagem de serviço deverá ser prioritariamente efetuada por freio elétrico através dos motores de tração e com isso evitando desgastes de materiais de atrito e melhor aproveitamento do consumo de energia pelos trens. Em caso de falhas ou condições do sistema de tração que impedem a frenagem elétrica parcial ou totalmente, deverão ser automaticamente acionados os freios de atrito em todos os carros de forma a complementar e garantir a aplicação plena da taxa de frenagem de serviço. Assim, o freio dinâmico deverá

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

ser combinado automaticamente com o freio por atrito de modo a obter-se a taxa de frenagem necessária. O freio elétrico deverá ser com recuperação de energia para a catenária (regenerativo) ou quando não for possível por dissipação em resistores de frenagem, permanecendo ativo até cerca de 5 km/h, pelo menos. A frenagem elétrica é feita somente nos carros com motores e a frenagem de atrito por todos os carros da composição.

Para a frenagem por atrito, cada carro da composição deverá ser equipado com um sistema de freio, respeitando as disposições da EN 16185-1- *“Railway applications. Braking systems of multiple unit trains. Requirements and definitions”* – (Aplicações Ferroviárias. Sistemas de frenagem para trens de múltiplas unidades. Requisitos e definições).

Por motivo de segurança, o conjunto de sistemas de freio de atrito deverá ser dimensionado para assegurar aplicação das frenagens de serviço e de emergência por si só, sem a necessidade do freio elétrico, proporcionando as taxas de frenagem especificadas.

5.18 Freio de emergência

A frenagem de emergência deverá ser proporcionada pelos freios de atrito. O comando do freio de emergência deverá ser possível pelos seguintes modos:

- Automático pelo equipamento “Homem Morto”;
- Automático pelo sistema de sinalização ERTMS/ETCS;
- Automático no caso de queda de pressurização de um ou mais sistemas de acionamento do freio de atrito;
- Automático no caso de ocorrer abertura indevida de portas com o trem em movimento;
- Automático no caso de acionamento de dispositivos de segurança como “detectores de descarrilamento”;
- Automático no caso de interrupção de sinal do laço de emergência ou queda de pressão de encanamento de emergência;
- Por acionamento comandado pelo maquinista através de dispositivo “soco” em qualquer cabine do trem;
- Por acionamento comandado pelo maquinista através de alavancas de comando na cabine de condução.

Uma vez atuada a aplicação do freio de emergência, ele deverá permanecer por um tempo suficiente até que ocorra a completa parada do trem, independentemente da velocidade inicial da frenagem.

Devido ao nível de segurança exigido para o acionamento do freio de emergência, o intertravamento de comando do freio de emergência por todos os modos de acionamento descritos deverão ter análise de

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

segurança por entidade independente, considerando a análise do modo de falha, efeitos e criticidade (FMECA), de forma a comprovar as suas características de falha segura, principalmente quanto a capacidade de comando e aplicação da frenagem de emergência, conforme critérios especificados nas normas:

- EN 50126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
- EN 50129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling;
- IEC-61508 - Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems.
- MIL-HDBK-217 Reliability Prediction of Electronic Equipment;
- MIL-HDBK-338 Electronic Reliability Design Handbook;
- MIL-STD-882 System Safety Program Requirements;
- MIL-STD-1629 Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.

5.19 Dispositivo Homem-Morto

O dispositivo homem-morto deverá ser operado, através de um pedal situado em posição ergométrica e de fácil acionamento pelo Condutor e de botoeira no console de condução.

A monitoração do dispositivo homem-morto deverá ser ativada com velocidade acima de 5 km/h e o início de tração, não deverá exigir a necessidade da ativação imediata do dispositivo homem-morto pelo Maquinista.

O dispositivo deverá ter as seguintes funções de monitoração:

- Caso o dispositivo homem-morto seja acionado por mais de 60 segundos, deverá acender no console uma sinalização luminosa; por mais de 63 segundos, deverá soar um sinal acústico de advertência e caso passe de 65 segundos acionado, deverá ser aplicado automaticamente o freio de emergência;
- Caso o dispositivo homem-morto não seja acionado deverá acender no console uma sinalização luminosa; após 3 segundos, soará um sinal acústico de advertência e caso passe 5 segundos sem o acionamento, deverá ser aplicado o freio de emergência.

Deverá ser possível a reconfiguração dos tempos e da velocidade de ativação ora estabelecidos para estas funções.

Devido à sua funcionalidade estar relacionada à segurança operacional, o dispositivo “Homem-Morto” deverá ser considerado entre os demais equipamentos e sistemas do freio de emergência, como objeto de análise de segurança e análise do modo de falha, efeitos e criticidade (FMECA), como descrito no item anterior.

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

5.20 Sistema antideslizamento e antipatinagem

O sistema antideslizamento e antipatinagem está incorporado ao sistema de freio de atrito e deve atuar em todas as modalidades de freio elétrico, freio de atrito de serviço e freio de emergência. Esse dispositivo serve para controlar o nível de frenagem aplicado em função do atrito disponível no contato roda x trilho sem deixar ocorrer o travamento das rodas, otimizando com isso, a segurança das frenagens sob condições adversas de aderência.

O sistema antideslizamento deve ser concebido com o conceito de falha segura quanto à sua capacidade de impedir continuamente a aplicação do freio no respectivo carro.

Quando for detectado deslizamento em frenagem, o esforço deverá ser controladamente reduzido para que o mesmo seja eliminado e cessado o deslizamento, o esforço deverá ser controladamente restabelecido de modo a aproveitar sempre a máxima aderência roda x trilho disponível. Assim, o sistema antideslizamento também evita a formação de calos nas rodas e minimiza a distância de frenagem através do aproveitamento, máximo da aderência disponível, em toda a faixa de velocidade.

Visto sua importância na segurança das frenagens em condições de baixa aderência roda trilho, comum, por exemplo, em dias de chuva, deverá haver testes específicos conduzidos por entidade notoriamente especializada, de forma a comprovar o ajuste deste equipamento para seu máximo desempenho, bem como para determinar o quanto a taxa de frenagem é afetada nesses casos de baixa aderência.

Observa-se que a taxa de frenagem segura considerada pelo sistema de sinalização ERTMS/ETCS pode ser comprometida caso esse sistema antideslizamento esteja, por exemplo, com baixo desempenho funcional ou mal ajustado.

5.21 Sistema de Sinalização e de Segurança ERTMS/ETCS

O Sistema de Sinalização previsto no projeto conceitual para limite de velocidade é o ERTMS/ETCS de nível 2, que deverá ser instalado no trem de forma a estabelecer a segurança da movimentação, impedindo-o de trafegar acima da velocidade permitida em cada trecho e com isso, efetuar proteção automática contra colisões e contra invasão de linhas ocupadas e/ou sem rotas estabelecidas.

Deverá ser previsto espaços adequados para instalação e interligação dos dispositivos instalados nos truques (sensores, tacômetros e antenas de sinalização). Sendo recomendado que o tacômetro seja instalado em um eixo sem tração nem frenagem, para evitar os fenômenos de patinagem e deslizamento (*slip & Skid*).

O fornecedor dos sistemas de comando do trem deverá prover todas as interfaces e locais para instalação dos equipamentos do sistema de sinalização, de forma a permitir que este possa efetuar, de forma segura, todas as proteções automáticas previstas, com filosofia *Fail-Safe*.

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

Para tanto, após definidas as interligações e interfaces, deverá ser prevista análise de segurança por entidade independente e de notória especialização, considerando inclusive a análise dos modos de falha, efeitos e criticidade (FMECA), de forma a comprovar as suas características de falha segura, principalmente quanto a capacidade de comando e aplicação automática da frenagem de serviço e de emergência, conforme critérios especificados nas normas:

- EN 50126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
- EN 50129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling;
- IEC-61508 - Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems;
- MIL-HDBK-217 Reliability Prediction of Electronic Equipment;
- MIL-HDBK-338 Electronic Reliability Design Handbook;
- MIL-STD-882 System Safety Program Requirements;
- MIL-STD-1629 Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.

5.22 Freio de estacionamento

O trem deverá possuir freio de estacionamento que garanta a segurança contra movimentações indevidas do trem estacionado em rampas, mesmo com todo seu sistema sem energia e sem pressurização dos freios de atrito. Ele deverá ter atuação automática por mola sempre que ocorrer despressurização do sistema de freios de atrito. Ao retorno da pressurização do freio de atrito, o freio de estacionamento deve ser automaticamente aliviado.

Ele deve ser dimensionado para garantir a imobilização da unidade em carga normal (CN) em rampa de 40 mm/m ou em carga máxima (CM) numa rampa de 25 mm/m se esta condição for mais desfavorável.

Na cabina de condução deverá existir uma sinalização de freio de estacionamento aplicado.

Em caso de falta de pressurização para seu destravamento, o freio de estacionamento deverá ter dispositivo para ser aliviado manualmente e permitir reboques em caso de contingências ou movimentações nos pátios de manutenção. Com o restabelecimento da pressurização, deverá ocorrer o rearme automático do freio de estacionamento que se encontrava isolado.

5.23 Documentações para Manutenção e Operação

A CONCESSIONÁRIA deverá fazer gestão junto ao fornecedor dos trens do SERVIÇO EXPRESSO (TIC) de forma a receber as documentações referentes aos processos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade,

Manutenibilidade e Segurança (ou RAMS no acrônimo na língua Inglesa), conforme estabelecido na norma CENELEC EN 50126.

Os documentos fornecidos deverão estar na língua portuguesa e a CONCESSIONÁRIA deverá entregar uma cópia de todas as documentações em arquivos digitalizados e gravados em mídia, para o representante indicado pelo PODER CONCEDENTE.

De forma geral fornecer Manuais de Operação e de Manutenção de seus subsistemas detalhando:

5.23.1 Especificação do sistema

- Parâmetros básicos do subsistema;
- Requisitos funcionais e de desempenho;
- Interfaces homem/máquina;
- Interfaces com outros subsistemas do trem;
- Estratégias, logística e condições para a operação de longo prazo;
- Estratégias, logística e condições para a manutenção de longo prazo;
- Considerações sobre a vida útil do subsistema, incluindo periodicidades de manutenção preventiva e de descomissionamento associado ao ciclo de vida de seus componentes.

5.23.2 Análise de segurança e proteção do sistema e planos de segurança e proteção

- Identificação dos perigos inerentes aos processos de Operação e Manutenção;
- Identificação dos perigos associados ao meio-ambiente;
- Identificação dos tipos de eventos ou sequência de eventos que poderão provocar acidentes ou situações perigosas, incluindo falhas de componentes, erros nos procedimentos e erros humanos;
- Identificação dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
 - ✓ Operação em condições normais;
 - ✓ Operação em condições de defeito;
 - ✓ Operação em situações de emergência;
 - ✓ Estimativa da frequência de ocorrência e a gravidade do perigo.

5.23.3 Processos de garantia da segurança e proteção

- Processos de validação da garantia de segurança e proteção (como testes, análises dos processos de segurança e proteções, análises de segurança por entidade independente, laudos de laboratórios etc.) que são aplicáveis ao subsistema.

5.23.4 Plano de segurança e proteção

Deverão ser especificados os Planos de Segurança e Proteção, devendo conter:

- Estratégias para garantia da segurança e proteção;
- Detalhamento das responsabilidades, competências e inter-relações entre as áreas na realização das atividades ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento;
- Descrição das atividades de segurança e proteção que devem ser conduzidas ao longo do ciclo de vida;
- Auditoria da segurança e proteção, para verificar conformidade do processo de gestão com o Plano de Segurança e Proteção;
- Processos para a aprovação da segurança e proteção do sistema;

5.23.5 Processos de Garantia da Confiabilidade

- Análise funcional e definição de falhas do sistema;
- Descrição dos critérios de tolerância à falhas;
- Vida útil dos componentes;
- Processos de validação da garantia da confiabilidade (como testes, análises dos itens de confiabilidade etc.) aplicados ao subsistema.
- Processos de Garantia da Disponibilidade
- Descrição dos critérios de tolerância a falhas e níveis de degradação das funções operacionais previstas;
- Processos de validação da garantia da disponibilidade (como testes, análises funcionais etc.) aplicados ao subsistema.

5.23.6 Processos para a Manutenibilidade

- Características gerais do subsistema;
- Previsão do Tempo Médio de Reparo;
- Plano e procedimentos previstos para a aceitação e Comissionamento do subsistema;
- Plano das atividades de manutenção dos equipamentos do subsistema contendo:
 - ✓ Descrição das atividades de manutenção periódica para o subsistema e suas periodicidades;
 - ✓ Procedimentos de Manutenção requeridos pelos equipamentos;
 - ✓ Equipamentos de testes e ferramentas a serem utilizadas nas várias atividades de manutenção;

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

- ✓ Procedimentos de Inspeção, Ajustes e Testes para certificação do correto estado funcional dos equipamentos;
- ✓ Procedimentos para manutenção dos equipamentos microprocessados e componentes programáveis, detalhando rotinas, processos e equipamentos para sua gravação e substituição em casos de falhas;
- Informações técnicas detalhadas de cada equipamento incluindo:
 - ✓ Características técnicas;
 - ✓ Descritivo de funcionamento;
 - ✓ Esquemas elétricos;
 - ✓ Desenhos e especificações de montagem;
 - ✓ Descrição e características dos sinais das entradas e saídas;
 - ✓ Fluxograma funcional dos softwares, suas variáveis internas e timing dos sinais de entrada e saída;
 - ✓ Listagem de materiais;
 - ✓ Lubrificantes indicados e seus volumes;
 - ✓ Interligações e interconexões com outros equipamentos ou subsistemas;
 - ✓ Descrição do apoio logístico, pessoal, instalações de manutenção e sobressalentes necessários às atividades de manutenção do subsistema;
 - ✓ Precauções relativas à segurança de pessoal.

5.23.7 Softwares

Para todos os equipamentos e sistemas que contenham microprocessadores ou circuitos programados, deverão ser fornecidos, no mínimo os seguintes documentos com as informações especificadas:

- Descritivos de funcionamento do software ou da programação do componente;
- Definições de dados de entrada;
- Definições de dados de saída;
- Parâmetros utilizados no tratamento dos dados;
- Descrição e parâmetros das rotinas de tratamento de erros e diagnósticos;
- Descrição dos "timings" ou temporização de sequência de eventos tratados pelo software, faixa de memória de programa e faixa de memória de dados.
- Em caso de transmissão de dados de forma serial entre equipamentos, detalhar os protocolos utilizados, bem como os "timings" e conteúdo das informações transmitidas.

Também deverão ser fornecidas as seguintes informações e arquivos de software e de programação de componentes:

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

- Arquivos gravados em mídia com os códigos dos programas gravados nas memórias dos microcontroladores e dos códigos gravados nos componentes programáveis dedicados;
- Procedimento para gravação dos programas nas memórias e componentes, indicando também o hardware, sistema operacional e softwares específicos a serem utilizados;
- Arquivos dos programas de instalação utilizados nos notebooks para monitoração e testes nos equipamentos microprocessados do trem;
- Manuais de operação dos softwares de monitoração e testes.

5.24 Verificação do Comportamento Dinâmico do Trem

5.24.1 Descrição Geral do Estudo Dinâmico

Deverá contratar empresa independente, que tenha notória especialização e seja reconhecidamente homologada, para desenvolver estudo que certifique o adequado comportamento dinâmico do trem acabado e entregue. A empresa independente deverá demonstrar sua habilitação para o desenvolvimento dessa atividade, apresentando documentação que comprove sua capacitação, inclusive demonstrando ter executado anteriormente serviços e fornecimentos semelhantes (em quantidade e complexidade) aos especificados nesse item.

Os ensaios de aceitação do trem finalizado, do ponto de vista do comportamento dinâmico, segurança, desgaste da via e qualidade de rodagem, deverão ser realizados de acordo com a Norma UIC 518 OR e BS_EN_14363_2006-04-28, observando os aspectos definidos neste item.

5.24.2 Caracterização Física dos Carros

A caracterização física dos carros é definida pela determinação da condição real dos carros fornecidos contemplando:

- Curvas de elasticidade e de amortecimento dos elementos elásticos das suspensões. Na primária, deve ser determinada a rigidez e amortecimentos nos três eixos da suspensão (mola ou elastômero) e, na secundária, nas bolsas de ar e amortecedores;
- Frequências de ressonância nos vários graus de liberdade dos carros, de modo a possibilitar a definição das coordenadas do centro de gravidade, rigidez e amortecimentos nas conexões da caixa com os elementos de suspensão;
- Distribuição de cargas reais nos truques e nas rodas do trem real finalizado;

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

- Verificação da capacidade do truque em manter as forças verticais nas rodas em via em nível e tangente e nos limites de torção nos apoios das rodas previstos pela norma UIC ORE B55 Rp8 como pela colocação de calço de 35mm em uma roda, mantendo-se as outras no mesmo plano.

5.24.3 Caracterização Física da Via Permanente

A caracterização física da via permanente é definida pela determinação da condição real das vias permanentes existentes contemplando:

- Curva de elasticidade nos eixos vertical e transversal dos elementos elásticos atuantes na fixação dos trilhos e na suspensão das lajes flutuantes do sistema massa mola da via permanente;
- Níveis de abertura de bitola e deflexão da via, em função dos esforços verticais e transversais das forças oriundas do contato roda/trilho;
- Variação contínua dos perfiz e geometria da trajetória nas passagens por aparelhos de mudança de via AMV's, considerando perfiz de agulhagem, jacaré e contratrilhos novos e desgastados, bem como as tolerâncias de bitola e de montagem desses componentes.

5.24.4 Medições dos deslocamentos e movimentações das suspensões nas vias reais operacionais

Deverão ser efetuadas corridas para coleta de medições de deslocamentos das suspensões primária e secundária e dos truques em todos os trechos de vias e AMVs, em rota direta e reversa, de forma a se selecionar pelo menos 10 pontos mais críticos e com isso efetuar instrumentação nos trilhos nesses trechos para medir valores das forças verticais e laterais induzidas pelo trem durante sua passagem. Esses pontos servirão tanto para comprovação da representatividade do modelamento matemático em prever as forças reais no contato roda x trilho, bem como para se comprovar que as condições de movimentação dos trens nas vias operacionais reais estão seguras.

Em caso de comprovação de pontos que sejam críticos à segurança da movimentação, a empresa contratada para o estudo do comportamento dinâmico deverá recomendar as modificações necessárias para mitigar essas situações. Após se implantar as modificações recomendadas, novas medições deverão ser efetuadas para se comprovar as melhorias decorrentes.

5.24.5 Elaboração do Modelamento Matemático

O modelamento matemático a ser elaborado deverá reproduzir, com fidelidade, o tráfego do trem pelos diversos tipos de via permanente existentes. O objetivo principal do modelamento é a previsão das forças laterais e verticais do contato roda/trilho, de modo a possibilitar a identificação de situações potenciais de

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

risco de descarrilamento, frente às várias combinações possíveis de desgastes dos elementos de suspensão do trem, desgastes nas rodas e desgastes nos elementos das vias permanentes como trilhos e aparelhos de mudança de via.

O modelamento também deverá prever o comportamento do carro frente a situações de excitação da suspensão, de modo a, também, ser previsível a determinação de ângulos de inclinação da caixa, deslocamentos de elementos de ligação do truque à caixa e os níveis de aceleração, velocidades e deslocamentos da caixa e suspensões de modo a avaliar a que os passageiros serão submetidos em cada uma das situações de excitação.

As situações de excitação a serem avaliadas são os desgastes e defeitos inerentes aos equipamentos da via permanente e aos do trem. Na via, deverão ser considerados desgastes e embutimentos das pontas de agulhas nos AMV's, alterações geométricas de traçado decorrentes de desgastes ou falha de componentes de fixação da via etc. No trem, deverão ser consideradas falhas nos amortecedores e envelhecimento dos elementos das suspensões primárias e secundárias etc.

5.24.6 Simulações a serem efetuadas

De maneira geral, deverão ser feitas simulações com combinação das condições de tráfego definidas a seguir, sem que o Fabricante se restrinja a essas condições para obter os dados que julgar necessários para avaliar as condições de tráfego na linha:

- Rodas novas e desgastadas (friso fino e alto, friso duplo);
- Perfil de trilho novo e desgastado (perfil de curva);
- Tráfego em reverso pelos AMV's típicos da via operacional, com embutimento da agulha externa sob o trilho de encosto nas respectivas velocidades de tráfego. Deverão ser definidos os respectivos limites de embutimento das agulhas para cada um dos AMV's.

5.24.7 Relatório Final

Deverá ser emitido ao final da execução de todas as atividades e conter:

- Síntese das atividades e etapas executadas;
- Resultados finais dos processamentos dos dados colhidos;
- Definição de critérios utilizados para interpretação dos dados;
- Conclusões, contendo a comprovação da Segurança de Tráfego para a frota.
- Recomendações para o estabelecimento dos limites de desgastes dos elementos da via e do trem que devem ser considerados pelos processos de manutenção.

6 APENSO

6.1 APENSO 1 - II.F - DIRETRIZES BÁSICAS DE TREM DE 8 CARROS

MINUTA