

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

## **ANEXO II.F – DIRETRIZES BÁSICAS MANDATÓRIAS PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAL RODANTE**

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

**ÍNDICE**

<b>OBJETIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. CRONOGRAMA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA PARA OS TRENS DO SERVIÇO EXPRESSO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS DOS TRENS DO TIC EIXO OESTE .....</b>	<b>9</b>
<b>4. PARÂMETROS E DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS PARA O TIC EIXO OESTE .....</b>	<b>36</b>

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

## **OBJETIVO**

Neste ANEXO são tratadas as diretrizes para aquisição e adequação de MATERIAL RODANTE do TIC EIXO OESTE.

O PLANO DE AQUISIÇÃO DE MATERIAL RODANTE deverá ser submetido à avaliação do AUDITOR INDEPENDENTE com até 180 (cento e oitenta) dias após assinatura do contrato devendo ser aprovado pela ARTESP em até 90 (noventa) dias da submissão ao AUDITOR INDEPENDENTE. O prazo para submissão do PLANO DE AQUISIÇÃO DO MATERIAL RODANTE poderá ser prorrogado, mediante justificativa apresentada pela CONCESSIONÁRIA, e desde que não comprometa a data de início da operação dos serviços.

O PLANO DE AQUISIÇÃO DO MATERIAL RODANTE poderá propor padrões internacionais ou nacionais equivalentes reconhecidos. Os trens devem ser capazes de ser operados para fornecer serviço de passageiro na linha do TIC EIXO OESTE, circular nas demais linhas da CPTM e devem ser capazes de ser operados para fornecer serviço de passageiro em possível extensão futura.

A submissão do PLANO DE AQUISIÇÃO DE MATERIAL RODANTE deverá ser instruída com:

- i. Especificações técnicas dos trens;
- ii. Requisitos operacionais;
- iii. Normas e regulamentos aplicáveis, com cópia dos padrões propostos, bem como comparação detalhada dos padrões propostos em substituição aos citados neste documento e, onde aplicável, uma tradução em português do padrão proposto;
- iv. Listas de fornecedores de sub-sistemas aprovados (Vendor List);
- v. Layout interno dos carros com configuração, quantidade de assentos por carro, disposição dos banheiros, áreas reservadas para cadeirantes, bicicletas, bagageiros, entre outros;
- vi. Planos de testes e comissionamento;
- vii. Plano de inspeção e controle de qualidade;
- viii. Requisitos de segurança e certificação;
- ix. Cronograma de produção e entrega.

O plano operacional, suas diretrizes e os tipos de serviços do TIC EIXO OESTE, estão detalhados no ANEXO III.A.

Para a frota de trens dos SERVIÇOS do TIC EIXO OESTE, deverão ser adquiridos 17 (dezessete) trens para atendimento das condições operacionais estabelecidas no ANEXO III.A pela CONCESSIONÁRIA, cujas diretrizes básicas, mandatórias e referenciais estão descritas neste anexo.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

## 1. CRONOGRAMA

2.1. O cronograma de implantação dos EMPREENDIMENTOS indicados na tabela 1 está detalhado no ANEXO IX.

## 2. NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA PARA OS TRENS DO TIC EIXO OESTE

2.1. O MATERIAL RODANTE e serviços correspondentes deverão estar em conformidade com as mais recentes edições das normas ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas aplicáveis, ou normas ferroviárias indicadas a seguir:

- i. NBR 8.365 - Equipamento eletrônico utilizado em MATERIAL RODANTE ferroviário;
- ii. EN 45.545-2 – “Fire protection on railway vehicles”;
- iii. EN 45545-7 – Fire Safety – Fire Safety requirements for flammable liquid and flammable gas installations;
- iv. EN 50.119 – “*Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines*”;
- v. EN 50.592 – *Energy measurement on board railway vehicles*;
- vi. EN 50.121-3-2 - Aplicações Ferroviárias. Compatibilidade Eletromagnética. Parte 3-2. MATERIAL RODANTE. Equipamentos;
- vii. EN 50.124 – “*Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creep age distances for all electrical and electronic equipment*”;
- viii. EN 50.126 - *Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)*;
- ix. EN 50.128 - *Railway Applications: Software for Railway Control and Protection Systems*;
- x. EN 50.129 - *Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling*;
- xi. EN 50.388 – *Technical criteria for the coordination between power supply and rolling stock to achieve interoperability*;
- xii. Normas ISO/IEC;
- xiii. IEC-61.508 - *Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems*;
- xiv. Normas Francesas NFF16-101 e NFF16-102 - MATERIAL RODANTE Ferroviário - Comportamento ao fogo - Seleção de Materiais;
- xv. MIL-HDBK-217 *Reliability Prediction of Electronic Equipment*;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

- xvi. MIL-HDBK-338 *Electronic Reliability Design Handbook*;
- xvii. MIL-STD-470 *Maintainability Program for Systems and Equipment*;
- xviii. MIL-STD-471 *Maintainability Verification / Demonstration / Evaluation*;
- xix. MIL-STD-721 *Definitions of Terms for Reliability and Maintainability*;
- xx. MIL-STD-756 *Reliability Modeling and Prediction*;
- xxi. MIL-STD-781 *Reliability Testing for Engineering Development, Qualification and Production*;
- xxii. MIL-STD-785 *Reliability Program for Systems and Equipment Development and Production*;
- xxiii. MIL-STD-810 *Environmental Test Methods and Engineering Guidelines*;
- xxiv. MIL-STD-882 *System Safety Program Requirements*;
- xxv. MIL-STD-1.629 *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*;
- xxvi. EN 50.153 – “*Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards*”;
- xxvii. EN 50.155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre MATERIAL RODANTE;
- xxviii. EN 50.206 – “*Railway applications. Rolling stock. Pantographs. Characteristics and tests. Pantographs for main line vehicles*”;
- xxix. EN 50.272 – “*Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 1: General safety information*”;
- xxx. EN 50.547 – “*Railway applications - Batteries for auxiliary power supply systems*”;
- xxxi. EN 60.349 – “*Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors*”;
- xxxii. EN 61.377 – “*Railway applications. Rolling stock. Combined test method for traction systems*”;
- xxxiii. EN 12.663 – “*Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies*”;
- xxxiv. EN 13.129 – “*Railway applications - Air conditioning for main line rolling stock - Comfort parameters and type tests*”;
- xxxv. UIC 553 – OR Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário;
- xxxvi. ISO 16.890 - *International Standard for Air Filters for General Ventilation* (substitui a EN 779);

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

- xxxvii. EN 50.343 Regras de instalação de cabos elétricos;
- xxxviii. CEI 60.349-2 Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático;
- xxxix. EN 50.306-1 a 4 - Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- xl. EN 50.264-1 a 3 - Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;
- xli. EN 50.382-1 a 2 - Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C);
- xlii. EN 13.261 – *“Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements”*;
- xliii. EN 13.262 – *“Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Product requirements”*;
- xliv. EN 13.298 – *“Railway applications - Suspension components - Helical suspension springs, steel”*;
- xlvi. EN 13.597 – *“Railway applications - Rubber suspension components - Rubber diaphragms for pneumatic suspension springs”*;
- xlvi. EN 13.715 – *“Railway applications - Wheelsets and bogies – Wheels – Tread profile”*;
- xlvi. EN 13.913 – *“Railway applications - Rubber suspension components - Elastomer-based mechanical parts”*;
- xlvi. EN 13.979 – *“Railway applications - Wheelsets and bogies - Monobloc wheels - Technical approval procedure - Part 1: Forged and rolled wheels”*;
- xlix. EN 14.752 – *“Railway applications - Body side entrance systems for rolling stock”*;
- l. EN 14.813 – *“Railway applications - Air conditioning for driving cabs - Part 1: Comfort parameters”*;
- li. EN 14.817 – *“Railway applications - Suspension components - Air spring control elements”*;
- lii. EN 15.049 – *“Railway applications - Suspension components - Torsion bar, steel”*;
- liii. EN 15.153-1 – *“Railway applications - External visible and audible warning devices for trains - Part 1: Head, marker and tail lamps”*;
- liv. EN 15.227 – *“Railway applications - Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies”*;
- lv. EN 15.273-2 – *“Railway applications - Gauges - Part 2: Rolling stock gauge”*;
- lvi. EN 15.827 – *“Railway applications. Requirements for bogies and running gears”*;
- lvii. EN 15.877-2 – *“Railway applications. Markings of railway vehicles. External markings on coaches, motive power units, locomotives and on track machines”*;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

- lviii. EN 15.892 – *“Railway applications - Noise Emission - Measurement of noise inside driver's cabs”*;
- lix. EN 16.116-1 – *“Railway applications. Design requirements for steps, handrails, and associated access for staff. Passenger vehicles, luggage vans and locomotives”*;
- lx. EN 16.019 – *“Railway applications. Automatic coupler. Performance requirements, specific interface geometry and test method”*;
- lxi. EN 16.185-1 – *“Railway applications. Braking systems of multiple unit trains. Requirements and definitions”*;
- lxii. EN 16.186-1 – *“Railway applications. Driver's cab. Anthropometric data and visibility”*;
- lxiii. EN 16.186-2 – *“Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators”*;
- lxiv. EN 16.186-3 – *“Railway applications - Driver's cab - Part 3: Design of displays (includes Amendment A1:2018)”*;
- lxv. EN 16.286-1 – *“Railway applications - Gangway systems between vehicles - Part 1: Main applications”*;
- lxvi. EN 16.334 – *“Railway applications – Passenger alarm system requirements”*;
- lxvii. EN 16.362 – *“Railway applications - Ground based services - Water restocking equipment”*;
- lxviii. EN 16.584 – *“Railway applications. Design for PRM use. General requirements. Contrast”*;
- lxix. EN 16.585 – *“Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock - Part 2: Elements for sitting, standing and moving”*;
- lxx. EN 16.586 – *“Railway applications. Design for PRM use. Accessibility of persons with reduced mobility to rolling stock. Boarding aids”*;
- lxxi. EN ISO 3.095 – *“Acoustics — Railway applications — Measurement of noise emitted by railbound vehicles”*;
- lxxii. EN ISO 3.381 – *“Railway applications - Acoustics - Measurement of noise inside railbound vehicles”*;
- lxxiii. UIC 541-05 – *“Brakes – Manufacturing specifications for various brake parts – Wheel slide protection device (WSP)”*;
- lxxiv. IRS/UIC 60608:2019 *“Conditions to be complied with for the pantographs of tractive units used in international services”*;

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

- lxxv. UIC 651 *“Layout of driver’s cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers”*;
  - lxxvi. UIC 854 – *“Technical specification for the supply of alkaline and lead-acid starter batteries”*;
  - lxxvii. IEC 61.373 - Aplicações Ferroviárias. MATERIAL RODANTE. Teste de Choque e Vibração;
  - lxxviii. IEC 60068 – *Environmental testing (shocks, vibration, temperature cycling, etc.)*
  - lxxix. IEC 60.529 - Classificação dos graus de proteção;
  - lxxx. IEC 61.133 – *“Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service”*;
  - lxxxii. EN 14.363:2.005 - *Railway applications — Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles — Testing of running behaviour and stationary tests*;
  - lxxxii. UIC 518:2.009 - *Testing and Approval of Railway Vehicles from The Point of View of Their Dynamic Behaviour - Safety - Track Fatigue - Ride Quality*;
  - lxxxiii. UIC 513, R: *Guidelines for Evaluating Passenger Comfort in Relation to Vibration in Railway Vehicles*;
  - lxxxiv. IEC 61.287 – *“Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods”*;
  - lxxxv. IEC 60.850 – *“Railway applications - Supply voltages of traction systems”*;
  - lxxxvi. IEC 60.322 – *“Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction”*;
  - lxxxvii. IEC 61.881- *“Railway applications - Rolling stock equipment - Capacitors for power electronics - Part 1: Paper/plastic film capacitors”*;
  - lxxxviii. IEC 60.349-2 – *“Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors”*, e;
  - lxxxix. IEC 60.034 – *“Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance”*;
  - xc. UNE EN 50333 – *“Railway application. Three-phase trainline voltage characteristics”*
- 2.2. Poderão ser utilizadas normas AAR, desde que atendam aos requisitos deste ANEXO II.F.
- 2.3. A CONCESSIONÁRIA poderá utilizar norma ferroviária distinta das indicadas, desde que comprovada a similaridade com as normas anteriormente relacionadas, devendo para tanto receber previamente a não objeção da ARTESP, mediante o envio da norma de utilização pretendida e documentação comprobatória de sua compatibilidade e similaridade.



**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

**3. CARACTERÍSTICAS DOS TRENS DO TIC EIXO OESTE**

- 3.1. A seguir, estão apresentadas as características gerais do MATERIAL RODANTE.
- 3.2. Os requisitos do material rodante do SERVIÇO EXPRESSO serão aqueles descritos neste ANEXO utilizando trens com configuração tipo Trem unidade elétrica. A CONCESSIONÁRIA poderá propor, alternativamente, trem tipo PUSH-PULL ou DOUBLE DECKER, desde que demonstre que o tipo de trem proposto atende às exigências operacionais e de infraestrutura da CONCESSÃO.
- 3.3. Com o intuito de assegurar a plena interoperabilidade dos trens do TIC EIXO OESTE com o SISTEMA METROFERROVIÁRIO, os trens deverão atender aos seguintes requisitos técnicos mínimos:
- i. Possibilidade de operação dos trens em todas as Linhas, vias auxiliares, pátios e estacionamentos do sistema ferroviário de São Paulo, sem restrições. Com isso, os trens deverão ter características compatíveis, com bitola de 1.600 mm, alimentação de 3,0 kVcc via catenária, dimensões de gabarito estático e dinâmico que permitam a circulação nas outras linhas do SISTEMA METROFERROVIÁRIO e capacidade de tração e frenagem, conforme disposto no item 3.4 deste ANEXO;
  - ii. Operação sem restrições conforme as características geométricas, operacionais e de via permanente definidas no ANEXO II.B;
  - iii. O sistema de sinalização dos trens do TIC EIXO OESTE deverá ser único conforme definido no ANEXO II.C;
  - iv. Todos os trens do TIC EIXO OESTE deverão ter tração elétrica; e
  - v. Todos os trens do TIC EIXO OESTE deverão garantir acessibilidade universal, com atendimento à norma de acessibilidade ABNT NBR 14.021.
- 3.4. Características gerais da operação dos trens, considerando o EMPREENDIMENTO:
- i. Velocidade máxima permitida: 140km/h;
  - ii. Frenagem Máxima de serviço: 0,85m/s<sup>2</sup>;
  - iii. Raio mínimo (via principal): 650m;
  - iv. Raio mínimo (linhas secundárias/pátios): 250m;
  - v. Rampa máxima: 4,00%;
  - vi. Bitola: 1.600mm;
  - vii. Capacidade de passageiros sentados de, ao menos, 470 passageiros;

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- viii. Carga máxima por eixo: 18 Toneladas;
- ix. Gabarito conforme desenhos CPTM-AD2141-0 – Gabarito dinâmico e o CPTM-AA1328-7- Gabarito para locomotivas e veículos (APENSO 1 deste ANEXO).

**3.5. Diagrama e arranjo interior dos trens**

3.5.1.O objetivo do design de interior deve ser criar um ambiente de qualidade para viagens diárias e de lazer para a gama mais ampla possível de tipos demográficos da população de São Paulo, incluindo portadores de necessidades especiais.

3.5.2.O diagrama e o arranjo interno dos trens deverão considerar as seguintes normas e requisitos:

- i. EN 16.584 Railway Applications — Design for PRM Use - General Requirements — Part 1: Contrast;
- ii. EN 16.585 Railway Applications - Design for PRM Use Equipment and Components onboard RollingStock;
- iii. EN 16.585-1 Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components onboard rollingstock - Part 1: Toilets;
- iv. EN 16.585 Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rollingstock - Part 2: Elements for sitting, standing, and moving;
- v. EN 16.585-3 Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rollingstock - Part 3: Clearways and internal doors;
- vi. EN 16.586-1 Railway applications - Design for PRM use - Accessibility of persons with reducedmobility to rolling stock - Part 1: Steps for access and egress;
- vii. EN 16.586-2 Railway applications - Design for PRM use - Accessibility of persons with reducedmobility to rolling stock - Part 2: Boarding aids;
- viii. Lotação considerando-se somente PASSAGEIROS sentados;
- ix. Comprimento máximo por Trem Unidade Elétrica 200 metros;
- x. Salão de PASSAGEIROS interligados com passagem livre (Open Wide Gangway ou trem tubo);
- xi. Ter, por trem, pelo menos dois espaços aptos ao transporte de PASSAGEIROS com cadeira de rodas conforme NBR 14.021 – “Transporte – acessibilidade no sistema de trem urbano ou metropolitano” e no que couber a EN 16.585- 2 – “Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock - Part 2: Elements for sitting, standing and moving”;
- xii. Contemplar uma área (multifunções) suficientemente ampla para permitir o transporte

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

de carga volumosa, tais 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 trem.

### **3.6. Banco dos PASSAGEIROs**

3.6.1. Os bancos deverão ser individuais, com apoios rebatíveis para os braços e com apoio de cabeça. Os apoios de cabeça deverão ser protegidos 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 forma e dimensões adequadas para viagens com duração superior a 1 (uma) hora e serem providos de porta revistas e mesas rebatíveis. Na escolha do modelo do banco serão considerados os seguintes aspectos:

- i. assegurar facilidade para um PASSAGEIRO levantar-se e sentar-se num banco, independentemente da posição em que o banco está montado (janela ou corredor);
- ii. 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;
- iii. quando os bancos forem voltados para a frente deverá ser possível ao passageiro esticar as pernas sob o banco da frente;
- iv. 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;
- v. as fixações deverão ser escamoteadas garantindo, no entanto, fácil substituição dos componentes;
- vi. deverão ser dotados de mesas rebatíveis individuais. No caso de bancos um de frente para o outro, poderá ser adotada a mesa compartilhada por 4 pessoas sentadas;
- vii. deverão ser concebidos de modo a permitir a fácil substituição do conjunto do banco, quer a substituição individual das capas dos assentos e dos encostos, sem necessidade de substituição das respectivas conchas e espumas, e;
- viii. o revestimento dos bancos deverá ser de fácil limpeza. As capas deverão ser facilmente substituíveis de modo a permitir a sua limpeza, sem que se alterem as características técnicas do revestimento.

### **3.7. Piso**

3.7.1. Os pisos dos trens deverão ser do tipo antiderrapante e devem assegurar isolamento térmico, acústico e de vibração. Os materiais aplicados aos pisos deverão atender o estabelecido para índices de inflamabilidade e demais aspectos da norma EN 45545-4:2024 *Railway applications. Fire protection on railway vehicles Fire safety requirements for rolling stock design*, tolerar o alto tráfego de passageiros e cargas (malas) e possuir tolerância a água, umidade, produtos de limpeza, óleos e outros produtos químicos

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

utilizados na limpeza e manutenção.

**3.7.2.Revestimento do piso**

- 3.7.2.1. Em todo o carro, com eventual exceção dos lavabos, 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 mantas 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 vestibulos 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 e ser prevista a sua substituição rotineira para limpeza, sem interferir com o restante pavimento do trem.

**3.8. Tomadas**

- 3.8.1.Nos salões de cada carro, em local abrigado, deverá ser prevista uma tomada de 220 V, 60 Hz, 5 A, com aterramento. Estas tomadas terão por finalidade a ligação de equipamentos de limpeza e ferramentas e estarão ativas quando os sistemas auxiliares do trem estiverem alimentados. As tomadas deverão ser dotadas de dispositivo de proteção contra choque elétrico, cumprindo normas como IEC 60364, garantindo isolamento adequado e proteção contra contatos acidentais e proteção impedindo o acesso de crianças. Os materiais empregados nas tomadas deverão ser do tipo não inflamáveis ou com baixo índice de propagação de chamas.
- 3.8.2.Deverão ser disponibilizadas aos PASSAGEIROS, conforme configuração a ser prevista pela CONCESSIONÁRIA, tomadas 127 V, 60 Hz, com limitação para corrente máxima de 1 A e tomadas com saída USB-A para carregamento de dispositivos móveis, com terra e proteção à prova de crianças. Essas tomadas devem ser dimensionadas para alimentação de pequenos aparelhos eletrônicos (exemplo: computadores portáteis e celulares).
- 3.8.3.As tomadas deverão ter dispositivos de proteção contra curto-circuito, incluem disjuntores e fusíveis para evitar sobrecargas e falhas. A classificação de proteção contra penetração de líquidos ou poeira deve ser IP44 ou superior.

**3.9. Porta-Bagagens e Bagageiros**

- 3.9.1.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, através do uso de grelhas ou chapas perfuradas.

**3.10. Cabines de Condução**

- 3.11. As cabines de condução, instaladas nas extremidades do trem, devem atender aos requisitos de ergonomia, visibilidade, isolamento térmico e acústico, ter estrutura reforçada

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

para proteger o condutor em colisões e possuir layout intuitivo com controles e indicadores disposto de forma lógica e acessível.

- 3.12. A cabine deverá ser climatizada com possibilidade de ajuste individual pelo condutor.
- 3.13. O posto de condução deverá situar-se ao centro da cabine, com assento ajustável e giratório, regulável em altura e na distância à mesa de condução, ajustável em função do peso e porte do ocupante, com encostoregulável e apoios para os braços, garantindo ao condutor uma boa visibilidade para a via na posição sentada e acesso aos controles, rádios, intercomunicadores, botoeiras e demais painéis. Dentro da cabine será previsto pelo menos um banco suplementar rebatível que permita a visibilidade frontal.
- 3.14. A janela deverá ser ampla com controle antirreflexo e sem obstruções para garantir boa visibilidade da via e sinalização. A visão externa do operador do trem não deve ser afetada por nenhuma condição de iluminação interior.
- 3.15. A cabine de condução deverá atender ao estabelecido nas normas de referência:
- i. EN 16.116-1 – *“Railway applications. Design requirements for steps, handrails, and associated access for staff. Passenger vehicles, luggage vans and locomotives”*;
  - ii. EN 16.186-1 – *“Railway applications. Driver's cab. Anthropometric data and visibility”*;
  - iii. EN 16.186-2 – *“Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators”*;
  - iv. EN 16.186-3 – *“Railway applications - Driver's cab - Part 3: Design of displays (includes Amendment A1:2.018)”*;
  - v. EN 14.752 – *“Railway applications - Body side entrance systems for rolling stock”*;
  - vi. UIC 612 – *“Driver Machine Interfaces for EMU/DMU, Locomotives and Driving Coaches – Functional and System Requirements associated with harmonized Driver-Machine-Interfaces”*, e;
  - vii. UIC 651 *“Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers”*;
- 3.16. **Console de Operação**
- 3.16.1. Em cada cabine de condução deverão ter instalados, entre outros, os seguintes dispositivos:
- i. Dispositivo digital de identificação do maquinista;
  - ii. chave com função de ativação da mesa de condução;
  - iii. manipulador de controle de nível de tração;

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- iv. manipulador de controle de nível de freio de serviço e comando do freio de emergência;
- v. seletor de marcha (sentido de movimento) com as seguintes posições:
  - a. neutro;
  - b. marcha à frente, e;
  - c. marcha à ré.
  - d. comando do freio de estacionamento com sinalização luminosa;
- vi. comando para a frenagem de emergência (válvula ou botão de soco);
- vii. indicação da pressão nos cilindros de freio de todos os carros;
- viii. indicação da pressão das tubulações do sistema de freios;
- ix. indicação da pressão dos reservatórios do sistema de freios;
- x. comando no painel e pedal do dispositivo de vigilância do maquinista (homem- morto);
- xi. comando do pantógrafo;
- xii. comando do disjuntor principal (quando cabível);
- xiii. um painel indicativo, que incorpore nomeadamente pelo menos as seguintes sinalizações:
  - a. Homem-Morto;
  - b. disjuntor principal aberto (dos carros motrizes);
  - c. sistema antipatinagem / antideslizamento;
  - d. avaria do sistema de freio;
  - e. avaria do sistema de tração;
  - f. avaria do sistema de alimentação auxiliar;
  - g. avaria do sistema de ar-condicionado do salão de PASSAGEIROS;
  - h. avaria do sistema de sinalização;
  - i. avaria do sistema de suprimento de ar comprimido;
  - j. atuação do sinal de alarme dos PASSAGEIROS;
  - k. indicação de portas fechadas;
  - l. indicação de portas abertas;
  - m. atuação do sistema de detecção de incêndios;
  - n. iluminação dos salões de PASSAGEIROS;
  - o. aplicação do freio de emergência, e;
  - p. faróis acesos.
- xiv. comando de abertura de portas;
- xv. comando de fechamento de portas;
- xvi. comando de derivação de portas (lacrado e monitorado com sinalização específica);
- xvii. indicação da tensão da catenária;

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- xviii. hodômetro;
- xix. comando da iluminação dos salões de PASSAGEIROS com 2 níveis de iluminação (50 e 100%);
- xx. comando para ligar e desligar todo o trem;
- xxi. indicação da tensão das baterias;
- xxii. tomada de 127 V, 60 Hz, 16 A, com saída USB-A para carregamento de dispositivos móveis;
- xxiii. unidade de comando do sistema de sonorização e interfonia;
- xxiv. comando das buzinas;
- xxv. comando do limpador e lava vidros com regulador de 2 velocidades e intermitente;
- xxvi. comando do desembaçador do para-brisa;
- xxvii. comando das microcâmeras de vídeo exteriores (retrovisores);
- xxviii. IHM do sistema de sinalização (ERTMS/ETCS);
- xxix. IHM de monitoração das imagens do interior dos carros, imagem à frente e imagem atrás do trem;
- xxx. IHM de monitoração e detalhamento do estado funcional de todos os sistemas do trem de todos os carros;
- xxxi. unidade de comando do sistema de rádio terra-trem, e;
- xxxii. comando da climatização da cabine;

3.16.2. Os monitores IHM (Interface Homem-Máquina) deverão ser multifuncionais por telas coloridas de alta definição com tecnologia *touch screen* com dimensão mínima de 14 polegadas. Qualquer um deles pode apresentar o conteúdo do outro, mediante seleção pelo maquinista a qualquer tempo e ao seu critério.

3.16.3. Os materiais utilizados no console de operação deverão ser de fácil limpeza e manutenção com superfícies resistentes a desgastes e sujeira. Os componentes e painéis devem fáceis de acessar para inspeções e reparos pela equipe de manutenção.

### **3.17. Início e Conclusão do Serviço**

3.17.1. O maquinista para iniciar o serviço, com o trem desligado, no caso de ter que acessar a cabine pelas portas das extremidades, desencadeará um automatismo para iluminar o caminho que lhe permita ocupar a mesa de condução.

3.17.2. No final do serviço, o maquinista ao desocupar a cabine desencadeará o desligar automático do trem ao fim de 15 minutos, permanecendo durante este tempo a

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

iluminação do caminho de acesso acesa. Esta temporização deverá ser programável e é interrompida em caso de reativação da cabine. Também deve ser prevista a possibilidade de se comandar o desligamento manual do trem sem temporizações de atraso.

**3.18. Janelas e Vidros da Cabine**

- 3.18.1. Os vidros frontais deverão ser amplos com controle antirreflexo, sem obstruções para garantir boa visibilidade da via e sinalização e deverão ser de acordo as normas EN 15.152 – “*Railway applications - Front windscreens for train cabs*” e BS 857:1967 *Specification for safety glass for land transport*. A janela deverá ser ampla com controle antirreflexo e sem obstruções para garantir boa visibilidade da via e sinalização e serão equipados com limpador de para-brisas e dispositivos de lavagem e desembaçamento. Nos dois lados da cabine, deverão existir janelas móveis, que poderão ser integradas na porta lateral de acesso à cabine de condução. Esta janela uma vez aberta deverá permitir a passagem da cabeça do maquinista.
- 3.18.2. 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 cabine não estiver ocupada. Os protetores deverão ainda ser reguláveis e estáveis em qualquer posição.

**3.19. PORTAS DE ACESSO DOS PASSAGEIROS**

- 3.19.1. As portas por lateral de cada carro deverão ser simétricas e em número suficiente para permitir a saída de todos os PASSAGEIROS do trem na estação, no tempo de no máximo 2 minutos, considerando a saída pelos dois lados do trem, sendo no mínimo duas portas por lateral por carro.
- 3.19.2. 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 16.116-1.
- 3.19.3. Adjacentes a estas portas deverão ser instalados meios mecânicos de embarque de PASSAGEIROS com cadeira de rodas conforme EN 16.586-2. 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.
- 3.19.4. Em caso de emergência os PASSAGEIROS poderão 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 equipamentos em cada estação. As janelas não deverão ser consideradas como saída de emergência.

- 3.19.5. O projeto do sistema de portas deverá prever a detecção de objetos conforme norma



PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

NF-F 14.752, evitando a liberação da tração.

**3.19.6. Comandos das Portas**

- 3.19.6.1. O comando de abertura das portas deverá ser por botoeiras localizadas no console e nas laterais da cabine, próximas das janelas laterais. As botoeiras do console deverão estar dispostas no seu lado direito e esquerdo, atuando o lado correspondente das portas.
- 3.19.6.2. 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.
- 3.19.6.3. Nas laterais de cada carro deverá haver uma sinalização luminosa com tecnologia de “LEDs” que permanecerá acesa (em ambos os lados) enquanto uma ou mais portas do carro estiverem abertas.
- 3.19.6.4. Os comandos de abertura e fechamento das portas dos trens somente deverão estar habilitados na cabine líder.
- 3.19.6.5. 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.
- 3.19.6.6. 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.
- 3.19.6.7. Em cada lateral do carro deverá haver um painel com chaves comutadoras para isolamento elétrico das portas, com acesso pelo lado externo do carro. No painel deverá haver chaves de isolamento de portas, sendo uma para cada porta da lateral correspondente e uma chave para isolamento geral do controle de portas do lado oposto. Estas chaves quando acionadas deverão garantir o fechamento automático das portas correspondentes e o seu impedimento de abertura. O acionamento destas chaves deve ser sinalizado na cabine de comando.
- 3.19.6.8. Nas cabines de comando deverá haver uma chave elétrica com lacre com registro de atuação, que quando acionada permite a tração do trem, independentemente do estado das portas (*by-pass* ou derivação de portas). Esta chave somente poderá ser habilitada na cabine líder.
- 3.19.6.9. Todo fechamento de portas deverá ser precedido de um sinal de alerta sonoro, conforme norma NBR 14.170, 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 sinalização luminosa intermitente em cada porta do salão de PASSAGEIROS, visível pelo lado interno e externo do carro, conforme norma ABNT NBR 14.021. Esta sinalização luminosa deve ser com LED e ter uma largura ampla para ser bem notada à distância.

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

3.19.6.10. Quando ocorrer o acionamento de comando de abertura de emergência de portas a lâmpada de cada portadeverá 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.

**3.20. PASSAGEM ENTRE CARROS**

3.20.1. A passagem entre carros deverá permitir conforto e segurança e não possuir degraus. Poderá a CONCESSIONÁRIA optar pelo uso de passagens do tipo Open Wide Gangway conforme estabelecido nas normas UIC 561 e EN 16286-1- *“Railway applications - Gangway systems between vehicles - Part 1: Main applications”*, inclusive com a adoção de portas, nas extremidades para passagem entre os carros.

3.20.2. Os foles de intercomunicação entre os carros deverão:

- i. permitir a movimentação e ocupação segura dos PASSAGEIROS;
- ii. ser de fácil substituição como unidade completa;
- iii. oferecer elevada resistência ao fogo e baixa emissão de gases tóxicos em caso de incêndio;
- iv. proporcionar bom isolamento acústico e térmico;
- v. ser estanques em qualquer condição atmosférica.

**3.21. JANELAS DOS SALÕES**

3.21.1. 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, devem ter adequada proteção e evitar o desprendimento de estilhaços em caso de quebra.

3.21.2. 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.

3.21.3. Deve ser prevista 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.

**3.22. DATABUS - SISTEMA ELETRÔNICO DE CONTROLE, COMANDO E COMUNICAÇÃO**

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- 3.22.1. 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.
- 3.22.2. A rede interliga todos os sistemas microprocessados para permitir comunicação de dados e comandos (transmissão e recepção), bem como transmitir sinais de falhas e eventos detectados para o registrador de eventos, de forma permanente.
- 3.22.3. Deverão ser previstos os seguintes itens principais no trem:
- i. Módulo de cabine;
  - ii. módulos do carro;
  - iii. meio físico de transmissão de dados (Bus), e;
  - iv. monitor/ teclado.
- 3.22.4. A rota de comunicação entre os diversos módulos é feita pelo meio físico de transmissão e recepção de dados *databus*, que deverá ter redundância.

**3.23. LAVABOS**

- 3.23.1. Deve-se prever a existência de lavabos na quantidade prevista em normas, destinando também lavabo(s) para uso de pessoas com deficiência. Como as pessoas com deficiência viajarão em um carro com compartimento especial para sua perfeita e segura acomodação, o lavabo acessível no trem estará neste carro. Ambos os lavabos atenderão ao estipulado na norma EN 16.585-1 e serão de fácil e intuitiva utilização. A capacidade dos reservatórios de águas deverá assegurar uma autonomia entre descargas de pelo menos um dia.
- 3.23.2. Deverão ser previstas tomadas de água limpa para a lavagem e para abastecimento do lavabo e de descarga do reservatório de águas utilizadas em ambos os lados do trem. As tomadas de abastecimento de água serão conformes com a EN 16.362 – “Railway applications - Ground based services - Water restocking equipment”. Sempre que possível os equipamentos do lavabo deverão prescindir de sensores ou pictogramas indicativos da sua localização e funcionamento. O ambiente interior deverá transmitir a impressão de um aspecto arejado, limpo, higiênico, espaçoso e livre de obstáculos visuais, com boa iluminação (evitando zonas de sombra, ou sombras provocadas pelo PASSAGEIRO que impeçam a boa utilização do lavabo).
- 3.23.3. O abastecimento dos consumíveis (papel higiênico, sabonete e desinfetante) e limpeza diários deverá ser de fácil e rápida execução com bom acesso para limpeza e manutenção. A pia e o vaso sanitário do lavabo deverão ter formato que facilite o escoamento da água. A pia deverá ser constituída 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 recipiente do lixo deverá ser estanque, podendo ser forrado com um saco plástico que seja de fácil retirada para limpeza. Terá de ter um deflector de forma a evitar que o lixo atirado para dentro do recipiente do lixo resvale para o chão ou para trás dos painéis

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

interiores do lavabo.

3.23.4. 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 lavabos deverão ter uma mesa de troca de fraldas. A porta do lavabo deverá ser de acionamento por botão.

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

- i. Livre;
- ii. ocupado, e;
- iii. fora de serviço.

3.23.6. A indicação "FORA DE SERVIÇO" deverá ser automaticamente sinalizada localmente e na cabine de condução sempre que uma das seguintes situações se caracterize:

- i. Falta de água limpa;
- ii. reservatório de água usada cheio, e;
- iii. ausência de vácuo.

**3.24. ILUMINAÇÃO INTERIOR**

3.24.1. 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.

3.24.2. 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.

**3.25. NÍVEIS DE RUÍDO INTERIOR E EXTERIOR**

3.25.1. 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 do trem, em todas as situações de funcionamento: parado, aceleração, frenagem e operação à velocidade constante.

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

**3.25.3. Ruído interior**

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

3.25.3.1. 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.

3.25.4. Cabines de condução

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

Valores limite	LpAeq,T [dB (A)]
Com os TUEs parados, acionamento da buzina à máxima pressão sonora.	95
À velocidade máxima	78

3.25.5. Espaços destinados aos PASSAGEIROS

3.25.5.1. A caracterização do ruído interior nos espaços destinados aos PASSAGEIROS deverá ser feita de acordo com a norma EN ISO 3.381 - “*Railway applications - Acoustics - Measurement of noise inside railbound vehicles*” em todos os carros do trem e nas posições indicadas na referida norma, para todos os modos de funcionamento.

3.25.5.2. As grandezas que serão medidas, as condições de ensaio e a metodologia e procedimento de avaliação são as que se encontram definidas na norma EN ISO 3.381, nas condições de funcionamento, nomeadamente à velocidade constante de 80 km/h e à velocidade operacional ( $\geq 120$  km/h), aceleração do 0 aos 30 km/h (arranque), desaceleração dos 30 aos 0 km/h (frenagem) e parada.

3.25.6. Os valores limites a respeitar pelo trem são os indicados no quadro seguinte:

Valores limite para o ruído no interior salões de PASSAGEIROS	LpAeq,T [dB(A)]	Tempo (s)
Com o trem parado	60	$T \geq 20$
À velocidade operacional ( $\geq 120$ km/h)	68	$T \geq 20$

3.25.7. Ruído exterior

3.25.7.1. Emissão do ruído para o exterior deverá atender a norma EN ISO 3.095 – “*Acoustics — Railway applications — Measurement of noise emitted by railbound vehicles*”, notadamente na situação de frenagem (dos 30 aos 0 km/h) e as medições adicionais nas situações de aceleração e parada 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.

3.25.7.2. Os valores limites, que serão medidos, as condições de ensaio, a metodologia, o procedimento de avaliação e os limites de emissão de ruído para o exterior,

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

gerados pelo trem 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	$p_{Aeq,T}$ (unidade)	65	60	7,5	1,2
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=120km/h normalizada para 80 km/h)	$L_{pAeq,Tp}$	80	$T_p$ – tempo de passagem	7,5	1,2

### 3.25.8. Avaliação da conformidade

3.25.8.1. A realização dos ensaios para caracterização do trem em termos de emissão de ruído para o exterior, para o interior e no interior da cabine de condução deverá ser feita de acordo com o especificado na EN ISO 3.095, na EN ISO 3.381 e na EN 15.892 – “*Railway applications - Noise Emission - Measurement of noise inside driver's cabs*”, respectivamente, por entidade especializada e acreditada.

### 3.26. RÁDIO TERRA-TREM

3.26.1. Deverá ser montado em cada cabine de condução dos TUEs o equipamento de comunicações rádio Terra- Trem. Os sistemas de comunicação rádio terra-trem, devem ser integrados de forma a permitir a gestão e funcionamento dos diversos sistemas instalados a partir de um único console. Deverão fazer parte deste console o alto-falante, o combinado microtelefone e a IHM (Interface Homem Máquina).

### 3.27. INFORMAÇÃO VISUAL

#### 3.27.1. Painel de destino e indicação para o exterior do trem

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

3.27.1.2. A primeira linha indicará o destino e deverá permitir a escrita de 16 caracteres alfanuméricos; o 2º campo destina-se para informações complementares 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 modo *scroll*.

3.27.1.3. 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.

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- 3.27.1.4. Em cada lateral externa dos carros do trem, preferencialmente junto às portas de acesso, deverá existir um indicador de destino alfanumérico (pelo menos um por cada lado dos carros do trem) com capacidade mínima de três linhas de informação escrita e/ou gráfica.

**3.27.2. Sistema Multimídia de informação operacional e entretenimento**

- 3.27.2.1. No interior dos trens será instalada uma rede de monitores coloridos de alta resolução. 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 será mostrada simultaneamente em todo o trem. 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 local do carro do trem.
- 3.27.2.2. A informação operacional deve ser apresentada automaticamente e incluirá, nomeadamente, dados da rotacom a representação do diagrama da linha, destino, posição atual do trem, eventuais atrasos, próxima parada, integrações a outros transportes, hora e data, temperatura exterior e lado de abertura das portas.
- 3.27.2.3. Também devem ser divulgadas mensagens pré-estabelecidas (de serviço ou comerciais) que podem ser mostradas de modo automático ou ativadas por intervenção do maquinista e/ou do CCO.
- 3.27.2.4. Os conteúdos de entretenimento a bordo e publicidade poderão ser mostrados simultaneamente 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.
- 3.27.2.5. Os monitores deverão possuir o ajuste automático do brilho em função do nível luminoso do meio ambiente e ter características antivandalismo.
- 3.27.2.6. O sistema de multimídia aos PASSAGEIROS deverá ser fabricado sob as seguintes normas ferroviárias:
- i. EN 50.121-3-2 - Aplicações Ferroviárias. Compatibilidade Eletromagnética. Parte 3-2. MATERIAL RODANTE. Equipamentos;
  - ii. EN 50.155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre MATERIAL RODANTE;
  - iii. IEC 61.373 - Aplicações Ferroviárias. MATERIAL RODANTE. Teste de Choque e Vibração;
  - iv. IEC 60.529 - Classificação dos graus de proteção, e;
  - v. EN 50.128. Aplicações Ferroviárias. Comunicações, sinalização e sistemas de processamento.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

**3.27.3. Informação sonora**

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

- i. Mensagens de áudio pré-gravadas e coordenadas com o sistema de informação visual (destino, próxima paragem, mensagens de carácter comercial ou de serviço pré-definidas);
- ii. mensagens automáticas de aviso aos PASSAGEIROS resultantes da ação de impedir o fechamento de uma porta, e;
- iii. mensagens pré-definidas e que são difundidas por intervenção do maquinista.

3.27.3.2. 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.

**3.27.4. Interfonia**

3.27.4.1. Os trens deverão dispor de um sistema de interfonia que permita:

- i. A comunicação entre a cabine de condução e os intercomunicadores montados nos salões junto aos sinais de alarme, e;
- ii. a comunicação entre cabines de condução.

3.27.4.2. Junto de cada sinal de alarme deverá 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.

**3.27.5. Serviços de internet e entretenimento pessoal**

3.27.5.1. Deverá ser instalada uma rede WI-FI que permita uma comunicação local entre o trem 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).

3.27.5.2. Todos os equipamentos e redes devem cumprir as normas específicas ferroviárias aplicáveis, notadamente a norma EN 50.155 – Aplicações Ferroviárias. Equipamentos Eletrônicos utilização sobre MATERIAL RODANTE.



PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

**3.27.6. Pictogramas e inscrições**

3.27.6.1. Os pictogramas e inscrições respeitarão o conteúdo da norma EN 15.877-2 – *“Railway applications. Markings of railway vehicles. External markings on coaches, motive power units, locomotives and on track machines”*.

3.27.6.1.1. No interior dos carros: Nos salões serão afixados em locais a definir os seguintes pictogramas/inscrições:

- i. Número do carro;
- ii. lotação sentada;
- iii. numeração individual dos lugares;
- iv. aviso de sinal de alarme;
- v. aviso de abertura de emergência das portas de acesso;
- vi. diagrama das linhas;
- vii. identificação dos lugares para pessoas com deficiências;
- viii. proibido fumar;
- ix. indicação da área multifunções (cadeira de rodas, carrinhos de bebê, bagagem, bicicletas, etc.);
- x. sistema de vídeo vigilância;
- xi. saídas de emergência;
- xii. localização dos lavabos, e;
- xiii. outras inscrições eventualmente necessárias.

3.27.6.1.2. No exterior dos carros serão afixados em locais a definir os seguintes pictogramas/inscrições:

- i. Indicação da área multifunções (cadeira de rodas, carrinhos de bebê, bagagem, bicicletas, etc.);
- ii. identificação das portas inclusive as destinadas ao acesso de PASSAGEIROS de mobilidade reduzida;
- iii. número do carro, e;
- iv. outras inscrições técnicas ou operacionais eventualmente necessárias.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

**3.28. TRUQUE**

3.28.1. 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 EN15827 – *“Railway applications. Requirements for bogies and running gears”* – (Aplicações ferroviárias. Requisitos para os truques e eixos).

**3.28.2. Rodas e eixos**

3.28.2.1. As rodas serão do tipo monobloco e deverão obedecer às normas EN 13.262 – *“Railway applications. Wheelsets and bogies. Wheels. Product requirements”* e EN 13.979 – *“Railway applications - Wheelsets and bogies - Monobloc wheels - Technical approval procedure - Part 1: Forged and rolled wheels”*. A qualidade do aço da roda será compatível com as condições de trabalho a que vai estar submetida. Deverá optar-se, se for possível, entre os perfis constantes na EN 13.715 – *“Railway applications - Wheelsets and bogies – Wheels”*. As rodas poderão ser equipadas com dispositivos atenuadores de ruído.

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

3.28.2.3. 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.

3.28.2.4. Os eixos deverão ser em aço obedecendo às prescrições da norma EN 13.261 – *“Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements”*. Os eixos deverão permitir pelo menos quatro trocas de rodas.

**3.28.3. Suspensão primária**

3.28.3.1. 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 13.298 – *“Railway applications - Suspension components - Helical suspension springs, steel”*. No caso dos elementos de borracha deverá cumprir os requisitos da EN 13.913 – *“Railway applications - Rubber suspension components - Elastomer-based mechanical parts”*.

**3.28.4. Suspensão secundária**

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

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

- 3.28.4.2. As bolsas pneumáticas da suspensão secundária deverão ser alimentadas por 3 pontos, através de válvulas de nivelamento, sendo em um truque uma de cada lado e no outro truque uma central, para cada carro.
- 3.28.4.3. Os elementos da suspensão deverão estar de acordo com as normas EN 13.597 – “*Railway applications - Rubber suspension components - Rubber diaphragms for pneumatic suspension springs*”, EN 14.817 – “*Railway applications - Suspension components - Air spring control elements*” e EN 15.049 – “*Railway applications - Suspension components - Torsion bar, steel*”.

**3.29. CAIXAS DOS CARROS**

- 3.29.1. A estrutura das caixas dos carros deverá ser do tipo autoportante, os materiais utilizados deverão ser aço inoxidável ou alumínio e atender às 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 setornar necessária a desmontagem de qualquer elemento. Não deve apresentar quaisquer partes salientes que possam danificar as escovas da máquina automática de lavagem trens. Existirão saias laterais para atenuação do ruído, proteção dos equipamentos e valorização estética dos carros. 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 e pichações, as laterais deverão ser de preferência lisas.
- 3.29.2. 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 12.663 – “*Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies*”, para os carros do tipo P-II.
- 3.29.3. 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.
- 3.29.4. Deverá ser também garantido que não se produza fissuração por fadiga, e que exista a segurança contra flambagem elástica prevista na EN 12.663.
- 3.29.5. 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 dos trens.
- 3.29.6. As deformações elásticas que possam ocorrer naturalmente na estrutura não deverão afetar o funcionamento dos equipamentos instalados nos carros, como por exemplo, as portas de acesso.
- 3.29.7. 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 15.227 – “*Railway applications - Crashworthiness requirements for railway vehicle bodies*”, categoria C – I.
- 3.29.8. Todos os carros poderão ser levantados em oficinas, em tara, por meio de macacos de elevação ou de pontesrolantes, sendo claramente indicadas as zonas de apoio ou de

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

çamento.

3.29.9. Em caso de descarrilamento, qualquer carro 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 guindastes ou por macacos, sem necessidade de se desmontar qualquer equipamento.

3.29.10. 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 12.663.

**3.30. MOTORIZAÇÃO/CAPTAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA**

3.30.1. Máquinas que contenham elementos giratórios e que seu funcionamento produza vibrações como conversores, compressores etc., deverão ser montados em módulos com fixação elástica de modo a realizar o isolamento vibratório. A desmontagem dos módulos montados sob o estrado poderá ser realizada pela parte de baixo sem necessidade de içar o carro do trem.

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

3.30.3. O sistema básico de condução deverá ser o de velocidade imposta (VI) em que o maquinista pode regular de modo contínuo, o esforço de tração a desenvolver para a velocidade imposta, a partir da cabine de condução ocupada.

**3.30.4. Inversor estático de tração**

3.30.4.1. 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.

3.30.4.2. O inversor deverá suportar uma sobretensão da rede de alimentação segundo a norma IEC 60.850.

3.30.4.3. O inversor de tração deverá ser submetido e atender aos ensaios descritos nas normas IEC 61.287, inclusive os opcionais e a NBR 8.365.

3.30.4.4. Os inversores deverão estar desenvolvidos com a tecnologia para semicondutores de potência IGBT.

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

3.30.4.6. O sistema deverá ser seguro para os maquinistas e os empregados da manutenção, isto é, não deve apresentar riscos de acidentes por acessos indevidos.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

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

- i. NBR 8.365 - Equipamento eletrônico utilizado em MATERIAL RODANTE ferroviário;
- ii. IEC 61.287 – *“Railway applications - Power converters installed on board rolling stock - Part 1: Characteristics and test methods”*;
- iii. IEC 60.850 – *“Railway applications - Supply voltages of traction systems”*;
- iv. IEC 60.322 – *“Railway applications - Electric equipment for rolling stock - Rules for power resistors of open construction”*;
- v. EN 50.124 – *“Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment”*; e
- vi. IEC 61.881- *“Railway applications - Rolling stock equipment - Capacitors for power electronics - Part 1: Paper/plastic film capacitors”*.

**3.30.5. Motores de tração**

3.30.5.1. Os motores de tração deverão ser do tipo assíncrono trifásico e a desmontagem para manutenção não deverá ser inferior a uma periodicidade de 1.500.000 km.

3.30.5.2. Os motores de tração deverão atender aos requisitos das seguintes normas:

- i. EN 60.349 – *“Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors”*;
- ii. EN 61.377 – *“Railway applications. Rolling stock. Combined test method for traction systems”*, e;
- iii. IEC 60.034 – *“Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance”*.

3.30.5.3. 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.

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

- i. IEC 349-2 – *“Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors”*.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

**3.30.6. Pantógrafos**

- 3.30.6.1. Os trens serão dotados de sistema de captação de energia elétrica da rede aérea de tração com alimentação em tensão de 3,0 kVcc por um sistema pantográfico, cujos pantógrafos deverão ser concebidos de forma a atender o especificado nas seguintes normas:
- 3.30.6.2.
- i. IRS/UIC 60608:2019 “Conditions to be complied with for the pantographs of tractive units used in international services”, e;
  - ii. EN 50.206 – “Railway applications. Rolling stock. Pantographs. Characteristics and tests. Pantographs for main line vehicles”.
- 3.30.6.3. O pantógrafo deverá ser instalado sobre a cobertura do veículo, em suportes metálicos, utilizando isoladores, na linha de centro transversal de um dos truques do carro.
- 3.30.6.4. Sobre a cobertura na região prevista para a instalação do pantógrafo, deverá ser colocado um lençol de material retardante à chama, isolante e rigidez dielétrica compatível com a operação do pantógrafo 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.
- 3.30.6.5. Todos os carros com pantógrafo deverão ser equipados com para-raios, dotado com capa de proteção mecânica e 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.
- 3.30.6.6. 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.
- 3.30.6.7. O projeto deverá atender aos seguintes requisitos:
- i. Proporcionar excelente comportamento aerodinâmico e baixa emissão de ruídos;
  - ii. curso deverá ser adequado para atender à variação de altura do fio *trolley*, estabelecida entre 4.900mm e 6.500 mm, em relação ao topo do boleto do trilho;
  - iii. faixa de trabalho da canoa do pantógrafo em relação ao fio *trolley* deverá ser de 250 mm para cada lado do fio *trolley*;
  - iv. operar corretamente com o mesmo desempenho nos dois sentidos até a velocidade máxima de operação;

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- v. prevista a ligação dos pantógrafos à dispositivos de aterramento;
- vi. as canoas (sapatas coletoras), deverão ter suspensão independente e escovas de carbono;
- vii. unidade de controle eletropneumático para controle dinâmico, mantendo constante a força de contato com o fio *trolley* em qualquer velocidade em toda região de trabalho;
- viii. previsto sistema de emergência de descida automática dos pantógrafos em caso de avaria de um dos pantógrafos do trem, ultrapassagem da altura máxima do fio de contato ou de impacto violento com as canoas;
- ix. protocolo de comunicações Ethernet com o trem;
- x. condições ambientais adversas sob temperaturas muito altas e baixas, e;
- xi. baixo desgaste do fio de contato e das escovas de carbono do pantógrafo.

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

### **3.31. EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS AUXILIARES**

#### **3.31.1. Conversores auxiliares**

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

3.31.1.2. 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:

- i. 50% dos sistemas de ar-condicionado do salão de todos os carros;
- ii. 50% da iluminação dos salões de PASSAGEIROS;
- iii. 100% da corrente de carregamento das baterias e do consumo de todas as cargas alimentadas pelas baterias;
- iv. 100% dos sistemas de ventilação dos inversores de tração de todos os carros motores; e
- v. 100% dos compressores do suprimento de ar comprimido.

3.31.1.3. A tensão auxiliar de saída dos conversores deverá ser em corrente alternada trifásica na frequência padrão de 60 Hz (padrão no Brasil) e deverá ter o seu neutro aterrado e isolado das tensões de catenária. A distorção harmônica da forma de onda

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

da tensão gerada pelos conversores auxiliares não deverá ser superior ao estipulado pela norma EN 50333, para qualquer condição de carga.

3.31.1.4. 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 240 Vac. Caso seja utilizada iluminação a led poderá ser utilizado alimentação proveniente do conversor auxiliar, desde que suficientemente dimensionado para este serviço e demais sistemas do trem.

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

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

3.31.1.7. Os conversores auxiliares deverão atender aos requisitos das seguintes normas:

- i. EN 61.287- "Railway applications. Power converters installed on board rolling stock. Characteristics and test methods";
- ii. EN 50.155 – Aplicações ferroviárias. Frota de trens. Equipamento eletrônico utilização sobre MATERIAL RODANTE;
- iii. EN 50.153 – "Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards";
- iv. EN 60.309 – "Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General requirements";
- v. EN 50.163 – "Railway applications - Supply voltages of traction systems";
- vi. EN 50.388 – "Railway Applications. Power supply and rolling stock. Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability", e;
- vii. EN 50.238 – "Railway applications. Compatibility between rolling stock and train detection systems. General".

**3.31.2. Baterias e carregadores de bateria**

3.31.2.1. As baterias serão do tipo recomendado para montagem em carros ferroviários e atenderá aos requisitos das normas:

- i. EN 50.547 – "Railway applications - Batteries for auxiliary power supply systems", e;
- ii. EN 50.272 – "Safety requirements for secondary batteries and battery



**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

installations - Part 1: General safety information”.

3.31.2.2. Haverá carregadores de baterias em número suficiente para garantir a redundância de modo que mesmo em caso de falha de um dos carregadores, 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.

**3.32. DATABUS - SISTEMA DE REDE DE DADOS**

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

3.32.2. 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.

3.32.3. 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 ou superior.

3.32.4. As normas aplicáveis ao sistema Databus são:

- i. IEC 61.375-1. Electric Railway Equipment. Train Bus Part 1. Train Communication Network. Sep.1.999;
- ii. IEEE Std. 1.478-2001, Standard for Environmental Conditions for Transit Rail Car Electronic Equipment;
- iii. EN 50.155. Railway applications. Electronic Equipment based on rolling stock. Nov. 1.995;
- iv. EN 50.121-3-2, June 2.001. Railway Applications Electromagnetic Compatibility Part 3-2: Railway Stock. Apparatus;
- v. EN 50.126. Railway applications. The specification and demonstration of Reliability, Maintainability and Safety (RAMS). September 1.999;
- vi. EN 50.128. Railway applications. Communications, signaling and processing system. Software for railway Control and protection systems. March 2.001;
- vii. IEEE 802.11b/g/n Standard for Wireless Local area Network, e;
- viii. IEEE 802.3-2.008 - Standard for Ethernet Network.

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- 3.32.5. Para executar suas funções, o “*hardware*” deverá ser subdividido em módulos, distribuídos e instalados convenientemente ao longo do trem e farão a interface com todos os equipamentos interligados na rede.
- 3.32.6. A rota de comunicação entre os diversos módulos será 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.
- 3.32.7. O “*software*” de controle da rede deverá ser responsável pelo gerenciamento da rede e pelo fluxo das informações entre os módulos.
- 3.32.8. O sistema “*Databus*” deverá ser alimentado pelo sistema de baterias do trem.

**3.33. BUZINAS**

- 3.33.1. Cada carro da extremidade dos TUEs 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 cabine.
- 3.33.2. O comando elétrico deverá ser alimentado através do sistema de baterias. Ao ser acionado por qualquer das cabinas estando ou não habilitada (cabine líder), o conjunto de buzinas deverá tocar simultaneamente no carro da extremidade que foi acionado o comando.

**3.34. ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO EXTERIORES**

- 3.34.1. Os carros extremos de cada trem deverão ser equipados com sinais luminosos fixos de acordo com as disposições da EN 15.153-1 – “*Railway applications - External visible and audible warning devices for trains -Part 1: Head, marker and tail lamps*”.
- 3.34.2. O acionamento dos faróis efetuar-se-á de modo automático ao ser ocupada a cabine de condução e deverá reduzir a intensidade luminosa nos cruzamentos com outros trens em baixas condições de visibilidade.
- 3.34.3. Os sinais luminosos de cor vermelha (sinais de cauda) devem ser ligados por ação automática ao ser ocupada a cabine de condução oposta. Em funcionamento em unidade múltipla só acenderão os sinais de cauda do último carro.

**3.35. VIDEOVIGILÂNCIA**

- 3.35.1. Deverão ser instaladas microcâmeras de vídeo no interior dos salões de PASSAGEIROS em todos os carros em quantitativo suficiente para captação das imagens de todo o interior, exceto lavatórios, bem como na cabine e 1 (uma) microcâmera frontal nos carros cabeceiras, microcâmeras externas para visualização dos pantógrafos e na região

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

do engate automático. Serão instaladas também microcâmeras de cada lado dos carros com cabine de comando em substituição dos espelhos retrovisores. As câmeras deverão também operar infravermelho. O monitoramento deverá ser feito na cabine de condução, através de tela IHM no console de comando. As microcâmeras devem estar protegidas contra vandalismo.

- 3.35.2. Será previsto um dispositivo de registro de memória em estado sólido, com capacidade de no mínimo 15 dias de gravação, considerando-se um mínimo de 25 quadros por segundo. Devem ser previstas senhas para diversos tipos de acesso e que tais senhas deverão ser hierarquizadas.
- 3.35.3. Para as microcâmeras frontais será prevista uma microcâmera grande angular devidamente protegida, bem como para as microcâmeras de visualização do contato pantógrafo/rede aérea. O registro será feito no mesmo dispositivo anteriormente citado.
- 3.35.4. Estas microcâmeras devem ter seu funcionamento independentemente de ações do maquinista.
- 3.35.5. O sistema de vídeo vigilância deverá se integrar perfeitamente aos sistemas embarcados como o sistema de Databus, o gestor de comunicações e a instalação do sistema trem-terra, através da rede *Ethernet* embarcada.
- 3.35.6. O sistema de CFTV (Circuito Fechado de TV) deverá ser tecnicamente compatível com as interfaces de dados do OCC e todos os fluxos de câmeras deverão ser encaminhados em tempo real para o OCC o qual poderá selecioná-las para visualização. A resolução de cada câmera deverá ser de, no mínimo, 1920x1080 (Full HD) a 30 fps.
- 3.35.7. O sistema deverá permitir geração de relatórios utilizando software de gerenciamento disponível no mercado.
- 3.35.8. Todos esses sistemas devem ser concebidos no conceito de sistema integrado, com os alarmes e situações relacionados abaixo:
- i. Em situação de bloqueio de porta, a imagem da microcâmera mais próxima deverá ser enviada ao maquinista com possibilidade de envio da imagem também ao CCO, e;
  - ii. em situação de acionamento de botão de emergência a imagem da microcâmera mais próxima deverá ser enviada ao maquinista. O canal de comunicação PASSAGEIRO - maquinista deve ser aberto e deve também ser prevista possibilidade de envio dessa imagem para o CCO.
- 3.35.9. O sistema de gravação deve arquivar juntamente com cada imagem as seguintes informações que identifiquem inequivocamente: data (dia, mês e ano), hora (hora, minuto e segundo), número do carro e número da microcâmera, por no mínimo 45 (quarenta e cinco) dias.
- 3.35.10. As imagens registradas no sistema de gravação só podem ser

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

lidas/decodificadas 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).

#### **4. PARÂMETROS E DIRETRIZES OBRIGATÓRIAS PARA O TIC EIXO OESTE**

- 4.1. Todos os materiais, equipamentos e subsistemas do trem deverão ser projetados e fornecidos, atendendo sempre aos requisitos das normas definidas no item 3.
- 4.2. Equipamentos baseados em outras normas internacionais, diferentes das indicadas, poderão ser aceites desde que seja devidamente comprovada a compatibilidade de objetivos e dos critérios entre a norma indicada neste Anexo e a norma proposta e previamente aprovada e aceita pela ARTESP.
- 4.3. A CONCESSIONÁRIA também deverá, sempre que solicitado, apresentar os processos e certificados de homologação dos equipamentos e subsistemas do trem de forma a comprovar o pleno atendimento dos requisitos das normas pertinentes.
- 4.4. Também deve ser considerado que, como diretriz obrigatória, ao final do PRAZO DE CONCESSÃO todos os trens deverão estar bem mantidos e em condições operacionais normais, com pleno funcionamento de todas as suas características originais e atendimento pleno às manutenções programadas e corretivas necessárias conforme plano de manutenção do material rodante, nos termos do ANEXO III.F.
- 4.5. 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.

##### **4.6. VIDA ÚTIL DOS TRENS**

- 4.6.1. Os trens e respectivos equipamentos e sistemas, deverão ser concebidos e fabricados tendo em vista a OPERAÇÃO COMERCIAL sem restrições, considerando PRAZO DA CONCESSÃO e os 5 anos restantes de vida útil mínima.

##### **4.7. ACELERAÇÕES**

###### **4.7.1. Acelerações longitudinais:**

- i. Aceleração: Na situação de carga nominal, com via em tangente e em nível, os trens deverão dispor de uma aceleração não inferior a  $0,7 \text{ m/s}^2$ , entre 0 e 40 km/h;
- ii. Aceleração Final: A aceleração máxima, em carga nominal, com via reta e em nível, à velocidade máxima operacional, deverá ser de pelo menos  $0,25 \text{ m/s}^2$ ;
- iii. *Jerk* longitudinal: A variação máxima de aceleração (*jerk*) não deverá ultrapassar  $0,6 \text{ m/s}^3$  a qualquer velocidade.

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

#### **4.7.2.Aceleração transversal**

- 4.7.2.1. Em condições normais de operação, a aceleração transversal máxima deverá ser menor que  $1,0 \text{ m/s}^2$ .

#### **4.8. INTEROPERABILIDADE**

4.8.1.Os trens do SERVIÇO EXPRESSO deverão ter capacidade e possibilidade de circular em todas as Linhas, vias auxiliares, pátios e estacionamentos do sistema ferroviário de São Paulo, sem restrições tanto por questões operacionais como de contingência e desta forma, deverão ser considerados os seguintes parâmetros:

- i. bitola 1.600 mm, tração elétrica em 3,0 kVcc, sinalização padronizada conforme Anexo II.C, e;
- ii. Gabaritos estático e dinâmico (principalmente nas plataformas e túneis).

4.8.2.Assim, a concepção dos trens do SERVIÇO EXPRESSO deverá respeitar todas as especificações técnicas de interoperabilidade de forma a compartilhar infraestruturas, estações, pátios de manutenção e estacionamentos.

#### **4.9. GABARITO**

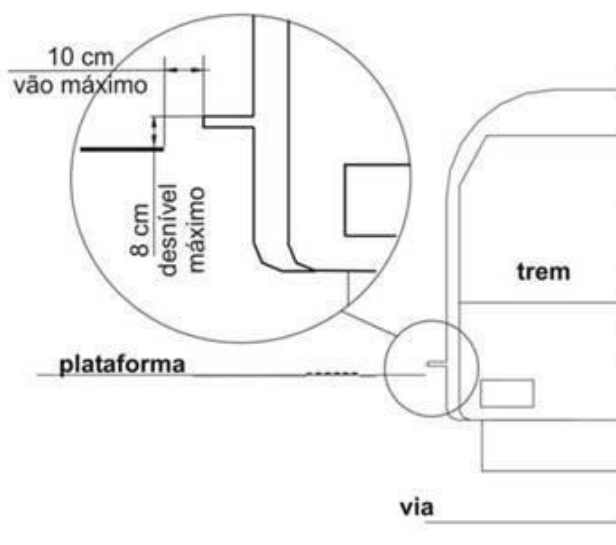
4.9.1.Para a operação o MATERIAL RODANTE deve ser dimensionado considerando o desenho CPTM-AD2141-0 – Gabarito dinâmico e o desenho CPTM-AA1328-7- Gabarito para locomotivas e veículos.

#### **4.10. PLATAFORMAS DAS ESTAÇÕES**

4.10.1. 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”.

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

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE



#### 4.11. CATENÁRIA DE 3,0 KVCC

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

- i. Altura nominal 5.500 mm;
- ii. Altura máxima 6.200 mm;
- iii. Altura mínima 4.800 mm.

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

- i. Em reta  $\pm 200$  mm;
- ii. Em curva 250 mm para o exterior da curva.

4.11.3. A variação máxima admissível da altura do fio de contato é de 3,3 mm/m para 160 km/h, conforme a norma Cenelec EN 50.119 – “*Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines*”.

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

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

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

4.11.6. 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

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

acionamento de equipamentos de proteção como definido abaixo:

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

**4.12. COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA**

4.12.1. Para que seja assegurada a compatibilidade eletromagnética com os outros equipamentos do sistema ferroviário e objetivando limitar as emissões eletromagnéticas para o exterior, os trens deverão cumprir as seguintes normas:

4.12.2. Normas ABNT correspondentes:

- i. ABNT NBR IEC 61000-4-2 "Compatibilidade Eletromagnética (EMC) - Ensaio de imunidade eletrostática";
- ii. ABNT NBR IEC 61000-4-3 "Compatibilidade Eletromagnética (EMC) - Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência";
- iii. ABNT NBR IEC 61000-4-6 "Compatibilidade Eletromagnética - Técnicas de medição e ensaio" EN 50.121-1- "Railway applications. Electromagnetic compatibility. General";
- iv. EN 50.121-3-1 - "Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle", e;
- v. EN 50.121-3-2 – "Railway applications. Electromagnetic compatibility Rolling stock. Apparatus".

**4.13. CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

4.13.1. Os trens circularão a céu aberto e em túneis em condições normais com qualquer condição climática.

4.13.2. 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.

4.13.3. 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.

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

**4.14. REQUISITOS DE NÃO AGRESSÃO AO MEIO AMBIENTE**

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

4.14.1. O transporte ferroviário é um modo de transporte com impactos ambientais reduzidos. Para manter esta posição é importante a escolha de equipamentos de alta eficiência energética, bem como a escolha de materiais que não agredam o meio ambiente, considerando todo o ciclo de vida do MATERIAL RODANTE. O ciclo de vida do MATERIAL RODANTE, contempla desde o projeto, a fabricação, a operação até o momento do seu descomissionamento, devendo cumprir todos os requisitos das normas aplicáveis e as legislações vigentes.

**4.15. AR-CONDICIONADO**

4.15.1. No salão de PASSAGEIROS e nas cabines de condução haverá sistema de ar-condicionado de forma a manter a temperatura controlada, com capacidade de ventilação e refrigeração.

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

4.15.3. O cálculo para o dimensionamento deverá seguir as normas aplicáveis com, no mínimo, de 8 m<sup>3</sup> 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 e do trem 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.

4.15.4. Os sistemas de climatização ao longo de todo o trem efetuar-se-á de modo automático ao ser ocupada a cabine de condução. A regulação da temperatura ao longo de todo o trem deverá ser efetuada numa gama que varie entre + 18 °C a + 26 °C, por variação de 1 °C, independentemente da temperatura externa.

4.15.5. As cabines de condução deverão ser dotadas de um equipamento autônomo de ar-condicionado, com controle e regulação da temperatura independentemente da zona dos PASSAGEIROS e que cumpra o definido na parte 1 e 2 da norma EN 14.813 - *Railway applications - Air conditioning for driving cabs - Part 1: Comfort parameters*.

4.15.6. 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 14.813-1, por variação de 1 °C, independentemente da temperatura externa.

4.15.7. Os sistemas de ar-condicionado do salão de PASSAGEIROS e da cabine de condução deverão atender aos requisitos das normas:

- i. UIC 553 – OR Aplicação de ar refrigerado em sistema ferroviário;
- ii. EN 13.129 – “Railway applications - Air conditioning for main line rolling stock - Comfort parameters and type tests”;
- iii. EN 779 Filtros de ar – Característica;



**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- iv. NFF16-101 e NFF16-102 (categoria de circulação por túnel) Resistência a fogo e emissão de fumaça;
- v. EN 50.155 Equipamentos eletrônicos utilizados em MATERIAL RODANTE;
- vi. EN 50.343 Regras de instalação de cabos elétricos;
- vii. EN 50.121-3-2 Compatibilidade eletromagnética;
- viii. EN 50.153 Medida de proteção de contra danos de origem elétrica;
- ix. CEI 60.349-2 Motores corrente alterna alimentados por Inversor estático;
- x. EN 50.306-1 a 4 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- xi. EN 50.264-1 a 3 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;
- xii. EN 50.382-1 a 2 Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C), e;
- xiii. EN 50.126 Especificação e demonstração da confiabilidade, da disponibilidade, da manutenibilidade e da segurança (CDMS).

**4.16. SISTEMA DE DETECÇÃO E EXTINÇÃO DE INCÊNDIO**

- 4.16.1. O equipamento de detecção e extinção de incêndio deverá detectar a presença de fumaça no salão de PASSAGEIROS e cabines 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.
- 4.16.2. O equipamento deverá fornecer no mínimo 3 níveis de alarme programáveis. O alarme e a identificação do carro ou cabine com fumaça, deverão ser sinalizados na cabine de condução.
- 4.16.3. O equipamento deverá ser certificado por entidade reconhecida e estar em conformidade com a norma NBR 9.441.
- 4.16.4. 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.
- 4.16.5. Os equipamentos de combate a incêndio deverão cobrir as áreas do interior dos carros (salão de PASSAGEIROS e cabines de condução). O sistema deverá ser dimensionado para atuar continuamente por um período de no mínimo 5 minutos em todo o trem.
- 4.16.6. O sistema de extinção de incêndio deverá ser monitorado quanto à falha ou anormalidade. As falhas ou anormalidades deverão ser sinalizadas na cabine de

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

condução.

4.16.7. 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 emergência, além destes, haverá outro extintor localizado na cabine de condução.

4.16.8. Os extintores deverão atender integralmente à norma NBR 10.721.

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

4.16.10. Quando não houver identificação de fumaça pelo sistema de detecção e extinção de incêndio, deverá ser previsto um alarme na cabine quando da remoção do extintor, sinalizando no monitor da cabine a posição do extintor que tenha sido retirado e o nº do carro. Deverá também ligar o monitor apresentando as imagens da microcâmera mais próxima ao extintor de incêndio que foi retirado.

**4.17. REGISTRADOR DE EVENTOS**

4.17.1. 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 de eventos seguirá estritamente o definido no item 8.2 Registrador de Eventos do ANEXO II.F

4.17.2. – APENSO 1 – PARTE I e deverá ser instalado, preferencialmente, no armário elétrico dos carros de extremidade.

**4.18. MATERIAIS UTILIZADOS NOS TRENS**

4.18.1. Características básicas dos materiais utilizados:

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

4.18.2. Todos os materiais usados na fabricação 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 EN45545.

**4.19. CABOS ELÉTRICOS**

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

4.19.2. Todos os condutores serão do tipo flexível, de classe 5 da norma NBR-NM-280 ou IEC

PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68  
CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025  
PPP TIC EIXO OESTE

60.228, não propagante de chama e resistentes à óleo, luz solar e artificial e graxa e deverão atender ao especificado nas normas:

- i. EN 50.306-1 a 4 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle;
- ii. EN 50.264-1 a 3 Cabos elétricos sem halogêneos para circuitos de controle e potência;
- iii. EN 50.382-1 a 2 Cabos elétricos de potência de alta temperatura (120°C).

#### 4.20. ENGATE DAS EXTREMIDADES E ENTRE CARROS DE UM TREM

- 4.20.1. O engate das extremidades deverá ser automático, tipo 10 conforme a EN 16.019 – *“Railway applications. Automatic coupler. Performance requirements, specific interface geometry and test method”* e deverá ser compatível mecanicamente com o modelo *“Scharfenberg”* 10 utilizado nos demais trens da série 9.500, da CPTM, 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.
- 4.20.2. 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 1.000 kJ sem que ocorra deformação plástica da estrutura do carro.
- 4.20.3. 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.

#### 4.21. FREIO DE SERVIÇO

- 4.21.1. 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 máxima de serviço e de emergência.
- 4.21.2. Assim, o freio dinâmico deverá 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.

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

4.21.3. A frenagem elétrica combinada, frenagem elétrica e de atrito, é feita somente nos carros com motores. A frenagem de atrito é feita por todos os carros reboques do trem.

4.21.4. Para a frenagem por atrito, cada carro do trem deverá ser equipado com um sistema de freio, respeitando as disposições da EN 16.185-1- *“Railway applications. Braking systems of multiple unit trains. Requirements and definitions”*.

4.21.5. 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.

**4.22. FREIO DE EMERGÊNCIA**

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

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

4.22.2. 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.

4.22.3. 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 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 à capacidade de comando e aplicação da frenagem de emergência, conforme critérios especificados nas normas:

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- i. EN 50.126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
- ii. EN 50.129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling;
- iii. IEC-61.508 - Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems. MIL-HDBK-217 Reliability Prediction of Electronic Equipment;
- iv. MIL-HDBK-338 Electronic Reliability Design Handbook;
- v. MIL-STD-882 System Safety Program Requirements;
- vi. MIL-STD-1.629 Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.

**4.23. DISPOSITIVO HOMEM-MORTO**

- 4.23.1. O dispositivo homem-morto será operado, através de um pedal situado em posição ergométrica e de fácil acionamento pelo maquinista e de botoeira no console de condução.
- 4.23.2. 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.
- 4.23.3. O dispositivo deverá ter as seguintes funções de monitoração:
  - i. Caso o dispositivo homem-morto seja acionado por mais de 60 segundos, deverá acender no console uma sinalização luminosa. Caso o dispositivo homem-morto seja acionado por mais de 63 segundos, deverá soar um sinal acústico de advertência e caso o dispositivo homem-morto seja acionado por mais de 65 segundos, deverá ser aplicado automaticamente o freio de emergência;
  - ii. 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.
- 4.23.4. Deverá ser possível a reconfiguração ora estabelecido para estas funções.
- 4.23.5. 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.

**4.24. SISTEMAS ANTIDSLIZAMENTO E ANTIPATINAGEM**

- 4.24.1. Os sistemas antideslizamento e antipatinagem estão incorporados ao sistema de tração e ao sistema de freio de atrito e deve atuar em todas as modalidades de freio

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

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, preservando a integridade dos componentes dos sistemas de tração e frenagem dos trens.

- 4.24.2. 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.
- 4.24.3. Quando for detectado deslizamento em frenagem o esforço deverá ser controladamente reduzido para que 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, máxima aderência disponível, em toda a faixa de velocidade.
- 4.24.4. Para assegurar a segurança das frenagens em condições de baixa aderência roda x trilho, como por exemplo em dias de chuva, serão realizados 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. Poderá ser considerada a possibilidade da realização dos testes pelo fabricante, desde que a CONCESSIONÁRIA demonstre, por intermédio do fabricante, a realização com o resultado de testes específicos em outras operadoras de trens de passageiros.
- 4.24.5. 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.

**4.25. 6.25. SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E DE SEGURANÇA ERTMS/ETCS**

- 4.25.1. O sistema de sinalização e de segurança previsto no projeto conceitual para limite de velocidade é o ERTMS/ETCS de nível 2, cujos equipamentos de via e de bordo, deverão ser instalados nos trens 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.
- 4.25.2. Deverão ser previstos espaços adequados para instalação e interligação dos dispositivos nos truques (sensores, tacômetros e antenas de sinalização). O tacômetro será instalado em um eixo sem tração sem frenagem elétrica, para evitar os fenômenos de patinagem e deslizamento (*slip & skid*).
- 4.25.3. Deverão ser previstas todas as interfaces e locais para instalação dos equipamentos do sistema de sinalização nos sistemas de comando dos trens de forma a permitir que este possa efetuar, de forma segura, todas as proteções automáticas previstas, com filosofia *Fail-Safe*.

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

4.25.4. 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 à capacidade de comando e aplicação automática da frenagem de serviço e de emergência, conforme critérios especificados nas normas:

- i. EN 50.126 - Railway Applications: The Specification and Demonstration of Dependability, Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS);
- ii. EN 50.129 - Railway Applications: Safety Related Electronic Systems for Signalling;
- iii. IEC-61.508 - Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems;
- iv. MIL-HDBK-217 Reliability Prediction of Electronic Equipment;
- v. MIL-HDBK-338 Electronic Reliability Design Handbook;
- vi. MIL-STD-882 System Safety Program Requirements, e;
- vii. MIL-STD-1.629 Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis.

**4.26. FREIO DE ESTACIONAMENTO**

4.26.1. 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.

4.26.2. Ele deve ser dimensionado para garantir a imobilização do trem em carga máxima (CM) em rampa de 40 mm/m.

4.26.3. Na cabine de condução deverá existir uma sinalização de freio de estacionamento aplicado.

4.26.4. 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.

**4.27. DOCUMENTAÇÕES PARA MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO**

4.27.1. A CONCESSIONÁRIA deverá fornecer as documentações referentes aos processos de CDMS - Confiabilidade, Disponibilidade, Manutenibilidade e Segurança (ou RAMS no

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

acrônimo na língua Inglesa), conforme estabelecido na norma CENELEC EN 50.126.

- 4.27.2. 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 a ARTESP.

**4.27.2.1. Especificação do sistema**

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

**4.27.2.2. Análise de segurança e proteção do sistema e planos de segurança e proteção**

- i. Identificação dos perigos inerentes aos processos de operação e manutenção;
- ii. Identificação dos perigos associados ao meio-ambiente;
- iii. 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;
- iv. Identificação dos perigos previsíveis associados ao sistema, incluindo os perigos decorrentes de:
  - a) Operação em condições normais;
  - b) operação em condições de defeito;
  - c) operação em situações de emergência, e;
  - d) estimativa da frequência de ocorrência e a gravidade do perigo.

**4.27.2.3. Processos de garantia da segurança e proteção**

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

**4.27.2.4. Plano de segurança e proteção**



**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

4.27.2.4.1. Deverão ser especificados os planos de segurança e proteção, devendo conter:

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

**4.27.2.5. Processos de garantia da confiabilidade**

- i. Análise funcional e definição de falhas do sistema;
- ii. Descrição dos critérios de tolerância a falhas;
- iii. Vida útil dos componentes;
- iv. Processos de validação da garantia da confiabilidade (testes, análises dos itens de confiabilidade, etc.) aplicados ao subsistema.
- v. Processos de garantia da disponibilidade
- vi. Descrição dos critérios de tolerância a falhas e níveis de degradação das funções operacionais previstas;
- vii. Processos de validação da garantia da disponibilidade (testes, análises funcionais etc.) aplicados ao subsistema.

**4.27.2.6. Processos para a Manutenibilidade**

- i. Características gerais do subsistema;
- ii. previsão do tempo médio de reparo;
- iii. plano e procedimentos previstos para a aceitação e comissionamento do subsistema;
- iv. plano das atividades de manutenção dos equipamentos do subsistema contendo:

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- a) Descrição das atividades de manutenção periódica para o subsistema e suas periodicidades;
- b) procedimentos de manutenção requeridos pelos equipamentos;
- c) equipamentos de testes e ferramentas a serem utilizadas nas várias atividades de manutenção;
- d) procedimentos de inspeção, ajustes e testes para certificação do correto estado funcional dos equipamentos, e;
- e) procedimentos para manutenção dos equipamentos microprocessados e componentes programáveis, detalhando rotinas, processos e equipamentos para sua gravação e substituição em casos de falhas.

**4.27.2.7. Informações técnicas detalhadas de cada equipamento incluindo:**

- i. Características técnicas;
- ii. descritivo de funcionamento;
- iii. esquemas elétricos;
- iv. desenhos e especificações de montagem;
- v. descrição e características dos sinais das entradas e saídas;
- vi. fluxograma funcional dos softwares, suas variáveis internas e timing dos sinais de entrada e saída;
- vii. listagem de materiais;
- viii. lubrificantes indicados e seus volumes;
- ix. interligações e interconexões com outros equipamentos ou subsistemas;
- x. descrição do apoio logístico, pessoal, instalações de manutenção e sobressalentes necessários às atividades de manutenção do subsistema, e;
- xi. precauções relativas à segurança de pessoal.

**4.27.2.8. Softwares**

4.27.2.8.1. Para todos os equipamentos e sistemas que contenham microprocessadores ou circuitos programados, deverão ser fornecidos os seguintes documentos com as informações:

- i. Descritivos de funcionamento do software ou da programação do componente;
- ii. definições de dados de entrada;

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

- iii. definições de dados de saída;
- iv. parâmetros utilizados no tratamento dos dados;
- v. descrição e parâmetros das rotinas de tratamento de erros e diagnósticos;
- vi. descrição dos "timings" ou temporização de sequência de eventos tratados pelo software, faixa de memória de programa e faixa de memória de dados, e;
- vii. em caso de transmissão de dados de forma serial entre equipamentos, detalhar os protocolos utilizados, bem como os "timings" e conteúdo das informações transmitidas.

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

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

#### **4.28. VERIFICAÇÃO DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DO TREM**

##### **4.28.1. Descrição geral do estudo dinâmico**

- 4.28.1.1. Desenvolver estudo que certifique o adequado comportamento dinâmico do trem acabado e entregue, por meio de empresa independente, que tenha notória especialização e seja reconhecidamente homologada.
- 4.28.1.2. 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.
- 4.28.1.3. 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 ou BS EN14.363:2016+A1:2018, observando os aspectos definidos neste item.

##### **4.28.2. Caracterização física dos carros**

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

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

- i. 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 nos amortecedores;
- ii. 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;
- iii. distribuição de cargas reais nos truques e nas rodas dos carros do trem finalizado, e;
- iv. 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 ou adotando a metodologia da norma BS EN 14363:2016+A1:2018.

**4.28.3. Caracterização física da via permanente**

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

- i. Curvas 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, se for o caso;
- ii. níveis de abertura de bitola e deflexão da via, em função dos esforços verticais e transversais das forças oriundas do contato roda x trilho, e; variação contínua dos perfis e geometria da trajetória nas passagens por aparelhos de mudança de via (AMVs), considerando perfis de agulhagem, jacaré e contratrilhos novos e desgastados, bem como as tolerâncias de bitola e de montagem desses componentes.

**4.28.4. Medições dos deslocamentos e movimentações das suspensões nas vias operacionais**

4.28.4.1. 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 10 pontos mais críticos 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 no contato roda x trilho, bem como para se comprovar que as condições de movimentação dos trens nas vias operacionais estão seguras. Um conjunto de rodas de medição

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

de força será usado para calcular as forças verticais e laterais em todas as seções de teste. As coletas de medições e instrumentação poderão ser feitas conforme metodologia da norma BS EN 14363:2016+A1:2018.

- 4.28.4.2. Em caso de comprovação de pontos que sejam críticos à segurança da movimentação, 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 comprovaras melhorias decorrentes das modificações recomendadas.

**4.28.5. Elaboração do modelamento matemático**

- 4.28.5.1. 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 x trilho, de modo a possibilitar a identificação de situações potenciais de 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;
- 4.28.5.2. 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.
- 4.28.5.3. 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 AMVs, 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.

**4.28.6. Simulações a serem efetuadas**

- 4.28.6.1. De maneira geral, deverão ser feitas simulações com combinação das condições de tráfego definidas a seguir, sem que se restrinja à essas condições para se obter os dados que julgar necessários para avaliar as condições de tráfego na linha:
- i. Rodas novas e desgastadas (friso fino e alto, friso duplo);
  - ii. Perfil de trilho novo e desgastado (perfil de curva);
  - iii. Tráfego em reverso pelos AMVs 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

**PROCESSO SPI nº 021.00000700/2025-68**  
**CONCORRÊNCIA INTERNACIONAL nº 02/2025**  
**PPP TIC EIXO OESTE**

agulhas para cada um dos AMVs.

**4.28.7. Relatório Final**

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

- i. Síntese das atividades e etapas executadas;
- ii. resultados finais dos processamentos dos dados colhidos;
- iii. definição de critérios utilizados para interpretação dos dados;
- iv. conclusões, contendo a comprovação da segurança de tráfego para a frota, e;
- v. estabelecimento dos limites de desgastes dos elementos da via e do trem que devem ser considerados pelos processos de manutenção.