



Metropolitano de Lisboa

ANEXO X – CADERNO DE ENCARGOS – CLÁUSULAS JURÍDICAS

VEÍCULO

CONCURSO PÚBLICO

EMPREITADA DE CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO, AQUISIÇÃO DE VEÍCULOS E SERVIÇOS DE
MANUTENÇÃO
DA LINHA VIOLETA DO METROPOLITANO DE LISBOA, E.P.E.

PROC. N.º 024/2024 – DLO/ML



TRANSPORTE COLETIVO EM SITIO PRÓPRIO (TCSP)

LINHA VIOLETA



VEÍCULO

MEMÓRIA DESCRITIVA

Documento SAP:	DMS 313 - 1717288		
	Nome	Assinatura	Data
Elaborado	Conceição Espadinha		2024-03-11
Coordenador Projeto			
Aprovado			
	Nome	Assinatura	Data
Gestor Projeto	T. Henriques		2024-03-11

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	3
2.	OBJETIVO E ÂMBITO	9
3.	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	9
4.	TABELA DE CARACTERÍSTICAS GENÉRICAS DO VEÍCULO	10
5.	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	11
6.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO VEÍCULO.....	12
7.	PROJECTO, DESENHOS E MAQUETES.....	14
8.	EFICIÊNCIA.....	16
9.	IMPOSIÇÕES DA INFRAESTRUTURA	17
10.	CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA	17
10.1	ZONAS DE RISCO COM POTENCIAL SIGNIFICATIVO DE INUNDAÇÃO	17
11.	CAIXA.....	18
11.1	CARGA	18
11.2	ESTRUTURA	18
11.3	ACABAMENTOS E PROTEÇÕES	19
12.	CABINA DE CONDUÇÃO	20
12.1	MESA DE CONDUÇÃO	20
12.2	BANCO DO CONDUTOR.....	21
12.3	PORTA DA CABINA.....	22
12.4	FRENTE.....	22
12.5	ARMÁRIOS.....	23
12.6	AR CONDICIONADO DA CABINA	23
13.	SALÃO DE PASSAGEIROS.....	24
13.1	AR CONDICIONADO DO SALÃO DE PASSAGEIROS	24
13.2	INTERCIRCULAÇÃO ENTRE MÓDULOS	25
13.3	JANELAS.....	25
13.4	BANCOS DE PASSAGEIROS.....	26
13.5	DISTRIBUIÇÃO DOS BANCOS	26
13.6	PEGAS E BALAUÍSTRES.....	27

13.7	PAVIMENTO	27
13.8	REVESTIMENTO INTERIOR.....	28
13.9	ILUMINAÇÃO.....	29
13.10	VENTILAÇÃO.....	29
13.11	ACESSIBILIDADE A PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS	30
14.	SISTEMAS DE TRAVAGEM.....	31
14.1	TIPOS DE FREIO.....	32
14.2	MODOS DE TRAVAGEM.....	33
14.2.1	TRAVAGEM NORMAL SERVIÇO	33
14.2.2	TRAVAGEM DE EMERGÊNCIA.....	33
14.2.3	FREIO MECÂNICO	34
14.2.4	FREIO DE ESTACIONAMENTO	35
14.2.5	FREIO DE PARAGEM	35
14.3	DISPOSITIVO ANTI DESLIZAMENTO	36
15.	PORTAS.....	36
15.1	OPERAÇÃO E SEGURANÇA.....	39
15.2	ESTANQUEIDADE.....	41
15.3	MANÍPULO DE ABERTURA DE EMERGÊNCIA.....	41
15.4	SINAL DE ALARME.....	41
15.5	ISOLAMENTO DA PORTA.....	42
15.6	SISTEMA ANTI-ENTALAMENTO/ANTI-ARRASTAMENTO	42
15.7	LAÇO DE PORTAS.....	43
15.8	MODO DEGRADADO.....	43
15.9	ACESSO AO VEÍCULO.....	44
16.	SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO DO VEÍCULO	44
17.	MODOS DE CONDUÇÃO.....	47
18.	FARÓIS, INDICADORES DE POSIÇÃO E DE MUDANÇA DE DIREÇÃO	48
19.	BOGIES.....	49
19.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	49
19.2	HIPÓTESE DE CÁLCULO.....	50
19.2.1	TENSÕES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS	50
19.2.2	VELOCIDADES CRÍTICAS.....	51
19.3	ESTRUTURA	51
19.4	EIXO/VEIO DAS RODAS.....	51

19.5	RODAS.....	52
19.5.1	INTERFACE RODA - CARRIL.....	52
19.6	CAIXAS DE EIXO.....	53
19.7	SUSPENSÕES.....	53
19.7.1	SUSPENSÃO PRIMÁRIA.....	53
19.7.2	SUSPENSÃO SECUNDÁRIA.....	54
19.8	AMORTECEDORES.....	54
19.9	MOTORES DE TRACÇÃO.....	54
19.10	REDUTORES.....	56
19.11	EQUIPAMENTO DE FREIO.....	56
19.11.1	FREIO DE PINÇAS/PASTILHAS.....	57
19.11.2	FREIO DE ESTACIONAMENTO.....	57
19.11.3	PATINS ELECTROMAGNÉTICOS.....	57
19.12	SISTEMA DE JATO DE AREIA.....	58
19.13	OUTROS PONTOS.....	58
19.14	OPERAÇÃO EM MODO DEGRADADO.....	59
20.	EQUIPAMENTO PNEUMÁTICO.....	59
20.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	59
20.2	PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO.....	60
20.3	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR.....	60
20.4	DEPÓSITOS.....	61
20.5	INSTALAÇÃO PNEUMÁTICA.....	61
20.6	REGULAÇÃO E PROTEÇÕES.....	62
21.	DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA DO VEÍCULO.....	62
21.1	CIRCUITO ELÉTRICO DE SEGURANÇA.....	62
21.2	DISPOSITIVO DO HOMEM-MORTO.....	63
21.3	BOTÃO DE EMERGÊNCIA.....	64
22.	SISTEMA DE TRACÇÃO.....	64
22.1	ELEMENTOS DE COMANDO E PROTEÇÕES.....	66
22.2	CONTACTOR DE LINHA.....	67
22.3	MONITORIZAÇÃO E APOIO À MANUTENÇÃO.....	67
22.3.1	CONTADOR DE ENERGIA.....	68
23.	ENGATE.....	69
24.	REGISTADOR DE OCORRÊNCIAS (CAIXA NEGRA).....	70
25.	SISTEMA DE VIDEOVIGILÂNCIA.....	72

25.1	MODOS DE FUNCIONAMENTO	74
25.1.1	NORMAL (POR DEFEITO)	74
25.1.2	EVENTOS.....	74
25.1.3	COMANDOS DO CONDUTOR.....	75
25.1.4	GRAVAÇÃO DE IMAGENS	75
25.2	EQUIPAMENTOS DO SISTEMA.....	76
25.3	CÂMARAS	76
25.4	EQUIPAMENTO DE CONTROLO E TRANSMISSÃO.....	76
25.5	MONITOR	77
25.6	EQUIPAMENTO DE GRAVAÇÃO DE IMAGENS.....	77
26.	LUGARES SENTADOS.....	78
27.	SISTEMA DE TRAÇÃO/TRAVAGEM	78
28.	DESEMPENHO DO VEÍCULO EM OPERAÇÃO NORMAL	78
29.	CONDUÇÃO NORMAL	79
30.	PARQUEAMENTO DO VEÍCULO	79
31.	DESEMPENHO DO VEÍCULO EM MODO DEGRADADO	79
31.1	TRAÇÃO	79
31.2	FREIO SERVIÇO.....	81
31.3	FREIO DE EMERGÊNCIA.....	81
32.	SISTEMA AUXILIAR.....	81
32.1	CONVERSOR AUXILIAR.....	81
32.1.1	SAÍDA TRIFÁSICA 380VAC COM NEUTRO	84
32.1.2	SAÍDA CONTÍNUA PARA BAIXA TENSÃO.....	84
32.2	BATERIA.....	84
32.3	CARREGADOR DE BATERIAS.....	85
32.4	MONITORIZAÇÃO DOS CONVERSORES	86
33.	CAPTAÇÃO DE ENERGIA.....	86
33.1	PANTÓGRAFO.....	86
33.2	DESCARREGADOR DE SOBRETENSÃO	87
33.3	SISTEMA DE PROTEÇÃO DE ACESSO	88
34.	SISTEMA ELECTRÓNICO.....	88
35.	INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES.....	88
36.	APARELHAGEM ELÉTRICA.....	89

36.1	CABOS E CONDUTAS.....	89
36.2	CONETORES.....	90
36.3	CONTACTORES E RELÉS.....	91
36.4	LIGAÇÃO DE MASSA E RETORNO DE CORRENTE	91
37.	EMC.....	92
38.	DESEMPENHO DO VEÍCULO	92
39.	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	92
39.1	SISTEMA DE INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS.....	92
39.2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE DESTINO/ESTAÇÃO.....	93
39.3	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES.....	94
40.	SISTEMA IBIS	95
41.	SISTEMA MULTIMÉDIA	96
42.	WI-FI.....	97
43.	CONTAGEM DE PASSAGEIROS.....	97
44.	REDE DE COMUNICAÇÕES.....	97
45.	RADIOCOMUNICAÇÕES	98
46.	SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO CENTRALIZADO.....	99
46.1	APOIO À MANUTENÇÃO	100
47.	PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO.....	101
48.	ENSAIOS/TESTES E CONTROLOS	101
48.1	ENSAIOS TIPO E ENSAIOS SÉRIE	102
48.2	ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS.....	105
48.2.1	SOFTWARE.....	106
48.2.2	ENSAIOS TIPO	106
48.2.3	ENSAIOS SÉRIE.....	107
48.3	ENSAIOS DO VEÍCULO.....	107
49.	HOMOLOGAÇÃO DOS VEÍCULOS.....	108
50.	SEGURANÇA	108
51.	CIBERSEGURANÇA	109
52.	ATP (AUTOMATIC TRAIN PROTECTION)	109
53.	DOCUMENTAÇÃO.....	109

54.	INDICADORES DE DESEMPENHO	112
54.1	CONCEITOS GERAIS	112
54.2	FIABILIDADE	112
54.2.1	DEFINIÇÕES	112
54.2.2	FIABILIDADE DE SERVIÇO	112
54.2.3	CONCEITO DE FALHA	113
54.2.4	ÍNDICES DE FIABILIDADE	113
54.2.5	CONTROLO DA FIABILIDADE.....	114
54.2.6	CÁLCULO DA FIABILIDADE DE SERVIÇO	115
54.2.7	DEMONSTRAÇÃO DA FIABILIDADE DO PROJETO	115
55.	CUSTO DE CICLO DE VIDA (LCC - “LIFE CYCLE COST”).....	116
56.	IDENTIFICAÇÃO DOS ORGÃOS DO COMBOIO.....	116
57.	MANUTENÇÃO DO VEÍCULO.....	118
57.1	CRITÉRIOS GERAIS DE MANUTENÇÃO.....	118
57.2	MANUTIBILIDADE.....	118
57.3	INTERMUTABILIDADE.....	119
57.4	ACESSIBILIDADE.....	119
57.5	FERRAMENTAS ESPECIAIS	119
57.6	PLANO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO.....	120
57.7	EQUIPAMENTOS DE MEDIDA E MONITORIZAÇÃO (EMM).....	121
58.	SOBRESSELENTES.....	121
59.	CONDIÇÕES DE GARANTIA.....	122
59.1	PRAZO DE GARANTIA.....	122
59.2	INÍCIO DA GARANTIA.....	123
59.3	OBRIGAÇÕES DURANTE O PRAZO DE GARANTIA	123
60.	FORMAÇÃO.....	124
61.	NORMAS.....	124
62.	DEFINIÇÃO DE CONCEITOS.....	128
62.1	CONCEITO DE FALHA	128
62.2	FALHA DO VEÍCULO.....	129
62.2.1	CONDIÇÕES PARA RETIRAR UM VEÍCULO DE SERVIÇO	129
62.2.2	CONDIÇÕES EM QUE UM VEÍCULO PODE CONCLUIR A VIAGEM	131

2. OBJETIVO E ÂMBITO

Definir as características dos veículos que deverão servir de base à realização do projecto de construção, operação e manutenção.

Pretende-se um veículo do tipo LRV - Light Rail Vehicle, para a Linha de TCSP - Transporte Coletivo em Sítio Próprio, entre Odivelas - Loures (Linha Violeta).

O veículo circulará maioritariamente à superfície, mas também terá pequenos troços em túnel, interagindo com agentes externos, nomeadamente veículos rodoviários.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS

O projecto deverá seguir a filosofia que está atualmente a ser utilizada nos modernos sistemas ferroviários de metros ligeiros europeus, a menos que seja indicado o contrário.

O veículo deve ser projetado e fabricado para uma vida útil mínima de 30 anos.

Pretende-se um veículo standard, com fiabilidade demonstrada.

O projecto do veículo deve ter em conta a otimização do consumo energético e dos custos de operação e manutenção.

Sempre que existam Normas ou Diretivas europeias/internacionais aplicáveis a veículos de metro ligeiro, devem ser adotadas.

Quando os padrões exigirem uma decisão do Operador, o ML deve ser informado e deve manter o direito de tomar tais decisões.

O veículo deverá ser de piso rebaixado, 100% no mesmo nível, ou seja, sem degraus internos.

O veículo deverá ser bidirecional e modular, devendo estar preparado para circular em unidades simples ou múltiplas, e em túnel.

A área envidraçada deverá ser maximizada de forma a proporcionar uma boa visibilidade aos passageiros.

O veículo deverá ter as características adequadas à circulação em percursos com declives que poderão variar entre os -8% a +8%.

O sistema de captação de energia deverá ser assegurado através de pantógrafo e catenária.

A tensão nominal de alimentação deverá ser de 750 Vdc e a bitola de 1435 mm.

Para facilitar a entrada e saída de passageiros, o número de portas deve ser maximizado ao longo de cada um dos lados do veículo.

O condutor deve ter acesso ao veículo quer por portas diretas de ambos os lados da cabina, quer pelas portas de acesso dos passageiros mais próximas da cabina. O acesso à cabina a partir do salão deve ser feito através de uma porta que permite o acesso salão/cabina em cada extremidade do veículo.

Caso no futuro se verifique essa necessidade, o veículo deve estar preparado para integrar um (s) módulo (s), para aumentar a sua capacidade.

A capacidade do veículo deve ser otimizada na medida do possível, podendo ser considerada a utilização de “assentos de descanso” montados longitudinalmente à altura da cintura para o conforto dos passageiros em pé.

O veículo deve ser projetado e construído para permitir o acesso de todas as categorias de passageiros com mobilidade condicionada.

O veículo deve utilizar sistemas de propulsão elétricos e mecânicos de última geração. O veículo deve ser confortável, de fácil manutenção e os sistemas/equipamentos devem ser de tecnologia comprovada.

O veículo deve ter a capacidade de operar com velocidade e desempenho de aceleração adequados a este tipo de veículo e à infraestrutura onde vai circular.

Deverão existir ferramentas de ajuda à manutenção que permitam por um lado o registo e identificação das falhas e por outro permitam direcionar no sentido da sua resolução.

Privilégiam-se soluções que tenham em linha de conta o menor consumo energético, menor custo de manutenção e operação, e que utilizem peças/componentes normalizados, ou seja, que não sejam de um fabricante exclusivo.

O veículo não deverá ter amianto ou chumbo em qualquer dos seus componentes.

4. TABELA DE CARACTERÍSTICAS GENÉRICAS DO VEÍCULO

Características Genéricas do Veículo	
Tipo de veículo	100% piso rebaixado
Comprimento do veículo	30 a 40 m (+5%)
Largura do veículo	2.3 a 2.65 m
Altura do veículo	3.3 a 3.7 m
Pé direito interno mínimo	2100 mm
Altura do piso acima do Plano Base de Via	300 a 370 mm
Material da carroçaria	Aço, soldado
Bitola	1435 mm
Máxima carga por eixo	até 12 t
Velocidade máxima	60 a 80 km/h
Nº passageiros	Minimo de passageiros sentados: 60 Minimo de passageiros em pé (4 passag./m ²): 180
Portas	Duplas: 1240x1900 mm a 1300x2100 mm Simples: Largura mínima 800 mm
Declive a garantir	8%
Raio horizontal mínimo	50 m
Raio horizontal mínimo excepcional	15 a 25 m

Raio vertical mínimo	250 a 500 m
Tensão nominal	750 Vdc
Diâmetro roda	600/520 mm (nova/limite desgaste)
Aceleração máxima (EN13452)	$\geq 1.2 \text{ m/s}^2$
Desaceleração média (V _{máx} até zero) (EN13452)	$\geq 1.2 \text{ m/s}^2$
Desaceleração de emergência (EN13452)	$\geq 2.8 \text{ m/s}^2$
Limitação do <i>jerk</i> (EN13452)	Inferior a $0,8 \text{ m/s}^3$
Travagem normal serviço (EN13452)	Travagem eletrodinâmica até à paragem do veículo; Travagem mecânica por disco
Travagem emergência (EN13452)	Travagem electrodinâmica; Freios electromagnéticos em todos os bogies; Travagem mecânica por disco; Sistema de areeiros ou equivalente
Sistema de controlo	Sistema de controlo do veículo baseado num sistema de transmissão via BUS, apoiado por um sistema de contolo adicional cableado para as funções de controlo essenciais do veículo, por questões de redundância e segurança
Ar condicionado	Cabinas e módulos de passageiros com controlo independente
Displays	Displays interiores e exteriores para informação ao público
Videovigilância	4 câmaras exteriores em substituição de espelhos retrovisores; câmaras interiores que permitam a visualização da totalidade do interior dos módulos de passageiros; câmara frontal e de retaguarda

5. CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Todos os equipamentos deverão manter as suas características de bom funcionamento, nas seguintes condições:

- Temperatura entre: -10° e $+45^\circ \text{ C}$;
- Humidade relativa máxima: 80% a $+37^\circ \text{ C}$;
- Vibrações devidas à proximidade de circulação ferroviária;
- Ambiente sujeito a partículas metálicas no ar.

Os veículos quando estacionados no exterior poderão ficar sujeitos a uma temperatura de radiação solar de 70° C , devendo todos os equipamentos a ela expostos suportar sem danos esta temperatura.

Os veículos e seus equipamentos deverão estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente a Norma EN50125-1 'Railway Applications – Environmental Conditions For Equipment – Part 1: Equipment On Board Rolling Stock'.

6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO VEÍCULO

O projecto do veículo deverá ter em conta as seguintes características:

- O veículo deverá ser projetado para uma vida útil mínima de 30 anos.
- Os componentes utilizados no veículo deverão ter o fornecimento garantido durante pelo menos 15 anos. No caso de um componente ser descontinuado, o Adjudicatário obriga-se, com a devida antecedência por forma a não criar problemas de disponibilidade dos veículos, a encontrar um componente alternativo com características funcionais/mecânicas equivalentes.
- Prevê-se que a quilometragem máxima anual percorrida não exceda os 120 000 km.
- O veículo deverá ser bidirecional, isto é, deverá ter duas cabinas de condução totalmente equipadas e funcionalmente independentes.
- Os equipamentos de ar condicionado a instalar no interior dos módulos de passageiros e nas cabinas de condução, deverão ter controlo independente entre si, e deverão obedecer às Normas EN14750 e EN14813.
- O projecto do veículo deverá assegurar o cumprimento da Norma EN ISO3381 em termos de ruído interior no salão de passageiros, e da Norma EN ISO3095 em termos de ruído emitido para o exterior.
- O veículo em termos de conforto deverá cumprir o índice "Confortável" ou "Muito Confortável" em conformidade com a Norma EN12299. O valor do índice medido, independentemente do local dentro do veículo, deverá ser sempre $N_{MV} < 2$.
- O ruído exterior medido a 7.5m do eixo da via a uma altura de 1.2m, com o veículo imobilizado e com o ar condicionado ligado, deve ser inferior ou igual a 56dB(A), em conformidade com a Norma ENISO3095.
- O ruído interior medido a uma altura de 1.6m, em conformidade com a Norma ENISO3381, deverá apresentar valores inferiores ou iguais a:
 - a) Veículo imobilizado com ar condicionado desligado: 56dB(A)
 - b) Veículo imobilizado com ar condicionado em funcionamento: 65dB(A)
 - c) Veículo à velocidade de 60km/h (via balastrada): 75dB(A)
 - d) Veículo à velocidade 60km/h (via betonada): 79dB(A)
- Em termos estruturais o veículo deverá apresentar uma resistência estrutural Classe P-IV, nomeadamente uma força de compressão de 400 kN, em conformidade com a Norma EN12663 e resistência à colisão Classe C-IV, em conformidade com a Norma EN15227.
- O bogie deverá ser projetado segundo a classe B-IV da Norma EN13749.

- O veículo deverá ser projectado tendo em conta a utilização por PMR (*Pessoa com Mobilidade Reduzida*), devendo garantir as condições de segurança para entrada/saída do veículo, deslocação no seu interior e durante o movimento do veículo.
- Deverão existir pelo menos dois conversores auxiliares independentes por veículo, devendo ser possível, em caso de avaria de um deles, prosseguir com o serviço de passageiros. Os conversores auxiliares deverão estar em conformidade com as Normas IEC e IEEE1536.
- O veículo deverá ter capacidade para se imobilizar por aplicação do freio de estacionamento em condição de carga Q4, 8 passageiros/m², em qualquer ponto da rede (incluindo declives de -8% e +8%).
- As prestações mínimas a garantir são:
 - a) Velocidade máxima: 70km/h
 - b) Aceleração máxima: $\geq 1.2\text{m/s}^2$
 - c) Desaceleração média (velocidade máxima até 0): $\geq 1.2\text{m/s}^2$
 - d) Desaceleração de emergência (com freios electromagnéticos): $\geq 2.8\text{m/s}^2$

O solavanco (*jerk*) para cada valor da aceleração e desaceleração deverá ser apresentado, sendo que este deverá cumprir o indicado na norma EN13452.

- As portas de passageiros deverão ser em igual número por lado do veículo e não deverão ser menos de 4 por lado.
- Em caso de falha do equipamento de tração levando ao isolamento de um bogie motor, o veículo deverá ter capacidade de continuar a marcha e travar em qualquer ponto da rede (incluindo zonas com declive de -8% e +8%), em condições de carga Q4 (8 passageiros/m²), com velocidade não inferior a 30km/h.
- O veículo deverá possuir o número de bogies motores necessários para garantir as prestações pretendidas e especificadas neste Procedimento.
- O piso do salão de passageiros deverá ser 100% de piso rebaixado, não sendo permitidas quaisquer rampas, e a existência de degraus apenas é aceitável na zona dos bogies.
- O engate a ser implementado nos extremos do veículo deverá ser automático e do tipo retrátil, coberto por painel da cabina de condução. O engate automático deve permitir o acoplamento de dois veículos.
- A largura do veículo, sem considerar as câmaras laterais exteriores e as soleiras das portas, não deverá exceder 2650 mm.
- A rede de comunicações do veículo deverá ser redundante e implementada sob a forma de um barramento cableado (WTB- Wire train bus) e um barramento de dados (MVB - Multifunction Vehicle Bus), devendo também ser contemplada uma rede Ethernet por forma a permitir a integração de sistemas.

-
- Deverá ser possível realizar determinadas parametrizações/atualizações remotamente, as quais serão definidas durante o projecto, devendo garantir-se que as informações técnicas e as informações comerciais circularão em canais/redes diferentes.
 - Os sistemas de segurança, nomeadamente a alimentação, tração, travagem e controlo devem ser redundantes.
 - Todos os sistemas e equipamentos devem estar sincronizados em termos de data/hora, a qual deverá ser enviada através de um sistema centralizado.
 - O sistema deverá ter capacidade de enviar, em tempo real, ocorrências, variáveis internas, o estado de funcionamento dos equipamentos do veículo, do sistema de sinalização ferroviária e do ATP (*Automatic Train Protection*), para a área de manutenção instalada no PMO, para ajuda à manutenção.
 - O sistema também deverá ter capacidade de enviar, em tempo real, dados, nomeadamente os alarmes (a definir) para o Posto de Comando Central.
 - O sistema deverá ter capacidade de enviar imagens para o exterior do veículo. As imagens dos eventos deverão ser sempre enviadas em tempo real para o Posto de Comando Central. As imagens de gravação normal (não relativas a eventos) deverão ser enviadas a partir de determinados pontos da rede, a definir, para um posto central, onde ficarão gravadas por um período de 30 dias. No entanto, o sistema deve ter capacidade de enviar imagens normais, a pedido, de determinada câmara ou câmaras seleccionadas, em tempo real, para o Posto de Comando Central.
 - O veículo deverá ser equipado com um sistema de radiocomunicações, que suporte as comunicações de voz e de dados, com base em tecnologia de equipamentos TETRA (Terrestrial Trunked Radio), integrado na Rede SIRESP (Sistema Integrado das Redes de Emergência e Segurança de Portugal).
 - O veículo deverá ser equipado com um sistema ATP, conforme descrito no capítulo correspondente do caderno de encargos, devendo para o efeito ser previsto o espaço na cabina para instalação do(s) *rack(s)* com os equipamentos respetivos.
 - O veículo deverá poder ser inicializado remotamente, por forma a fazer a sua preparação previamente ao início de marcha.

7. PROJECTO, DESENHOS E MAQUETES

Devem ser fornecidos todos os desenhos que permitam auxiliar no processo de aprovação durante a fase de design.

Deve ser produzida uma maquete da mesa de condução e da consola do condutor para aprovação pelo ML, assim como um banco do condutor.

Também deverá ser produzida uma maquete de uma parte de um módulo do salão de passageiros, a qual deve reproduzir, pelo menos, a zona das portas de passageiros e a zona dos bancos por cima do bogie.

Deverão ser apresentadas diversas soluções para os bancos de passageiros para avaliação e seleção pelo ML.

O sistema de monitorização centralizada do estado do veículo, diagnóstico de falhas e sistema de registo de falhas, para auxílio à manutenção, deverá ser apresentado para aprovação pelo ML.

Todos os itens acima devem ser fornecidos em tempo útil, de modo a não colocar qualquer ônus indevido sobre o ML relacionado com os seus processos de aprovação.

O ML deve ter o direito de, durante 3 meses após o fornecimento dos elementos acima indicados, solicitar as mudanças razoáveis a nível do banco do condutor, assentos dos passageiros, design interior dos módulos, layout da mesa de condução, layout dos vidros laterais, pintura externa, design da extremidade dianteira da cabina, diagnóstico de falhas e sistema de registo de falhas. Quaisquer alterações devem ser implementadas sem custo para o ML.

Deverão ser realizadas reuniões, com periodicidade a definir, para acompanhamento da revisão do projecto, onde o ML pretende estar presente.

Se qualquer uma das características listadas acima puder ser demonstrada em veículos existentes, fornecidos no âmbito de outros projectos recentes, o requisito de uma maquete deve ser substituído por uma demonstração num desses veículos.

a) Parâmetros para projecto

Deverão ser apresentados os diagramas de marcha e os tempos de percurso para uma viagem completa, ida e volta, para a totalidade do trajeto, com paragem em todas as estações (ver desenhos tipo do Traçado e Perfil Longitudinal que fazem parte do Processo de Concurso), devendo ser considerado um tempo de paragem em cada estação de 20 segundos.

Nas condições de marcha, traçado e alimentação de energia estabelecidos o veículo deverá ser dimensionado para obtenção da maior velocidade comercial e menor consumo possível.

Deverá ser apresentado a demonstração do cumprimento dos requisitos de velocidade comercial, aceleração, desaceleração e consumo energético estabelecidos. Deverá igualmente indicar as curvas características de esforço, aceleração e corrente de linha.

O coeficiente de aderência a considerar nos cálculos deverá ser de 0.13.

Deverão ser indicados todos os valores que forem tidos em conta, nomeadamente os valores de aceleração e desaceleração, tendo por base o indicado no “Capítulo 6 -Características Técnicas do Veículo”, desta especificação.

Deverão ser apresentadas as curvas de tração e travagem demonstrativas.

O veículo deverá ser projectado de forma a garantir, pelo menos, os seguintes valores de aceleração e desaceleração:

- Aceleração máxima: $\geq 1.2 \text{ m/s}^2$
- Desaceleração média (velocidade máxima até 0): $\geq 1.2 \text{ m/s}^2$
- Desaceleração de emergência (com freios electromagnéticos): $\geq 2.8 \text{ m/s}^2$

Deverá ser apresentado o valor do *jerk* (variação da aceleração) para cada valor da aceleração e desaceleração, em conformidade com a Norma EN13452, sendo que este deverá ser sempre inferior a 0.8 m/s^3 .

Os parâmetros indicados deverão ser alvo de confirmação através de ensaio tipo que deverá ser realizado antes da receção provisória do primeiro veículo. A receção provisória do primeiro veículo fica condicionada ao cumprimento destes parâmetros.

b) Materiais

Todo o projecto, fabrico e materiais utilizados deverão cumprir, em termos de comportamento ao fogo e emissão de fumos, o índice A1, em conformidade com a Norma NF F16-101 ou HL2 conforme a Norma EN45545.

Deverão ser entregues, em tempo útil para aprovação pelo ML, antes do início do processo de fabrico, os certificados dos materiais utilizados nos veículos, que permitam confirmar os índices atrás referidos.

Os certificados deverão ser emitidos por laboratórios homologados e independentes do Adjudicatário, podendo o ML exigir a realização dos ensaios, com a sua presença, aplicáveis aos materiais que considere mais críticos em termos de segurança. Os certificados apresentados deverão garantir que as características dos materiais em termos de comportamento ao fogo e emissão de fumos não se alterarão ao longo da vida útil do veículo.

c) Controlo de qualidade

O Adjudicatário indicará os procedimentos de controlo de qualidade que utilizará nas diferentes etapas do projecto, para os diversos equipamentos.

8. EFICIÊNCIA

O veículo deve ser projetado de forma a garantir o menor consumo de energia.

A travagem por recuperação deverá ser sempre prioritária, e deverá permitir, desde que o sistema esteja recetivo, a devolução da energia para a rede.

Serão valorizadas as soluções com consumos energéticos otimizados, que permitam elevada recuperação de energia e respetiva devolução à rede.

Deve ser apresentado e descrito o seguinte parâmetro:

- O consumo de energia em kWh/km, considerando a carga de 4 passageiros/m², (sem recuperação de energia e ar condicionado desligado), considerando as velocidades e acelerações/desacelerações máximas para o perfil de velocidade da via e para os troços indicados.

Deverão ainda ser indicados e descritos com mais pormenor:

- O consumo de energia em kWh/km, considerando a carga de 4 passageiros/m², com recuperação de energia teórica máxima, considerando total disponibilidade da rede.
- Deverão ser indicados todos os parâmetros tidos em conta (traçado, perfil de velocidade, taxa de recuperação energética, requisitos de performance em termos de aquecimento e ar condicionado, contribuição da travagem electrodinâmica, etc).
- A taxa de recuperação energética máxima, teórica, face à energia consumida, considerando total disponibilidade da rede.

O consumo médio de energia deverá ser inferior ou igual a 5.5 kWh/km.

Para a medição do consumo médio de energia serão tidos em conta os valores de energia absorvida, consumida e recuperada, indicados em cada veículo, assim como os quilómetros percorridos.

O início e duração do período de demonstração deste parâmetro será o definido em caderno de encargos.

9. IMPOSIÇÕES DA INFRAESTRUTURA

Os veículos deverão cumprir os seguintes requisitos:

- O gabarit estático indicado no Processo de Concurso como referência.
- Corrente máxima de tração limitada a 1000 A.
- Carga por eixo inferior a 12 toneladas.

10. CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA

10.1 ZONAS DE RISCO COM POTENCIAL SIGNIFICATIVO DE INUNDAÇÃO

Determinadas zonas da via podem ficar submersas.

O veículo proposto, com as rodas no limite máximo de desgaste, deverá ser capaz de operar em troços inundados, sem entrada de água em qualquer compartimento, componente ou dispositivo, não devendo ser causado mau funcionamento, dano, desgaste prematuro ou falha do veículo, para uma altura de lâmina de água até 10 cm acima do Plano Base de Via, a uma velocidade reduzida.

11. CAIXA

11.1 CARGA

Considera-se a “Carga máxima” (Q3) como sendo a correspondente à carga de todos os assentos de passageiros ocupados e o espaço fora das áreas sentadas, ocupado por passageiros em pé numa densidade de 6 passageiros/m², considerando-se o peso de 70kg/passageiro.

A fim de definir o peso e a capacidade do veículo, os estados de carga a considerar deverão ser os seguintes:

- Q0: “Tara” - corresponde à carga do veículo sem passageiros.
- Q1: “Carga reduzida” - corresponde a 50% da carga máxima.
- Q2: “Carga normal” - corresponde a 75% da carga máxima (todos os assentos de passageiros ocupados e o espaço fora das áreas sentadas, ocupado por passageiros em pé numa densidade de 4 passageiros/m²).
- Q3: “Carga máxima” - corresponde à carga do veículo com todos os assentos de passageiros ocupados e o espaço fora das áreas sentadas, ocupado por passageiros em pé numa densidade de 6 passageiros/m².

A carga Q3 deve ser usada para os cálculos de desempenho do veículo.

- Q4: “Sobrecarga máxima” - corresponde a 125% da carga máxima (todos os assentos de passageiros ocupados e o espaço fora das áreas sentadas, ocupado por passageiros em pé numa densidade de 8 passageiros/m²).
- Q5: “Sobrecarga excepcional” - corresponde a 160% da carga máxima.

A sobrecarga excepcional deve ser usada para o projecto estrutural do veículo, para determinar as cargas máximas por eixo e para determinar os requisitos de freio de paragem e estacionamento.

Deverá ser seguido o indicado pela Norma EN 15663 ‘Railway applications - Vehicle reference masses’.

11.2 ESTRUTURA

O veículo deve ser projetado de forma a ter o menor peso possível, no entanto, não deverão ser comprometidos os níveis de segurança, conforto e longevidade da caixa.

Todos os módulos do veículo deverão ser em aço inoxidável, devendo ser fornecido o método construtivo e o tipo de aço utilizado.

O tejadilho do veículo, deverá ter capacidade para suportar todo o equipamento aí instalado e também deverá poder suportar a circulação do pessoal da manutenção, ao longo do mesmo, sem que daí resulte flexão elástica anormal ou deformação permanente.

A estrutura da caixa deve ser projetada de modo a garantir a maior proteção ao condutor e aos passageiros, devendo estar em conformidade com as Normas EN15227 'Railway applications - Crashworthiness requirements for rail vehicles' e EN12663 'Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies'.

Relativamente à cabina deverão ser previstas estruturas que minimizem os efeitos de uma colisão frontal e no caso dos módulos dos passageiros, a estrutura deverá estar preparada para conter os efeitos de uma colisão lateral.

Deverão ser especificados detalhadamente os elementos estruturais e as soluções a implementar no veículo para garantir a proteção acima referida. Deverá também ser indicado se essas soluções se encontram testadas.

Durante o projecto deverá ser apresentado o cálculo da caixa, devendo ser indicadas as Normas tidas como referência. Também deverão ser especificados os procedimentos de reparação em caso de colisão, devendo ser identificadas as zonas onde será possível realizar soldaduras para a reparação.

Deverá ser especificado o procedimento e identificados os equipamentos necessários para recarrilamento do veículo (os quais deverão fazer parte do fornecimento), para eventuais situações de descarrilamento.

Deverão ser considerados pontos para levante da caixa, os quais deverão estar devidamente reforçados de forma a não provocarem esmagamentos ou deformações permanentes. Os pontos de levante deverão estar claramente identificados, serem de fácil acesso e deverão permitir o recarrilamento.

A caixa deverá ser projetada para uma vida útil igual à do veículo, pelo menos de 30 anos.

Deverá ser assegurada a continuidade elétrica de todos os elementos, de acordo com a Norma EN50153 'Railway applications - Rolling stock - Protective provisions relating to electrical hazards', que deverá ser verificada através da realização de ensaio.

11.3 ACABAMENTOS E PROTEÇÕES

Em termos de acabamentos e proteções, interiores e exteriores, o projecto do veículo deve estar em conformidade com as Normas UIC842-3 'Technical specification for the surface preparation of metallic and non-metallic materials used in the construction of railway vehicles and containers' e UIC842-5 'Technical specification for the protection against corrosion and painting of coaches and tractive units'.

Os elementos da estrutura que na sua constituição não tenham características anti-corrosão, deverão ser protegidos adequadamente de forma a assegurar essa proteção.

Os materiais e os revestimentos, interiores e exteriores, do veículo deverão ter características anti-graffiti e anti-vandalismo. Deverão ser utilizados, por exemplo, materiais inox e aplicadas películas de proteção adequadas.

12. CABINA DE CONDUÇÃO

O projecto da cabina de condução deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente :

- EN16186-2 'Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators'.
- UIC651 'Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple-unit trains and driving trailers'.
- ISO3381 'Railway applications — Acoustics — Noise measurement inside railbound vehicles'.
- Decreto-lei 182/2006, de 6 de Setembro.

O veículo deverá ser constituído por duas cabinas de condução, uma em cada extremidade. Cada cabina de condução deverá ter todos os equipamentos e aparelhos necessários à condução e controlo do veículo, por um agente único, equipamento ATP, equipamento de radiocomunicações, e outros que pela sua função se justifique serem aqui localizados.

O arranjo interior da cabina, a nível da localização dos aparelhos, comutadores, botoneiras, etc., deverá ter em conta, na medida do possível, a frequência de utilização prevista durante a condução normal pelo condutor e também o sentido de circulação na via (lado direito).

A inserção da mesa e dos armários na cabina deverá ser feito de forma a disponibilizar um campo de visão o mais alargado possível ao condutor.

Os equipamentos a instalar na cabina de condução deverão ser colocados, sempre que possível, dentro de armários, os quais deverão garantir a devida estanqueidade, por forma a impedir a entrada de poeiras metálicas, frequentes em ambientes ferroviários.

Todos os equipamentos terão fichas ou serão integrados em estruturas modulares com conexões através de fichas, por forma a permitir uma ligação/desligação rápida, em caso de necessidade de substituição. A cabina será constituída por módulos, incluindo a mesa de condução, por forma a que a intervenção num elemento de um módulo não implique a desmontagem de um módulo adjacente.

Deverá ser previsto um assento adicional a utilizar, por exemplo, pelo instrutor de condução.

Na cabina de comando não serão permitidos circuitos de alta tensão.

A conceção da cabina deve assegurar ao condutor a proteção adequada em termos de ruído, em conformidade com a EN ISO3381 e o Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro.

12.1 MESA DE CONDUÇÃO

A mesa de condução deverá ser modular, sendo os módulos independentes entre si, para que possam ser intervencionados separadamente. As conexões entre os equipamentos deverão ser asseguradas através de fichas de ligação/desligação fácil e rápida.

Para evitar a troca indevida das fichas, estas deverão ser codificadas, sempre que se justifique.

Na mesa de condução deverão ser instalados os comandos, controlos e sinalizações necessários à condução do veículo.

Os equipamentos, comandos e sinalizações, deverão ser agrupados por grupos coerentes e funções similares.

O Adjudicatário deverá realizar um estudo ergonómico da mesa de condução, por forma a definir a posição dos vários elementos, tendo em conta a posição do condutor e a utilização de cada elemento. Este estudo também servirá para definir os elementos a colocar na mesa e os que ficarão localizados noutros pontos da cabina. As soluções a adotar deverão ter a aprovação do ML.

Na mesa de condução, os botões e os comandos deverão ser diferenciáveis pelo tato, na medida do possível, dando-se preferência soluções com integração de botões e comandos em ecrãs táteis.

Deverá prever-se a existência de botões de comando com proteção de guarda, para evitar atuações inadvertidas (podendo ser ou não selados), o que será definido com o ML em fase de projecto.

Os comandos de “abertura” e “fecho” de portas, esquerdas e direitas, deverão ser duplicados na mesa de condução, do lado esquerdo e do lado direito da posição de condução.

Os materiais a utilizar na mesa de condução deverão ter as características adequadas à utilização a que se destinam, nomeadamente deverão ter resistência mecânica, serem facilmente laváveis, com cor estável à radiação solar, serem antirreflexo e resistentes à abrasão.

Deverá ser previsto um mecanismo de limpa para-brisas e respetivo reservatório de água, devendo a posição de repouso do limpa para-brisas não perturbar o campo de visão do condutor.

Deverão ser previstas proteções antivandalismo para os monitores, consolas, e outros equipamentos para os quais se justifique tendo em conta a sua utilização.

As consolas, monitores, equipamentos de medida digitais, etc., deverão contemplar um sistema de adaptação, de preferência automático, de acordo com o nível de luminosidade, devendo permitir uma leitura correta da informação independentemente das condições de iluminação, de dia ou de noite.

O manípulo de condução só deverá ser ativado/desativado através de uma chave.

Deverá ser instalado, na mesa de condução, um dispositivo de travagem de emergência do tipo *coup de poing*.

A iluminação dos sinalizadores será feita através de LED's e deverá ser contemplado um comando de teste dos sinalizadores.

Os painéis e tampas dos módulos/armários deverão ser modulares e com fechos de acesso por intermédio de chave apropriada e exclusiva ao pessoal a que se destina.

12.2 BANCO DO CONDUTOR

O projecto do banco, e respetiva posição de condução, deverá ter por base um estudo ergonómico, por forma a proporcionar o maior conforto, eficiência e segurança do condutor.

O estudo ergonómico deve ter em consideração a posição da mesa de condução, a posição dos comutadores/comandos, os apoios dos pés, o ajuste longitudinal, o ajuste lombar, inclinação, etc.. De preferência os ajustes do banco deverão ser eléctricos.

O banco deverá ter braços retráteis e ajustáveis em altura.

O banco deverá utilizar materiais que proporcionem o conforto adequado ao condutor, o seu revestimento deverá ser anti-transpiração, ter uma boa resistência e comportamento ao fogo, ser resistente à utilização e de fácil limpeza.

O banco deverá ser fixo ao piso da cabina, e deverá poder rodar.

O banco não deverá interferir com nenhum elemento da cabina, independentemente da sua posição e o seu posicionamento deverá facilitar o acesso do condutor ao seu posto de condução.

12.3 PORTA DA CABINA

Na separação entre a cabina e o módulo de passageiros adjacente deverá existir uma porta de acesso e painéis em vidro. A porta de acesso deverá ter um manípulo do lado da cabina, e abrir para o interior do módulo de passageiros, devendo garantir uma saída instantânea em caso de emergência.

Os vidros usados na separação destas áreas, deverão ter as características adequadas em termos de proteção e segurança relativamente às condições a que se destinam, nomeadamente ter uma proteção antivandalismo do lado do salão de passageiros .

Deverão ser previstas cortinas facilmente ajustáveis por forma a proporcionar a adequada proteção solar, tendo em conta as condições de exploração previstas.

O sistema de abertura deverá ser o mais seguro possível para evitar o acesso de pessoal não autorizado.

12.4 FRENTE

O projecto da frente deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente :

- EN15152: 2020 'Railway applications - Windscreens for trains';
- EN15227 'Railway applications - Crashworthiness requirements for rail vehicles'.

A parte frontal da cabina deve ser composta por módulos de forma a facilitar o acesso aos seus elementos.

Deverá ser previsto um para-choques devidamente integrado no arranjo estético da frente da cabina, para suportar choques com outros veículos, ferroviários ou rodoviários.

Para proteção da estrutura do veículo, a interface entre o para-choques e esta estrutura da cabina, deverá ser realizada com base em dispositivos de absorção de energia, dimensionados para suportar colisões a baixa velocidade.

O vidro frontal deverá ter as características adequadas que garantam a proteção e segurança do condutor em caso de acidente, e por exemplo, em caso de impacto com um projectil, não permitindo a projecção de estilhaços para o interior da cabina.

O vidro frontal deve permitir uma boa visibilidade da via e da sinalização.

Deverá ser contemplado um sistema de desembaciamento eficaz, assim como um sistema de limpa para-brisas.

Deverá ser instalado um sistema que evite o encavalitamento dos veículos em caso de colisão frontal.

O projecto exterior da cabina deverá garantir a inexistência de zonas que permitam o apoio de pessoas, por forma a evitar o fenómeno *tramsurfing*.

12.5 ARMÁRIOS

Os dispositivos, equipamentos modulares, equipamentos de baixa-tensão, etc., necessários ao funcionamento e controlo do veículo deverão, na medida do possível, ser instalados em armários localizados na parte de trás da posição do condutor. Deverá ser considerado algum espaço livre dentro dos armários, para eventual instalação futura de equipamentos.

O acesso aos armários só deverá ser possível a partir do interior da cabina. O condutor só deverá ter acesso aos armários/dispositivos que sejam necessários manejar durante a condução do veículo, incluindo os elementos de desempanagem por si realizada.

Para os módulos dos equipamentos mais sensíveis a choque/vibração deverão ser previstos sistemas que minimizem o seu impacto, por exemplo, apoios elásticos.

Deverá ser previsto um armário para guardar os utensílios necessários em caso de desempanagem ou evacuação.

Os armários deverão garantir a devida estanqueidade, por forma a impedir a entrada de poeiras metálicas, frequentes em ambientes ferroviários.

Os armários também deverão contemplar soluções de ventilação, por forma a fazer o correto controlo da temperatura no seu interior.

12.6 AR CONDICIONADO DA CABINA

O sistema de ar condicionado deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente :

- EN14813 'Railway Applications - Air conditioning for driving cabs'.
- EN14750 'Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock'.

O sistema deve contemplar uma regulação automática de temperatura, tendo por base um valor médio, independentemente das condições no exterior. Também deverá ser possível ao condutor a regulação do funcionamento do ar condicionado da cabina, de acordo com as suas preferências, e ajuste das saídas e orientação do caudal de ar.

O sistema de ar condicionado deverá estar preparado para funcionar, mesmo após exposição prolongada do veículo a temperaturas elevadas (verificadas no local onde vai operar/estacionar), sem perda de funcionalidades de nenhum dos equipamentos.

13. SALÃO DE PASSAGEIROS

Os elementos do salão de passageiros deverão estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente :

- NF F16-101 'Rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing'.
- EN45545-2 'Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components'.
- EN ISO3381 'Railway applications — Acoustics — Noise measurement inside railbound vehicles'.

A conceção do interior do salão de passageiros deve assegurar aos passageiros a proteção adequada em termos de ruído, em conformidade com a Norma EN ISO3381.

O projecto deverá ser concebido de forma a que a superfície do piso do salão de passageiros seja a maior possível, tendo em conta as características do veículo.

O arranjo interior do salão de passageiros deverá permitir a circulação ao longo de todo o veículo, devendo para o efeito existir intercircuitações a ligar os vários módulos.

O piso do salão de passageiros deverá ser 100% de piso rebaixado, não sendo permitidas quaisquer rampas, e a existência de degraus apenas é aceitável na zona dos bogies, nomeadamente, por necessidades construtivas da caixa para acomodar o bogie. As zonas dos bogies deverão ser ocupadas por bancos de passageiros ou estruturas de arrumação de bagagem.

A zona de corredor deverá ter uma largura adequada que permita uma circulação dos passageiros segura e confortável e serem instalados balaústres bem posicionados para o seu apoio.

O projecto deverá assegurar a acessibilidade de pessoas de mobilidade reduzida e cumprir os requisitos definidos no Regulamento Europeu 1300/2014.

O arranjo interior do salão de passageiros e os materiais de revestimento deverão ser concebidos por forma a permitirem uma fácil limpeza e impedir a fixação de poeiras.

Os materiais do revestimento interior do salão de passageiros e dos bancos deverão minimizar os efeitos de vandalismo por graffiti, permitindo uma fácil limpeza das pinturas sem alteração da superfície dos materiais. Também os vidros deverão ser protegidos por película adequada, (ou outra solução) por forma a ficarem protegidos contra atos de vandalismo por riscos com objetos perfurantes.

O Adjudicatário deverá entregar desenhos com as soluções que propõe.

13.1 AR CONDICIONADO DO SALÃO DE PASSAGEIROS

O sistema de ar condicionado deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente :

- EN14750 'Railway applications - Air conditioning for urban and suburban rolling stock'.

O sistema de ar condicionado do salão de passageiros deve ter um controlo independente do da cabina de condução.

Deve existir um sistema de ar condicionado em todos os módulos de passageiros.

O sistema deve contemplar uma regulação automática de temperatura, tendo por base um valor médio, independentemente das condições no exterior. Também deverá ser possível ao condutor a regulação do funcionamento do ar condicionado.

O sistema de ar condicionado deverá estar preparado para funcionar, mesmo após exposição prolongada do veículo a temperaturas elevadas (verificadas no local onde vai operar/estacionar), sem perda de funcionalidades de nenhum dos equipamentos.

13.2 INTERCIRCULAÇÃO ENTRE MÓDULOS

A circulação entre os módulos do veículo deverá realizar-se por intermédio de um corredor de intercirculação que deverá ter a máxima largura possível, que não deverá ser inferior à largura do corredor do salão de passageiros.

A intercirculação deverá ter as características adequadas que permitam responder a todas as solicitações produzidas pela circulação do veículo em qualquer ponto da rede, com a máxima garantia de segurança para os passageiros.

A montagem e desmontagem das intercircuitações deverá ser fácil, rápida e segura e não deverá ser necessário recorrer a ferramentas especiais.

O acesso à zona de ligação entre os módulos deverá ser fácil.

A ligação da intercirculação com os módulos deverá ser estanque, devendo impedir a entrada de pó ou água durante a lavagem do veículo, assim como uma correta insonorização.

Todos os componentes deverão ter, no mínimo, uma vida útil de 15 anos.

13.3 JANELAS

O projecto das janelas deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente: - EN572-2 'Glass in building - Basic soda lime silicate glass products - Part 2: Float glass'.

Todas as janelas serão de vidro adequado à operação e exigências de segurança e em caso de rotura, não deverão produzir fragmentos que possam dar origem a ferimentos graves.

A superfície vidrada será a máxima possível, devendo ser conjugada com o resto do conjunto.

Deverão ser indicadas as características dos vidros, nomeadamente a capacidade de resistir a impactos e o isolamento térmico e acústico.

Deverá ser implementada uma proteção antivandalismo tanto na parte interior como na parte exterior dos vidros.

13.4 BANCOS DE PASSAGEIROS

Os bancos de passageiros deverão ser concebidos de forma a fornecerem um índice de conforto adequado. Os materiais utilizados deverão ser antivandalismo, resistentes a lacerações com objetos cortantes, com resistência mecânica adequada e permitirem uma fácil limpeza.

Os materiais utilizados na construção dos bancos deverão ter em conta a minimização dos efeitos de vandalismo por graffiti, devendo permitir uma fácil limpeza das pinturas sem alteração do seu aspecto.

No projecto dos bancos de passageiros deverão ser tidas em conta as seguintes características:

- Deverão possuir características de resistência ao fogo de acordo com a Norma NF F16-101 ou EN45545-2, devendo ser indicados os respetivos índices aplicáveis e os certificados de conformidade para os materiais utilizados.
- A cor dos elementos em material sintético deverá ser obtida pela coloração da massa e não através de pintura superficial, por forma a não serem necessárias repinturas durante a vida do veículo.
- Possuírem características anatómicas, ergonómicas e de comodidade para os passageiros.
- Ausência total de ângulos vivos.
- Possuírem robustez que assegure uma vida útil, para a estrutura do banco, igual à do veículo, e um possível acondicionamento do revestimento a meio de vida.
- O revestimento deverá ser adequado ao uso em transportes públicos, por forma a facilitar a limpeza, a proteção contra a aderência de materiais (ex: pastilha elástica) e uma secagem rápida.
- O processo de montagem e desmontagem dos bancos e seus componentes, nomeadamente o assento e as costas, deverá ser fácil e rápido.

Em fase de projecto deverão ser apresentados os diversos tipos de bancos para aprovação pelo ML, devendo ser indicados os tipos de acabamentos propostos.

13.5 DISTRIBUIÇÃO DOS BANCOS

A distribuição dos bancos de passageiros deverá ser realizada de forma a cumprir o número de lugares sentados especificado, devendo ser entregue o layout com a respetiva distribuição. Os bancos rebatíveis não contarão para a contabilização do número de lugares sentados e deverão ser instalados, de preferência, apenas na zona reservada a PMR.

Deverão ser reservadas zonas para PMR, carrinhos de bebés e bicicletas, tendo em conta o definido no Regulamento Europeu 1300/2014.

Os bancos deverão ser do tipo cantilever, à exceção dos que estejam posicionados na zona do bogie.

Na distribuição dos bancos no salão de passageiros deverá ser otimizada a facilidade de circulação pelo interior do veículo, a fluidez entre o veículo e o cais, a segurança e o conforto dos passageiros.

13.6 PEGAS E BALAUÍSTRES

Deverão ser contemplados no interior dos veículos apoios para os passageiros, através de pegas, balaústres ou outros sistemas apropriados.

A distribuição dos apoios deverá garantir o transporte dos passageiros em segurança, independentemente da carga do veículo, e de forma a não obstruir a entrada/saída dos passageiros, nem a circulação ao longo do veículo.

As pegas montadas nos bancos deverão ficar integradas na estrutura do banco de forma a constituírem um elemento único.

A localização e a instalação dos balaústres não deverá dificultar a limpeza do piso.

Caso existam pegas longitudinais montadas no teto deverão estar a uma altura de cerca de 1,80 m acima do piso da carruagem.

Os apoios para os passageiros deverão ser construídos em aço inoxidável, com formas suaves, sem extremos livres e deverão ter as características adequadas à sua normal utilização, nomeadamente serem resistentes e não se danificarem com facilidade quando sujeitos a atos de vandalismo.

13.7 PAVIMENTO

O pavimento deverá ter um bom enquadramento relativamente ao conjunto dos restantes elementos que compõem o interior do veículo. Deverá ter uma resistência adequada à função a que se destina, não devendo em condições normais de utilização apresentar desgaste, bolhas, descolamento, ou outro tipo de alterações, durante pelo menos 15 anos.

A montagem do pavimento deverá ser realizada de forma a facilitar a sua manutenção futura, devendo minimizar-se o número e a extensão das juntas, assim como evitar elementos que possam interromper a sua continuidade.

A colagem do pavimento à base do piso e a união dos módulos deverá ser realizada com o maior rigor, para garantir uma perfeita estanqueidade, por forma a não descolar ou aparecerem bolhas ou pregas.

A estrutura do piso onde será aplicado o pavimento deverá ser constituída por materiais resistentes à humidade e ao envelhecimento, e que permitam um bom isolamento térmico e acústico.

O pavimento deverá prolongar-se, até uma altura a definir, pelas paredes laterais e de topo, devendo assegurar a devida proteção contra a entrada de água durante as lavagens interiores, por forma a garantir uma perfeita estanqueidade.

Deverá ser possível fazer a sua aquisição no mercado, como sobresselente, e fazer a sua substituição com facilidade.

Os produtos utilizados na colagem do pavimento devem ser resistentes à exposição solar, resistentes a temperaturas até 100°C, devem ter boa capacidade de isolamento à água, boa aderência a superfícies em aço inox e alumínio, e possuir a elasticidade necessária para a zona a aplicar. Os produtos deverão ser de fácil remoção, por forma a facilitar a substituição do pavimento quando necessário.

O pavimento a instalar deverá apresentar as seguintes características:

- Bom comportamento ao fogo em conformidade com o definido na Norma NF F16-101 ou EN45545-2.
- Resistente ao calor.
- Bom isolamento térmico e acústico.
- Resistente às vibrações.
- Ser impermeável e resistente a dissolventes.
- Ser à prova de cigarro e fácil de limpar, nomeadamente dos materiais que a ele adiram (ex: pastilha elástica, alcatrão, etc).
- Ser imputrescível.
- Resistente a punções.
- Possuir características anti-deslizantes.

13.8 REVESTIMENTO INTERIOR

Os materiais do revestimento interior deverão ser concebidos por forma a permitir uma fácil limpeza e impedir a acumulação de poeiras. Os materiais deverão ter uma durabilidade adequada ao tipo de serviço prestado, não se devendo degradar prematuramente, quer por fragilidade, quer por alteração de cor.

O revestimento interior não deverá apresentar saliências e os parafusos, rebites e soldaduras não deverão ser, na medida do possível, aparentes.

Todos os materiais deverão ter um bom comportamento ao fogo em conformidade com o definido na Norma NF F16-101 ou EN45545-2.

O revestimento das laterais, assim como eventuais capots destinados ao acondicionamento dos equipamentos, deverão ser de “melaminium” ou equivalente. As suas superfícies deverão permitir uma fácil limpeza e deverão ter características que minimizem os efeitos de vandalismo (por pintura, riscos, etc).

Os painéis que constituem o revestimento interior devem poder ser desmontados individualmente, em caso de necessidade de substituição, sem que para o efeito seja necessário fazer a desmontagem dos bancos de passageiros ou outros elementos.

O revestimento do teto também deverá ser realizado com painéis semelhantes aos indicados para as laterais e também deverão poder ser desmontados individualmente. Deverá ser tida em consideração a montagem dos equipamentos que eventualmente serão instalados no teto, como sejam, os ventiladores, altifalantes, iluminação, etc.

Os painéis deverão ser concebidos por impregnação de cor nos próprios materiais e não por pintura, por forma a minimizar os efeitos de atos de vandalismo.

Deverá ser garantido o fácil acesso aos equipamentos que sejam instalados em locais cobertos pelos painéis interiores, ou protegidos por capots, os quais deverão ser providos de fechos robustos apropriados.

Deverá ser assegurado um adequado isolamento térmico e acústico, bem como antivibratório, dos salões de passageiros, devendo estes estarem devidamente protegidos dos ruídos e das vibrações produzidas pelo rolamento e pelo funcionamento dos equipamentos.

A montagem dos painéis deverá ser adequada por forma a garantir a ausência de ruídos e vibrações durante o movimento do veículo e permitir a fácil desmontagem e substituição dos painéis individualmente, sem utilização de tapa juntas.

13.9 ILUMINAÇÃO

A iluminação interior do veículo deve ser controlada pelo condutor.

Deverá ser utilizada iluminação com tecnologia LED, com certificação para uso ferroviário. A tonalidade da luz deverá ser submetida à aprovação do ML em fase de projecto.

A iluminação deverá garantir uma distribuição uniforme da luz e um nível de iluminação adequados em conformidade com as Normas em vigor.

O conjunto da iluminação interior deverá garantir que, em qualquer ponto de um plano horizontal situado a 1 m do pavimento, a iluminação não seja inferior a 300 lux, evitando-se pontos com brilho.

O sistema deverá fazer, de forma automática, a regulação da intensidade da iluminação em função da exposição da luz exterior (noite/dia/superfície/túnel).

Os elementos de iluminação deverão ser concebidos e montados de forma a serem facilmente substituíveis, fáceis de limpar e deverão estar devidamente protegidos, não podendo ser manipulados pelos passageiros.

A iluminação de emergência deverá ser alimentada diretamente das baterias.

Na cabina deverá ser disponibilizada ao condutor informação acerca do estado de funcionamento do sistema de iluminação, nomeadamente se se encontra ligado ou desligado, e também informação acerca de eventuais anomalias.

Em caso de falha de alimentação, o sistema deverá contemplar uma iluminação de emergência alimentada pela bateria do veículo que consistirá na ligação de parte da iluminação total.

O circuito de iluminação de emergência deve garantir um nível de iluminação mínimo suficiente para a orientação dos passageiros, nomeadamente em caso de evacuação em túnel.

A iluminação de emergência deve garantir a iluminação junto das portas de passageiros durante, pelo menos, 1 hora.

Todos os interruptores de comando da iluminação devem estar localizados na cabina de condução.

O estado da iluminação deverá ser apresentado, no display do condutor, através de uma mensagem.

O sistema de iluminação deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente a Norma EN13272 'Railway Applications – Electrical Lighting for Rolling Stock in Public Transport Systems' e com UIC555 'Electric Lighting in Passenger Rolling Stock'.

13.10 VENTILAÇÃO

Deverão ser instalados equipamentos de ventilação nos módulos de passageiros, com controlo independente entre si. Os equipamentos de ventilação deverão ser dimensionados de forma a garantir que a temperatura interior do salão de passageiros esteja em conformidade com o definido na Norma EN14750-1.

O controlo do sistema de ventilação deverá estar localizado na cabina de condução e deverá permitir ao condutor seleccionar a temperatura desejada. Para o efeito deverá existir um

comutador com várias posições, que deverá incluir a posição “Desligado”, “Ventilação Automática” e “Seleção de Temperatura”.

Deverá ser definida uma temperatura de referência para o salão de passageiros, a qual só deverá ser alterada por pessoal autorizado. No entanto, a regulação deverá ser fácil de efetuar e deve poder ser realizada pelo pessoal de manutenção.

A montagem dos equipamentos deverá ter em consideração as tarefas de manutenção a realizar, por forma a facilitar a sua execução.

A entrada de ar do exterior deverá ser realizada a partir de locais, distribuídos ao longo dos módulos de passageiros, que permitam a recolha do ar mais limpo e beneficiem o conforto dos passageiros. Também deverão ser previstos filtros de ar, que deverão poder ser substituídos pela manutenção, de forma fácil e rápida.

As saídas de ar deverão permitir a regulação do ar, através de um sistema de alheta ou equivalente.

As condutas deverão ter superfícies internas lisas, e deverão ser concebidas e instaladas de forma a permitirem um acesso fácil para limpeza.

A informação do estado do sistema de ventilação deverá ser disponibilizada ao condutor, na cabina de condução, nomeadamente a informação sobre todos os ventiladores ligados, todos os ventiladores desligados, e informação de situações anómalas ou avaria, com identificação do equipamento avariado.

Em caso de falha na alimentação do veículo deverá ser assegurada uma ventilação mínima, de emergência, dentro dos módulos de passageiros, com recurso à alimentação por baterias.

O projecto do sistema de ventilação deverá limitar ao mínimo o ruído e vibrações resultantes do seu uso ou por ação da via e velocidade do veículo.

Em caso de incêndio, o sistema de ventilação deverá estar preparado para aplicar as medidas adequadas, segundo as normas, por forma a evitar a propagação do incêndio a outras zonas.

O Adjudicatário deverá apresentar em fase de projecto o dimensionamento de todo o sistema de ventilação proposto, com a distribuição dos pontos de entrada/saída de ar, características dos equipamentos e capacidade máxima por hora de renovação do ar dos módulos.

13.11 ACESSIBILIDADE A PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS

O projecto do veículo em termos de acessibilidade a pessoas com necessidades especiais deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN16584 ‘Railway applications – Design for PRM use – General requirements’;
- EN16585 ‘Railway applications – Design for PRM use – Equipment and components on board rolling stock’;
- EN16586 ‘Railway applications – Design for PRM use – Accessibility of persons with reduced mobility to rolling stock’;
- O Regulamento Europeu 1300/2014.

O projecto do veículo deverá assegurar a acessibilidade de pessoas com necessidades especiais. Entende-se que do conjunto das pessoas com necessidades especiais fazem parte pessoas com mobilidade condicionada, isto é, pessoas em cadeiras de rodas (PMR), pessoas com dificuldades sensoriais, tais como as pessoas cegas, amblíopes, surdas e ainda aquelas que se apresentam temporariamente condicionadas, as grávidas, as crianças e os idosos.

Deverão ser tidas em conta, entre outras, as seguintes necessidades específicas:

- A entrada/saída das portas de passageiros encontrar-se ao nível do cais de embarque.
- Uma zona reservada a PMR, no salão de passageiros, e preparada de forma a garantir a segurança do PMR durante a movimentação do veículo.
- Instalação de botões, na zona do salão de passageiros reservada a PMR, para a PMR sinalizar ao condutor a sua intenção de desembarcar na próxima estação (ou outro mecanismo equivalente) e botão de emergência em caso de necessidade da PMR comunicar com o condutor.
- Informação acerca da viagem, nomeadamente a informação de próxima estação, deverá ser visível a partir da zona reservada a PMR.
- A informação importante acerca da viagem deve ser também disponibilizada a nível sonoro.
- Os botões de abertura de porta, no interior e no exterior do veículo, o sinal de alarme e o manípulo de abertura de emergência de porta, pelo menos, devem ter também a respetiva designação em braille.

14. SISTEMAS DE TRAVAGEM

Os sistemas de travagem devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN13452-1 'Railway Applications – Braking – Mass Transit Brake Systems – Part 1: Performance Requirements'.
- EN13452-2 'Railway Applications – Braking – Mass Transit Brake Systems – Methods of Test'.
- EN14531-1 'Railway applications — Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking
Part 1: General algorithms utilizing mean value calculation for train sets or single vehicles'.
- EN14531-2 'Railway applications — Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking
Part 2: Step by step calculations for train sets or single vehicles'.
- EN15595 'Railway applications – Braking – Wheel slide protection'.
- UIC544 'Brakes – Braking performance'.
- UIC541-6 'Brakes – Specifications for the construction of various brake components – Magnetic brakes'.

Deverão ser apresentados os cálculos do sistema de travagem, os quais deverão ter em conta:

- A inclinação da via (ou seja, em patamar, rampa ou declive).
 - As 3 condições de diâmetro da roda (nova, meia-vida e desgastada).
 - A aderência no contacto roda-carril em cada eixo e nas condições de carga referidas (tara, carga nominal e carga máxima).
- Serão apresentados, apenas para efeito indicativo, em condição de carga excepcional.
- Cálculo para a travagem de serviço, travagem de emergência e freio de estacionamento.

- Simulação das condições térmicas de serviço dos discos de freio para as combinações acima referidas em modo degradado, por perda de um bogie.
- Cálculo para travagem de serviço, travagem de emergência e freio de estacionamento em modo degradado, considerando a perda de um bogie (o mais carregado) e nas condições mais severas de declive 8%.
- Cálculo para a travagem de emergência garantida (a indicar pelo Adjudicatário) em condições degradadas em termos do veículo e da via degradada (folhas, lubrificantes, óleos, água com gordura, etc.).

O cálculo apresentado será validado em conformidade com os requisitos definidos nas Normas aplicáveis, nomeadamente as Normas UIC544 e EN14531.

O sistema de travagem fará parte do sistema de controlo e segurança do veículo.

O sistema de monitorização do veículo deve contemplar a identificação de defeitos que possam afectar a segurança, a operacionalidade ou o desempenho do sistema de travagem, devendo o sistema de controlo assegurar a deteção de falhas e informar o condutor.

Deverão ser fornecidas, pelo menos, as seguintes indicações:

- O estado do sistema de controlo da travagem de emergência;
- A redução de desempenho da travagem;
- A falha na libertação dos freios.

O sistema de travagem será do tipo *Fail-Safe*, devendo o sistema de controlo assegurar que em qualquer situação (avaria, falta de energia, ou outra), o veículo será sempre travado em condições de absoluta segurança para os passageiros, qualquer que seja a sua condição de circulação.

O veículo deve possuir um sistema *Fail-Safe* antipatinhagem/antideslizamento comprovado que otimizará o desempenho do veículo em todas as condições de aderência, em conformidade com as normas aplicáveis, nomeadamente a norma EN15595.

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 4, à função:

- “Qualquer falha no sistema de travagem não deve resultar em perda total de travagem”.

14.1 TIPOS DE FREIO

O veículo deve ser equipado com os três tipos de freio seguintes:

- Um sistema de travagem eletrodinâmico regulado que poderá providenciar travagem regenerativa e reostática. Desde que o sistema esteja recetivo este sistema de travagem deve funcionar sempre em modo regenerativo, caso contrário deve ser utilizada a travagem reostática.
- Um sistema de travagem mecânica regulado, dimensionado para cumprir o desempenho exigido sem sobreaquecimento anormal. O sistema deve ser concebido de forma a ser um sistema *Fail-Safe*.

Em caso de falha, o número de unidades de freio que podem ser isoladas simultaneamente, a partir da cabina, deve ser limitado de modo a garantir que as unidades de freio restantes possam segurar um veículo carregado com carga Q4 na zona de maior declive da linha.

- Um sistema de travagem electromagnética. Os freios electromagnéticos devem ser alimentados por um sistema diferente da alimentação de tração, por exemplo pela bateria.

O funcionamento do freio electromagnético deve ser independente dos freios eletrodinâmico e mecânico por fricção.

A fim de garantir o desempenho do sistema de tração/travagem em condições degradadas de aderência roda/carril, o veículo deverá ser equipado com um sistema de jato de areia.

14.2 MODOS DE TRAVAGEM

14.2.1 TRAVAGEM NORMAL SERVIÇO

É designada travagem normal de serviço toda a operação de travagem normal realizada pelo condutor através do manípulo de condução. O manípulo de condução permitirá também a travagem de emergência.

A travagem normal de serviço será assegurada pelo freio eletrodinâmico, que deverá ser garantida entre a velocidade máxima e o critério de velocidade zero, por forma a garantir uma travagem mais confortável e suave.

O freio mecânico deverá ser aplicado em regime de freio combinado e complementar a frenagem eletrodinâmica em caso de necessidade.

A atuação conjunta dos dois tipos de freio, quando necessária, será realizada de forma transparente para o condutor e sem qualquer solavanco. Na imobilização efetiva do veículo, e início de marcha, a libertação do freio deverá ser suave sem qualquer solavanco.

A distribuição de força de travagem, por meio do freio mecânico, por bogie deverá ser analisada tendo em consideração que um bogie reboque, não terá a possibilidade de contribuir na desaceleração do veículo por travagem eletrodinâmica.

A travagem por recuperação deverá ser sempre prioritária, e deverá permitir, desde que o sistema esteja recetivo, a devolução da energia para a rede.

A travagem reostática só deverá ser ativada quando a rede não possa absorver mais a energia resultante da travagem regenerativa, sendo esta dissipada nas respetivas resistências.

Deverá ser instalado um sistema de proteção anti-deslizamento e de correção do esforço de travagem de acordo com a carga do veículo.

14.2.2 TRAVAGEM DE EMERGÊNCIA

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 4, à função:

- “Em caso de travagem de emergência, a performance da travagem deve ser assegurada”.

Todos os bogies devem ser equipados com freios eletromagnéticos, que atuarão por fricção sobre a superfície do carril de rolamento.

A travagem de emergência será assegurada, pelo menos, pela conjugação dos freios eletromagnético e freio mecânico.

A travagem de emergência deve ser iniciada automaticamente pela abertura do circuito elétrico de segurança, e/ou manualmente com a colocação do manípulo de tração/travagem na posição de travagem de emergência.

Na situação em que a travagem de emergência é desencadeada manualmente pelo condutor através do manípulo, o sistema deverá permitir ao condutor a possibilidade de reverter a situação, ou seja, anular a travagem de emergência e retomar o comando de tração sem que o veículo tenha de parar.

Esta travagem deve estar diretamente interligada com a carga que atua em cada unidade de freio do veículo.

Em caso de avaria no sistema de controlo do freio ou no sistema de proteção anti-deslizamento, deve ser aplicado um esforço máximo de travagem.

Neste tipo de travagem, os areeiros deverão atuar independentemente do controlo de anti-deslizamento.

O freio eletromagnético deverá cumprir os requisitos definidos na Norma UIC541-06.

O sistema deve sempre garantir a prioridade do sistema de travagem sobre o sistema de tração, qualquer que seja a falha.

14.2.3 FREIO MECÂNICO

O freio mecânico consistirá de um conjunto de pinças e do disco de freio.

Este freio mecânico também desempenhará funções de freio de paragem e de freio de estacionamento acionado por mola.

O freio mecânico deverá estar dimensionado para garantir a travagem do veículo, caso ocorra uma anomalia no freio eletrodinâmico.

Todos os bogies devem ser equipados com um sistema de freio mecânico de disco por fricção, que complementar os sistemas de travagem no veículo.

O freio mecânico deve garantir que o veículo permanece parado durante as paragens, parado em declives e quando a cabina do condutor estiver desocupada. Deve também evitar o descair do veículo em declive, quando a força de tração é ativada, e deve ser libertado automaticamente.

Os discos de freio deverão ser projetados de forma a suportarem de forma eficaz a frenagem e imobilização do veículo a qualquer velocidade, sem limitação de tempo de serviço.

Os discos de freio deverão ter, de preferência, uma vida útil superior a 1.500.000km, em condições normais de utilização.

Outras soluções de freio mecânico, distintas das indicadas neste Procedimento, ficarão sempre sujeitas a validação pelo ML.

Deverá ser apresentado, em fase de projecto, o cálculo do dimensionamento dos componentes do freio em conformidade com a Norma EN14531.

14.2.4 FREIO DE ESTACIONAMENTO

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 3, à função:

- “Freio de estacionamento”.

O freio de estacionamento deverá ser do tipo *Fail-Safe*, permitindo a imobilização do veículo por tempo indeterminado.

O veículo deverá ser equipado com um freio de estacionamento com capacidade para imobilizar o veículo, com a carga Q4 (8 passageiros/m²) nas piores condições de declive da via (-8% e +8%), com uma margem de segurança de pelo menos 20%.

Pelo menos, metade dos bogies deverá ser equipado com o mecanismo do freio de estacionamento e dispositivo de alívio manual. Também deve ser contemplado um dispositivo que permita o seu alívio ou aplicação a partir da mesa de condução.

A aplicação do freio de estacionamento estará condicionada a que a velocidade seja igual a zero.

O arranque do veículo estará condicionado ao alívio de todos os freios de estacionamento.

O seu comando será efetuado por intermédio de um comutador instalado na mesa de condução.

Deverá garantir-se a sua atuação mesmo no caso de falha da tensão de alimentação da rede de tração, ou na situação de pantógrafo recolhido.

O freio de estacionamento, mesmo em condições de avaria, com um dos conjuntos fora de serviço por veículo, terá que manter o veículo imobilizado sem recurso a meios adicionais.

O freio de estacionamento deve ser aplicado quando o veículo é desligado ou em caso de falha de energia (por segurança).

Este freio mecânico deve ter capacidade de conter veículos acoplados com carga semelhante, onde num deles o freio se encontra em falha ou isolado, nas piores condições de declive da via (8%).

Deve ser contemplada a monitorização do estado dos freios, a partir da cabina de condução, com informação do estado global no caso de todos os freios se encontrarem aliviados/aplicados, ou informação individual de cada freio no caso de situações particulares/anomalias.

14.2.5 FREIO DE PARAGEM

Deverá ser assegurado pelo freio mecânico de disco.

O freio de paragem deve garantir que o veículo permanece parado durante as paragens, parado em declive, incluindo nas piores condições de declive da via (8%) e também impedir o descair do veículo em declive quando a força de tração é ativada e deve ser libertado automaticamente.

Todos os bogies deverão ser equipados com o freio de paragem.

O acionamento do freio de paragem deverá ser automático e deverá ocorrer o mais próximo possível da velocidade zero, funcionando assim como complemento final do freio eletrodinâmico para assegurar a paragem do veículo.

O freio de paragem deverá libertar-se automaticamente desde que o esforço de tração seja suficiente para pôr o veículo em marcha.

14.3 DISPOSITIVO ANTI DESLIZAMENTO

Deverá ser previsto um dispositivo anti deslizamento controlado por microprocessador. Este dispositivo deverá assegurar um controlo contínuo das condições de aderência e carga por forma a serem evitadas situações de patinagem ou deslizamento.

Deverá atuar em conjunto com as funcionalidades existentes, para o mesmo efeito, no conversor de tração de modo a assegurar o controlo contínuo da patinagem e deslizamento em todas as situações possíveis.

A informação da atuação do dispositivo deverá ser transmitida ao sistema de comando e controlo e ao condutor através de uma mensagem de operação no display, e registada no Registador de Ocorrências.

Deverá ser apresentada uma descrição detalhada do funcionamento do dispositivo.

15. PORTAS

O projecto das portas deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN14752: 2019 'Railway applications - Bodyside entrance systems for rolling stock'.
- EN45545-2: 2020 'Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components'.
- EN10140-2: 2021 'Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation'.
- EN12567-1: 2010 'Thermal performance of windows and doors. Determination of thermal transmittance by the hot-box method Complete windows and doors'.
- EN50155: 2021 'Railway applications. Rolling stock. Electronic equipment'.
- EN50121-3-2:2016+A1:2019 'Railway applications. Electromagnetic compatibility Rolling stock. Apparatus'.
- EN50153:2014+A2:2020 'Railway applications. Rolling stock. Protective provisions relating to electrical hazards'.

Deverá optar-se por portas duplas, de forma a facilitar a entrada e saída de passageiros. As dimensões da porta deverão estar compreendidas entre 1240x1900 mm a 1300x2100 mm e ter um design comprovado.

No entanto, poderá considerar-se a existência de portas simples junto da cabina de condução, por forma a cumprir o limite imposto de comprimento do veículo. Devendo esta opção ser apresentada ao ML para validação. Neste caso, a largura da porta não poderá ser inferior a 800 mm.

As portas devem ser elétricas e do tipo *sliding-plug*.

O projecto das portas deverá ter em conta a compatibilidade com as condições de fácil acesso para PMR.

O veículo também deverá ter uma porta diretamente atrás de cada cabina, em cada extremidade, para acesso ao salão de passageiros. Essas portas devem ter uma largura de abertura não inferior a 800 mm e uma altura não inferior a 1950 mm. As portas devem ser do tipo deslizante, de encaixe e abertura para fora.

O sistema de controlo das portas será baseado em unidades eletrónicas de comando, associadas a cada uma das portas, controladas por microprocessador.

Cada unidade de comando de portas receberá o comando de abertura ou fecho por atuação das respetivas botoneiras ao nível da cabina ou, após habilitação do condutor, pela abertura individual de cada porta por comando local.

O estado de cada porta e respetiva sinalização de defeito serão transmitidas para a cabina ativa através do sistema de controlo do veículo, estando esta informação disponível no display do condutor.

O sistema de portas deverá cumprir o estipulado na Norma EN14752, ou equivalente, nomeadamente no que diz respeito à deteção de obstáculos e no que diz respeito à força máxima necessária para libertação em caso de entalamento.

As portas devem manter todas as funcionalidades e garantir a estanqueidade, quaisquer que sejam as condições climáticas, ambientais e de carga.

As funcionalidades, estanqueidade e a durabilidade geral das portas devem ser demonstradas antes da aprovação do veículo.

O acionamento das portas deverá ser efetuado por intermédio de um motor elétrico para as duas folhas. O movimento das folhas deverá ser solidário, assegurado por adequados elementos mecânicos de transmissão do movimento, por forma a que as folhas realizem simultaneamente as manobras de abertura e fecho. Tanto o movimento de abertura como o de fecho terão duas etapas, a primeira de velocidade constante e rápida e a segunda de velocidade lenta até ao fecho ou abertura total. O funcionamento da porta deverá estar isento de solavancos e ruídos.

Durante um segundo após o comando de fecho de portas, será desencadeado um aviso sonoro. Somente após este aviso sonoro será iniciado o fecho.

A função de abertura da porta deve ser intercalada no sistema de tração e no sistema de travagem do veículo, de modo que o movimento do veículo não seja permitido quando pelo menos uma das portas esteja aberta ou não totalmente fechada. Por outro lado, os freios devem ser aplicados quando a função de abertura da porta for habilitada pelo condutor, ou quando pelo menos uma das portas não esteja totalmente fechada.

Este bloqueio deve ser indicado ao condutor no display através de sinalizador.

As portas devem ser trancadas mecanicamente na posição fechada. Devendo ser abertas mecanicamente ao serem liberadas pelo condutor ou quando a alimentação elétrica falhar.

O sistema de portas deverá integrar os seguintes componentes:

- Fins de curso que sinalizarão a situação de porta fechada e trancada, quando o sistema de encravamento mecânico de segurança atuar, por forma a garantir que a porta ficou fechada;
- Manípulo de abertura de emergência de porta, no interior do salão de passageiros, junto de cada porta;
- Dispositivo que permita a abertura de emergência de porta, no exterior, em pelo menos 3 portas por lado do veículo;
- Dispositivo de isolamento da porta, no interior do salão de passageiros, em cada porta;
- Sinal de alarme, no interior do salão de passageiros, junto de cada porta;
- Sinais óticos e sonoros de aviso de fecho de portas, no interior e exterior do veículo;
- Sistema anti-entalamento/anti-arrastamento.

Quando fechada, a porta deve ser capaz de suportar uma força de 2 kN aplicada normalmente em qualquer ponto, sem deformação significativa e sem que as folhas sejam deslocadas das suas guias.

A força inicial de fecho da porta não deve ser inferior a 200 N, devendo ser reduzida para 150 N ao longo dos 200 mm finais de curso.

As unidades de comando de portas deverão executar, no mínimo, as seguintes funções:

- Supervisão da posição de abertura e fecho da porta;
- Supervisão da correspondência entre a posição da porta e a ordem emitida;
- Ativação do sinal acústico de aviso de fecho de portas;
- Supervisão da atuação do manípulo de abertura de emergência de porta;
- Supervisão do dispositivo de isolamento de porta;
- Supervisão e comando do sistema de anti-entalamento/anti-arrastamento, durante o fecho da porta.

O software de comando das respetivas unidades de comando de portas deverá ser fornecido.

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 4, às funções:

- “Abertura de portas indesejada deve acionar a travagem de emergência”;
- “Movimento do veículo com portas abertas deve ser impedido”.

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 3, às funções:

- “Energia cinética das portas deve ser limitada”;
- “Obstáculos devem ser detetados no fecho de portas”.

15.1 OPERAÇÃO E SEGURANÇA

As portas devem ser projetadas para serem abertas individualmente pelo passageiro, por acionamento de botão localizado junto de cada porta, tanto a partir de dentro como de fora do veículo, depois da paragem na estação (para $V < 2\text{km/h}$) e após a habilitação do condutor.

A habilitação de portas só deverá ser possível a partir da cabina ativa.

As portas devem fechar automaticamente após um determinado intervalo de tempo a definir. O condutor deve ser capaz de fechar todas as portas do (s) lado (s) que habilitou, premindo o botão de "Fechar porta" (um de cada lado) antes de as portas se fecharem automaticamente. O condutor deve também ser capaz de abrir todas as portas do (s) lado (s) que habilitou, premindo o botão de "Abrir porta" (um de cada lado).

O sistema de portas deverá receber informação através do sistema ATP, por forma a impedir a abertura indevida de portas.

O sistema de portas deverá fornecer informação ao condutor relativamente ao estado de funcionamento das portas, nomeadamente informar quando todas as portas se encontram fechadas e trancadas, quando todas as portas se encontram abertas, ou em caso de anomalia, informar qual a anomalia e a porta onde a situação se verifica.

O Sistema anti-entalamento/anti-arrastamento estará ativo durante o fecho da porta e atuará segundo uma sequência a definir e que deverá ser validada pelo ML.

No exterior do veículo, as portas devem ser facilmente distinguíveis, a fim de auxiliar os deficientes visuais.

Devem ser previstas informações táteis nas portas para auxiliar os passageiros com deficiência visual a localizar manualmente os botões de abertura da porta, pelo lado interior e exterior do veículo.

O condutor deve ter controlo central das portas, ter capacidade de habilitar e fechar todas as portas simultaneamente pelos respectivos botões situados na cabina de condução.

O tempo de atuação máximo para uma manobra completa de abrir ou fechar, não deverá ser superior a 3 segundos.

Os botões de operação das portas devem estar localizados dentro e fora do veículo, em locais de fácil acesso para todos os passageiros, sejam eles saudáveis ou com mobilidade reduzida. Em cada porta deve haver botões de "Abrir porta", que devem ser de cor diferente da área ao redor.

Na consola do condutor deve existir um par de botões para habilitação das portas, um do lado esquerdo para habilitar as portas do lado esquerdo do veículo e outro do lado direito para habilitar as portas do lado direito do veículo.

Deve ser possível ao condutor operar os dois botões em simultâneo, de forma a habilitar as portas de ambos os lados do veículo ao mesmo tempo.

Após habilitação das portas pelo condutor, o passageiro pode abrir a porta do lado interior ou do lado exterior acionando o respetivo botão de "Abrir porta".

Os sinais sonoros e visuais que são discerníveis de fora e de dentro do veículo devem ser emitidos nas seguintes situações:

- 1) Portas habilitadas para abertura pelos passageiros;
- 2) Todas as portas abertas pelo condutor;
- 3) Porta individual fecha após o tempo de abertura ter decorrido (sinais a ocorrer apenas na porta em questão);
- 4) Todas as portas fechadas pelo condutor.

Os sinais sonoros e visuais para a abertura da porta devem ser claramente distinguíveis dos sinais de fecho da porta.

Os avisos visuais devem operar apenas no lado habilitado.

Deverá haver a possibilidade de isolamento da porta individualmente (*by-pass*), por meios mecânicos, através de chave apropriada.

O mecanismo de abertura/fecho das portas deverá estar protegido contra vandalismo, a nível dos mecanismos, fins de curso, guias, cremalheiras, etc.

Os mecanismos da porta serão fixos à estrutura de suporte da porta, formando com ela um único conjunto que por sua vez será fixado à caixa do veículo. A caixa do veículo, na zona de fixação da porta, deverá ter a robustez adequada para suportar (sem qualquer deformação) o peso do conjunto da porta e todos os esforços por este exercidos, durante os movimentos de abertura e fecho. A conceção do conjunto da porta deve ter em conta que a sua substituição seja realizada com um mínimo de regulações.

Cada uma das folhas deverá ter um vidro fixo, de largura máxima compatível com a resistência da porta e altura semelhante à dos restantes vidros das janelas laterais do veículo.

Deverão ser instalados capots de acesso, por forma a permitir a inspeção e reparação dos mecanismos das portas com facilidade.

A abertura e fecho dos capots deverá efetuar-se por intermédio de chave apropriada e os fechos deverão ter a robustez adequada que assegure a fixação do capot e que impeça a sua vibração com o movimento do veículo. Do mesmo modo, mas desde o exterior do veículo, as guias inferiores das portas deverão ser acessíveis para a sua manutenção e limpeza.

O material das portas será adequado, como o aço inoxidável ou alumínio e facilmente reparável. Não deverão existir parafusos, soldaduras ou rebites, no painel das folhas acessível aos passageiros.

Na parte exterior do veículo deverão existir indicadores luminosos, um por porta, que sinalizarão se a respetiva porta não ficou completamente fechada. O sinalizador de cada porta permanecerá aceso desde o início da sequência de abertura e ficará intermitente durante a sequência de fecho das portas.

O Adjudicatário deverá indicar, em fase de projecto, as operações de manutenção e regulação necessárias, devendo ser possível regular e nivelar as folhas sem as desmontar do veículo. Deverão ser entregues os manuais de manutenção com os respetivos procedimentos de regulação, onde deverão ser especificados todos os parâmetros, respetivas tolerâncias, binários de aperto, etc.

15.2 ESTANQUEIDADE

As portas devem ser vedadas de forma eficiente na posição fechada para evitar correntes de ar ou entrada de água, devendo ser garantida a estanqueidade em quaisquer condições, incluindo durante as operações de lavagem do veículo, em conformidade com a Norma EN14752, ou equivalente.

Devem ser tomadas providências para drenar a água que possa entrar enquanto a porta estiver aberta nas paragens ou devido a vedações deficientes. As vedações e juntas devem ser facilmente removidas para manutenção e substituição.

15.3 MANÍPULO DE ABERTURA DE EMERGÊNCIA

Junto de cada porta, no interior do veículo, deve existir um manípulo de abertura de emergência da porta.

Com o veículo parado, a atuação da abertura de emergência da porta deve desbloquear a porta, permitir a sua abertura manual e impedir o movimento do veículo. Esta função não deve estar disponível com o veículo em andamento.

A atuação do manípulo deve ser sinalizada ao condutor (através de sinal sonoro e mensagem, e eventualmente sinal visual), devendo a reposição da situação estar condicionada à reposição do manípulo por meio de uma chave apropriada.

Deverá existir um dispositivo de acesso reservado, localizado no exterior do veículo, em pelo menos 3 portas por lado do veículo, que permita desbloquear a porta e proceder à sua abertura manual.

15.4 SINAL DE ALARME

Junto de cada porta, no interior do veículo, deve existir um sinal de alarme.

O sinal de alarme ao ser acionado deverá ficar encravado mecanicamente, devendo a sua reposição só ser possível mediante uma chave apropriada.

A atuação de um sinal de alarme deverá ser sinalizada na mesa de condução através de um sinal visual e sonoro, e deverá ativar um canal de comunicação entre o condutor e o intercomunicador do sinal de alarme atuado.

Logo após o condutor ter reconhecido a atuação do sinal de alarme, o sistema fará desligar o sinal sonoro. O sinal visual será desligado através do desencravamento mecânico do manípulo. Se o sinal de alarme for atuado após o arranque de uma estação e até que a última carruagem ainda permita o acesso ao cais, o sistema provocará a atuação da travagem máxima, fazendo parar o veículo. Caso contrário, ficará a cargo do condutor a decisão de prosseguir ou não a marcha.

Caberá ao condutor a desativação da comunicação, de acordo com o sistema de prioridades, a definir.

Todas as comunicações de voz entre condutor e intercomunicador de sinal de alarme deverão ficar gravadas no Registador de Ocorrências. Estas comunicações também deverão ser enviadas, em tempo real, para o Posto de Comando Central, devendo também aí ficar gravadas.

Caso sejam ativados vários sinais de alarme, deverá ser aplicado um sistema de prioridades, de acordo com a sequência temporal de atuações.

Deverá ser especificado o equipamento e as respetivas características/funcionalidades.

15.5 ISOLAMENTO DA PORTA

Junto de cada porta deve existir um dispositivo que permita isolar a porta (*by-pass*), através de chave apropriada, colocando-a fora de serviço. Sempre que uma porta (ou portas) seja isolada deverá ser enviada uma mensagem ao condutor com identificação da respetiva porta (ou portas). No exterior deverá ser sinalizado o estado da porta (fora de serviço) aos passageiros, por exemplo, através de sinalizador.

15.6 SISTEMA ANTI-ENTALAMENTO/ANTI-ARRASTAMENTO

As portas deverão contemplar um sistema anti-entalamento/anti-arrastamento.

O sistema anti-entalamento/anti-arrastamento poderá, por exemplo, ser baseado em barreiras fotoelétricas, borrachas sensíveis e monitorização da corrente dos motores de acionamento da porta.

Deverá cumprir o estipulado na Norma EN14752.

O sistema deverá ter capacidade para detetar obstáculos de espessura mínima, como por exemplo, partes de roupa, hastes de troleys, correias de malas, etc., que fiquem presos entre as borrachas das folhas da porta após o fecho.

O sistema deverá ter interligação com a unidade de comando de porta e em caso de deteção de um obstáculo impedir o fecho do laço de portas, impedindo o movimento do veículo.

Em caso de deteção de obstáculo o sistema deverá informar o condutor da porta onde se deu a ocorrência, através do display do condutor.

O sistema anti-entalamento/anti-arrastamento estará ativo durante o fecho da porta. No caso de ser detectada uma obstrução em uma determinada porta, a (s) porta (s) deve (m) reabrir e tentar fechar novamente, segundo uma sequência a definir durante a fase de projecto e a acordar com o ML.

O Adjudicatário deverá apresentar informação detalhada da solução que propõe e informação acerca de fornecimentos semelhantes que tenha instalado nos últimos 5 anos.

Deverão ser indicados os índices de fiabilidade e disponibilidade garantidos pelo sistema proposto.

15.7 LAÇO DE PORTAS

O comando das portas deverá ser realizado e supervisionado, ao nível de cada porta, por unidades eletrónicas de comando controladas por microprocessador.

As funções da porta deverão ser controladas por um sistema programável (Unidade de comando de porta – UCP), com memória, saídas e entradas binárias, saídas e entradas analógicas.

As UCP deverão estar ligadas via BUS, com possibilidade de leitura remota dos dados.

As UCP deverão ter um interruptor local para testes de abertura e fecho da porta de passageiros e display de leitura de defeitos a nível local.

A abertura de portas só deverá ser possível para $V < 2\text{km/h}$.

As UCP deverão ter a proteção adequada contra a entrada de poeiras e água, e a sua localização deverá permitir um acesso fácil e rápido em caso de substituição.

O estado de cada porta e respetiva sinalização de defeito deverão ser transmitidas para a cabina ativa através do sistema de controlo do veículo, estando esta informação disponível no display do condutor.

15.8 MODO DEGRADADO

No caso de falha no circuito de controlo normal da porta, as portas devem reagir da seguinte forma:

- permanecer na posição fechada se a falha ocorrer com a porta fechada.
- permanecer na posição aberta ou parcialmente aberta se a falha ocorrer quando a porta se encontrar aberta ou parcialmente aberta.

Quando alguma porta (s) não fechar por comando de fecho de portas (acionado a partir da cabina de condução) deve ser possível fechar e trancar manualmente a (s) porta (s) afetada (s), para evitar que seja aberta pelos passageiros. Nesta situação deverá ser enviada para a cabina de condução a respetiva informação ao condutor e ser sinalizado localmente para os passageiros que aquela porta (s) está fora de serviço.

Em caso de avaria no controlo de fecho da porta e o mecanismo de bloqueio de uma ou mais portas estiver com defeito, o sistema de controlo do veículo deverá acionar o modo de operação que terá a obrigatoriedade de recolha do veículo para reparação.

Cada porta deve ter um mecanismo de isolamento, acessível pelo condutor por dentro do salão, utilizando uma chave específica para o efeito. Quando isolada, a (s) porta (s) deve (m) ser mantida (s) fechada (s) e bloqueada (s) mecanicamente, devendo ser possível continuar a operação do veículo com uma porta isolada, com a devida sinalização fora de serviço para os passageiros.

15.9 ACESSO AO VEÍCULO

O condutor, o pessoal de operação, o pessoal de manutenção e o pessoal de limpeza devem poder aceder ao veículo quer através da porta da cabina, quer através da porta mais próxima do lado direito de cada uma das cabinas.

O acesso a partir da porta mais próxima do lado direito de cada uma das cabinas, deverá ser feita através de um interruptor de chave de duas posições, existente no lado exterior.

A colocação da chave na posição “1”, deverá desencadear as seguintes ações:

- Bateria ficará ativa, mas não deverá ser possível ativar nenhuma função/comando em qualquer das cabinas;
- O sistema de controlo do veículo reconhecerá o modo de acesso para limpeza;
- O sistema de controlo do veículo ativará o sinal “Porta activa” em ambos os lados;
- O(s) pantógrafo(s) será levantado(s);
- Os conversores auxiliares ligarão;
- As luzes do salão de passageiros serão ligadas;
- Será possível abrir a porta correspondente através do botão de abertura da mesma. Após determinada temporização (a definir) a porta deverá fechar.
- O sistema de controlo do veículo ficará a aguardar a reposição do sinal (chave na posição “0”).

A remoção da chave só poderá ser possível quando esta se encontrar na posição normal (“0”).

Caso haja uma falha na alimentação de tração durante o processo de limpeza, o conversor auxiliar e o carregador de baterias principal serão automaticamente desligados e a iluminação deverá ficar limitada à iluminação de emergência. Se após esta ocorrência, decorridos 10 minutos a alimentação de tração não for reposta, o sistema de controlo do veículo desencadeará a sua desativação.

A chave de acesso de limpeza, permitirá ainda aceder às cabinas mas não permitirá a sua ativação.

No caso de a funcionalidade de acesso de limpeza se encontrar ativa (“1”), aquando da ativação da cabina por parte do condutor, será apresentado um aviso no display do condutor.

16. SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO DO VEÍCULO

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 4, à função:

- “Em caso de perda de integridade do veículo a travagem de emergência deve ser acionada no veículo”.

Existirá um equipamento de comando e controlo do veículo por cabina, que fará a monitorização dos vários sistemas/equipamentos, que será do tipo *Fail-Safe* no sentido de garantir a segurança do veículo.

O sistema de comando e controlo deverá estar em conformidade com as Normas ferroviárias em vigor.

O sistema de comando e controlo faz a supervisão e o controlo permanentes do estado do veículo garantindo, no mínimo, a realização das seguintes funções:

- Assistência ao condutor, processando e disponibilizando dados de ajuda ao condutor;
- Supervisão dos comandos do condutor;
- Gestão automática das operações e verificações iniciais de forma a permitir a operação do veículo;
- Gestão dos pedidos de tração e travagem;
- Comando e monitorização de equipamentos;
- Controlo de portas;
- Diagnósticos de manutenção;
- Monitorização das falhas verificadas, fazendo a sua avaliação, registo e informação do condutor;
- Interface com o sistema de sinalização ferroviária e o sistema ATP.

A funcionalidade do sistema deve ser apresentada e demonstrada.

O sistema de comando e controlo do veículo deverá ser apoiado, pelo menos, pelos seguintes barramentos e redes:

- Sistema de transmissão por MVB (*Multi Vehicle Bus*);
- Rede Ethernet;
- Sistema de transmissão com ligações por cabos WTB (*Wire Train Bus*).

O sistema MVB deverá ser apoiado por um sistema de controlo adicional, com ligações por cabos WTB, para as funções de controlo essenciais do veículo, por questões de redundância e segurança, em conformidade com a Norma EN61375.

O equipamento de comando e controlo da cabina ativa funcionará como sendo o equipamento principal (*Master*), o qual controlará os equipamentos das outras cabinas que funcionarão como equipamentos secundários (*Slave*).

Estes equipamentos deverão funcionar em modo redundante, ou seja, no caso do equipamento da cabina ativa (*Master*) falhar, deverá ser possível ao condutor comutar para o equipamento secundário da cabina oposta (*Slave*) e continuar a marcha. O equipamento secundário (*Slave*) deverá dispor de toda a informação necessária para que a qualquer momento possa assumir o controlo do veículo. No entanto, cada equipamento de controlo apenas reconhecerá os comandos provenientes dos dispositivos instalados na cabina ativa, à exceção do botão de emergência (*Coup de Poing*).

A comunicação entre o sistema de comando e controlo e os respetivos periféricos será redundante, isto é, utilizará dois canais, sendo a sua interface estabelecida por intermédio de equipamentos de interface adequados.

O estado dos diversos equipamentos do veículo poderá ser consultado através do display do condutor, num modo específico, que poderá ser interpretado como modo de manutenção, sendo o acesso restringido ao pessoal da manutenção. A informação deverá contemplar uma descrição, a mais detalhada possível, para que seja possível a deteção e reparação da avaria no mais curto espaço de tempo.

Os dados do veículo, dos quais fazem parte as ocorrências e respetivo contexto, deverão ser registados numa memória estática não volátil, do tipo *FIFO (First In, First Out)* no veículo. Deverá ser fornecido o software que permita realizar a sua leitura através de PC.

Cada ocorrência deverá ter associada informação adicional que permita identificar claramente a sua origem devendo, pelo menos, ter a identificação do veículo, a data/hora da ocorrência, do seu aparecimento e desaparecimento, o texto descritivo da ocorrência com um código associado que identifique o tipo de avaria. Por outro lado a cada ocorrência também será atribuída uma classificação, que terá correspondência com o impacto que a ocorrência tem em termos de operação. A definição do tipo de avarias e respetiva codificação será apresentada ao ML para análise/validação.

Em caso de falha de energia deverá ser assegurada a preservação dos dados, em conformidade com a Norma EN62625-1 'Electronic railway equipment – On board driving data recording system – Part 1: System specification'.

Todas as informações relativas aos equipamentos, nomeadamente as ocorrências e os parâmetros relativos ao seu estado de funcionamento, também deverão poder ser enviadas para um sistema de gestão centralizado (posto central e posto de manutenção).

A leitura dos dados em memória deverá ser feita de uma forma expedita e deverá ser possível, por exemplo, exportar os dados para uma folha de cálculo tipo excel, com possibilidade de aplicação de filtros, seleção por tipo de ocorrência, intervalo de tempo, etc., construção de gráficos. Seria útil que o próprio software já disponibilizasse a análise estatística das ocorrências em memória. O software fornecido deverá ser compatível com as versões do Windows mais recentes e deverá ser amigável.

Por outro lado, o sistema deverá desencadear as mensagens relativas ao seu estado de funcionamento, por forma a informar o condutor e indicar quais os procedimentos a seguir.

Sempre que o veículo seja ligado pela primeira vez no dia ou ocorram alterações à configuração do veículo, o sistema deverá efetuar um auto-teste completo aos equipamentos principais, (indicando eventuais avarias detetadas), cujo tempo de execução será o mais curto possível por forma a minimizar o impacto no serviço de exploração. Deverá ser indicado ao condutor, na mesa de condução através de sinalizador ou no display do condutor, a informação relativa à realização ou não realização deste auto-teste.

O display do condutor deverá ter as seguintes características:

- Dimensão mínima 12", policromático, resolução gráfica mínima 1024 x 768 píxeis, classe de proteção frontal IP65 e com proteção antivandalismo. Será dada preferência a uma tecnologia do tipo "touch-screen".

O display deverá ter uma regulação automática de brilho e contraste em função do nível de luminosidade da cabina, devendo igualmente estar prevista a sua regulação manual.

Durante a fase de projeto deverão ser fornecidas as especificações técnicas do display, indicando valores de fiabilidade e os planos de manutenção.

No display do condutor deverão ser disponibilizadas as mensagens de operação, as informações de estado da maioria dos equipamentos, de defeito e de diagnóstico de avarias.

17. MODOS DE CONDUÇÃO

Deverão ser previstos, pelo menos, os modos de condução seguintes, consoante as condições técnicas existentes:

- **Modo normal:** É o modo de condução efetuada em condições normais, controlado pelo sistema de controlo do veículo, incluindo a supervisão do sistema ATP.

- **Modo restritivo:** É o modo de condução inicial após a ativação do sistema de controlo do veículo, sem a supervisão do sistema ATP.

O veículo será operado manualmente pelo condutor sob proteção automática limitada do comboio. O condutor deverá respeitar os sinais existentes e é totalmente responsável pela movimentação do veículo e pelo controlo de portas.

Neste modo de condução não há supervisão do ATP, estando o comboio sujeito somente à limitação de velocidade. O controlo da velocidade é realizado pelo sistema de controlo do veículo e afixado no display do condutor.

No modo restritivo o sistema de controlo do veículo deverá ativar as seguintes funções:

- Supervisão de velocidade restrita (velocidade do modo restritivo);
- Localização do veículo;
- Supervisão de recuo;
- Supervisão de integridade do comboio;
- Supervisão de portas do comboio.

O modo restritivo deverá ser utilizado apenas quando o sistema ATP estiver em falha.

A supervisão de velocidade máxima deverá ser definida para 30km/h. O sistema de controlo do veículo irá assumir o modo restritivo como o modo de condução inicial após o processo de inicialização do sistema.

- **Modo de Emergência:** É o modo de condução em situação de emergência (excepcional), motivada por falhas em equipamentos essenciais do veículo.

O principal objetivo da condução em modo de emergência é a movimentação do veículo, em condições de segurança, em caso de falha irresolúvel em tempo útil para o serviço de exploração, pelos próprios meios, para um local de manutenção, evitando ações mais demoradas como seja o caso do reboque do mesmo. Em modo de condução de emergência, o veículo deverá poder circular a pelo menos 20km/h.

Na impossibilidade de movimentar o veículo em modo de emergência, deverá ser possível resgatar o veículo com recurso a um segundo veículo, devendo prever-se pelo menos as seguintes possibilidades de resgate:

- Resgate com acoplamento elétrico: Sempre que possível, o veículo será resgatado com o acoplamento elétrico. O veículo a resgatar estará alimentado pela linha de catenária, terá os freios libertados, e a tração disponível.

- Resgate sem acoplamento elétrico, mas com circuito de baixa tensão ativo: No caso do acoplamento elétrico não ser possível, deverá sempre que possível circular com o circuito de baixa tensão ativo, isto é, o veículo a resgatar deve ser preparado baixando-se de seguida o pantógrafo.

- Resgate sem acoplamento elétrico e sem o circuito de baixa tensão ativo: Nesta situação o veículo avariado não tem o circuito de baixa tensão ativo e circulará despreparado.

Nestes modos de resgate, é desejável que o veículo possa circular a pelo menos 20km/h.

18. FARÓIS, INDICADORES DE POSIÇÃO E DE MUDANÇA DE DIREÇÃO

O veículo deverá ter em cada uma das suas extremidades dois faróis de cor branca, dois indicadores de presença de cor vermelha e dois indicadores de mudança de direção de cor laranja (lado esquerdo e lado direito). Também deverão ser contemplados faróis de nevoeiro e indicadores de marcha-atrás. Os faróis e indicadores deverão ser posicionados de forma a corresponderem o melhor possível à função que lhe está associada.

Os faróis de cauda, deverão funcionar como luzes de presença e “stops”. Também deverão ser contemplados indicadores de mudança de direção na lateral do veículo.

Todos os faróis/indicadores deverão ter a certificação CE e ser de tecnologia LED. A sua intensidade deverá ser adaptada à função a que se destinam, nomeadamente os faróis de cor branca deverão ter a intensidade adequada para que o condutor consiga ter a visibilidade necessária para conduzir em segurança, em quaisquer circunstâncias e em qualquer ponto da rede (superfície/túnel/dia/noite).

Sempre que o veículo seja ligado (o mesmo se aplica à configuração de dois veículos acoplados), por intermédio da chave de comando da cabina e posterior ligação do conversor auxiliar, serão automaticamente ligadas as luzes de presença vermelhas em ambas as extremidades do veículo. Ao ser selecionado um modo de condução serão automaticamente ligados os faróis brancos na frente do veículo (normalmente na frente da cabina ativada) e as luzes vermelhas de presença na extremidade oposta.

Os faróis brancos deverão contemplar os três sistemas de iluminação, os mínimos, os médios e os máximos. O condutor deverá ter possibilidade de selecionar qual o sistema de iluminação mais adequado em cada momento.

As luzes de “stop” dos faróis de cauda serão ativados sempre que seja desencadeada a travagem.

Os indicadores de mudança de direção, lado direito e lado esquerdo, os faróis de nevoeiro e o sinal de emergência (4 piscas) deverão ser atuados através de um dispositivo próprio localizado na mesa de condução.

Os faróis/indicadores deverão ser totalmente estanques a água e poeiras.

19. BOGIES

O projecto dos bogies deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN13260 'Railway applications - Wheelsets and bogies - Wheelsets - Product requirements'.
- EN13261 'Railway applications - Wheelsets and bogies - Axles - Product requirements'.
- EN13262 'Railway applications - Wheelsets and bogies - Wheels - Product requirements'.
- EN13749 'Railway applications. Wheelsets and bogies. Method of specifying the structural requirements of bogie frames'.
- EN13979 'Railway applications - Wheelsets and bogies - Monobloc Wheels - Technical approval procedure'.
- EN14363 'Railway applications - Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles - Running Behaviour and stationary tests'.
- EN15085 'Welding Certification'.
- EN15827 'Railway applications - Requirements for bogies and running gears'.
- UIC810-1 'Technical specification for the supply of rough rolled non-alloy steel tyres for tractive and trailing stock'.
- UIC515-4 'Passenger Rolling Stock - Trailer bogies - Running gear - Bogie running gear - Bogie frame structure strength tests'.
- UIC541-3 'Brakes - Disc brakes and their application - General conditions for the approval of brake pads'.

19.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Os bogies deverão ser projectados de forma a satisfazerem os requisitos inerentes à via onde vão circular, nomeadamente no que respeita a características da via e traçado (declives, curvas, escalas, disfarces de escala, etc) e condições de carga.

O projecto de conceção e construção dos bogies deverá:

- Garantir um elevado nível de segurança e conforto;
- Permitir uma boa acessibilidade aos diversos componentes;
- Garantir uma boa inscrição em curva sem desgastes anormais nas rodas;
- Minimizar o nível de ruído;
- Evitar a geração de oscilações anormais ou amortecê-las convenientemente;
- Ser optimizado do ponto de vista do peso e massas não suspensas;
- Permitir uma manutenção com uma redução ao mínimo dos controlos mecânicos, nomeadamente lubrificação e peças de desgaste, e aumento das respetivas quilometragens;
- Assegurar uma elevada longevidade dos seus componentes;
- Garantir a perfeita intermutabilidade de todos os componentes entre bogies do mesmo tipo.

Os cabos de ligação caixa-bogie deverão ter a flexibilidade necessária de modo a facilitar as operações de remoção/instalação do bogie no veículo, devendo ser utilizados conectores de elevada fiabilidade e qualidade.

O sistema de acionamento do bogie motorizado deverá efetuar-se, preferencialmente, por intermédio de dois motores, atuando cada um deles sobre um eixo ou sobre as duas rodas de um mesmo lado, através de redutores e acoplamentos elásticos.

Deverão ser apresentados os valores de massa total do bogie (por tipo, ou seja, motor e reboque) e valores das massas não suspensas.

O valor das massas rotativas deverá ser apresentado no cálculo do freio.

Também deverá ser apresentada a constituição e funcionamento do sistema de lubrificação do vergalho, o qual deverá cumprir a Norma EN15427.

Um dos bogies do veículo deverá ser não motorizado, o qual será utilizado para instalação de dispositivos para informação da velocidade ao sistema ATP.

19.2 HIPÓTESE DE CÁLCULO

O bogie deverá ser projectado e calculado por forma a garantir o adequado comportamento dinâmico do veículo e as condições de segurança e conforto, face às características da via e condições de operação previstas, devendo contemplar os devidos coeficientes de segurança aplicáveis a cada parâmetro, em conformidade com as Normas aplicáveis.

Para fins de dimensionamento do bogie, dever-se-á considerar que o veículo opera em permanência a 2/3 da carga máxima do veículo durante 30 anos.

Deverão ser indicados todos os parâmetros tidos em consideração no projecto do bogie e, em fase de projecto, deverão ser apresentados certificados de ensaios comprovativos. Em alternativa poderão ser apresentados certificados já existentes de bogie da mesma plataforma utilizado em outro fornecimento, cabendo ao ML a decisão sobre a sua aceitação.

Na fase de projecto, o Adjudicatário deverá propor, de acordo com a Norma EN13749, o plano de validação do projecto do bogie, a ser aprovado pelo ML, sendo este plano executado como parte integrante da aceitação do veículo.

19.2.1 TENSÕES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

Deverão ser indicadas as tensões máximas existentes no bogie, as quais, em qualquer caso, terão que ser inferiores aos valores admissíveis de capacidade de carga do material com resistência permanente à fadiga.

Este procedimento deverá ser posteriormente validado mediante a execução de ensaio estático adequado.

Em alternativa poderá ser apresentado certificado já existente de bogie da mesma plataforma utilizado em outro fornecimento, cabendo ao ML a decisão sobre a sua aceitação.

19.2.2 VELOCIDADES CRITICAS

Deverão ser indicadas as velocidades críticas para as frequências de ressonância do bogie, tanto para a circulação em vazio como com carga máxima, devendo ser todas elas superiores a 120% da velocidade máxima permitida pelo veículo.

19.3 ESTRUTURA

A estrutura do bogie deverá ser fabricada em chapa de aço e a sua construção deverá ser soldada em conformidade com a Norma EN15085.

As diferentes secções deverão ser projetadas de forma a que sejam ao mesmo tempo robustas e ligeiras. Deverão ser evitadas mudanças bruscas de secção que possam ser origem de concentração de tensões elevadas.

Deverão ser evitadas uniões aparafusadas e, caso existam, deverão ser realizadas com dupla segurança e justificados os motivos.

Deverão ser fornecidas as características técnicas do aço utilizado.

O bogie deverá estar protegido contra a corrosão, tendo em conta as condições ambientais existentes na região onde vai operar.

O centro de gravidade da estrutura deverá ser o mais baixo possível tendo em conta os seus principais componentes.

A estrutura do bogie deverá dispor de olhais de amarração que permitirão suspender o bogie completo e movimentá-lo em oficina.

19.4 EIXO/VEIO DAS RODAS

Os eixos a utilizar deverão ser preferencialmente convencionais, com rodas e outros elementos calados sobre eles.

As dimensões dos eixos deverão ser determinadas pelas cargas e regimes de utilização indicados.

Durante o desenvolvimento do projecto, o Adjudicatário deverá apresentar o cálculo justificativo, os diagramas de tensões admissíveis, tratamento do material, o limite da fadiga estimada e tolerâncias.

As extremidades do eixo (topos) deverão ser planas e maquinadas e os eixos deverão ser desenhados de forma a serem facilmente inspecionados por ultrassons, nas operações normais de manutenção na deteção de fissuras.

Os eixos deverão ser identificados em conformidade com o estipulado na Norma EN13260.

Os eixos e as rodas que constituem os rodados deverão ser projetados de acordo com as Normas aplicáveis, nomeadamente deverão cumprir os requisitos das Normas EN13260, EN13261 e EN13262.

19.5 RODAS

O material a utilizar na constituição das rodas deverá ser o adequado às condições da via, traçado e circulação, especificados neste Procedimento.

A dureza das rodas deverá ser especificada pelo Adjudicatário com base na Norma UIC810-1, devendo ser privilegiado o menor desgaste da roda e da via.

O diâmetro da roda nova, incluindo todos os seus elementos, não poderá ser inferior a 520mm, medido diametralmente, devendo ser preferencialmente igual ou superior a 600mm.

A espessura do aro metálico, medida como a diferença entre a roda nova e a roda usada, deverá ser igual ou superior a 60mm.

As rodas deverão contemplar elementos absorvedores de ruído que permitam minimizar o ruído resultante do contacto roda-carril. O Adjudicatário, em fase de projecto, deverá indicar e justificar o tipo de absorvedor de ruído escolhido.

Deverão ser indicadas as diferenças admissíveis no diâmetro de rodas, entre rodas de um mesmo eixo, entre rodas de eixos diferentes do mesmo bogie e entre rodas de bogies diferentes do veículo.

No cubo da roda deverão prever-se os canais e orifícios de desmontagem para o acoplamento dos dispositivos de extração de roda sob pressão. No cubo será incorporado um ressalto circular, ou outra solução, que permita realizar a remoção da roda do veio, realizando a tração sobre a mesma.

As rodas, incluindo todos os seus elementos, estarão previstas para ser reperfiladas em torno em fossa.

19.5.1 INTERFACE RODA - CARRIL

Diversos fatores afetam a interface da roda com o carril e, conseqüentemente, a vida útil de ambos (roda e carril), nomeadamente a dimensão e a dureza da roda, o embasamento, a carga por eixo, o perfil da roda e do verdugo, as características da via, as solicitações do veículo nas diferentes condições de carga, a velocidade, etc.

Desta forma, deverá ser apresentado, em fase de projecto, um estudo que comprove a adequabilidade da roda e do perfil do verdugo propostos às condições da via.

O perfil do verdugo deverá ter em conta as características da via e ser objeto de estudo e proposta fundamentada para análise pelo ML, em fase de projecto. Deverão ser cumpridas as Normas EN13262 e EN13979.

Também deverá ser especificada a constituição e funcionamento do sistema de lubrificação do verdugo, o qual deverá cumprir a Norma EN15427, que permita reduzir o desgaste do verdugo, mas que não comprometa as condições de aderência.

19.6 CAIXAS DE EIXO

As caixas de eixo deverão ter a adequada robustez para suportar as solicitações de serviço ao longo da vida útil do veículo.

Os rolamentos deverão ser dimensionados tendo em conta as características da via, devendo ser normalizados para infra estruturas ferroviárias e de marca (s) reconhecida (s).

Os rolamentos de cada caixa de eixo deverão ser iguais, dimensionando-se para o mais solicitado, segundo a distribuição de esforços.

O Adjudicatário deverá indicar as características dos rolamentos utilizados, nomeadamente a marca, a vida útil expectável, que não deverá ser inferior a 600.000km, e as necessidades de manutenção.

O Adjudicatário deverá indicar o número e a distribuição dos dispositivos de retorno de corrente tanto em bogies motores como em reboque. O porta-escovas deverá ser incorporado sobre a extremidade do eixo montado. Caso esta disposição não seja possível, deverá ser apresentada e justificada outra solução.

A construção das caixas de eixo deverá assegurar uma perfeita estanquidade à entrada de poeiras e água, sem prejuízo de assegurar um fácil acesso aos respetivos órgãos, e evitar a saída de massa lubrificante.

19.7 SUSPENSÕES

A suspensão do veículo deverá ser projetada de forma a garantir o adequado grau de conforto aos passageiros e uma correta inscrição do bogie, tanto em curva como em reta, em conformidade com a Norma EN14363.

A suspensão deverá ser constituída por uma suspensão primária e uma suspensão secundária.

O Adjudicatário, em fase de projecto, deverá indicar as frequências próprias da caixa e especificar o curso máximo de ambas as suspensões.

19.7.1 SUSPENSÃO PRIMÁRIA

O projecto da suspensão primária deverá garantir uma elevada uniformidade e a manutenção das suas características em serviço, onde a sua vida útil não deverá ser inferior a 1.500.000km ou 15 anos.

A suspensão primária deverá ser à base de elementos de borracha sintética ou borracha-aço.

Em fase de projecto deverão ser fornecidas todas as características da suspensão, nomeadamente as suas características dimensionais e dinâmicas, assim como o seu comportamento a nível da:

- Rigidez vertical e horizontal;

- Deflexões iniciais e sua estabilização;
- Cargas dinâmicas.

Estes elementos deverão ser intermutáveis entre si, para os bogies motores, assim como para bogies reboque. Deverão ser marcados com o número de série, cargas admissíveis, mês e ano de fabrico.

19.7.2 SUSPENSÃO SECUNDÁRIA

O projecto da suspensão secundária deverá garantir um elevado grau de conforto dos passageiros, sem prejuízo da estabilidade de circulação do veículo.

Deverá ser assegurado o controlo permanente da altura da soleira da porta relativamente à altura do cais de embarque de passageiros, independentemente da carga.

O veículo nunca deverá ultrapassar o gabarit máximo admissível, seja qual for a situação de carga ou de regime degradado.

Deverá ser indicada a variação da altura do piso acabado ao cais de acordo com as cargas do veículo especificadas neste Procedimento.

Deverá ser descrito o funcionamento da suspensão, assim como dos dispositivos previstos para casos de falha. Também deverá ser indicado o método de ajuste da altura para compensação do desgaste das rodas.

19.8 AMORTECEDORES

Deverá ser especificada a solução de amortecimento adotada para o veículo, devendo ser especificados os tipos de amortecedores necessários, designadamente no bogie, e a função de cada um.

Em fase de projecto deverá ser indicado o diagrama de funcionamento de cada amortecedor, e caracterizar a sua capacidade de amortecimento, em compressão, tração e velocidade.

A falha de um ou vários amortecedores poderá implicar uma redução a nível do índice de conforto da caixa em marcha, mas nunca deverá comprometer a sua segurança. Para o efeito, poderão colocar-se, independentemente dos amortecedores, batentes de borracha de ação progressiva que limitem a deslocação transversal e longitudinal, não devendo necessitar de nenhum tipo de revisão antes dos 1.500.000km.

19.9 MOTORES DE TRAÇÃO

O projecto dos motores deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- IEC-349-2 'Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles'.
- UIC619 'Rules for rotating electrical machines for rail and road vehicles.
- IEC60085 'Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique'.
- VOV6.325.2' Drive systems with converters for electrical multiple units for public transport (Chopper drives and three- phase drives)'.

Os bogies motorizados deverão ser, preferencialmente, do tipo bimotor com os motores suspensos da estrutura do bogie.

Outro tipo de solução deverá ser devidamente descrita pelo Adjudicatário.

Independentemente da solução adoptada deverá ser garantida uma ligação elástica entre o motor e a transmissão, uma ligação elástica entre a transmissão e o eixo, com capacidade para absorver os movimentos do rodado em relação ao chassis do bogie.

Todos os componentes deverão ser robustos, com uma vida útil elevada e com níveis de manutenção reduzidos.

A solução adotada deverá contemplar os dispositivos necessários que impeçam a queda do motor à via, em quaisquer circunstâncias.

A distribuição dos motores no bogie deverá ter em conta uma correta distribuição de pesos e esforços, por forma a assegurar estabilidade na marcha e carga sobre a via. Por outro lado, deve permitir um fácil acesso para realização das tarefas de manutenção preventiva de curto prazo, sem necessidade de desmontagem de equipamentos.

Os motores de tração deverão ser assíncronos, trifásicos, com o rotor em gaiola de esquilo, devendo ser apresentada uma descrição pormenorizada devidamente ilustrada. Deverão ser especificadas as características dos motores de tração, com indicação das características correspondentes ao regime contínuo e ao regime uni-horário (tensão, corrente, potência, frequência, binário, fator de potência, rendimento) e a classe de isolamento (classe H ou superior).

A construção do motor de tração deverá garantir uma perfeita estanquidade, garantindo um grau de proteção mínimo IP55.

Deverão ser indicadas as seguintes características relativamente aos motores de tração:

- A potência nominal e a potência máxima;
- O número de par de polos;
- As curvas características do motor em vazio e em plena carga;
- Os gráficos característicos dos motores em tração e em travagem;
- O sistema de arrefecimento previsto;
- A manutenção prevista e as condições de acessibilidade;
- O tipo de rolamentos;
- O peso do motor.

O rotor deverá estar perfeitamente equilibrado e estabilizado para suportar a força centrífuga correspondente a um regime de sobre velocidade. A bobinagem do estator será realizada de forma cuidada, no perfeito respeito das dimensões e graus de isolamento. No estator serão colocados termístores para monitorização da temperatura nos diferentes regimes de carga. O veio estará dimensionado para as solicitações de serviço, nomeadamente as resultantes de situações acidentais (ex: arranque com um rodado bloqueado).

Deverá ser indicado o nível máximo de ruído previsto para o conjunto motor-transmissão.

O projecto de montagem dos motores no bogie deverá assegurar que a sua substituição se possa efetuar de uma forma rápida e fácil.

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios tipo e série previstos na Norma IEC 349-2, e também deverão cumprir o especificado nas Normas UIC619 e IEC85.

Será desejável que a primeira intervenção de manutenção aos motores de tração, que implique a sua desmontagem, não ocorra antes de 1.500.000km, ou 15 anos.

Caso seja necessário lubrificar os rolamentos, esta tarefa deverá poder ser executada sem que haja necessidade de desmontar o motor, devendo ser previsto um orifício para o efeito.

19.10 REDUTORES

Os redutores poderão ser constituídos por um ou dois andares, devendo ser indicada qual a opção aplicável, devendo esta ser devidamente justificada.

O conjunto redutor-transmissão deverá ser projectado por forma a garantir a transmissão de toda a potência do motor, tanto em tração como em travagem, e absorver os desalinhamentos do eixo em relação aos motores, assim como os choques e vibrações provenientes da via sem que isso afete o seu funcionamento normal.

Deverão ser utilizadas engrenagens helicoidais com vista à redução do ruído emitido.

Deverão ser utilizados rolamentos de alta fiabilidade, devendo ser indicado o Fornecedor e a vida útil dos mesmos.

O ajuste da posição do conjunto redutor-transmissão deverá poder realizar-se de maneira fácil e segura.

Deverá ser assegurado o tipo de tratamento adequado a aplicar nos dentes da engrenagem do redutor.

Deverá ser contemplada uma vigia transparente para monitorização do nível de óleo, onde estarão marcados os níveis máximo e mínimo.

A revisão geral não deverá ser realizada, preferencialmente, antes de 1.500.000km.

Deverá ser indicado o plano de manutenção, com indicação das regulações necessárias, os intervalos para substituição dos elementos de vedação, de suspensão, etc.

19.11 EQUIPAMENTO DE FREIO

O sistema de freios está descrito de forma mais detalhada no ponto “14- Sistemas de Travagem” desta Especificação Técnica.

Todos os bogies devem ser equipados com um sistema de freio mecânico que consistirá de um conjunto de pinças e do disco de freio.

Este freio mecânico também desempenhará funções de freio de paragem e de freio de estacionamento acionado por mola.

Pelo menos metade dos bogies deverá ser equipado com o mecanismo do freio de estacionamento e dispositivo de alívio manual.

19.11.1 FREIO DE PINÇAS/PASTILHAS

Os freios de pinças serão instalados de forma a facilitar a substituição das pastilhas.

As pastilhas deverão ser sintéticas e isentas de amianto e chumbo na sua composição.

A folga entre as pastilhas e o disco deverá ser regulada automaticamente de forma a compensar o desgaste das pastilhas.

As pastilhas deverão ajustar-se perfeitamente ao disco para que não tenham folga e não provoquem desgastes prematuros. A sua composição deve assegurar uma travagem silenciosa sem provocar desgastes prematuros.

Deverá ser indicado o período de vida útil, em quilómetros, das pastilhas de freio.

Deverão ser apresentadas, em fase de projecto, as curvas em que se indiquem as características do coeficiente de fricção das pastilhas com a temperatura e a força de compressão aplicada.

19.11.2 FREIO DE ESTACIONAMENTO

O veículo deverá ser equipado com um freio de estacionamento com capacidade para imobilizar o veículo, com a carga Q4 (8 passageiros/m²) nas piores condições de declive da via (-8% e +8%), com uma margem de segurança de pelo menos 20%.

Pelo menos metade dos bogies deverá ser equipado com o mecanismo do freio de estacionamento e dispositivo de alívio manual. Também deve ser contemplado um dispositivo que permita a sua desativação manual, a partir da cabina de condução.

Deverá ser apresentado o cálculo justificativo do número de freios de estacionamento necessários para o efeito.

19.11.3 PATINS ELECTROMAGNÉTICOS

Os patins electromagnéticos farão parte do freio electromagnético.

Todos os bogies devem ser equipados com patins eletromagnéticos, que atuarão por fricção diretamente sobre a superfície do carril de rolamento.

Os patins electromagnéticos serão todos idênticos, e estarão localizados em ambos os lados do bogie, entre as rodas do mesmo lado e serão suportados na estrutura do bogie.

Deverá prever-se um sistema de guiamento longitudinal e lateral que assegure que os patins fiquem sempre em alinhamento com o carril, de forma a garantir o melhor contato em caso de atuação.

O sistema de suporte do patim deverá permitir um ajustamento fácil em altura e garantir um valor constante independentemente do diâmetro das rodas.

19.12 SISTEMA DE JATO DE AREIA

Os bogies motores deverão possuir um sistema de jato de areia (areeiros), por forma a garantir o desempenho do sistema de tração/travagem em condições degradadas de aderência roda/carril.

O sistema deverá ter em consideração a variação do diâmetro da roda.

O jateamento de areia deverá poder ser realizado na frente de todos os bogies motores, dependendo do sentido, do seguinte modo:

- manualmente, em todos os bogies motores, a pedido do condutor pressionando o botão respetivo na cabina;
- automaticamente, em todos os bogies motores, em caso de travagem de emergência;
- automaticamente e localmente em caso de travagem de serviço (somente no(s) bogie(s) motor(es) que revele(m) problemas de aderência).

Deverão ser previstos sensores, ou outro dispositivo de monitorização, que monitorize o funcionamento dos areeiros e o nível de areia. Em caso de anomalia, deverá ser enviada uma mensagem com a respetiva informação ao condutor, ao posto central de monitorização e o seu registo ser efetuado no Registador de Ocorrências.

Os areeiros deverão ser abastecidos através de um sistema externo ao veículo, localizado em espaço oficial, de preferência automático, e que seja rápido e eficiente.

19.13 OUTROS PONTOS

Deverá prever-se a continuidade elétrica entre a caixa e o bogie por forma a que a corrente de retorno não produza efeitos prejudiciais.

A instalação elétrica ao nível do bogie deverá estar preaparada para o facto de poder ser sujeita à acumulação de elevados níveis de sujidade, nomeadamente massas lubrificantes e poeiras metálicas, devendo possuir a resistência mecânica e química adequadas.

Nas ligações caixa/bogie deverão ser utilizados cabos com flexibilidade adequada para suportar os movimentos relativos entre a caixa e o bogie.

As fichas deverão possuir um encravamento seguro que garanta o seu correto posicionamento e bons contactos, independentemente das vibrações ou outros movimentos a que fiquem sujeitas.

Os ligadores deverão garantir um aperto adequado não sensível às vibrações ou outros movimentos a que sejam sujeitos.

Dá-se preferência à solução de bogies pivotantes relativamente aos movimentos e ligação em relação à caixa. Entende-se como ligação pivotante, a existência de um mecanismo de rotação entre o bogie e a caixa, ao invés de movimentos obtidos por folgas de trabalho do bogie.

19.14 OPERAÇÃO EM MODO DEGRADADO

Alocação do Safety Integrity Level, SIL 4, à função: “Operação em modo degradado”.

Com um bogie motor isolado, o veículo deverá ter capacidade de iniciar a marcha, em condições de carga Q4 (8 passageiros/m²), nas piores condições da via (subida com declive de 8%). Por outro lado, com um bogie motor isolado, o veículo deverá ter capacidade de travar, em condições de carga Q4 (8 passageiros/m²), nas piores condições da via (descida com declive de 8%). Em qualquer das situações atrás referidas deverão ser garantidas todas as condições de segurança do veículo, do condutor e dos passageiros.

Nesta situação a velocidade ficará limitada, não devendo ser inferior a 30 km/h.

Nesta situação deverão ser dadas instruções claras ao condutor, a nível das operações a pôr em prática, de forma a minimizar os tempos de imobilização em linha.

Estas instruções deverão ser submetidas à aprovação do ML em fase de projecto e deverão incluir as indicações de desempanagem para todos os sistemas do veículo.

20. EQUIPAMENTO PNEUMÁTICO

Caso o projecto do veículo contemple compressores, os seus motores deverão ser assíncronos, trifásicos, com o rotor em gaiola de esquilo, alimentados a 380 V e com uma frequência de 50 Hz.

Os motores deverão ser submetidos aos ensaios tipo e série em conformidade com as Normas aplicáveis.

Deverão ser previstas as devidas proteções com sinalização no display do condutor.

O comando dos compressores, deverá fazer-se logo após a ligação do circuito de potência devendo ser controlado por pressostato e terá por função a alimentação da conduta principal através de uma unidade de tratamento de ar, e de reservatório(s).

Deverão ser fornecidos, em fase de projecto, todos os elementos necessários à sua operação e manutenção e deverão ser igualmente indicadas as características técnicas do equipamento.

20.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

No caso de ser instalado equipamento que necessite de ar comprimido para o seu funcionamento dever-se-á considerar a instalação pneumática no veículo, que contemplará a produção e armazenamento de ar comprimido, englobando o compressor, a unidade de tratamento de ar, depósitos, instalação, regulação e respetivas proteções.

O sistema deverá ser integrado no conjunto dos restantes sistemas do veículo, com a devida monitorização e controlo pelo sistema de controlo central do veículo e previstas as redundâncias que se justifiquem.

O sistema pneumático e respetivos equipamentos deverão ser projetados de forma a reduzir ao mínimo as necessidades de manutenção.

Deverá ser indicado o esquema geral do sistema, uma descrição funcional e o plano de manutenção dos equipamentos.

No entanto, a revisão geral não deverá realizar-se antes de 1.200.000km e as revisões parciais com periodicidade não inferior a 600.000km.

20.2 PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO

Em cada veículo, se aplicável, será montado um grupo motor-compressor para produzir o ar comprimido necessário.

O compressor será acionado por um motor elétrico, assíncrono, trifásico, que poderá funcionar em regime contínuo, sem alteração das suas características.

Deverá ser apresentado, em fase de projecto, os cálculos de consumo de ar comprimido para o veículo, devendo ser considerada uma reserva.

Deverá ser prevista uma estrutura para montagem do módulo correspondente ao grupo motor-compressor, devendo ser considerados os adequados apoios elásticos, que deverão evitar a transmissão de vibrações e ruído à caixa do veículo. O sistema de fixação projetado deverá assegurar que em caso de rotura a estrutura continuará apoiada e guiada.

A substituição do grupo motor-compressor, assim como das ligações elétricas e pneumáticas, deverá ser realizada de forma simples e rápida.

Em carga, em regime nominal, o nível de ruído não deverá ser superior ao especificado para o veículo. Deverão ser considerados painéis amortecedores de ruído.

Com o equipamento à pressão atmosférica, a pressão nominal deverá ser alcançada, no máximo, em 10 minutos.

O grupo deverá ser de fabrico normalizado e amplamente experimentado em serviço ferroviário.

20.3 UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR

A unidade de tratamento de ar, se aplicável, deverá eliminar toda a humidade, eventuais vestígios de óleo ou partículas sólidas, por forma a garantir que o ar comprimido produzido terá a qualidade adequada.

A unidade de tratamento de ar estará preparada para um funcionamento contínuo.

20.4 DEPÓSITOS

Deverá ser apresentado, em fase de projecto, o cálculo justificativo do número de depósitos e volume, para o regime de funcionamento nominal do veículo em todas as condições de carga. Todos os depósitos, tanto os principais como os auxiliares, deverão estar dotados de uma torneira de purga.

Os depósitos deverão ser de aço inoxidável, devendo ser contempladas as proteções que se justifiquem, por forma a impedir a formação de óxidos.

Deverá existir um regulador de pressão que terá como função manter a pressão em torno do seu valor nominal.

Todos os depósitos deverão ter a indicação, numa zona visível, da respetiva certificação por entidade competente para o efeito, segundo a regulamentação aplicável em vigor para veículos ferroviários.

Todos os depósitos serão construídos em aço inoxidável com as proteções interior e exterior que este material eventualmente necessite e serão submetidos a ensaio de sobrepressão antes da montagem.

20.5 INSTALAÇÃO PNEUMÁTICA

A instalação pneumática deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- ENISO 1127 'Stainless steel tubes — Dimensions, tolerances and conventional masses per unit length'.
- Normas ASTM.
- Normas UIC.

A instalação das tubagens, quer flexíveis quer rígidas, deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, em termos de montagem e curvaturas máximas, devendo ser submetidas à aprovação da Empresa.

As tubagens deverão ser de aço inoxidável.

Os materiais escolhidos deverão garantir uma vida útil da instalação não inferior a 30 anos.

Os manípulos das torneiras de isolamento devem permanecer na posição vertical na posição normal de funcionamento. Deverão ter a indicação da direção da passagem de ar.

Deverão ser previstas, em cada veículo, duas tomadas adicionais de ar, de ligação rápida em oficina, ao nível do tejadilho e do leito do veículo.

20.6 REGULAÇÃO E PROTEÇÕES

O funcionamento do grupo compressor deverá ser controlado através de um regulador, que fará o controlo das pressões adequadas ao funcionamento do sistema e também o controlo do funcionamento (ligar/desligar) dos contactores do compressor.

Para proteger a instalação pneumática de eventual excesso de pressão originado por avaria nos dispositivos de regulação, deverá ser prevista uma válvula de segurança, a qual deverá impedir que seja ultrapassada uma determinada pressão, a definir como pressão de segurança, através de descarga do ar.

O local de instalação das torneiras de isolamento e de purga dos circuitos pneumáticos deverá permitir um fácil acesso, mesmo em condições de serviço de exploração.

O sistema deverá fazer a monitorização permanente da pressão do circuito e em caso de sobrepressão ou subpressão, o condutor será informado, devendo ser-lhe indicado o procedimento a seguir.

21. DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA DO VEÍCULO

21.1 CIRCUITO ELÉTRICO DE SEGURANÇA

Ao longo do veículo existirá um circuito elétrico de segurança, o qual permitirá ativar os comandos unicamente na cabina ativa.

Qualquer interrupção do circuito elétrico de segurança ou a sua não alimentação, mesmo que acidental, deverá provocar a atuação da travagem de emergência.

No entanto, na situação em que a travagem de emergência é desencadeada manualmente pelo condutor através do manípulo, o sistema deverá permitir ao condutor a possibilidade de reverter a situação, ou seja, anular a travagem de emergência e retomar o comando de tração sem que o veículo tenha de parar.

Este circuito será devidamente blindado e imune às interferências eletromagnéticas e resistente às condições atmosféricas adversas.

O circuito elétrico de segurança será interrompido nas seguintes situações:

- Colocação do manípulo de tração/travagem na posição de emergência;
- Atuação do dispositivo do Homem-Morto;
- Ativação de um sinal de alarme em zona de estação;
- Travagem de emergência desencadeada pelo sistema de sinalização ferroviária ou ATP;
- Separação acidental de veículos acoplados ou interrupção na zona entre módulos;
- Abertura de uma porta quando a velocidade é $> 2\text{km/h}$;

- Atuação do botão de emergência (*Coup de Poing*) (na cabina ativa e na cabina não ativa);
- Falha de comunicação entre os sistemas vitais do veículo;
- Não cumprimento pelo condutor do indicado pelo sistema de controlo do veículo;
- Atuação de qualquer dispositivo de segurança que desencadeie a travagem de emergência.

Sempre que o circuito elétrico de segurança seja interrompido será desencadeada uma mensagem no display do condutor com indicação do dispositivo que desencadeou a interrupção, e efetuado o registo no registador de ocorrências.

Desde que não sejam colocadas em causa as condições de segurança a nível da circulação do veículo, o sistema deverá contemplar a possibilidade de realizar um by-pass, em condições muito especiais a definir e a acordar com o ML, por forma a ser possível retirar o veículo de circulação sem necessidade de recorrer ao reboque por outro veículo, com uma velocidade limitada. Esta situação também deverá ficar registada no registador de ocorrências.

21.2 DISPOSITIVO DO HOMEM-MORTO

O dispositivo do Homem-Morto destina-se a controlar o estado de vigilância do condutor.

A vigilância deverá ser controlada pelo condutor no manípulo de condução. Em caso de falha na sua ativação, o sistema desencadeia uma travagem de emergência, de forma a garantir a segurança dos passageiros e do veículo.

O dispositivo do Homem-Morto apenas estará ativo na cabina ocupada e quando o veículo se encontrar em movimento, ou, com o veículo parado, desde que o seletor de marcha esteja em modo de “Condução” ou “Recuar” e com as portas fechadas (não habilitadas).

Para o condutor comprovar a sua vigilância ativa deverá pressionar e libertar o botão de vigilância (incorporado no manípulo de condução), durante determinados períodos, os quais deverão ser propostos pelo Adjudicatário para aprovação pelo ML.

Caso o botão de vigilância não seja pressionado ou libertado durante a temporização pré-definida, o sistema deverá alertar o condutor através de aviso sonoro. Após o início do aviso sonoro, o condutor terá um determinado tempo, a definir também pelo Adjudicatário, para pressionar ou libertar o botão de vigilância.

Caso o condutor ative o botão de vigilância antes da finalização do aviso sonoro, o mesmo será interrompido e será retomado o ciclo normal de vigilância.

Caso isso não aconteça o sistema desencadeará uma travagem de emergência até à paragem do veículo. Nesta situação, para normalizar o sistema, o manípulo de condução deve ser colocado na posição “Neutra” e seguidamente ativado o botão de vigilância.

Sem prejuízo do acima referido, o Adjudicatário deverá apresentar em fase de projecto a solução que considera mais adequada para aprovação pelo ML.

Também deverá ser avaliado pelo Adjudicatário a duplicação do botão de vigilância, ou seja, se para além do botão a incorporar no manípulo de condução, deverá ser instalado outro botão/pedal de vigilância como alternativa para o condutor.

21.3 BOTÃO DE EMERGÊNCIA

O botão de emergência (*Coup de Poing*) consiste num botão de pressão com encravamento, situado nas cabinas de condução, para utilização em situações de emergência para imobilização do veículo, através do desencadeamento de uma travagem de emergência.

Este dispositivo deverá ter uma interface com os restantes equipamentos do tipo *Fail-Safe*.

A atuação da travagem de emergência por atuação do botão de emergência será possível em ambas as cabinas (mesmo na cabina não ativa deverá ter a sua funcionalidade ativa).

A desativação do botão de emergência será feita pelo desencravamento do próprio botão, que reporá as condições normais.

22. SISTEMA DE TRAÇÃO

O equipamento de tração deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN60310 'Railway Applications - Traction Transformers and Inductors on Rolling Stock';
- EN50121 'Railway applications - Electromagnetic compatibility';
- IEC801 'Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment' e
- IEC61287-1 'Power Converters Installed On Board Rolling Stock - Part 1: Characteristics and Test Methods'.

No sistema de tração deverão ser utilizados motores assíncronos trifásicos e conversores/inversores com tecnologia IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*).

Os inversores serão do tipo VVVF (variação de tensão e de frequência de alimentação dos motores de tração), ligados diretamente à catenária, sem *chopper* intermédio regulador de tensão, nem divisor capacitivo no inversor.

Deverá ser fornecido um inversor por bogie motor para garantir um melhor controlo da força de tração e do esforço de travagem e otimizar a operação em caso de falhas. Os inversores propostos devem ter construção modular.

O inversor de cada bogie deverá fazer o controlo de ambos os motores, ou seja, o controlo deverá ser por bogie e não por eixo.

O sistema de tração será alimentado com a tensão da catenária, 750 Vcc, e deverá estar preparado para funcionar com as margens de variação previstas nas Normas aplicáveis e possuir isolamento galvânico.

O sistema de tração deverá estar preparado para funcionar em regime normal numa gama de temperatura ambiente entre -15°C e +45°C.

O controlo do sistema de tração de cada veículo deverá ser feito por intermédio de um equipamento controlado por microprocessador.

No caso de um dos conversores de tração avariar, os restantes conversores deverão poder assegurar a marcha do veículo, embora com limitações.

A travagem normal de serviço será assegurada pelo freio eletrodinâmico, que deverá ser garantida entre a velocidade máxima e o critério de velocidade zero, por forma a garantir uma travagem mais confortável e suave.

O freio mecânico deverá ser aplicado em regime de freio combinado e complementar a frenagem eletrodinâmica em caso de necessidade.

A travagem por recuperação deverá ser sempre prioritária, e deverá permitir, desde que o sistema esteja recetivo, a recuperação da energia para a rede.

A travagem reostática só deverá ser ativada quando a rede não possa absorver mais a energia resultante da travagem regenerativa, sendo esta dissipada nas respetivas resistências.

As resistências de travagem deverão ser as mais pequenas possíveis em volume e peso, no entanto deverão estar dimensionadas para que o equipamento de tração possa funcionar exclusivamente com a travagem reostática sem devolução de energia à catenária. Deverão ser de material anticorrosivo e não são admitidos terminais soldados, nem deformações. Deverão ser instaladas próximo do conversor de tração. Os fios condutores não serão protegidos por tubos metálicos, para evitar aquecimentos e eventuais danos resultantes.

Dever-se-á minimizar ou anular o ruído gerado pela travagem reostática, devendo o Adjudicatário, em fase de projecto, apresentar os dados do nível de ruído gerado em dB (A) com corrente máxima nas resistências de travagem.

Deverão ser especificados os dados relativos ao funcionamento do sistema de tração/travagem para todas as condições de carga do veículo, assim como a informação relativa à eficiência energética. Estes dados serão comparados com os dados reais registados com o primeiro veículo entregue.

Nos ensaios do sistema de tração deverão ser contempladas duas viagens completas na Linha Violeta, em condições de carga máxima, considerando uma taxa de recuperação de 30%. Devendo ser entregues todos os registos, curvas de desempenho, consumo energético, etc.

A caixa do equipamento de tração deverá ser metálica, o mais leve possível, com uma resistência adequada, devendo estar preparada para funcionamento sob quaisquer condições ambientais, assim como à lavagem do veículo na lavagem automática.

A zona onde estiver localizado o equipamento de controlo deverá ter um índice de proteção não inferior a IP65.

Deverão ser apresentados todos os certificados de ensaio do conversor de tração, realizados segundo as Normas aplicáveis.

Sempre que possível deverão ser adotadas soluções que promovam a redução de volume e peso dos equipamentos, sem penalizar o acesso aos seus elementos para efeitos de manutenção. Todos os componentes substituíveis deverão ser de fácil acesso e a sua desmontagem/montagem devem ser realizadas no mais curto espaço de tempo.

Deverá evitar-se a necessidade de desmontar o conversor do veículo para proceder à substituição dos seus componentes. Caso isso se verifique, o Adjudicatário deverá justificar essa necessidade, devendo fornecer os respetivos procedimentos, os dados de fiabilidade dos referidos componentes, a documentação e o tempo de reparação previstos.

A operação de desmontagem dos conversores do veículo não deverá ser dificultada por outros elementos localizados na sua proximidade, devendo ser uma operação de fácil execução.

As fichas de ligação a utilizar deverão ser robustas, fiáveis, de fácil desmontagem e deverão garantir o isolamento e estanqueidade adequadas.

Deverá ser contemplado o controlo da patinagem e deslizamento a baixas velocidades, assim como o controlo do *jerk*. O sistema de controlo tem de minimizar a ocorrência de lisos com origem na patinagem ou deslizamento dos rodados durante a tração e a travagem.

Deverão ser indicados:

- Os valores de MTBF e MTTR e
- Todas as operações de manutenção e respetiva periodicidade, devendo ser discriminado o processo de execução.

22.1 ELEMENTOS DE COMANDO E PROTEÇÕES

O sistema deverá fazer o controlo da ocupação de cabinas, ou seja, no caso de a chave de comandos ser ativada em ambas as cabinas, o sistema deve informar o condutor, devendo dar indicação para uma das chaves ser retirada. A situação de duas cabinas ocupadas deverá bloquear a marcha do veículo.

Na cabina não ocupada deverão estar desativados todos os dispositivos de comando e controlo do veículo (à exceção do botão de emergência *Coup de Poing*).

O sistema de tração deverá ser projetado de modo a que não sejam enviadas para a linha harmónicas que possam interferir com outros sistemas ou equipamentos.

O sistema de tração contemplará a proteção dos respetivos equipamentos nomeadamente, contra flutuações da tensão de rede, sobretensões, sobrecorrentes, controlo das temperaturas e controlo das harmónicas.

O sistema de refrigeração dos semicondutores de potência deverá controlar e garantir que não serão atingidas temperaturas que afetem a vida útil dos semicondutores ou a sua integridade.

No caso de avaria de um equipamento de tração e sempre que o tipo de avaria afete a segurança do veículo ou do próprio equipamento, este deverá desligar-se automaticamente da alta tensão.

O sistema deverá fazer o controlo automático da velocidade máxima em cada momento, garantindo que o veículo não excede a velocidade máxima permitida. Se por qualquer motivo, o veículo exceder a velocidade máxima em 5km/h, o sistema deverá automaticamente garantir a sua redução para o valor permitido.

Preferencialmente as cartas eletrónicas deverão estar concentradas num *rack* central, e deverão ter na sua parte frontal sinalizadores tipo LEDs que indiquem o seu estado de funcionamento e respetivas avarias. Deverá ser contemplado um sistema de codificação mecânico para evitar trocas na inserção das cartas electrónicas no *rack*.

22.2 CONTACTOR DE LINHA

Deverá ser contemplado um contactor de linha para proteção de cada equipamento de tração, cuja função será isolar o circuito de tração da alta tensão quando o veículo estiver fora de serviço, ou quando existir alguma anomalia que justifique a sua desconexão da catenária.

Deverão minimizar-se as manobras do contator de linha, só devendo ser efetuadas quando for estritamente necessário.

Deverá garantir-se a abertura do contator de linha sempre que a corrente no circuito de potência seja nula ou tenha um valor suficientemente baixo, para não danificar os seus contactos por arco. Devendo repor-se automaticamente ou manualmente mediante um botão situado na cabina de condução.

Deverão ser indicadas as características elétricas e mecânicas, assim como os planos de manutenção do contactor de linha.

22.3 MONITORIZAÇÃO E APOIO À MANUTENÇÃO

O sistema de tração fará parte dos sistemas que serão controlados pelo sistema de monitorização do veículo.

O sistema de monitorização deverá fornecer informação do sistema de tração quer ao condutor, quer para efeitos de manutenção. As avarias do equipamento de tração deverão desencadear automaticamente uma mensagem no display do condutor, que deverá ser acompanhada do modo de atuação. As indicações dadas ao condutor terão como objetivo ultrapassar o problema, ou seja, resolver a avaria e prosseguir a marcha, ou, caso não seja possível, por intermédio do contacto com a Central obter indicações sobre como prosseguir.

O estado dos equipamentos de tração deverá poder ser consultado através do display do condutor, num modo específico, interpretado como modo de manutenção, sendo o acesso restringido ao pessoal da manutenção. A informação deverá contemplar uma descrição, a mais detalhada possível para que seja possível a deteção e reparação da avaria no mais curto espaço de tempo.

O sistema de tração deverá contemplar ferramentas de software e hardware para ajuda à manutenção preventiva e corretiva, que deverão fazer parte do fornecimento. O software de diagnóstico deverá permitir o controlo das avarias e do estado de funcionamento do conversor, com interface para PC no interior do veículo, ou através do sistema central via MVB. O registo de avarias, para além do texto com a identificação da avaria (que deverá ser validado pelo ML) deve ter associado a data/hora da avaria, a identificação do veículo, e o módulo ou carta eletrónica avariado, assim como o contexto associado à avaria/ocorrência, que consistirá no registo do valor dos sinais analógicos e o estado dos sinais digitais relevantes, que ajudarão na interpretação das causas da avaria .

Todas as informações relativas aos equipamentos, nomeadamente as ocorrências e os parâmetros relativos ao seu estado de funcionamento, também deverão poder ser enviadas, via MVB, para um sistema de gestão centralizado.

Deverá ser incorporada no controlo do sistema de tração uma função de autoteste do equipamento de tração, com e sem alta tensão aplicada, com a finalidade de dar informação acerca do estado do equipamento de tração, identificando os equipamentos avariados.

Deverá ser possível obter registos, em tempo real, das variáveis analógicas e digitais mais significativas do equipamento de tração.

O software de diagnóstico deverá contemplar uma função que permita efetuar registos, em tempo real, de um determinado número de variáveis parametrizáveis, de forma a permitir identificar eventuais anomalias nos equipamentos do veículo.

Para a manutenção do equipamento de tração deverá ser entregue, pelo menos, a seguinte documentação:

- Esquemas elétricos;
- Esquemas eletrónicos das cartas e respetiva implantação de componentes;
- Lista de cabos;
- Lista de materiais e componentes com as suas características, indicando o fabricante e a referência;
- Os procedimentos de teste e reparação dos diversos subconjuntos e cartas electrónicas;
- Manuais e planos de manutenção (com indicação dos binários de aperto e respetivas tolerâncias, sempre que aplicável);
- Manuais descritivos de funcionamento do equipamento de tração;
- Manuais descritivos de funcionamento dos diferentes subconjuntos e cartas eletrónicas ao nível de circuitos;
- Catálogos onde figurem a descrição dos diferentes equipamentos, semicondutores de potência, circuitos integrados e microprocessadores.

22.3.1 CONTADOR DE ENERGIA

Deverá ser indicado em cada cabina de condução os valores da energia absorvida, consumida e recuperada (devolvida à rede). Os valores deverão ser indicados em kWh e deverão incluir, no mínimo, a seguinte informação:

- kWh absorvidos da rede
- kWh consumidos:
 - kWh de consumo interno dos sistemas do veículo
 - kWh dissipados nas resistências de travagem
- kWh recuperados e devolvidos à rede

Esta informação deverá poder ser consultada no veículo, em termos globais e também deverá ser disponibilizada em plataforma informática, através do sistema de supervisão centralizado, a definir em fase de projecto com o ML, de uma forma mais detalhada, na qual será possível consultar estes mesmos consumos associados a cada uma das viagens realizadas pelo veículo e em cada um dos segmentos/trouços que constituem cada uma das viagens.

23. ENGATE

O engate deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- UNE20324 'Degrees of protection provided by enclosures (IP code)';
- UIC522 'Conditions for the acceptance of draw-only automatic couplers'.

Os veículos devem estar preparados para circular em composições formadas por um ou dois veículos com comando e condução através da cabina.

Cada veículo deverá possuir um engate automático em cada extremidade e articulações intermédias (ou outro tipo de ligação mecânica) entre os vários módulos do veículo.

O acoplamento de dois veículos deverá ser assegurado por intermédio do engate automático. O engate automático deverá contemplar o acoplamento mecânico e elétrico automático, o qual será obtido pela aproximação entre os dois veículos, a baixa velocidade, mantendo-se inalteradas todas as características de funcionamento para operação.

Os veículos deverão ser equipados com um engate automático, que possibilite em caso de avaria, o reboque ou o impelimento do veículo, nas piores condições de carga e de inclinação da via, por um veículo com as mesmas características.

O engate automático deverá ser do tipo retrátil, coberto por um painel na zona frontal da cabina de condução. O painel de ocultação do engate deverá ter um sensor associado que monitorize a sua posição e essa indicação deverá ser disponibilizada ao condutor na cabina de condução.

O acoplamento automático de dois veículos assegurará o acoplamento mecânico e elétrico, de forma automática, devendo ser realizado nas seguintes condições:

- O acoplamento será realizado com um veículo parado e o outro a velocidade inferior a 5km/h.
- O desacoplamento deverá ser realizado por acionamento de um comando disponível na mesa de condução da cabina para esse efeito, o qual ao ser acionado permite separar livremente o veículo. Um condutor deverá ser suficiente para realizar ambas as manobras, de acoplamento ou desacoplamento.
- As manobras de acoplamento ou desacoplamento deverão poder realizar-se em curvas horizontais (com o correspondente disfarce de escala, caso exista).
- Durante o projecto será definido o número de cabos a passar pelo engate elétrico, salvaguardando a existência de reservas.
- Também deverá ser prevista a possibilidade de realizar o desacoplamento manualmente, através de mecanismo localizado no próprio engate (ou através de ferramenta própria localizada noutro local dentro do veículo), com acesso restrito.

O engate automático deverá ser projetado de forma a suportar os esforços de tração e de compressão resultantes do serviço normal, assim como os esforços resultantes da sua utilização em condição excecional de reboque ou impelimento.

O engate automático deverá ser equipado com um dispositivo de absorção de energia que suportará os esforços de tração e travagem decorrentes do serviço normal, e também estará dimensionado para suportar as cargas máximas de tração e compressão, absorvendo a energia de choque necessária para garantir que a estrutura do veículo não é danificada dentro dos parâmetros definidos.

O engate mecânico deverá garantir a impossibilidade de desacoplamentos intempestivos dos veículos em quaisquer condições de marcha, carga e estado da via. No entanto, se ocorrer um desacoplamento intempestivo por avaria ou rotura mecânica, será interrompido o circuito elétrico de segurança, provocando a travagem de emergência dos veículos anteriormente acoplados.

O engate automático deverá estar provido de um dispositivo de centragem que garanta o seu posicionamento segundo o eixo longitudinal devendo a sua amarração garantir um posicionamento na horizontal.

O acoplamento elétrico deverá realizar-se por meio de contactos elétricos que assegurem um contacto permanente e perfeito durante a marcha do veículo. Os contactos elétricos não contemplarão a passagem de energia de tração.

Deverá ser prevista uma reserva de 10% de contactos eléctricos.

O engate eléctrico deverá ser concebido de forma a ser garantida a estanqueidade adequada, contra a entrada de água, humidade, poeiras, óleo, etc., que no mínimo deverá ter um IP55, segundo a Norma UNE20324. Deverá ser prevista uma cobertura para proteção dos contactos elétricos que se retirará automaticamente no momento do acoplamento.

24. REGISTADOR DE OCORRÊNCIAS (CAIXA NEGRA)

Os sinais a registar incluem, pelo menos, os seguintes:

- Data / Hora
- Localização e distância percorrida
- Informação da linha e trajecto
- Identificação do veículo
- Cabina 1 / 2 activa
- Comando de tração
- Comando de travagem (com indicação do sistema que lhe deu origem)
- Sinal contínuo de velocidade
- Ultrapassagem da velocidade máxima
- Aceleração/desaceleração
- Controlo de patinagem/deslizamento activo
- Tensão de catenária
- Tensão de bateria
- Portas fechadas (“Laço de segurança das portas”)
- Portas abertas
- Bypass do “Laço de segurança do veículo”
- Isolamento de porta (com indicação da carruagem/porta)
- Atuação de manípulo de abertura de emergência de porta (com indicação da carruagem/porta)

-
- Comando de abertura portas (diferenciando lado esquerdo/direito)
 - Atuação de sinal alarme de passageiros (com indicação da carruagem/porta)
 - Travagem de emergência (accionada pelo passageiro)
 - Falha de tracção
 - Modo de condução (Normal (ATP), Restritivo, Emergência)
 - Sistema Homem Morto
 - Travagem de emergência (com indicação do sistema que lhe deu origem)
 - Freio electromagnético
 - Freio mecânico
 - Seleção de marcha-atrás
 - Areeiros
 - Buzina
 - Indicadores de direcção (esquerda/direita) accionados
 - Mudança de memória
 - Comunicações áudio

Os dados a serem registados deverão ser definidos com o ML durante a fase de projeto.

Os sinais deverão ser registados juntamente com a informação temporal (data/hora) e a informação de distância (em cm).

Durante a fase de projeto deverá ser definido o tamanho da memória (tipo *FIFO*). A sua capacidade deverá permitir a preservação de todos os dados registados durante, pelo menos, 1 dia de operação.

Deverão ser gravadas as comunicações áudio efetuadas pelo condutor através do sistema de intercomunicação do veículo, designadamente as comunicações para o salão de passageiros, as comunicações com a PMR, sinal de alarme, para a outra cabina e para o Posto de Comando Central. Deverá ficar associada a informação da data, hora, veículo, identificação do sinal de alarme e identificação da comunicação áudio utilizada.

O sistema deverá permitir preservar o registo dos sinais em caso de necessidade, devendo para o efeito ser prevista uma segunda memória de capacidade idêntica.

A operação de transição para a segunda memória deverá estar condicionada à atuação de comutador de elevada fiabilidade (ou outro meio alternativo que garanta a mesma segurança na operação). Na cabina de condução deverá ser indicado ao condutor qual a memória em que se encontra a ser realizado o registo dos sinais. Após comutação da memória não deve ser possível recolocar o comutador na sua posição original sem uma intervenção deliberada, que deverá ser realizada através de software e com um computador ligado ao equipamento.

A interconexão com o registador de ocorrências deverá ser realizada através de porta do tipo USB ou Ethernet, para leitura dos dados em memória, reposição da memória (após transição) e eventuais parametrizações. Deverá ser fornecido o respetivo software de comunicação e parametrização, que deverá ser compatível com as versões mais recentes do Windows.

Deverá ser possível seleccionar a data/intervalo de tempo pretendido, devendo a extração dos dados registados ser feita de uma forma expedita para, por exemplo, uma folha de cálculo tipo excel, com possibilidade de aplicação de filtros, seleção de sinais e construção de gráficos. O próprio software do registador de ocorrências deverá disponibilizar os sinais em tabela e em gráfico.

O registo de cada sinal deverá ser feito com um intervalo máximo de 1 segundo.

Deverá ser prevista uma reserva de 20% de sinais, já com a ligação disponível, para eventual utilização futura.

Os dados gravados deverão estar protegidos contra acesso não autorizado.

A tecnologia utilizada deve estar em conformidade com as Normas relativas a este tipo de equipamentos e ao tipo de veículo LRV a que se destina, nomeadamente a nível de comunicação, transmissão e tratamento de dados.

A memória deve ter proteção contra falhas e deve estar em conformidade com a Norma EN62625-1 'Electronic railway equipment – On board driving data recording system – Part 1: System specification'.

A perda de energia externa não deverá afetar a integridade dos dados que já foram gravados.

25. SISTEMA DE VIDEOVIGILÂNCIA

O sistema de videovigilância do veículo deverá contemplar, pelo menos, câmaras exteriores, em substituição dos espelhos retrovisores, câmaras interiores (salão passageiros e cabina), câmara frontal e de retaguarda.

O sistema de videovigilância deverá estar sincronizado em termos de data/hora com os restantes equipamentos do veículo.

A alimentação do sistema de videovigilância deverá ser assegurada por uma fonte de alimentação ininterrupta, por forma a garantir a alimentação do sistema em caso de falha de energia, assim como o envio das gravações embarcadas para o Posto de Comando Central.

O sistema deverá disponibilizar no monitor do condutor as imagens, em tempo real, assim como fazer a gravação das imagens para posterior visualização.

As câmaras instaladas no interior deverão permitir a visualização da totalidade do salão de passageiros, devendo as imagens captadas permitir a identificação clara do rosto/corpo dos passageiros (desde que não obstruídos por outros passageiros), e em caso de atuação, por exemplo, de um sinal de alarme, de um manípulo de abertura de emergência de porta ou de um pedido de PMR, permitir a visualização da zona onde o mesmo foi acionado, devendo neste caso as imagens da câmara mais próxima serem automaticamente apresentadas no monitor do condutor.

O sistema deverá permitir ao condutor supervisionar a zona de acesso a cada porta, de forma a conseguir controlar a saída e a entrada dos passageiros, nomeadamente, fazer o controlo de pessoas e objetos que eventualmente possam ficar presos nas portas, por forma a evitar situações de entalamento/arrastamento, independentemente da carga do veículo e da posição dos passageiros dentro do veículo ou no cais da estação.

As câmaras exteriores deverão ser instaladas nos cantos superiores das cabinas de condução, em ambos os lados, ou noutro local, desde que o condutor consiga visualizar a totalidade do

cais de embarque dos passageiros e lhe permita controlar a entrada/saída de passageiros de todas as portas do veículo.

As câmaras frontal e de retaguarda serão colocadas na frente de cada cabina de condução de forma a controlar e dissuadir ocorrências de *tramsurfing*, assim como na clarificação de eventuais situações de choque com outros veículos nos atravessamentos.

O sistema deverá permitir o envio de todas as imagens gravadas, apontadores, eventos, etc., para o exterior do veículo, para um posto central. O processo de transferência das imagens não deverá ser afetado pela desativação do sistema (por exemplo o desligar do conversor auxiliar a meio do processo).

As imagens dos eventos deverão ser sempre enviadas, em tempo real, para o Posto de Comando Central. As imagens de gravação normais (não relativas a eventos) deverão ser enviadas a partir de determinados pontos da rede, a definir, para um posto central onde ficarão gravadas. No entanto, o sistema deve permitir (a pedido) o envio das imagens, de determinada câmara ou câmaras selecionadas, em tempo real, para um posto central.

O sistema deverá gravar em permanência todas as imagens captadas e ter capacidade para manter a gravação de todas as imagens dos últimos 30 dias.

As imagens, em tempo real, da câmara de retaguarda também deverão ser disponibilizadas ao condutor.

O sistema de videovigilância deverá ser compatível com as especificações ONVIF (*Open Network Video Interface Forum*) e utilizar as tecnologias de compressão mais recentes disponíveis no mercado (H.264; H.265, ou mais recente).

O Sistema deverá contemplar, pelo menos, os seguintes equipamentos:

- Câmaras de vídeo interiores (salão de passageiros);
- Câmaras de vídeo interiores (cabina);
- Câmaras de vídeo exteriores laterais;
- Câmaras de vídeo exteriores (Frontal e Retaguarda);
- Monitores de vídeo;
- Equipamento de gravação de imagens;
- Equipamento de controlo e transmissão;
- Equipamento fixo para visualização e possibilidade de extração das imagens gravadas dos suportes físicos de gravação (totalidade ou partes selecionáveis, por exemplo, por data/hora, local, etc.);
- Software de manutenção e parametrização;
- Manuais de operação, manutenção e restante documentação técnica;
- Eventuais equipamentos de teste.

O sistema deverá ser modular e o software deverá ser aberto, ou seja, deverá ser possível a troca do sistema completo ou partes dele sem perda de compatibilidade com os restantes sistemas do veículo, sem necessidade de adaptações/alterações, e sem perda de qualquer funcionalidade.

O protocolo de comunicação entre o sistema de videovigilância e o veículo deverá ser standard e aberto, devendo ser entregue toda a informação necessária a futuras integrações ou atualizações.

A gravação, recolha e tratamento das imagens deve cumprir o estabelecido pelo RGPD-Regulamento Geral de proteção de Dados.

25.1 MODOS DE FUNCIONAMENTO

O sistema deverá contemplar os seguintes modos de funcionamento:

25.1.1 NORMAL (POR DEFEITO)

A ativação da cabina e a ligação do conversor auxiliar deverão ativar o monitor do condutor, equipamento da cabina ocupada e todas as câmaras do veículo. O monitor deverá apresentar por defeito, sequencialmente, as imagens das câmaras exteriores laterais do veículo (dependente do lado de portas habilitado), para controlo do acesso às portas de passageiros pelo condutor nas paragens.

Os monitores das cabinas não ativas deverão permanecer desligados.

O condutor deverá ter possibilidade de, em qualquer momento, selecionar qualquer câmara ou câmaras, devendo nessa situação as respetivas imagens serem apresentadas no monitor, interrompendo a apresentação sequencial.

O monitor do condutor deverá permanecer ligado, com a apresentação sequencial das imagens, sempre que o veículo estiver parado. Iniciada a marcha do veículo, e após percorrida uma determinada distância (a definir durante a fase de projeto), em situação normal, isto é, sem atuação de alarmes, pedido de PMR ou seleções pelo condutor, o monitor deixará de apresentar qualquer imagem, de forma a concentrar a atenção do condutor na condução.

25.1.2 EVENTOS

São considerados eventos:

- Atuação de um sinal de alarme;
- Atuação de um manípulo de abertura de emergência de portas;
- Pedido de PMR;
- Pedido do condutor.

Em caso de um incidente, as imagens da(s) câmara(s) com melhor cobertura da zona onde foi desencadeado o evento deverão ser automaticamente apresentadas no monitor do condutor sobrepondo-se à apresentação sequencial de imagens normal.

Após determinada temporização (a definir) o sistema regressará à apresentação sequencial normal.

25.1.3 COMANDOS DO CONDUTOR

O condutor deverá ter possibilidade de definir sequências de câmaras (para além da sequencia normal por defeito), escolher apenas as câmaras exteriores laterais, apenas as câmaras exteriores frontal e de retaguarda, apenas as câmaras interiores, todas as câmaras exteriores e interiores, ou fixar a imagem de determinada câmara os câmaras.

Qualquer seleção do condutor deverá sobrepor-se à apresentação sequencial de imagens. Após determinada temporização (a definir) o sistema regressará à apresentação de imagens sequencial normal.

Também deverá ter possibilidade, em caso de detetar um incidente, de ativar um “Pedido do condutor”, que será considerado um evento e gravado como tal.

O condutor não deverá ter acesso a visualizar imagens gravadas.

25.1.4 GRAVAÇÃO DE IMAGENS

Logo que o sistema seja ligado, as imagens de todas as câmaras serão gravadas automaticamente.

As imagens gravadas (e exibidas) deverão ser acompanhadas da identificação do veículo, número da câmara e identificação (exterior lateral (esquerda, direita), exterior frontal, exterior retaguarda, interior salão passageiros, interior cabina), data/hora, local e no caso de um evento, identificar também se é proveniente da ativação de sinal de alarme, de manípulo de abertura de emergência de portas, pedido de PMR ou pedido do condutor.

As imagens correspondentes aos eventos, a atuação de sinal de alarme, manípulo de abertura de emergência de porta, pedido de PMR e pedido do condutor, deverão ser registadas, por exemplo com um apontador associado, de forma a que seja possível acedê-las de forma fácil e rápida, em caso de necessidade de análise. O intervalo de tempo de registo associado a um evento deverá ser configurável, devendo ser associados alguns minutos prévios ao evento. Estas configurações deverão ser definidas em fase de projecto com a aprovação do ML.

O suporte de gravação das imagens deve ser imune à vibração, devendo a sua extração ser fácil, rápida e reservada a pessoal autorizado (condicionada por chave específica).

A frequência mínima de gravação das câmaras frontal e de retaguarda deverá ser de 25 imagens por segundo e 15 imagens por segundo para as restantes câmaras, devendo este parâmetro ser configurável.

O sistema deverá gravar em permanência todas as imagens de todas as câmaras.

25.2 EQUIPAMENTOS DO SISTEMA

Indicam-se de seguida as principais características dos equipamentos do sistema de videovigilância:

Todos os equipamentos deverão estar em conformidade com as Normas em vigor.
A transmissão deverá ser fiável e imune ao ruído segundo as Normas em vigor.

Todos os equipamentos deverão ser compatíveis com as especificações ONVIF (*Open Network Video Interface Forum*) e utilizar o formato de compressão de vídeo H264, H265 ou mais recente.

A ligação entre equipamentos deverá ser realizada por fichas do tipo M12.
Todos os equipamentos devem ser projetados, no mínimo, para uma gama de temperatura entre os -15°C e os 45°C e instalados em locais compatíveis com esta gama.

Em fase de projecto, o Adjudicatário deverá apresentar as especificações técnicas de todos os equipamentos, planos de manutenção, interfaces e arquitetura do sistema e submeter à aprovação do ML.

25.3 CÂMARAS

As câmaras deverão ser de tecnologia digital com transmissão de vídeo por IP, deverão permitir o ajuste do ângulo de visão e ser equipadas com técnica de ajuste automático do nível de iluminação.

As câmaras exteriores deverão apresentar um índice de proteção mínimo IP66 e as interiores IP54.

As câmaras deverão ser de tamanho reduzido, de modo a permitir uma instalação dissimulada e resistentes a atos de vandalismo.

As câmaras deverão ter capacidade de adaptação a diferentes tipos de luminosidade (via à superfície e em túnel) e às condições de vibração características do meio ferroviário, segundo as Normas em vigor.

As câmaras e respetivo invólucro devem ser imunes a fenómenos de condensação resultantes de mudanças de temperatura ou humidade.

25.4 EQUIPAMENTO DE CONTROLO E TRANSMISSÃO

Deverá ser contemplado pelo menos um equipamento de controlo e transmissão por veículo. O equipamento de controlo e transmissão do veículo controlará os sinais de vídeo de todas as câmaras e fará a sua transmissão à cabina de condução ativa e ao respetivo sistema de gravação de imagens. Também será responsável pela alimentação das câmaras.

Toda a informação de gravação (imagens das câmaras, eventos, etc.), a nível embarcado, será sempre registada no veículo onde as câmaras se encontram instaladas e onde os eventos são desencadeados.

No caso de veículos acoplados o sistema deverá ser configurado de forma a que o controlo do sistema seja realizado a partir da cabina ativa, embora as gravações sejam realizadas nos veículos respetivos. Neste caso, de veículos acoplados, deverá ficar registada a configuração.

Deverá ser possível realizar parametrizações (configuração dos tempos de gravação de eventos, número de imagens por segundo, etc.) por ligação física de um PC ao próprio equipamento ou via MVB de forma centralizada.

25.5 MONITOR

O monitor deverá estar em conformidade com as Normas:

- EN45545-2: 2020 'Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components';
- EN50155 'Railway Appliances - Electronic Equipment Used on Rolling Stock';
- EN62262 'Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)'.

Deverá ser contemplado pelo menos um monitor em cada cabina de condução do veículo. A disposição das imagens no monitor, nomeadamente as imagens correspondentes às câmaras exteriores, interiores, o aparecimento dos eventos, os icons, etc., deverão ser apresentados em fase de projecto para validação pelo ML.

Os monitores deverão ser de cristais líquidos, de tecnologia TFT (matriz ativa) ou outra tecnologia mais avançada e deverão ter as seguintes características gerais:

- Dimensão mínima 10,4";
- Resolução 1024 x 768 pixels ou superior;
- Matriz ativa;
- Regulação de cor e da luminosidade/contraste, de preferência automática (adaptativa);
- Resistente a choques, vibrações, altas temperaturas e humidade e insensível a campos magnéticos;
- Índice de proteção IP66 ou superior.

25.6 EQUIPAMENTO DE GRAVAÇÃO DE IMAGENS

Deverá ser contemplado pelo menos um equipamento de gravação de imagens por veículo.

O suporte de gravação das imagens deverá ser preferencialmente SSD, devendo o sistema ser redundante, de forma a não perder qualquer informação.

O software do sistema embarcado deverá permitir a aplicação de filtros na seleção das imagens, por exemplo, por data/hora, número do veículo, câmara (diferenciando as câmaras exteriores, interiores, frontal e de retaguarda), por tipo de evento (sinal de alarme, manipulo de abertura de emergência de porta, pedido de PMR, pedido do condutor, etc.).

O equipamento de gravação de imagens embarcado deverá garantir uma capacidade mínima de armazenamento de 72 h, de todas as câmaras do veículo, considerando uma resolução mínima de 1280x720, com compressão H.264 em qualidade média e a 25fps para as câmaras frontal e de retaguarda, e 15fps para as restantes.

O sistema deverá assegurar a transferência de todas as gravações (imagens, eventos, etc), para um posto central, de forma a garantir a preservação de todas as gravações durante 30 dias. A gravação dos registos no suporte de gravação deverá ser do tipo *FIFO*.

Deverá ser possível realizar parametrizações (configuração dos tempos de gravação de eventos, número de imagens por segundo, etc.) por ligação física de um PC ao próprio equipamento ou remotamente via MVB de forma centralizada.

O acesso às imagens deverá ser controlado por um processo de autenticação a acordar com o ML, devendo o sistema permitir o cumprimento do regulamento geral de proteção de dados pessoais (RGPD).

26. LUGARES SENTADOS

A distribuição dos lugares sentados deverá ser realizada de forma a proporcionar, no mínimo, 60 lugares e, no máximo, 85 lugares sentados. Os bancos rebatíveis não contam para a contabilização destes lugares e só serão aceitáveis na zona de PMR.

A disposição dos assentos deverá estar em conformidade com as Normas UIC565-3 e EN P 91 801 em relação à acomodação de passageiros em cadeira de rodas (requisitos para a capacidade de manobra da cadeira de rodas).

27. SISTEMA DE TRAÇÃO/TRAVAGEM

O Adjudicatário deverá indicar o número de bogies motor e bogies reboque que farão parte do veículo, por forma a satisfazer os requisitos especificados neste Procedimento.

Para cada bogie motorizado deverá existir uma Unidade de Controle de Tração/Travagem associada, a qual deverá estar protegida por um disjuntor e um para-raios.

Esta Unidade de Controle de Tração/Travagem deverá controlar os dois motores do bogie relacionado e aplicar as cargas solicitadas. Deverá existir um inversor de potência, com possibilidade do inversor ser isolado.

Cada Unidade de Controle de Tração/Travagem controla de forma independente o seu bogie, tanto no modo de tração como no modo de travagem eletrodinâmica.

O modo de travagem eletrodinâmica deverá ser realizado prioritariamente por devolução de energia à catenária, ou, não se encontrando o sistema recetivo, por dissipação de energia nas resistências de travagem.

28. DESEMPENHO DO VEÍCULO EM OPERAÇÃO NORMAL

O desempenho normal de travagem do veículo deve ser alcançado dentro de toda a gama de tensão de linha (500 V - 900 V). Em todos os modos de operação, incluindo condições restritas,

as distâncias de paragem mais curtas e os tempos de paragem mais rápidos devem ser alcançados, levando em consideração os critérios de conforto dos passageiros e os limites de aderência disponíveis.

O veículo deve possuir um sistema *Fail-Safe* antipatinagem/antideslizamento comprovado que otimizará o desempenho do veículo em todas as condições de aderência.

O veículo deve possuir um sistema de jato de areia, para melhorar as condições de aderência, que opere automaticamente se as rodas patinarem ou bloquearem, e também com possibilidade de ser operado manualmente pelo condutor.

29. CONDUÇÃO NORMAL

A condução normal do veículo deve ser efetuada a partir da cabina de condução da frente. Deve ser impossível ter o controle de condução simultâneo de ambas as cabinas. A primeira cabina a ser ocupada deve ter prioridade.

30. PARQUEAMENTO DO VEÍCULO

Com o pantógrafo na posição retraída, apenas os circuitos de segurança devem ser alimentados pela bateria do veículo. O consumo de energia da bateria deve ser monitorizado através de um dispositivo, localizado nas cabinas de condução, o qual por sua vez deve ter um baixo consumo de energia.

31. DESEMPENHO DO VEÍCULO EM MODO DEGRADADO

31.1 TRAÇÃO

a) Um bogie motor isolado

Em caso de falha do equipamento de tração levando ao isolamento de um bogie motor, o veículo deverá ter capacidade de continuar a marcha em qualquer ponto da rede (incluindo subida em declive de 8%), em condições de carga Q4 (8 passageiros/m²).

Por outro lado, com um bogie motor isolado, o veículo deverá ter capacidade de travar em qualquer ponto da rede (incluindo descida em declive de 8%), em condições de carga Q4 (8 passageiros/m²).

Nestas duas situações a velocidade ficará limitada, a um valor a definir durante o desenvolvimento do Projeto, no entanto não deverá ser inferior a 30km/h.

O desempenho da travagem de serviço deve ser mantido como normal até ao final da viagem, dentro do valor de velocidade máxima restrita definido.

A falta de esforço de travagem eléctrica deverá ser compensado através da aplicação da travagem mecânica (esforço equitativamente distribuído por todos os eixos, incluindo os que têm motores fora de serviço).

No entanto, na definição do valor limite de velocidade, deverá ser tido em conta que a compensação do esforço de travagem mecânica por aplicação do disco deverá evitar o sobreaquecimento do disco, nomeadamente nas zonas da linha com maior declive.

b) Reboque/Impelimento de um veículo

No caso de falha total de um veículo, o método normal de recuperação deve ser o acoplamento a um outro veículo com as mesmas características.

Um veículo vazio deverá ser capaz de rebocar ou impelir outro veículo vazio, a partir de qualquer ponto da linha.

Com a tensão de linha mínima de 500V, os dois veículos vazios deverão ser capazes de iniciar e subir inclinações crescentes de até 8%.

A situação normal será o veículo rebocado não ter passageiros (combinação Q0-Q0).

No entanto, os veículos deverão ter capacidade de realizar um resgate no modo de reboque ou impelimento, com uma combinação Q0-Q4 (8 passageiros/m²), a partir de qualquer ponto da rede (incluindo declives de -8% e +8%), com uma aceleração mínima de 0,2 m/s².

Devem ser mantidas as seguintes funcionalidades em situação de resgate:

- Alívio dos freios do veículo com falha a partir do veículo de resgate;
- Comunicação entre os veículos;
- Possibilidade de uso da buzina em ambos os veículos;
- Capacidade de ativar a travagem de emergência na cabina dianteira do veículo com falha ao ser empurrado e, assim, cortar a tração no veículo de resgate;
- Uso da totalidade dos sinalizadores externos em ambos os veículos;
- Fornecimento de energia e controlo da campainha eléctrica no veículo com falha a partir do veículo de resgate.

Não deverá ser necessário utilizar nenhuma ferramenta (pelo condutor) no acoplamento de veículos na situação de resgate.

A manobra de acoplamento deve ser realizada com facilidade e rapidez.

No display do condutor na cabina ocupada, do veículo de resgate, deve ser indicado o estado do freio do veículo resgatado.

Os engates devem, quando não estiverem em uso, não se projetar além da extremidade do veículo e devem ser protegidos adequadamente.

Os engates devem ter elementos de absorção de energia e ser capazes de suportar todas as cargas de engate e tração esperadas em condições de emergência. Os engates devem ter capacidade de ajuste da altura vertical.

31.2 FREIO SERVIÇO

Em caso de avaria de uma unidade de travagem eléctrica ou mecânica, deve ser mantido o desempenho normal da travagem do veículo até ao final da viagem, com um limite de velocidade a definir durante o projeto, mas que não deverá ser inferior a 30km/h.

31.3 FREIO DE EMERGÊNCIA

No caso de falha de uma unidade de freio, o freio de emergência deve garantir uma desaceleração não inferior a 2,0 m/s².

32. SISTEMA AUXILIAR

A corrente contínua e alternada necessárias para alimentar os diversos equipamentos do veículo, serão asseguradas pela bateria e pelos respetivos conversores auxiliares.

32.1 CONVERTOR AUXILIAR

Deverão existir pelo menos dois conversores auxiliares independentes por veículo, devendo ser possível, em caso de avaria de um deles, prosseguir com o serviço de passageiros. Este modo degradado deverá apenas ter repercussões a nível do conforto.

Os sistemas de fornecimento de energia auxiliar no veículo devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- IEC61287-1 'Power Converters Installed On Board Rolling Stock – Part 1: Characteristics and Test Methods';
- IEC-60571 'Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock'.

- IEEE1536 'Rail Transit Vehicle Battery Physical Interface';
- VOV6.325.2. 'Drive Systems with Converters for Electrical Multiple Units for Public Transport' .
- EN50121 'Railway applications — Electromagnetic compatibility'.
- EN50121-3-2:2016+A1:2019 'Railway applications. Electromagnetic compatibility Rolling stock. Apparatus'.

Em caso de falha no fornecimento dos 750V, o sistema auxiliar de fornecimento de energia deve ser capaz de fornecer energia durante 1 hora aos equipamentos auxiliares.

Deve ser disponibilizada uma tomada de 230 V CA, 50 Hz em cada cabina e em cada módulo para o uso de equipamento portátil. O acesso deve ser restrito e protegido por uma tampa com chave ou método alternativo.

Os conversores auxiliares terão como função principal gerar e regular as tensões contínuas e alternadas necessárias para os equipamentos e circuitos do veículo.

As saídas do conversor auxiliar, de tensão contínua e de tensão alternada, deverão ser galvanicamente separadas.

A alimentação do conversor auxiliar de cada veículo será feita diretamente a partir da tensão da catenária +750Vcc, devendo estar garantidas as suas prestações nominais dentro da gama de variação definida pelas Normas em vigor.

Deverá ser garantida a alimentação de todos os equipamentos do veículo, em oficina, por ligação a fonte externa, através de tomadas próprias, para as tensões utilizadas no veículo, sem recurso à tensão de catenária.

Também deve ser prevista a possibilidade de carregar a bateria do veículo em oficina, por intermédio de equipamento externo ao veículo.

A ligação do veículo a fonte externa deve ser indicada ao condutor através de mensagem no display da cabina, e deve bloquear a movimentação do veículo.

A potência do conversor auxiliar deverá ser dimensionada com uma reserva de pelo menos 15% em relação à potência nominal, em toda a sua gama de funcionamento, devendo esta margem ser indicada.

O filtro de entrada de alta tensão do conversor deverá ser dimensionado de forma que o aparecimento de transitórios no circuito de alta tensão não afete o funcionamento do conversor. Deverá ser indicado em fase de projecto o tempo máximo admissível de corte de alta tensão tolerado pelo conversor.

As tensões e frequências de saída do conversor deverão ser constantes e independentes das variações da alta tensão e da carga. Deverão ser indicados os limites de tolerância na variação dos referidos parâmetros, que não deverão ser superiores a $\pm 1\%$ do valor da frequência nominal e $\pm 5\%$ do valor da tensão de saída nominal. A tensão e frequência deverão ser ajustáveis em $\pm 10\%$ do seu valor nominal.

O equipamento não deverá produzir interferências nos sistemas de sinalização, comunicações ou nas instalações fixas e deverá possuir isolamento galvânico. Deverão ser indicadas as medidas adotadas para fazer face a esta questão, e justificar o cumprimento da Norma de compatibilidade eletromagnética EN50121. Também deverá ser garantida a imunidade às interferências eletromagnéticas exteriores.

O conversor poderá funcionar à sua potência nominal numa margem de temperatura ambiente de -15°C até $+45^{\circ}\text{C}$. A temperatura interior do conversor não ultrapassará os 70°C nas condições mais desfavoráveis.

A caixa do conversor deverá ser metálica, totalmente estanque, com um grau de proteção não inferior a IP65 e com um acabamento adequado às condições de funcionamento a que se destina, não devendo ser afetada com o tempo por agentes exteriores, nomeadamente pela humidade, pó e corrosão. A caixa deverá ser e o mais leve possível.

Deverá ser adotada uma solução que optimize o volume e o peso, sem penalizar a acessibilidade aos elementos internos do conversor para a sua manutenção. Todos os componentes substituíveis deverão ser de fácil acesso e a sua desmontagem/montagem devem ser realizadas no mais curto espaço de tempo.

Deverá ser entregue a informação de todos os elementos do conversor.

Deverá evitar-se a necessidade de desmontar o conversor do veículo para proceder à substituição de componentes do mesmo. Caso isso se verifique, o Adjudicatário deverá justificar essa necessidade, devendo fornecer os respetivos procedimentos, os dados de fiabilidade dos referidos componentes, a documentação e o tempo de reparação previstos.

A operação de desmontagem dos conversores do veículo não deverá ser dificultada por outros elementos localizados nas sua proximidade, devendo ser uma operação de fácil execução.

As fichas de ligação a utilizar deverão ser robustas, fiáveis, de fácil desmontagem e deverão garantir o isolamento e estanqueidade adequadas.

Deverão ser indicados:

- Os valores de MTBF e MTTR;
- Todas as operações de manutenção e respetiva periodicidade, devendo ser discriminado o processo de execução;
- O software de diagnóstico para controlo das avarias e do estado de funcionamento do conversor, com interface para PC no interior do veículo, ou através do sistema central via MVB. O registo de avarias, para além do texto com a identificação da avaria (que deverá ser validado pelo ML) deve ter associado a data/hora da avaria, a identificação do veículo, e o módulo ou carta eletrónica avariado;
- As ferramentas de software e hardware para a ajuda à manutenção preventiva e corretiva, as quais farão parte do fornecimento do equipamento.

Deverá ser garantida uma vida mínima de 15 anos para os condensadores do filtro de alta tensão. O sistema deverá ter possibilidade de analisar a capacidade dos condensadores através do software de controlo do conversor, de forma a evitar a desligação de cablagem.

Após entrada em funcionamento o conversor deverá fornecer a sua potência nominal num tempo máximo de cinco segundos.

O rendimento do conversor deverá ser superior a 90%, desde a meia até à plena carga, para toda a margem de tensão de entrada especificada. Este valor deverá ser indicado.

O conversor contemplará as proteções necessárias para evitar danos em caso de curto-circuito, sobrecarga, sobretensões, subtensões, excesso de temperatura, funcionamento anormal de algum dos seus elementos, assim como face a qualquer outra circunstância que o Adjudicatário considere conveniente para a proteção do equipamento.

Deve ser garantido o não retorno de corrente quando o conversor ficar sem alimentação de 750 Vcc, por falha de tensão da rede ou por avaria do próprio conversor. Logo que a alimentação fique disponível, o conversor deverá retomar o serviço normal.

Após desligação do conversor deverá garantir-se que a tensão residual presente nos condensadores do circuito de alta tensão será inferior ao valor de tensão nominal da bateria, passados 3 minutos.

O sistema de controlo do veículo deverá receber informação sobre o estado dos fusíveis de proteção da entrada do conversor, assim como do estado de funcionamento do conversor, o qual deverá ser disponibilizado, em tempo real, no display do condutor em ambas as cabinas, devendo para o efeito o conversor ser dotado de todos os transdutores e sensores necessários.

Os conversores deverão utilizar semicondutores de potência de tecnologia tipo IGBT e o seu controlo ser feito através de microprocessador.

Sempre que possível, as cartas eletrónicas deverão estar concentradas num *rack* central, e deverão ter na sua parte frontal sinalizadores tipo LEDs que indiquem o seu estado de funcionamento e respetivas avarias. O *rack* deverá estar localizado dentro do conversor, devidamente protegido de eventuais contactos com os componentes de potência, e deverá ser de fácil acesso. Deverá ser contemplado um sistema de codificação mecânico para evitar trocas na inserção das cartas electrónicas no *rack*.

Se possível, no interior do conversor, deverão ser separados os circuitos de potência dos restantes circuitos, de forma a permitir a abertura das tampas de acesso com o conversor em funcionamento.

A iluminação de passageiros não se deve apagar nas interrupções de catenária, ou quando existam quebras de tensão de rede de duração não superior a 30 segundos. Nestas situações, a referida iluminação deverá ser alimentada por intermédio da bateria.

32.1.1 SAÍDA TRIFÁSICA 380VAC COM NEUTRO

Cada conversor deverá ter uma saída trifásica de 380 Vac que alimentará os circuitos trifásicos do veículo, devendo ser considerada uma reserva livre de 15%.

As características da tensão de saída alternada trifásica, com neutro, deverão ser as seguintes:

- Tensão trifásica 380 Vac \pm 5%.
- Frequência 50 Hz \pm 1%.
- Distorção harmónica inferior a 10%.
- A saída disporá de um neutro para alimentar cargas monofásicas.

Deverá ser apresentado o consumo dos equipamentos alimentados a corrente alternada trifásica.

32.1.2 SAÍDA CONTÍNUA PARA BAIXA TENSÃO

A tensão contínua para baixa tensão deverá ser gerada por meio de um conversor estático do tipo DC/DC, com a bateria colocada em tampão. Esta saída deverá estar protegida contra sobretensões e subtensões e deverá ter uma tolerância máxima de \pm 5%.

Para os equipamentos alimentados por esta saída deverá ser considerada uma margem de variação da tensão da bateria entre +15% e -30% do seu valor nominal.

Deverão ser indicados os circuitos e os equipamentos do veículo que serão alimentados pela baixa tensão.

32.2 BATERIA

O veículo deverá ser equipado com uma bateria, composta por elementos alcalinos de níquel-cádmio, ou equivalente a aprovar pelo ML.

A tensão nominal da bateria será a determinada pelo seu fabricante. Deverá ser fornecida informação relativamente ao número de elementos que compõem a bateria, a tensão nominal de cada elemento e as características das curvas de carga/descarga a 25°C.

Deverá ser considerada uma capacidade de reserva da bateria de 20%, para além das funcionalidades que a seguir se indicam e que deverão ser asseguradas em quaisquer circunstâncias:

- Garantir o funcionamento da iluminação normal nas interrupções de 750Vcc até 30s. Após esta temporização garantir a iluminação de emergência, durante pelo menos 1 hora;
- Garantir a paragem do veículo em segurança, independentemente da velocidade e da carga;
- Sistema de comando;
- Sistema de comunicações/radiocomunicações;
- Sistema de videovigilância;
- Sistema ATP em modo standby durante 72 horas;;
- Capacidade para elevar o pantógrafo à catenária após o veículo ter permanecido fora de serviço durante 48 horas com as luzes de estacionamento acesas.
- Comando das portas de passageiros;
- Faróis e luzes de estacionamento;
- Outros sistemas/equipamentos que o Adjudicatário considere integrar.

Deverá ser disponibilizada na cabina, para o condutor, informação da tensão da bateria e da corrente debitada ou consumida pela bateria.

Deverá ser enviada uma mensagem a informar o Posto de Comando Central quando a carga da bateria do veículo atingir os 20%.

Deverá ser possível carregar a bateria através de ligação a partir do exterior do veículo.

Os elementos da bateria deverão ser montados numa estrutura de aço inoxidável, de preferência montada sobre calhas deslizantes e de fácil acesso para inspeção e manutenção, devendo permitir a substituição da bateria completa. A caixa da bateria deverá ter ventilação adequada de forma a evitar a acumulação de gases.

A bateria deverá cumprir o estipulado na Norma IEC60623 – ‘Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells’, devendo ser garantida uma duração mínima de 15 anos.

32.3 CARREGADOR DE BATERIAS

Cada conversor auxiliar deverá ter um carregador de baterias que deverá gerar e regular a corrente e tensão necessárias para efetuar o carregamento da bateria.

O sistema de controlo do veículo fará a gestão do funcionamento do carregador de baterias, onde em situação normal apenas um funcionará em cada momento, havendo alternância em cada novo arranque.

Na eventualidade de um dos carregadores de bateria ficar fora de serviço, a alimentação dos circuitos de baixa tensão deverá ser assegurada pelo outro carregador.

32.4 MONITORIZAÇÃO DOS CONVERSORES

Os conversores deverão estar ligados ao sistema de monitorização do veículo, através de um protocolo de comunicação, de forma a permitir obter informação acerca do seu estado de funcionamento.

O conversor deverá contemplar um sistema de registo de avarias e ocorrências, onde para além do texto com a identificação da avaria/ocorrência (que deverá ser validado pelo ML) deve ter associado a data/hora, a identificação do veículo, o módulo ou carta eletrónica avariado, assim como o contexto associado à avaria/ocorrência, que consistirá no registo do valor dos sinais analógicos e o estado dos sinais digitais relevantes.

A leitura dos registos dos conversores deverá poder ser efetuada diretamente no veículo através de um PC ou através do MVB.

O software deverá funcionar em ambiente Windows, sem limitação de licenças. A extração dos dados registados deve ser feita de uma forma expedita para, por exemplo, uma folha de cálculo tipo excel, com possibilidade de aplicação de filtros, seleção de sinais e construção de gráficos.

Deverão ser fornecidas todas as ferramentas necessárias para efeitos de manutenção e reparação e todas as ferramentas que não sejam standard.

33. CAPTAÇÃO DE ENERGIA

Deverá ser instalado em cada cabina de condução um voltímetro para indicação do valor da tensão de rede. Esta informação também deverá ser disponibilizada no display do condutor.

O ponto escolhido para medida da tensão de rede deverá garantir de forma fidedigna a informação dada pelo voltímetro.

33.1 PANTÓGRAFO

O projecto e o funcionamento do pantógrafo devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN50206-2 'Railway Applications – Rolling stock – Pantographs: Characteristics and Tests – Pantographs for Metros and Light Rail Vehicles'.
- EN50317 'Railway applications – Current Collection Systems – Requirements for Validation of Measurements of the Dynamic Interaction between Pantograph and Overhead Contact Line'.
- EN50318 'Railway Applications – Current Collection Systems – Validation of Simulation of the Dynamic Interaction between Pantograph and Overhead Contact Line'.
- EN50405 'Railway Applications – Current Collection Systems – Pantographs, Testing Methods for Contact Strips'.
- EN50124-1 'Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment'.

- IEC60494 'Railway applications - Rolling stock - Pantographs - Characteristics and tests - Part 1: Pantographs for main line vehicles'..

O pantógrafo deve ser compatível com o Sistema de Catenária, em todas as suas posições de funcionamento, devendo o projecto garantir que a força de contacto se mantém dentro da tolerância sem causar o desgaste anormal dos componentes no contacto com a catenária.

Cada veículo deverá ter instalado um pantógrafo com capacidade de operar bidireccionalmente, em todas as velocidades especificadas e em qualquer ponto da rede.

Deverão ser previstos botões vermelhos de emergência do pantógrafo, em forma de cogumelo, em ambas as cabinas.

O sistema de acionamento do pantógrafo deverá ser preferencialmente do tipo elétrico, no entanto, não se exclui a hipótese de ser de acionamento pneumático, desde que devidamente justificado pelo Adjudicatário, ficando neste caso sujeito a aprovação do ML.

O pantógrafo deve poder ser accionado a partir de ambas as cabinas, devendo também ser previsto um sistema de acionamento manual, acessível a partir do interior do veículo.

O acionamento manual deverá ser realizado por intermédio de um dispositivo mecânico apropriado, que deverá ficar alojado no interior de cada veículo, com acesso limitado por chave apropriada.

A superfície de contacto do pantógrafo com a catenária deverá ser de grafite. No entanto, poderão ser propostas outras soluções, que ficarão sujeitas a aprovação pelo ML.

O esforço de apoio sobre o fio de contacto da catenária deverá ser regulável e constante (superior a 90 N), e independente da altura de captação.

Ao lado do pantógrafo, no tejadilho do veículo, deverá ser instalado o fusível de proteção de linha, dentro de caixa apropriada, com indicador de fusão do mesmo visível a partir do exterior. A zona do pantógrafo deverá estar devidamente isolada, não devendo provocar qualquer interferência no funcionamento e na segurança dos equipamentos próximos, devendo a sua instalação estar em conformidade com as Normas aplicáveis.

Em caso de avaria do pantógrafo deverá existir um mecanismo de isolamento relativamente aos restantes equipamentos.

O pantógrafo deverá ser submetido aos ensaios previstos nas Normas em vigor, nomeadamente a EN50206 e a IEC60494.

Com o objetivo de minimizar os deslocamentos do pantógrafo, provocados pela inscrição em curva, o equipamento de captação de energia estará montado tão próximo quanto possível da vertical do eixo de rotação do bogie mais próximo.

33.2 DESCARREGADOR DE SOBRETENSÃO

Na entrada da alta tensão, em cada veículo, deverá ser instalado um dispositivo estático de segurança contra sobretensões, isento de regulações, de manutenção e cujas características não se degradem com o tempo nem com agentes exteriores.

33.3 SISTEMA DE PROTEÇÃO DE ACESSO

As caixas/cofres com equipamentos ligados a alta tensão deverão ter um sistema de proteção que impeça o contacto involuntário do pessoal de manutenção com elementos sob tensão. O sistema de proteção deve garantir a segurança do pessoal de manutenção.

Todos os equipamentos deverão estar protegidos contra sobretensões e contra interferências eletromagnéticas.

Deverá ser prevista a possibilidade de efetuar a ligação do circuito de alta tensão à terra, para que se possa aceder aos equipamentos do veículo, ligados à alta tensão, em segurança.

34. SISTEMA ELECTRÓNICO

O Sistema electrónico deve estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN50155 'Railway Appliances – Electronic Equipment Used on Rolling Stock'.
- EN50207 'Railway Applications – Electronic Power Converters for Rolling Stock'.
- EN50261 'Railway Applications – Mounting of Electronic Equipment'.
- IEC61881 'Railway Applications – Rolling Stock Equipment Capacitors for Power Electronics'.

35. INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES

Os equipamentos devem ser agrupados por unidades funcionais e instalados em caixas no tejadilho.

No dimensionamento das caixas deve ser sempre tido em conta que deverá ser facilitado o seu manuseio nas tarefas de manutenção.

As caixas que necessitem de meios auxiliares para serem manuseadas devem ser equipadas com olhais de elevação.

A retirada das caixas do veículo deve ser uma tarefa fácil e deverá ser realizada no menor tempo possível.

As caixas deverão ser fornecidas com tampas removíveis para facilitar o acesso aos equipamentos no seu interior.

As peças removíveis, com as mesmas características, deverão ser intermutáveis.

A instalação das caixas dos equipamentos deve cumprir o estipulado nas Normas em termos de choque, vibração e também deverão ser implementadas todas as blindagens necessárias de forma a evitar arcos elétricos, quer a nível das caixas, quer a nível dos cabos elétricos.

A ligação/desligação dos cabos deverá ser realizada de forma fácil e rápida.

Sempre que a troca de fichas possa ter implicações a nível da segurança e funcionamento do veículo, estas devem ser codificadas de forma a impossibilitar essa troca.

Deve ser feita a separação galvânica entre os cabos de alta tensão DC, baixa tensão DC e tensão AC.

36. APARELHAGEM ELÉTRICA

36.1 CABOS E CONDUTAS

Os cabos e condutas do veículo devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

Publicações da IEC:

IEC228 - Conductors of insulated cables.

IEC332-1 - Tests on electric cables under fire conditions.

IEC502 - Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30kV.

IEC540 - Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds).

IEC60811-201 'Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness'.

NF C 32-070 'Conducteurs et câbles isolés pour installations - Essais de classification des conducteurs et câbles du point de vue de leur comportement au feu'.

NFPA258 'Recommended Practice for Determining Smoke Generation of Solid Materials'.

IEEE383 'Qualifying Electric Cables and Splices for Nuclear Facilities'.

Todos os cabos deverão ser de máxima qualidade, com isolamentos adequados e de acordo com as Normas em vigor, nomeadamente em termos de comportamento ao fumo e fogo e em termos de resistência eléctrica e mecânica. Deverá ser garantida uma vida útil superior a 15 anos, sem envelhecimento precoce dos isolamentos e bainhas.

Preferencialmente deverão estar adaptados às recomendações do documento: "*Performance specifications for development of electric wire and cables with improved fire characteristics for use in underground transit systems*" de UITP - APTA e recomendações UITP.

A escolha do tipo de cabos em cada circuito deverá obedecer a critérios rigorosos de fiabilidade e segurança, tendo em atenção o tipo de serviço a que se destinam, quer do ponto de vista eléctrico, quer mecânico.

Os cabos de alta tensão deverão estar fisicamente separados dos cabos de baixa tensão, devendo para o efeito ser instalados em condutas separadas.

Por outro lado, os cabos de transmissão de dados deverão ser blindados e também instalados em condutas separadas devidamente adaptadas.

Deverão ser indicados os diversos tipos de cabos que se pretende utilizar no veículo, a sua aplicação e respetivas características, nomeadamente os cabos de potência, os cabos de comando, os cabos blindados e os cabos dos sistemas Bus.

A instalação dos diversos tipos de cabos no veículo deverá estar em conformidade com as Normas ferroviárias em termos de compatibilidade electromagnética.

Os caminhos de cabos a definir para a passagem dos cabos, quer no tejadilho quer ao longo do leito, deverão estar em conformidade com as Normas aplicáveis, de forma a evitar que estes fiquem sujeitos a esforços que os levem à sua deterioração precoce.

A passagem dos cabos entre módulos do veículo, deve ser feita através de caixas de ligação entre módulos adjacentes de modo a que se limite ao máximo os esforços mecânicos a que os cabos fiquem sujeitos, não podendo, em qualquer situação de circulação do veículo, roçar em outros elementos.

No tejadilho do veículo devem ser previstas zonas de passagem para efeitos de manutenção, por forma a não pisar os cabos ou as respetivas condutas.

Para os condutores de comando deverá ser prevista uma reserva de cerca de 20% (a analisar com o ML em fase de projecto).

Os condutores dos sistemas Bus e circuitos de segurança deverão ser duplicados.

Nas condutas (caleiras) deverá ser prevista uma reserva de espaço de cerca de 1/3, para eventuais instalações futuras. As caleiras deverão ter tampas com fixação segura para acesso e desmontagem e no seu interior os cabos serem fixados com braçadeiras.

Os cabos serão identificados à saída e à chegada, e também ao longo do seu percurso, em conformidade com o esquema de cablagem que deverá ser acordado e validado pelo ML.

A identificação deverá ser feita por marcadores apropriados que garantam ao longo da vida útil do veículo a legibilidade da informação.

36.2 CONETORES

Os conectores utilizados no veículo deverão ter as características adequadas em função do tipo de sinais elétricos transmitidos, assim como das características construtivas e mecânicas necessárias em cada caso.

Os conectores deverão estar homologados para o meio ferroviário, em conformidade com as Normas em vigor.

Deverá reduzir-se ao máximo a diversidade de conectores e de terminias e, sempre que possível, escolher modelos que possam ser fornecidos por vários Fornecedores, por forma a reduzir os custos a nível de stock de manutenção e dependência de fabricantes.

Os conectores localizados no exterior do veículo deverão permitir uma perfeita estanquidade à entrada de poeiras e humidade. Também deverão estar preparados para as condições de utilização, nomeadamente a lavagem automática, assim como outras condições ambientais que possam ocasionar a sua deterioração e corrosão.

Deverão ser submetidos à aprovação do ML, em fase de projecto, todos os conectores a instalar no veículo e respetivas características, devendo também ser entregues os dados dos seus fabricantes e evidência de que são conectores homologados para veículos ferroviários.

Deverão também ser indicadas referências da utilização deste tipo de conectores noutros projectos similares, com dados reais da fiabilidade dos mesmos.

Todos os conectores do veículo deverão possuir um sistema de encravamento mecânico que

garanta o seu correto posicionamento e bons contactos, independentemente das vibrações ou outros movimentos a que fiquem sujeitos.

Não deverão ser necessárias ferramentas especiais para desligar os conectores.

Sempre que se justifique deverá ser instalado um sistema de codificação que impossibilite a troca dos conectores, de forma a evitar trocas nas ligações.

Não serão aceites conexões de cabos multifilares sem recurso a ponteiras na fixação.

36.3 CONTACTORES E RELÉS

Os contactores e relés deverão estar homologados para veículos ferroviários e serem adequados para funcionar com variações de +15% e -30% em torno da tensão nominal.

A temperatura atingida pelas bobinas em ligação permanente não deverá provocar queimaduras por contacto físico, nem a deformação mecânica dos contactores e relés.

Deverão ser entregues, em fase de projecto, as características técnicas dos contactores e relés, nomeadamente os dados de fiabilidade e o número de manobras em vazio e em carga, previstos para a sua vida útil, por forma a justificar a sua escolha.

Os contactores e relés deverão estar em conformidade com as Normas em vigor em termos de estanqueidade, nomeadamente contra a entrada de poeiras e humidade, e estarem adaptados ao funcionamento em meio ferroviário.

Os contactores e relés deverão possuir um mecanismo de acionamento manual e terem uma sinalização que indique o seu estado.

As bobinas deverão ter um dispositivo que realize a função de absorver os picos de tensão que se produzem na sua desligação (por exemplo um díodo de roda livre), por fora a que não sejam afetados os equipamentos do veículo.

36.4 LIGAÇÃO DE MASSA E RETORNO DE CORRENTE

A ligação de massa e o retorno de corrente devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- UIC533 'Vehicles, protection by earthing of metal parts';
- IEC61991 'Railway applications - Rolling stock - Protective provisions against electrical hazards'.

O projecto do veículo deverá garantir a correta ligação à terra de todas as massas metálicas, caixas dos aparelhos e equipamentos.

Deverão ser apresentados os requisitos dos retornos de corrente de todos os equipamentos elétricos e eletrónicos, com especial atenção para os que estejam ligados à alta tensão, por forma a garantir que não existam quedas de tensão, ou correntes de fuga que possam afetar as pessoas ou equipamentos.

37. EMC

Em termos de compatibilidade electromagnética o veículo deverá ser projectado em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente a Norma EN50121 'Railway applications. Electromagnetic compatibility General.'

O Adjudicatário será o responsável pela realização dos testes de compatibilidade electromagnética no veículo nas instalações do ML.

38. DESEMPENHO DO VEÍCULO

Devem ser apresentados os cálculos e os gráficos de desempenho do veículo, para o traçado correspondente, em ambas as direções, devendo ser apresentado, pelo menos, o seguinte:

- (a) Tempo entre estações;
- (b) Energia de tração consumida entre estações;
- (c) Energia regenerada entre estações, considerando que a rede está receptiva;
- (d) Tempo total de percurso;
- (e) Percurso de ida e volta;
- (f) Energia consumida de ida e volta.

Os cálculos de desempenho devem ser garantidos para uma tensão de linha de 675 Vdc e rodas semidesgastadas com veículos na condição de carga Q3 em ambas as direções.

Os totais de energia devem incluir todas as perdas em equipamentos e / ou sistemas.

39. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

39.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS

O sistema de informação aos passageiros deverá contemplar dois modos de funcionamento dependendo do modo de condução do veículo:

- a) Modo de condução sob controlo do ATP: as informações serão desencadeadas automaticamente com base no sistema de localização do veículo, nomeadamente a informação de destino, próxima estação, correspondências, lado de abertura de portas, número de exploração do veículo e eventualmente outras mensagens de encaminhamento dos passageiros.
- b) Modo de condução sem controlo do ATP: as informações serão desencadeadas por intermédio do equipamento IBIS (Integrated on-board Information System) embarcado, as quais se baseiam em informações pré-gravadas, relativas ao destino, próxima estação e mensagens de apoio à operação. Estas informações serão seleccionadas manualmente pelo condutor. O anúncio de próxima estação poderá ser desencadeado, por exemplo, tendo por base o sinal de fecho de portas.

Todas as informações visuais e sonoras devem ser precedidas de sinais de advertência visuais ou sonoros.

As informações sonoras devem ser transmitidas em português e as informações escritas apresentadas em português e inglês.

O número de altifalantes, a sua instalação e a potência de saída, deverão garantir que as informações dadas aos passageiros sejam ouvidas perfeitamente em qualquer ponto do veículo, independentemente da velocidade de circulação e do local da rede (superfície ou túnel).

Os altifalantes deverão ser facilmente acessíveis para a manutenção, e não deverão ser acessíveis pelos passageiros.

39.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE DESTINO/ESTAÇÃO

A exibição das informações sobre o destino/próxima estação do veículo deve ser automática por meio da integração com o sistema de localização do veículo.

Os displays externos e internos devem ser do tipo LED.

As telas internas dos displays devem ter:

- matriz ativa LCD TFT de alta definição (DVI-D) com uma área de visualização diagonal mínima de pelo menos 17 ", que deve ser instalada dentro de uma armadura adequada à função e resistente a vandalismo.

Os displays devem ser certificados em conformidade com todos os padrões relevantes, por exemplo, a nível de Compatibilidade Eletromagnética (EN50121-3-2: 2000) e Choque e Vibração (EN61373).

O sistema deve ter as seguintes características:

- Os displays exteriores, com a informação do destino e número do veículo, devem estar localizados na parte superior de cada cabina de condução e na lateral do veículo, na quantidade de pelo menos 2 por cada lateral, em posições a definir.

O controlo da informação deve ser feito eletricamente a partir da cabina de condução ativa, pelo condutor.

Os displays devem estar iluminados e deve ser possível, independentemente das condições de iluminação exteriores, a uma distância de 50 m visualizar a informação dos displays frontais e a pelo menos 20 m visualizar a informação dos displays laterais.

A informação escrita deve poder ser apresentada em português e em inglês, em simultâneo ou alternadamente.

O carregamento da informação e a sua atualização devem poder ser realizadas de uma forma expedita a partir do interior do veículo e/ou à distância (via MVB) a partir de um posto centralizado, dando-se preferência a esta última.

O sistema deve estar interconectado com todos os dispositivos de informação do veículo.

- Os displays interiores, de anúncio automático de próxima estação, localizados nos topos dos módulos de passageiros, sobre a intercirculação e porta de acesso à cabina, devem apresentar informação escrita de próxima estação, bem como mensagens especiais. Os displays interiores de destino/próxima estação devem ser facilmente lidos por todos os passageiros sentados e em pé. Devem normalmente indicar o nome da estação em que o veículo se encontra parado e, subsequentemente, o nome da próxima estação, que será desencadeada após arranque do

veículo e depois de percorrida determinada distância (a definir). Também deve ser possível apresentar outras informações, nomeadamente mensagens pré-definidas tendo em conta vários cenários de operação ou informações de emergência, a serem selecionadas manualmente pelo condutor (a definir).

- Painéis de diagrama da rede, localizados sobre as portas de passageiros, com informação gráfica dinâmica do posicionamento do veículo na linha, informação da próxima estação, identificação do lado de abertura de portas, e eventualmente outro tipo de informações dirigidas aos passageiros no sentido de facilitar a sua deslocação.

Devem ser reservados locais no interior do veículo para colocação de mapas com as rotas, ligações a outros meios de transporte e outras informações.

A informação sonora deve ser fornecida por meio de anúncios pré-gravados, tanto a informação relativa às paragens, como às mensagens pré-gravadas.

A informação sonora deve ser integrada nos displays interiores visualmente.

A informação a incluir será definida durante o desenvolvimento do projecto.

No teto de cada compartimento do veículo deverão ser integrados os alti-falantes suficientes para permitir que a informação sonora seja claramente ouvida por todos os passageiros, em qualquer ponto do veículo e em qualquer zona da rede, independentemente da velocidade e da carga do veículo.

O equipamento integrará um sistema automático de regulação do volume no interior do veículo de forma a compensar a diferença no nível de ruído de fundo existente.

Deve ser possível fazer o ajuste do nível de som dos alti-falantes, por uma pessoa devidamente qualificada.

- Comunicação com o interior do salão de passageiros:

Deve ser possível transmitir mensagens sonoras aos passageiros, através do sistema de som, quer pelo condutor quer pelo Posto de Comando Central. A comunicação do Posto de Comando Central para o salão de passageiros não terá qualquer intervenção do condutor. Estas mensagens terão prioridade sobre as mensagens pré-gravadas e sobre a informação de destino e estação.

39.3 SISTEMA DE COMUNICAÇÕES

O sistema de comunicações do veículo deverá permitir a comunicação de voz entre:

- Cabina de condução ↔ cabina de condução;
- Cabina de condução ↔ intercomunicador de sinal de alarme de passageiros;
- Cabina de condução ↔ Posto de Comando Central;

- Cabina de condução → salão de passageiros;
- Posto de Comando Central → salão de passageiros.

Nota: → comunicação unidirecional
↔ comunicação bidirecional

As comunicações deverão obedecer a um sistema de prioridades que será definido em fase de projecto com o ML.

O equipamento do sistema de comunicações deverá ser integrado num *rack*, onde estarão as cartas eletrónicas respetivas. Deverá ser possível visualizar a informação, na parte frontal exterior, relativa ao estado de funcionamento/sinalização de cada carta sem ser necessário fazer a sua desmontagem. Caso a troca de posição das cartas possa causar problemas no seu funcionamento ou na operação do veículo, as mesmas deverão ter uma codificação mecânica, de forma a evitar trocas. Todo o equipamento e respetiva cablagem deverá estar devidamente protegida contra interferências externas.

O carregamento da informação e a sua atualização devem poder ser realizadas de uma forma expedita a partir do interior do veículo e/ou à distância a partir de um posto centralizado, dando-se preferência a esta última.

Todo o equipamento do sistema de comunicações deverá ser de fácil acesso de modo a facilitar as tarefas de manutenção.

O equipamento do sistema de comunicações deverá integrar um microfone e um radiotelefone, cada um ativado através da sua botoneira respetiva.

O microfone deverá ser posicionado de forma a que o condutor, a partir da sua posição normal de condução, consiga transmitir as mensagens sonoras de forma clara, quer para os passageiros, quer para o Posto de Comando Central.

40. SISTEMA IBIS

O sistema IBIS (Integrated on-board Information System) fará o controlo das informações aos passageiros, nomeadamente o destino, número do veículo, o anúncio automático da próxima estação, mensagens de correspondência e mensagens pré-definidas que se julguem de interesse.

As mensagens serão sempre desencadeadas de forma falada e escrita.

A informação do destino e o número do veículo serão apresentados no display exterior frontal da cabina e nos displays exteriores laterais do veículo.

A próxima estação, correspondências e outras mensagens escritas pré-definidas serão apresentadas nos displays interiores do salão de passageiros.

No caso das mensagens escritas pré-definidas deverão ser desencadeadas mais do que uma vez, a definir durante o projecto.

Deverá ser instalado um equipamento IBIS em cada cabina do veículo.

O sistema IBIS deverá contemplar uma consola de comando, localizada na cabina de condução, a partir da qual o condutor deverá poder selecionar a linha, o percurso, introduzir o número de exploração do veículo e desencadear mensagens pré-definidas.

A informação relativa à próxima estação será desencadeada automaticamente em função da movimentação do veículo e da abertura/fecho de portas. No entanto o condutor também deverá ter possibilidade de efetuar correções durante o percurso e desencadear o anúncio da próxima estação.

As mensagens pré-definidas, escritas e sonoras, devem poder ser desencadeadas pelo condutor, de forma fácil, sem qualquer implicação com o procedimento de seleção da linha/percurso. Deverá ser definido durante o projecto o esquema de prioridades para apresentação destas mensagens.

Após a apresentação das mensagens pré-definidas, o sistema retomará o processo normal de apresentação da informação.

A gravação da informação (linhas, percursos, mensagens, etc.) escrita e respetivos ficheiros de som, assim como as futuras atualizações/alterações, devem ser realizadas diretamente na memória do equipamento do sistema de informação através de PC, sem necessidade de mudança física de memórias, dando-se preferência à gravação da informação via MVB. O carregamento da informação no sistema deverá ser realizada de forma centralizada, ou seja, será atualizada em simultâneo toda a informação (escrita e sonora) a disponibilizar nos displays interiores, exteriores, consola IBIS, etc.

Deverá ser fornecido todo o equipamento necessário e respetivo software (sem limitação de licenças), compatível com as versões mais recentes do Windows.

O software e respetivo processo de carregamento e atualização/alteração da informação deverão ser expeditos e amigáveis para o utilizador.

O equipamento IBIS deverá estar sincronizado em termos de data/hora com os restantes equipamentos do veículo.

41. SISTEMA MULTIMÉDIA

Deverá ser instalado equipamento multimédia no interior do veículo, para disponibilização de informação aos passageiros (informação do posicionamento do veículo na rede, perturbações, publicidade, interface com outros meios de transporte, etc.) com atualização por rede *Wi-Fi* (ou outro sistema concorrente) ou por carregamento remoto em determinados locais (a definir). O sistema deverá estar interconectado com o sistema IBIS.

Para o efeito deverão ser instalados monitores posicionados de forma a que a informação seja visível a partir de qualquer ponto do interior do veículo.

Os monitores deverão ter proteção anti-vandalismo.

O software do sistema multimédia deverá ser controlado pelo Sistema de Controlo Central do veículo.

42. WI-FI

Deverá ser previsto um sistema Wi-Fi a bordo do veículo (ou outro sistema concorrente), para disponibilização do serviço de *internet* aos passageiros devendo ser apresentadas as características do sistema proposto.

43. CONTAGEM DE PASSAGEIROS

Deverá ser instalado um sistema de contagem automática de passageiros em todos os veículos.

O sistema deverá contemplar uma unidade central que será responsável pela gestão, recolha e tratamento da informação.

O sistema deverá ter as seguintes características:

- Permitir a exportação de dados para um sistema central.
- Informar os passageiros acerca da ocupação de cada veículo em exploração.
- Utilizar os dados de contagem dos passageiros dos veículos para as vertentes operacional e de manutenção.
- Fazer a interface com o sistema de informação aos passageiros na estação.
- O sistema de contagem de passageiros deverá estar integrado na rede de comunicações comum do veículo.
- O protocolo de comunicação entre o sistema de contagem de passageiros e o veículo deverá ser standard e aberto.

O sistema de contagem automática de passageiros poderá estar integrado no sistema de videovigilância.

44. REDE DE COMUNICAÇÕES

A rede de comunicações deverá estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- IEC61375 'Electronic railway equipment - Train communication network (TCN)'.
- Diretiva Europeia EU NIS 2016/1148 'Segurança das redes e dos sistemas de informação em toda a União Europeia'.

A rede de comunicações do veículo deverá ser redundante e implementada sob a forma de um barramento cabeado (WTB) e um barramento de dados (MVB) de acordo com a Norma IEC 61375.

Deverão ser entregues, em fase de projecto, os diagramas funcionais de comunicação em rede, incluindo a lista de todos os sinais e parâmetros que circulam no barramento de forma a auxiliar o despiste de avarias e perfil de funcionamento de equipamentos.

Também deverá ser contemplada uma rede Ethernet por forma a permitir a integração de sistemas, nomeadamente o sistema de CCTV, o sistema de comunicações, sistema de contagem de passageiros, sistema de informação aos passageiros, monitorização e apoio à manutenção, entre outros.

Esta rede deverá incluir um módulo de comunicações. Esta rede deverá adotar soluções com as mais recentes tecnologias e segurança disponíveis no mercado.

45. RADIOCOMUNICAÇÕES

O veículo deverá ser equipado com um sistema de radiocomunicações, que suporte as comunicações de voz e de dados.

O sistema de radiocomunicações deverá fazer a interligação com todos os periféricos que fazem parte do sistema, nomeadamente o microfone, botoneiras, altifalantes, microtelefone, consola do rádio, antena, etc.

Deverá ser assegurada a alimentação permanente do sistema, por fonte de alimentação ininterrupta, de forma a salvaguardar eventuais falhas de energia, garantindo continuamente as comunicações embarcadas e de/para fora do veículo.

A ligação da cabina e do conversor auxiliar fará a ligação do rádio da cabina ativa.

O veículo deverá ser equipado com um sistema de radiocomunicações, que suporte as comunicações de voz e de dados com base em tecnologia de equipamentos TETRA (Terrestrial Trunked Radio), integrado na Rede SIRESP (Sistema Integrado das Redes de Emergência e Segurança de Portugal).

A rede do operador SIRESP situa-se na faixa de frequência entre os 380-400MHz com potências admissíveis para rádios portáteis de 1W e rádios móveis de 3W. O algoritmo de criptografia a utilizar nas comunicações será em classe 2 (TAE2).

O sistema deverá cumprir as normas e especificações TETRA em vigor.

Os equipamentos a fornecer deverão ser totalmente compatíveis com as Normas TETRA, devendo ser entregues certificados de ensaio dos equipamentos que comprovem a referida compatibilidade.

O sistema de radiocomunicações deverá permitir a comunicação entre o Posto de Comando Central e o condutor, numa via bidirecional, e entre o Posto de Comando Central e o salão de passageiros, numa via unidirecional, sem intervenção do condutor.

O sistema de comunicações deverá contemplar:

- Um microtelefone na cabina de condução para utilização pelo condutor;

-
- Um comutador do tipo PTT (Press To Talk), para a comunicação entre cabinas de condução e o Posto de Comando Central.

Na cabina ativa, o sistema comuta o áudio, por defeito, para o altifalante de cabina. O altifalante de cabina será inibido quando o condutor levantar o microtelefone ou o Posto de Comando Central realizar uma chamada para os passageiros a partir da cabina ativa.

O equipamento do sistema de radiocomunicações deverá ser integrado num *rack*, onde estarão as cartas eletrónicas respetivas.

O sistema também deverá permitir o envio de mensagens de texto e de estado de determinados equipamentos a bordo do veículo e de eventos para o Posto de Comando Central, a definir durante o projeto.

46. SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO CENTRALIZADO

Deverá ser previsto um sistema de monitorização centralizado, que permita o envio para um posto central, a instalar em local a definir durante o desenvolvimento do projecto, para recolha, tratamento e monitorização da informação dos veículos.

O sistema de monitorização deverá permitir construir uma base de dados com o historial do funcionamento dos veículos, dos sistemas e equipamentos, assim como disponibilizar dados para análise de operação e manutenção.

O sistema deverá permitir:

- Recolher os dados existentes ao nível dos veículos, que deverão incluir a informação contínua de todos os parâmetros e variáveis relativas ao funcionamento dos diversos sistemas e equipamentos;
- Transmitir os dados referidos, de forma ordenada e rastreável, para uma plataforma de dados;
- Lançar alertas ao utilizador da plataforma que lhe permita identificar os veículos, que necessitem de intervenção, com base numa perspetiva funcional do sistema (a definir com o ML);
- Fornecer um software que permita o tratamento e a visualização imediata dos dados residentes na plataforma;
- Salvar todos os dados, de forma a que não ocorra perda de informação.

O software a fornecer para tratamento dos dados deverá ser amigável e intuitivo, devendo permitir a apresentação da informação em tabela, com possibilidade de aplicação de filtros, assim como contemplar uma interface para apresentação gráfica.

Deverá ser possível apresentar uma visão geral dos veículos, assim como uma visão mais detalhada de cada veículo. Para ambas as situações deverão ser definidos os parâmetros base a apresentar, por defeito, com apresentação em tabela e/ou gráfico. De qualquer forma, deverá ser sempre possível adicionar quaisquer outros dados, dentro dos disponíveis na base de dados relativos aos veículos, aplicar filtros e fazer a sua apresentação em tabela e/ou gráfico.

A informação a recolher dos veículos deverá incluir, entre outros, os seguintes parâmetros:

- Tensão, corrente, temperatura, velocidade, aceleração, carga, sinais/parâmetros relativos à operação das portas, energia consumida, energia recuperada, quilómetros percorridos, diâmetro das rodas, alarmes, registos de avarias, dados de funcionamento do veículo em operação, dados

para manutenção, etc.. Todos os parâmetros/variáveis/sinais deverão ter associado a data/hora da recolha do registo/ocorrência, identificação do veículo, equipamento/módulo, etc.

O sistema de monitorização deverá associar a localização do veículo na rede aos dados recolhidos pelo sistema, com base na utilização dos dados gerados pelo sistema ATP e na informação disponibilizada pelo sistema IBIS.

Nenhuma das funcionalidades intrínsecas a este sistema poderá estar limitada por questões de propriedade de utilização, ou titularidade, de software.

A plataforma deverá lançar alertas, por exemplo, em caso de falha/interrupção no envio de dados de um veículo, identificar o veículo e informar da situação.

Deverão ser considerados vários níveis de acesso à plataforma com diferentes tipos de permissões, os quais deverão ser definidos e validados pelo ML, durante a fase de projecto. Nas permissões a atribuir, entre outras, deverá estar contemplada a possibilidade de configurar determinados parâmetros do veículo (a definir e validar pelo ML durante a fase de projecto) individualmente, por conjunto de veículos ou totalidade dos veículos.

A definição, parametrização e configuração do sistema de monitorização deverá ser submetido a aprovação pelo ML em fase de projecto.

Também deverá ser indicado, em fase de projecto, o protocolo de comunicação a utilizar.

O método de transmissão de dados entre o veículo e a plataforma do ML deverá permitir a utilização de canais ou meios de fornecedores/fabricantes concorrentes.

O veículo deverá ter possibilidade de armazenar todos os dados relativos a um determinado período de operação, a definir, que não deverá ser inferior a duas semanas e descarregar os mesmos quando tiver um canal de comunicação disponível.

46.1 APOIO À MANUTENÇÃO

O sistema deverá permitir a disponibilização de dados que circulam no MVB para integração no sistema de monitorização.

Em fase de projecto deverão ser definidos os dados a integrar, devendo para o efeito o Adjudicatário propor uma lista dos sinais a integrar, a qual deverá ser validada pelo ML.

No entanto, deverá ser assegurada a possibilidade do utilizador poder acrescentar/atualizar parâmetros sempre que o entenda.

Os dados disponibilizados para monitorização também deverão permitir apoiar a manutenção na manutenção preditiva.

Também deverá ser assegurada a possibilidade de acionar um modo de investigação, no qual o utilizador poderá definir, por exemplo, o veículo a investigar, os parâmetros a monitorizar, o período de monitorização, etc., com o respetivo envio para a plataforma de monitorização.

O Adjudicatário deverá assegurar a instrumentação dos equipamentos de forma a que seja possível disponibilizar os respetivos dados no sistema de monitorização.

47. PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

Os componentes ou partes, que não serão acessíveis após a montagem, devem receber proteção anticorrosão adequada antes da montagem. Eventuais estruturas ocas devem ser equipadas com bujões roscados para inspeção e re-proteção. O projecto deve ter em consideração a condensação da humidade e a drenagem da água condensada.

O Adjudicatário deve especificar qual o procedimento implementado para a proteção contra a corrosão e indicar as instruções para a re-proteção.

48. ENSAIOS/TESTES E CONTROLOS

Os veículos devem ser testados em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- EN 50215 'Railway Applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service'.
- IEC 61133- 'Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service'.

Os ensaios e controlos deverão compreender:

- Controlos nas várias fases de fabrico;
- Ensaios de resistência mecânica;
- Controlos dimensionais e geométricos;
- Controlos de peso;
- Ensaios de estanqueidade;
- Ensaios e controlo de materiais, órgãos, aparelhagem e equipamentos do tipo mecânico, eléctrico, electrónico, pneumático, hidráulico (se aplicável) à saída de fábrica;
- Controlos e ensaios dos veículos antes da expedição;
- Controlos e ensaios/testes dos veículos nas instalações da Empresa;
- Controlos e ensaios/testes dos veículos na linha de ensaios e em linha (rede de exploração).

Os equipamentos e sistemas que integrem o veículo deverão ser sujeitos a ensaios simples/isolados, para confirmação das suas características e funções a desempenhar, a ensaios/testes integrados no sistema de que fazem parte e no veículo como um todo.

Deverá ser apresentada a lista de todos os ensaios/testes que o Adjudicatário propõe realizar.

Todos os ensaios/testes a realizar deverão estar em conformidade com as Normas aplicáveis e deverão demonstrar as características específicas e funcionais dos equipamentos, sistemas e materiais escolhidos para o projecto.

Deverão ser contemplados ensaios/testes tipo que comprovem a qualidade e adequabilidade do veículo ao serviço a prestar, evidenciando que o projecto e o processo de fabrico, estão corretos e em conformidade com o especificado pelo ML.

Para as características do veículo que só será possível verificar a médio e longo prazo, nomeadamente fiabilidade, durabilidade de componentes específicos, deverá ser previsto um mecanismo de avaliação e demonstração destas características, ficando a Receção Definitiva condicionada ao cumprimento das mesmas.

O Adjudicatário deverá comprovar a compatibilidade da via com o gabarit apresentado na sua Proposta do veículo a fornecer, sem prejuízo do cumprimento do requisito relativo ao gabarit estático especificado pelo ML.

Este estudo deverá ser entregue ao ML e deverá evidenciar o grau de compatibilidade do gabarit do veículo com a infraestrutura, designadamente a possibilidade do veículo poder circular em condições de exploração normal na referida infraestrutura.

48.1 ENSAIOS TIPO E ENSAIOS SÉRIE

Para ensaio e controlo dos equipamentos, sistemas e veículos completos deverão ser consideradas duas classes de ensaios, os ensaios tipo e os ensaios série.

Deverão ser realizados todos os ensaios aplicáveis previstos na Normas EN 50215/ IEC 61133.

Ensaio Tipo

Ensaio a realizar nos primeiros veículos construídos. Devem ser realizados para demonstrar que o projecto do veículo atende aos requisitos de desempenho especificados. Devem ser feitas as medições necessárias por forma a abranger todos os parâmetros essenciais para verificar os requisitos de desempenho dos equipamentos, sistemas e veículo.

Os ensaios/testes deverão incluir, entre outras, as seguintes verificações:

- Verificação do gabarit na Linha Violeta;
- Verificação do consumo energético nas condições especificadas;
- Verificação das performances do veículo em tração e em travagem, em vazio e nas diversas condições de carga;
- Verificação das performances do veículo em tração e em travagem, com o veículo em condições degradadas e com a via em condições degradadas;
- Verificação dos movimentos iniciar, parar, rebocar ou impelir outro veículo, nos declives mais severos e nas curvas mais complexas da rede, com um veículo em carga Q0 e outro em carga Q4 (8 passageiros/m²);
- Verificação dos circuitos de segurança;
- Verificação do registo dos sinais no registador de ocorrências, assim como a sua leitura, transferência e análise. Também deverá ser verificada a possibilidade de parametrização de novos sinais.
- Verificação do carregamento e atualização da informação a disponibilizar no sistema de informação embarcado para os passageiros, nomeadamente a informação da próxima estação, correspondências, etc.;

- Verificação das temperaturas alcançadas por determinados órgãos durante um serviço normal de exploração, em hora de ponta, como por exemplo, o conversor auxiliar, resistências de travagem, órgãos de rolamento, de suspensão, motores de tração, discos de freio, grupo compressor (se aplicável), etc.;
- Verificação das acelerações na caixa e nos bogies em diversas condições de carga;
- Verificação dos níveis de ruído no interior do veículo, em zonas exteriores e no cais das estações na passagem do veículo, a diversas velocidades;
- Verificação dos sistemas de comunicação no interior do veículo, entre veículos em situação de dois veículos acoplados, e entre o veículo e o Posto de Comando Central;
- Verificação dos sistemas de transmissão de informação, transmissão de dados dos equipamentos/sistemas embarcados e transmissão do sistema de videovigilância para o Posto Central;
- Verificação da transmissão da informação entre o equipamento embarcado e o equipamento localizado na via;
- Verificação da não interferência das perturbações electromagnéticas no sistema de sinalização;
- Verificação do funcionamento e características principais dos sistemas auxiliares;
- Verificação do acoplamento mecânico e eléctrico entre dois veículos;
- Verificação do bom funcionamento de todos os sistemas e funcionalidades na configuração de dois veículos acoplados;
- Verificação de alguns dos componentes (fabricados por fundição, maquinaria, etc.) com função de suporte/fixação/ligação, etc., (como por exemplo, suportes de apoio do motor, eixo do rodado, suporte de freios electromagnéticos, peças ligação ao bogie) através de ensaio não destrutivo, nomeadamente ultrassons, radiografia, magnetoscopia, por forma a verificar a não existência de deformações nos referidos componentes.

Alguns dos componentes (por amostragem) deverão ser testados antes da sua montagem no veículo.

A identificação dos componentes a verificar deverá ser feito em conjunto com o ML.

Ensaio Série

Ensaio a realizar em cada veículo. São ensaios a realizar sobre os equipamentos e veículos completos fornecidos que terão como objetivo confirmar o correto fabrico e funcionalidade integral do veículo através da verificação de parâmetros de controlo de qualidade e de funcionamento.

Os ensaios série englobarão ensaios estáticos e dinâmicos, a realizar em fábrica e nas instalações da Empresa:

- Ensaio estáticos de todos os equipamentos, sistemas e respetivas funcionalidades;
- Ensaio dinâmicos, a realizar em via de ensaio ou em linha (na rede de exploração), para verificação das funcionalidades de todos os sistemas do veículo, ensaios de tração/travagem e verificação dos sistemas de segurança.
- Ensaio de acoplamento entre veículos e verificação das respetivas funcionalidades.

Na lista de ensaios a entregar deverão ser especificados todos os ensaios a realizar, com discriminação das características do ensaio, nomeadamente se se trata de ensaio tipo, ensaio série, ensaio estático, ensaio dinâmico, e com indicação do local onde deverá ser realizado, em fábrica (nas instalações do Adjudicatário ou seus subfornecedores) ou nas instalações da Empresa. De notar que, em caso algum, a realização dos ensaios em fábrica poderá substituir a realização de ensaios previstos realizar nas instalações da Empresa.

Após a realização de todos os ensaios aplicáveis previstos nas Normas EN 50215/ IEC 61133, e antes da entrada em serviço de cada veículo, serão realizados os ensaios de endurance e de marcha em vazio.

Ensaio de endurance e de marcha em vazio

Ensaio a realizar em linha de exploração, onde os veículos circularão sem passageiros e em condições de operação a acordar com o ML. Estes ensaios têm como objetivo identificar eventuais anomalias de construção dos veículos, ou até de projecto ou fornecimento, em condições de marcha em vazio.

Considera-se que o primeiro veículo entregue deverá realizar um ensaio de endurance de, no mínimo, 5.000km. Terminado o ensaio de endurance do primeiro veículo, seguir-se-ão os dos restantes veículos que deverão realizar um mínimo de 500km cada veículo, como ensaio de endurance.

A deteção de toda e qualquer avaria terá como consequência o reinício do ensaio após a respetiva correção.

No projecto, e fornecimento, deverá ser considerada a possibilidade de introduzir facilmente as modificações que derivem dos ensaios tipo.

As Receções Provisórias dos veículos estarão condicionadas à obtenção de resultados positivos em todos os aspetos abrangidos pelos ensaios tipo, série e integrados, quer de veículos, quer de equipamentos e sistemas.

Os ensaios e controlos que forem realizados até à Receção Provisória, serão da responsabilidade do Adjudicatário e ainda os que se torne necessário realizar posteriormente para verificação e correção de deficiências detetadas quer de conceção de sistemas, quer de comportamento de equipamentos ou componentes dos veículos.

Os ensaios série de receção de materiais e equipamentos de subfornecedores serão controlados pelo Adjudicatário que informará o ML das datas da sua realização, com a antecedência mínima de dois meses em relação ao primeiro ensaio previsto. O ML reserva-se o direito de assistir a esses ensaios ou fazer-se substituir por representante devidamente credenciado.

O ML reserva-se também o direito de assistir a todos os ensaios tipo, pelo que o Adjudicatário deverá informar o ML com a antecedência mínima de dois meses em relação ao primeiro ensaio previsto e confirmará cada uma das datas com uma antecedência mínima de duas semanas, sem o que o ensaio tipo não poderá ser realizado.

Os protocolos de ensaio deverão ser enviados ao ML, no mínimo com 3 meses de antecedência, por forma a permitir a sua análise/aceitação.

No caso de equipamentos já utilizados noutros veículos, de fornecimentos recentes (últimos 3 anos), os respetivos ensaios tipo poderão ser substituídos pela apresentação de relatório de ensaio tipo já realizado e/ou certificado de ensaio realizado e emitido por entidade certificada acreditada para o efeito. Esta aceitação dependerá sempre da análise e aceitação por parte do ML. No entanto, deverá ser sempre previsto o agendamento e respetiva realização do ensaio para o caso do ML optar por não aceitar a substituição do ensaio pela apresentação dos documentos mencionados.

Os custos com as deslocações do pessoal do ML ou seus representantes para acompanhamento do projecto, nas diferentes fases de fabrico e ensaios, serão suportados pelo ML. No entanto, caso se verifique a necessidade de repetir alguma verificação ou ensaio, por força de não conformidades ou pela impossibilidade de realização dos mesmos por razões imputáveis ao Adjudicatário, os custos adicionais decorrentes das deslocações para acompanhamento por parte do ML ou seus representantes ficarão por conta do Adjudicatário.

Após a realização de cada ensaio deverão ser entregues os respetivos protocolos ao ML, devidamente preenchidos e assinados pelos representantes do Adjudicatário que realizaram/acompanharam a realização do ensaio, ou seus representantes devidamente autorizados.

48.2 ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS

Indicam-se de seguida, como exemplo, alguns dos equipamentos a ensaiar, sendo indicado para cada caso algumas das Normas a seguir:

Equipamento	Norma
Equipamento de tração	EN 60310; EN 50121; IEC 801; IEC 61287-1 ; IEC 349-2; UIC 619; IEC 85 ; EN 61373; EN 50207; EN 50121-3-2
Equipamento eletrónico de comando	EN 61373; EN 50121-3-2; EN 50155
Conversor auxiliar	IEC 61287-1; IEC-60571; VOV 6.325.2.; EN 61373 ; EN 50121-3-2 ; EN 50155
Bateria	EN 61373; IEC60623; IEEE1536
Bogie	EN 13260; EN 13261; EN 13262; EN 13749 ; EN 13979; EN 14363; EN 15085 ; EN 15827; UIC 515-4 ; UIC 541-3
Equipamento de travagem	EN 13452-1; EN 13452-2; EN 14531-1; EN 14531-2 ; EN 15595 ; UIC 544 ; UIC 541-6 ; EN 50121-3-2
Freio electromagnético	UIC 541-6; EN 50121-3-2
Freio mecânico	UIC 541-3; EN 50121-3-2

Equipamento	Norma
Porta de passageiros	EN 14752; EN 50121-3-2; EN 50155; EN 45545-2; EN 10140-2 ; EN 12567-1; EN 50121-3-2; EN 50153; EN 61373
Banco de passageiros	NF F 16-101; EN 45545
Revestimentos interiores, exteriores, módulos de ligação	NF F 16-101; EN 45545
Equipamento de radiocomunicações	Normas e especificações TETRA em vigor; EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Ruído interior do veículo	EN ISO 3381
Ruído exterior do veículo	EN ISO 3095
Equipamento de videovigilância	EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Equipamento de informação e comunicação	EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Registador de ocorrências	EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
ATP	EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Engates/acoplamentos	EN 61373
Ventilação e ar condicionado	EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Caixa	EN 12663; EN 50153; UIC 842-3; UIC 842-5; EN 15227
Equipamentos interface com o condutor	EN 16186-2; UIC 651; EN 50121-3-2; EN 50155; EN 61373
Pantógrafo	EN 50206-2; EN 50317 ; EN 50318 ; EN 50405 ; EN 50124 ; IEC 60494

48.2.1 SOFTWARE

O Adjudicatário deverá garantir que os equipamentos embarcados suportarão, sem quaisquer custos para o ML, as futuras atualizações de software que vierem a ser necessárias instalar, no mínimo, durante um período de 10 anos contados a partir da receção definitiva do último veículo.

As ferramentas e os softwares necessários para realização das tarefas de manutenção deverão ser compatíveis, pelo menos, com versão 64 bits e com as versões mais recentes do sistema operativo Windows.

Todos os softwares devem ter menus de interface com o utilizador em língua portuguesa.

Todos os desenvolvimentos específicos para este projecto, respetivo código fonte e parametrizações serão propriedade do ML.

48.2.2 ENSAIOS TIPO

O Adjudicatário deverá apresentar, em fase de projecto, uma lista com os equipamentos que propõe submeter a ensaio tipo, indicando as Normas segundo as quais se realizarão estes ensaios.

O Adjudicatário deverá submeter à aprovação do ML os respetivos protocolos de ensaio com a antecedência mínima de três meses em relação à data prevista para o ensaio, não podendo este realizar-se sem que o ML se tenha pronunciado.

48.2.3 ENSAIOS SÉRIE

Todos os equipamentos deverão ser submetidos a ensaios série à saída de fábrica que permitam atestar a correta execução do fabrico e aptidão para montagem nos veículos. O Adjudicatário deverá submeter à aprovação do ML os protocolos de ensaio com pelo menos três meses de antecedência em relação à realização do primeiro ensaio de cada equipamento. O protocolo de ensaio terá que estar acordado entre o Adjudicatário e o ML até uma semana antes do início do ensaio do primeiro equipamento de cada tipo.

48.3 ENSAIOS DO VEÍCULO

Os ensaios do veículo serão realizados em conformidade com a versão mais recente das Normas EN50215/IEC61133. Deverão ser realizados todos os ensaios referidos no Anexo A desta Norma.

Nas situações em que a Norma forneça indicações genéricas e remeta para acordo entre a Empresa e o Adjudicatário deverá ser apresentada uma proposta de atuação correspondente.

Após a finalização dos ensaios em fábrica, o Adjudicatário enviará ao ML os protocolos respetivos com indicação dos resultados. Caso o ML entenda realizar algumas verificações, o Adjudicatário deverá disponibilizar o pessoal e os meios necessários.

Quando os resultados dos ensaios referidos forem aceites pelo ML, será efetuada uma vistoria geral ao veículo, e será emitido o “Boletim de Expedição de Fábrica” do respetivo veículo, que deverá ser assinado pelo ML, e permitirá ao Adjudicatário a expedição do correspondente veículo para o Parque de Material e Oficinas da Empresa (PMO).

Após a realização de todos os ensaios nas instalações da Empresa, ensaios tipo e/ou série, consoante cada caso, e antes da entrada em serviço de cada veículo, será realizado um ensaio de endurance com a duração de 5.000km para o primeiro veículo e 500km para os restantes veículos. Este ensaio será realizado em condições que permitam reproduzir o serviço de exploração em todas as suas vertentes, incluindo diagramas de marcha, perfil da linha, condições de inversão, funcionamento das portas em estação, funcionamento da informação aos passageiros, funcionamento das radiocomunicações, desencadear eventos e envio de imagens para o posto central, etc. No decurso destes ensaios, qualquer avaria que seja detetada terá como consequência o reinício do ensaio após a respetiva correção. Todas as avarias detetadas, e respetiva correção, farão parte do relatório de testes de endurance a submeter à apreciação do ML.

A Receção Provisória do veículo será condicionada pela conclusão positiva deste ensaio.

O Adjudicatário, deverá apresentar o planeamento dos ensaios de 5.000km e 500 km. Em fase de projecto, este plano será detalhado devendo definir o cronograma, equipa responsável e descrição de funções, recursos técnicos e especificação dos testes a efetuar. Este plano deverá ser apresentado ao ML, para validação com uma antecedência mínima de 3 meses contada a partir do primeiro teste a executar.

Os ensaios de verificação e controlo efetuados nas instalações da Empresa deverão ser realizados pelo Adjudicatário com o acompanhamento e verificação do ML. Todos os aparelhos e dispositivos necessários para a realização dos ensaios deverão ser disponibilizados pelo Adjudicatário.

A realização de cada um dos ensaios nos veículos será definida e acordada entre o Adjudicatário e o ML, devendo ser cumpridas todas as normas de segurança da Empresa.

O Adjudicatário deverá garantir, durante toda a fase de ensaios, a presença permanente de equipa técnica, com a necessária experiência em veículos semelhantes. Na eventual necessidade de substituição, mesmo que temporária, de qualquer elemento da equipa técnica, deverá ser assegurada a sua substituição por outro com experiência e categoria profissional equivalentes.

49. HOMOLOGAÇÃO DOS VEÍCULOS

O Adjudicatário é responsável pela homologação do veículo, junto das Entidades Competentes (IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes), a concretizar com a conclusão do primeiro veículo fabricado, entregando cópia dos processos completos.

50. SEGURANÇA

Os sistemas de segurança críticos do veículo devem ser sistemas *Fail-Safe*. Nos sistemas de segurança devem estar incluídos o sistema de tração/travagem, o sistema de portas, o sistema de sinalização, o sistema ATP, entre outros.

Os níveis de integridade de segurança que devem ser levados em consideração devem estar em conformidade com as Normas aplicáveis, nomeadamente:

- NF F 00-101 'Railway Equipment in General – Fail Safe Function – Determination Method and Treatment Rules';
- EN 50126 'Railway Applications – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)';
- EN 50128 'Railway Applications – Communications, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems';
- EN 50129 'Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Safety Related Electronic Systems for Signalling'.

Os níveis de segurança definidos para o projecto e funcionamento do veículo devem ser aprovados por um organismo de certificação independente que deverá ser contratado para o efeito.

51. CIBERSEGURANÇA

O projecto do veículo deve estar em conformidade com as Normas em vigor, indicando-se como referência o conjunto de Normas IEC 62443 'Standards for cyber security' (que descrevem os requisitos fundamentais para a prevenção dos riscos de segurança para fabricantes de componentes, integradores de sistemas e operadores), para apoio no cumprimento da diretiva da UE NIS 2016/1148, relativa a medidas destinadas a garantir um elevado nível de segurança das redes e da informação, e a norma CLC/TS 50701 'Railway applications - Cybersecurity'.

52. ATP (AUTOMATIC TRAIN PROTECTION)

O sistema de odometria deverá ser baseado em duas rodas fónicas codificadas (de segurança), montadas em eixos diferentes, não motorizados, ou mediante uma roda fónica e um radar doppler.

Deverá ser instalado na parte frontal do veículo (por baixo, em ambos os lados) o equipamento que permita a localização do veículo e a transmissão de dados ao sistema ATP (por exemplo: eurobalizas).

53. DOCUMENTAÇÃO

A identificação dos documentos deverá seguir o indicado na Norma EN15380 'Railway applications - Designation system for railway vehicles'.

Todos os documentos, desenhos, esquemas elétricos, esquemas eletrónicos, esquemas de implantação de componentes, listas de cablagem, listas de material, etc., deverão ser entregues em suporte informático e em formato editável.

Os documentos de informação, documentos técnicos, especificações, manuais de manutenção, etc., deverão ser entregues, de preferência, no formato Word. As listas de cablagem e listas de materiais deverão ser entregues, de preferência, em formato Excel.

Os desenhos deverão ser entregues em Autocad, devendo a versão ser acordada com o ML em fase de projeto (em princípio será na versão mais recente à data do concurso).

Todos os documentos finais do projecto deverão ser entregues em língua portuguesa.

Os desenhos a fornecer deverão, entre outros, incluir o seguinte tipo de desenhos:

- Desenhos gerais do veículo;
- Desenhos dos vários módulos e a sua integração no veículo;
- Desenhos com os equipamentos/conjuntos/dispositivos dentro de cada módulo;
- Desenhos com os subconjuntos dentro de cada equipamento, até à última peça desmontável.

Deverá ser entregue a lista de todos os desenhos do veículo, onde seja evidenciada a respetiva posição no veículo, em termos de integração/dependência hierárquica.

Os desenhos deverão incluir uma legenda, a definir em fase de projecto, cujo conteúdo deverá ter o acordo do ML.

Na legenda deverão ser indicados, entre outros, os seguintes elementos:

- Número de desenho do Fornecedor;
- Número de desenho do Fabricante;
- Referência do equipamento/módulo/componente/carta/etc. do fabricante;
- Sistema;
- Subsistema;
- Referência de esquema;
- Nome do responsável do Fabricante;
- Nome do responsável do Fornecedor;
- Versão;
- Data;
- Etc.

Os manuais de manutenção deverão ser o mais completos possível, de modo a facilitar a atividade de manutenção e reparação de todos os equipamentos, dispositivos, etc.

A documentação a fornecer deverá incluir, entre outros, os seguintes documentos:

- Descrição técnica do veículo.
- Descrição técnica de cada sistema/subsistema/equipamento/componente, etc..
- Plano de Gestão de Manutenção de todos os sistemas/equipamentos/aparelhos do veículo, com indicação da periodicidade, descrição das operações a realizar e horas/homem.
- Manual de Manutenção de cada sistema/equipamento/componente, que deverá incluir:
 - a) A descrição funcional, onde deverá ser apresentada uma memória descritiva, esquemas eléctricos, esquemas de funcionamento, esquemas de ligações, desenhos (sempre que aplicável), etc..
 - b) Operações de manutenção preventiva, com indicação clara das operações a executar, procedimento pormenorizado a seguir em cada operação, ferramentas a utilizar, binários a aplicar (sempre que aplicável) e equipamento de protecção. Sempre que aplicável, devem ser indicados os testes a realizar para comprovar a operacionalidade do sistema/equipamento/componente.
 - c) Para ajuda à manutenção no processo de diagnóstico e análise de falhas, devem ser fornecidas para cada sistema/equipamento/componente/carta, instruções de diagnóstico, com indicação dos passos a executar, as medições a efetuar, resultados expectáveis, procedimentos a seguir e conclusões. Para cada caso deverão ser indicadas as ferramentas a utilizar, lista de peças e equipamento de protecção.
- Lista de peças, em suporte digital, de preferência em formato Excel.

Entre outra informação, a acordar com o ML, deverá ser considerada uma designação curta para cada peça, deverá ser incluída a designação do fabricante/fornecedor, a referência de esquema, o desenho onde se encontra representada e a quantidade por veículo.

-
- Manual com todos os procedimentos de montagem e desmontagem dos equipamentos/componentes do veículo, com indicação pormenorizada de todas as operações, ferramentas a utilizar, materiais, equipamentos de proteção, parâmetros, cotas, binários, etc., e respetivas tolerâncias.

 - Manual de Reparação, em oficina, de componentes substituíveis e reparáveis, e dos respetivos subcomponentes reparáveis. Este manual deverá incluir as instruções de diagnóstico, com indicação dos passos a executar, as medições a efetuar, resultados expectáveis, procedimentos a seguir e conclusões. Para cada caso deverão ser indicadas as ferramentas a utilizar, lista de peças e equipamento de proteção.
Deverão ser indicados, sempre que aplicável, os binários a aplicar e respetivas tolerâncias, assim como a indicação da ferramenta a utilizar.

 - Ferramentas especiais, se aplicável, deverá ser entregue o respetivo manual de utilização.

 - Softwares, deverão ser entregues os manuais de utilização e respetivas licenças.

 - Todos os protocolos de ensaio realizados na receção dos veículos e outros documentos referidos ao longo deste Procedimento.

 - Manual de Operação e Condução.

 - Manual de Formação de Condutores.

Se eventualmente for identificada pelo ML a falta de informação, necessária para a realização de uma determinada atividade, a mesma será solicitada ao Adjudicatário, devendo este assegurar a sua disponibilização, num prazo a acordar.

A informação aqui listada deverá ser entregue ao ML antes da receção provisória do primeiro veículo.

Para cada veículo deverá ser entregue uma lista com os números de série e de fabrico dos equipamentos principais (exemplo: motor, cofre electrónico, conversor, display, bogie, engate, eixo, equipamento de radiocomunicações, equipamento de videovigilância, unidade de comando de porta, etc.) a qual deverá ser entregue até um mês antes da receção provisória. Esta lista deverá ser coerente com os elementos de rastreabilidade constantes no sistema de gestão centralizada de apoio à manutenção.

Caso se verifique necessidade de proceder a alguma alteração após a entrega do veículo, o Adjudicatário deverá garantir todas as atualizações respetivas a nível da documentação (documentos e desenhos, quer em suporte papel, quer digital).

Eventuais atrasos na entrega da documentação implicarão um prolongamento na garantia do veículo igual ao atraso verificado.

Para um melhor controlo dos documentos, o Adjudicatário deverá definir um sistema de codificação que identifique claramente cada documento. O sistema de codificação ficará sujeito à análise e aceitação pelo ML, o qual se pronunciará no início do projecto.

54. INDICADORES DE DESEMPENHO

54.1 CONCEITOS GERAIS

O veículo deve ser projetado para uma vida útil de 30 anos e para uma quilometragem, de pelo menos, de 80.000km/ano em serviço.

Todos os critérios não definidos neste capítulo, deverão ter como referência o definido na Norma EN50126 – “Railway Applications: The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)”.

Deverá ser demonstrado que o veículo cumpre os requisitos especificados e que continua a ser um veículo fiável, disponível, sustentável e seguro.

54.2 FIABILIDADE

54.2.1 DEFINIÇÕES

A Fiabilidade dos veículos é um fator relevante atendendo ao impacto no serviço comercial, eficiência e LCC (Life Cycle Cost) dos veículos. Por essa razão, a fiabilidade dos veículos será avaliada e deverá ser superior, ou igual, a 15.000km.

A fiabilidade mínima será definida pelo valor da fiabilidade de serviço apresentada pelo Adjudicatário, como característica dos veículos do âmbito do seu Fornecimento.

O Adjudicatário deve garantir o cumprimento da fiabilidade indicada e deverá descrever o método que propõe para monitorização do seu cumprimento. Também deverá indicar as soluções que propõe implementar no caso de não ser atingido o nível de fiabilidade indicado, por forma a assegurar o seu cumprimento.

A fiabilidade mínima dos veículos será avaliada mensalmente, dado ser um fator determinante para o serviço comercial e para o LCC dos veículos.

O Fornecimento, nomeadamente dos veículos, deverá ser fiável sendo que esta característica deverá ser demonstrada de acordo com o definido no capítulo “54.2.7 Demonstração da Fiabilidade do Projeto”.

54.2.2 FIABILIDADE DE SERVIÇO

A fiabilidade de serviço será calculada com base nos dados de desempenho de todos os veículos objeto do Contrato, sem prejuízo do referido em “54.2.7 Demonstração da Fiabilidade do Projeto”.

A fiabilidade de serviço traduzirá a capacidade do veículo em realizar o serviço comercial, sem apresentar avarias que impliquem a retirada do veículo de serviço ou que impliquem

perturbações superiores a um determinado valor temporal. A fiabilidade é calculada mensalmente de acordo com o referido no capítulo “54.2.6 Cálculo da Fiabilidade de serviço”. Caso a fiabilidade de serviço seja inferior à fiabilidade mínima, valor de MDBF (Mean Distance Between Failures) teórico, o Adjudicatário entrará em incumprimento contratual.

O incumprimento da fiabilidade, implica a aplicação das medidas indicadas até que a fiabilidade mínima seja alcançada. O Adjudicatário é obrigado a implementar todos os estudos, modificações e substituições necessárias, com o objetivo de alcançar a fiabilidade nos diferentes aspetos expostos. Todos os equipamentos, ou conjunto de equipamentos, que sejam substituídos por outros de tipo diferente em resultado do elevado número de falhas dos originais, deverão cumprir o estipulado neste capítulo para os equipamentos originais.

54.2.3 CONCEITO DE FALHA

Falha é toda e qualquer anomalia, ou degradação de funcionamento de um componente, sistema ou veículo, que impeça o funcionamento normal do veículo ou de qualquer equipamento, e que obrigue a uma intervenção de manutenção, quer se produza durante o serviço de exploração ou em oficina (ao efetuar testes ou verificações prévias à entrada em serviço dos veículos), independentemente da hora a que se produza. É também considerada falha toda e qualquer anomalia detetada durante as operações de manutenção preventiva e que pela sua natureza implique, ou evidencie constituir uma eminente imobilização do veículo para além do período de tempo previsto para a manutenção preventiva. Neste caso será contabilizado como tempo de reparação da falha o período que ultrapassou o previsto para a manutenção preventiva. Embora, para efeitos de gestão de manutenção sejam consideradas todas as falhas, para o cálculo da fiabilidade, como indicador contratual, serão apenas consideradas as falhas que impeçam o veículo de realizar o serviço comercial, nos moldes definidos neste Procedimento, ou paragens em linha superior a 5 minutos.

Para o cálculo da fiabilidade deverão ser apenas consideradas as falhas que impossibilitem o veículo de realizar o serviço normal de operação. Devem ser excluídas as falhas causadas, por exemplo, por uso indevido, operação incorreta, acidentes não causados pelo veículo, vandalismo, etc.

A alocação da fiabilidade para cada sistema do veículo é da responsabilidade do Adjudicatário, com base nos seus conhecimentos técnicos e de conceção do veículo.

Determinados sistemas, atendendo ao número de órgãos existentes por veículo, e dada a sua relevância operacional e potencial impacto na fiabilidade global do veículo, poderão ser tratados de uma forma particular. Por exemplo, para cálculo da fiabilidade do sistema de portas, atendendo ao número de portas por veículo, o Adjudicatário poderá considerar que o veículo poderá permanecer em serviço de exploração com uma porta avariada, por lado, do veículo.

No capítulo “62. Definição de conceitos” apresentam-se as condições que implicam a retirada do veículo de exploração.

54.2.4 ÍNDICES DE FIABILIDADE

O Adjudicatário deverá apresentar, em fase de projeto, uma lista de valores de MDBF (Mean Distance Between Failures), dos equipamentos principais.

Como referência, deverá considerar-se uma velocidade média de 24km/h.

Como equipamentos principais deverão ser indicados, pelo menos, os equipamentos dos seguintes grupos, devendo ser apresentados os valores de fiabilidade por grupo e pelos equipamentos que dele fazem parte, de forma individual:

- Sistema de segurança;
- Sistema de tração;
- Sistema de travagem;
- Sistema de comando e controlo do veículo;
- Sistema de serviços auxiliares;
- Sistema de comando e controlo de portas;
- Captação de energia;
- Caixa;
- Bogie;
- Equipamento pneumático;
- Sistema de informação e comunicação.

Deverá ser apresentado o valor de MDBF por sistema, por grupo de equipamentos e individualmente para cada equipamento.

Deverá ser indicado o número de equipamentos por veículo.

Para além dos equipamentos dos sistemas apresentados o Adjudicatário deverá indicar o MDBF de outros que considere relevantes.

Deverá ser indicado o valor teórico de MDBF do veículo completo, excluindo o equipamento ATP.

Este valor será usado na avaliação do cumprimento da fiabilidade.

Não serão aceites valores de MDBF inferiores a 15.000km.

Todos os cálculos e demonstrações deverão ser feitos tendo por base o valor de MDBF.

54.2.5 CONTROLO DA FIABILIDADE

O controlo da fiabilidade da frota deve ser feito com base no valor de MDBF, calculado conforme indicado no capítulo “54.2.6 Cálculo da fiabilidade de serviço”.

O período de monitorização deverá ser definido e acordado entre o ML e o Adjudicatário, após a receção provisória do primeiro veículo.

A partir da data definida como início do período de monitorização, o Adjudicatário deverá informar a Empresa, com periodicidade mensal, do valor de MDBF medido. Em cada mês será feita a avaliação do cumprimento/incumprimento do valor de MDBF contratualizado.

Juntamente com o valor de MDBF calculado, o Adjudicatário deverá apresentar a informação relativa às falhas verificadas, identificando pelo menos, o veículo, o sistema, o subsistema, os componentes, data/hora, local.

O controlo da fiabilidade deve contemplar mecanismos que façam a avaliação do risco, com base nas falhas verificadas, e seu impacto no cumprimento do valor de MDBF.

Em caso de valores de MDBF próximos do mínimo (110% do valor mínimo MDBF definido) durante 2 meses consecutivos, o Adjudicatário deverá fazer uma avaliação de quais os sistemas/componentes que contribuem para as falhas do veículo e implementar as devidas melhorias para ultrapassar a situação.

O incumprimento da fiabilidade verifica-se se, num determinado mês, a fiabilidade de serviço for inferior à fiabilidade mínima.

Em caso de incumprimento da fiabilidade, o Adjudicatário é obrigado a desenvolver e implementar os estudos, modificações e substituições necessárias, com o objetivo de alcançar a fiabilidade mínima. Todos os equipamentos, ou conjunto de equipamentos, que tenham sido substituídos por outros de diferente tipo, em resultado do elevado número de falhas dos originais, deverão cumprir o estipulado para os equipamentos originais.

O não cumprimento da fiabilidade condicionará a receção definitiva dos veículos.

54.2.6 CÁLCULO DA FIABILIDADE DE SERVIÇO

Para o cálculo da fiabilidade de serviço, como indicador contratual, serão apenas consideradas as falhas que impeçam o veículo de realizar o serviço comercial ou paragens em linha superior a 5 minutos.

A fiabilidade de serviço, representada pelo valor de MDBF, deverá ser calculada dividindo os quilómetros totais da frota realizados em serviço comercial pelo número total de falhas da frota ocorridas nesse mesmo período:

$$\text{MDBF} = \frac{\text{Quilómetros totais da frota em serviço comercial}}{\text{Falhas totais da frota}}$$

54.2.7 DEMONSTRAÇÃO DA FIABILIDADE DO PROJETO

O Adjudicatário deverá fazer a demonstração da fiabilidade do projeto, que servirá para definir a fiabilidade dos veículos fornecidos. A fiabilidade da frota será definida pela fiabilidade mínima apresentada pelo Adjudicatário.

Para demonstração da fiabilidade da frota deverá ser tido em conta o histórico de todas as falhas, de todos os veículos.

O início do período de demonstração da fiabilidade dos veículos deverá ser definido e acordado entre o ML e o Adjudicatário.

O período de demonstração terminará ao fim de seis meses completos e consecutivos de operação dos veículos. No final do período de demonstração será calculada a fiabilidade do projeto dividindo a distância total percorrida pelos veículos pelo número de falhas totais ocorridas nesse período, conforme indicado em “54.2.3 Conceito de falha” seja:

$$\text{MDBF projeto} = \frac{\text{Quilómetros totais da frota durante o período de demonstração}}{\text{Falhas totais da frota durante o período de demonstração}}$$

No final dos seis meses, definidos como o período de demonstração da fiabilidade de projeto, se não tiver sido atingido o valor de fiabilidade de projeto apresentado na Proposta, deverá ser iniciado de imediato novo ensaio de seis meses, aplicando-se de novo todas as regras até ser alcançado o valor da Proposta.

55. CUSTO DE CICLO DE VIDA (LCC – “LIFE CYCLE COST”)

O Adjudicatário deverá apresentar em fase de projecto a análise LCC para o veículo, em conformidade com o definido na Norma IEC 60300-3-3 ‘Dependability management - Part 3-3: Application guide - Life cycle costing’.

Deverá ser tido como base uma vida útil de 30 anos.

Os conceitos relacionados com a manutenção, preventiva e corretiva, deverão ser definidos em função do modelo de manutenção proposto pelo Adjudicatário.

56. IDENTIFICAÇÃO DOS ÓRGÃOS DO COMBOIO

Deverá ser definida uma estrutura hierárquica que contemple todos os órgãos constituintes do veículo e que represente a sua integração no grupo respetivo, em conformidade com a Norma EN15380 ‘Railway applications - Designation system for railway vehicles’.

Cada equipamento deverá ser identificado através de uma placa externa, facilmente visível, na qual deverão constar as características principais do equipamento (as quais deverão ser acordadas com o ML).

Caso a identificação seja feita pela tecnologia RFID (Identificação por radiofrequência) ou equivalente, o Adjudicatário deverá providenciar todas as ferramentas necessárias para a sua execução, designadamente, para a leitura e registo.

Deverá ser identificada cada zona do veículo, para que se consiga associar a cada equipamento a respetiva localização, que deverá estar refletida nos esquemas elétricos.

A estrutura hierárquica deverá fazer a diferenciação por sistemas e subsistemas, com alocação dos respetivos equipamentos segundo uma lógica funcional. Esta diferenciação deverá ter associada uma determinada nomenclatura com base numa referência de esquema.

Entenda-se por referência de esquema o elemento mais básico de um equipamento, por exemplo, carta eletrónica, contactor, disjuntor, pressóstato, etc.

As referências de esquema deverão estar associadas a um elemento estrutural, que as deverá agrupar segundo a respetiva funcionalidade, do tipo agregadora (por exemplo: todas as unidades de comando de portas UCP1, UCP2, UCP3, etc., deverão estar associadas a uma agregadora UCP).

A nomenclatura a atribuir deverá ir descendo por níveis, desde o sistema, subsistema, até ao equipamento/módulo. Este último deverá ter uma nomenclatura que reflita todos os níveis anteriores onde se encontra inserido.

A numeração dos próprios esquemas elétricos e eletrónicos deverá estar relacionada com o sistema/subsistema que representam.

Nos esquemas elétricos e eletrónicos, a cada equipamento/módulo deverá também ser associado o respetivo local onde se encontra instalado no comboio.

Com base na nomenclatura definida para cada sistema/subsistema deverá definir-se a numeração das linhas associadas a esse circuito, ou seja, os primeiros dígitos utilizados na numeração de cada linha deverão fazer refletir a identificação do respetivo sistema/subsistema, servindo os restantes para identificar a linha propriamente dita.

Exemplo:

*Sistema: 1
Subsistema: 11
Linhas: 11 **101**; 11 **102**, etc.*

*Sistema: 2
Subsistema: 24
Linhas: 24 **101**; 24 **102**, etc.*

Nas referências de esquema, a nomenclatura e a sua representação deverão respeitar a simbologia definida nas Normas em vigor para este efeito, de acordo com o tipo de equipamento (por exemplo a Norma IEC 60617 'Graphical Symbols for Diagrams').

Deverá ser entregue uma listagem, em suporte informático editável, de todas as linhas do comboio com indicação, pelo menos, de:

- a) Número do condutor
- b) Secção
- c) Tipo de condutor
- d) Origem (zona; localização; equipamento; terminal)
- e) Destino (zona; localização; equipamento; terminal)

O ficheiro deverá permitir filtragens e atualizações por cada campo de entrada.

57. MANUTENÇÃO DO VEÍCULO

57.1 CRITÉRIOS GERAIS DE MANUTENÇÃO

O Plano de Gestão de Manutenção dos veículos deverá ser definido com base num conceito RCM – Reliability Centered Maintenance.

O Adjudicatário deverá apresentar a sua estratégia de manutenção RCM baseada nos ciclos previstos para a vida útil do veículo .

O Plano de Gestão de Manutenção Inicial deverá apresentar, embora de forma resumida, a sua estratégia de manutenção, pelo menos, para os seguintes equipamentos:

- Equipamento de tração;
- Equipamento de travagem;
- Equipamento electrónico de comando;
- Equipamento de segurança;
- Portas;
- Caixa;
- Bogie;
- Pantógrafo;
- AVAC.

Deverá ser privilegiada a eficiência das atividades de manutenção, por forma a maximizar a disponibilidade dos veículos e minimizar a necessidade de deslocação dos veículos à oficina para realização de atividades de manutenção.

Não deverão ser utilizados equipamentos/órgãos/componentes que necessitem de intervenções de manutenção com intervalo inferior a 15.000km, ou três meses de operação. Também não deverá ser necessária nenhuma ação de manutenção, para inspeção ou verificação de equipamento/órgão/componente, num intervalo inferior a 2.500km ou 7 dias, (com exceção de, por exemplo, reposição dos areeiros, reposição de líquido no sistema de limpa para-brisas, limpeza, etc.).

Os critérios de manutenção deverão orientar a estratégia de manutenção por forma a privilegiar a fiabilidade, a disponibilidade, a segurança, o cumprimento das políticas ambientais definidas e a redução de custos.

57.2 MANUTIBILIDADE

O projeto construtivo e de montagem dos veículos, assim como o desenho dos equipamentos, deve ser realizado por forma a garantir a melhor manutibilidade possível.

Para tal devem ser tidos em conta os seguintes princípios e conceitos:

- a) Os equipamentos deverão ser concebidos como módulos intermutáveis e normalizados. Os módulos deverão ser de fácil montagem e desmontagem.

- b) Deverá ser garantida a acessibilidade aos componentes e equipamentos que requeiram manutenção preventiva, corretiva, regulação, etc, sem necessidade de desmontagem do componente ou do equipamento.
- c) Deverá tentar-se reduzir ao mínimo o número de peças diferentes do veículo. Sempre que possível, para as mesmas funções, deverá optar-se por peças iguais (por exemplo, ao nível dos disjuntores, contactores, relés, interruptores, torneiras, etc).
- d) Tendo por objetivo a aplicação de metodologia de manutenção preventiva aos equipamentos onde esta técnica seja aplicável, deve ser previsto, desde a fase de projeto, a existência de sensores necessários à obtenção da informação relevante das condições de funcionamento dos equipamentos (vibração, temperatura, corrente, tensão, pressão, etc).
- e) Os equipamentos eletrónicos ou informáticos devem dispor de sistema de autodiagnóstico e indicação local do seu estado de funcionamento, se se encontra em condições normais de serviço ou identificação da avaria, caso presente.

57.3 INTERMUTABILIDADE

Todos os componentes e conjuntos do veículo que necessitem de ser substituídos deverão ser totalmente intermutáveis.

57.4 ACESSIBILIDADE

Todos os componentes e conjuntos do veículo, a desmontar por avaria ou por ações de manutenção, deverão ser acessíveis sem necessidade de realizar desmontagens prévias ou complementares, devendo adotar-se, sempre que possível, um sistema modular.

O projeto do veículo deve ser realizado de modo a obter um tempo de imobilização mínima, em caso de avaria de qualquer dos seus componentes, assim como facilitar a execução da revisão.

57.5 FERRAMENTAS ESPECIAIS

Deverá ser entregue a lista de ferramentas especiais que o Fornecedor considere necessárias para testar os equipamentos elétricos, eletrónicos, mecânicos, assim como, se aplicável, pneumáticos, hidráulicos, etc.. Também deverão ser incluídos bancos de ensaio, equipamentos simuladores, etc., que permitam uma rápida localização de avarias e facilitem a realização da manutenção.

Também deverá ser entregue uma lista dos utensílios especiais a fornecer e que se considere aconselháveis ou necessários para a adequada e económica manutenção do veículo.

57.6 PLANO DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

O Plano de Gestão de Manutenção Inicial deve contemplar todas as ações necessárias à manutenção de todos os equipamentos do veículo, devendo incluir:

- a) Todas as rotinas de manutenção preventiva, com identificação de todas as atividades de cada rotina de manutenção preventiva dos equipamentos, indicando a carga horária de cada atividade em horas. Homem.

Deverão ser discriminadas as atividades de inspeção, verificação, limpeza, ajuste ou calibração de parâmetros, atividades de substituição de órgãos rotáveis, ou outras a indicar pelo Adjudicatário, a realizar ao longo de todo o ciclo de vida, organizado por subsistemas e componentes principais dos subsistemas, indicando a respetiva periodicidade de intervenção em quilómetros ou tempo de funcionamento.

- b) Todas as rotinas previstas de grande revisão destinadas a inspeção profunda ou renovação de equipamentos por fim de vida a realizar ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento, indicando o momento previsto em quilómetros ou tempo de funcionamento. Para cada rotina de grande revisão deverão ser identificadas todas as atividades dos equipamentos, indicando a carga horária de cada atividade em horas. Homem.

Deverá também indicar a vida útil de cada equipamento e os custos por atividade, com decomposição e identificação de cada componente, subsistemas e sistemas que integram o veículo e os seus preços unitários.

O Plano de Gestão de Manutenção Inicial deverá ainda integrar um organigrama funcional da equipa de manutenção com indicação do perfil exigido para cada função e, sempre que possível, com o nome das pessoas envolvidas.

Tendo-se como objetivo prioritário o aumento nos resultados de fiabilidade e disponibilidade e segurança, bem como a redução dos custos de manutenção, o Adjudicatário deve apresentar um Plano de Manutenção Melhorado que inclua as metodologias "Manutenção Preditiva" e "Manutenção centrada em fiabilidade" ou "Técnicas RCM (Reliability Centered Maintenance)", bem como as experiências resultantes da aplicação do Plano de Gestão de Manutenção Inicial entregue.

Deverá ser estabelecido um grupo de trabalho conjunto para aplicar as técnicas RCM, especialmente nos equipamentos que, durante o período de garantia, não estejam a cumprir a fiabilidade especificada e/ou devido às suas características adequadas para a aplicação das técnicas RCM. Neste Grupo de Trabalho Específico haverá pelo menos um especialista nas técnicas RCM pertencente ao Adjudicatário.

No final de cada ano de trabalho do período de manutenção, será realizado um resumo das análises RCM realizadas para aferir o cumprimento dos objetivos iniciais. Por sua vez, os resultados das análises RCM deverão estar implementados até ao final do período de manutenção previsto e integrar o Plano de Gestão de Manutenção.

O período de garantia não terminará enquanto o Adjudicatário não entregar o Plano de Gestão de Manutenção aceite pelo ML e/ou enquanto não estejam implementados os resultados das análises RCM.

Na eventualidade de se verificar a necessidade de realizar alterações com base no funcionamento dos veículos em operação até à sua receção definitiva, deverá ser revisto e atualizado o Plano de Gestão de Manutenção. A não realização da atualização do Plano de Gestão de Manutenção condicionará a receção definitiva dos veículos.

57.7 EQUIPAMENTOS DE MEDIDA E MONITORIZAÇÃO (EMM)

O Adjudicatário deverá identificar e fornecer os EMM adequados e necessários para realizar as atividades de manutenção.

O Adjudicatário deverá assegurar a calibração dos respetivos EMM durante o período de garantia, devendo fazer a entrega dos respetivos certificados de calibração, por entidade credenciada para o efeito.

58. SOBRESSELENTES

Deverá ser contemplado o fornecimento dos sobresselentes dos veículos, de acordo com o a seguir indicado.

Os sobresselentes deverão ser constituídos por dois grupos, cujas quantidades deverão ser baseadas nos estudos RAMS:

- a) Rotáveis - aqueles que são passíveis de reparação;
- b) Consumíveis - aqueles que são passíveis de utilização única.

Os rotáveis deverão ser disponibilizados pelo Adjudicatário nas quantidades necessárias para o período de 40 anos, tendo em conta as necessidades de manutenção e com vista a minimizar o impacto na operacionalidade dos veículos.

Os consumíveis deverão ser disponibilizados pelo Adjudicatário nas quantidades necessárias para o período de 1 ano após a finalização do Contrato de Manutenção (com duração de 3 anos), tendo em conta as necessidades de manutenção previstas no Plano de Gestão de Manutenção e com vista a minimizar o impacto na operacionalidade dos veículos.

Em relação aos consumíveis, o Adjudicatário deverá apresentar a lista das quantidades necessárias para o período de vida útil dos equipamentos e sistemas, tendo em conta as necessidades de manutenção e com vista a minimizar o impacto na operação dos veículos.

Deverão ser fornecidas as listas de peças sobresselentes adequadas para assegurar a manutenção ao longo dos 40 anos da vida dos equipamentos e sistemas, as quais deverão indicar obrigatoriamente o seguinte:

- a) As quantidades propostas devidamente justificadas;
- b) O preço unitário de cada elemento da lista;
- c) Os prazos de fornecimento para as peças propostas como sobresselentes;

- d) A identificação completa do Adjudicatário das peças para posteriores fornecimentos;
- e) Os prazos de devolução por reparação garantidos pelo Adjudicatário;
- f) Os prazos de fornecimento do Adjudicatário;
- g) A declaração de compromisso de fornecimento garantido pelo Adjudicatário para os primeiros 20 anos.

O Adjudicatário deve garantir que ao longo dos primeiros 20 anos serão fornecidas peças sobresselentes das partes fundamentais ou elementos equivalentes, fornecendo soluções para a obsolescência que possa ocorrer até esta data ou a partir desta data.

Como rotáveis consideram-se as peças específicas, de conjuntos ou de subconjuntos, que se destinam a garantir a normal rotação de peças ao longo das revisões periódicas.

O volume do *stock* deverá ser calculado pelo Adjudicatário com base nas características técnicas dos veículos, nas exigências de fiabilidade e nos ciclos de manutenção.

Até ao final do período de garantia, todos os rotáveis que constituem o *stock* previsto deverão ser disponibilizado pelo Adjudicatário ao ML.

Como consumíveis consideram-se as peças específicas ou de pequenos conjuntos, cujo desgaste ou deterioração se considera como normal durante o serviço regular. A sua substituição periódica será necessária para o funcionamento dos veículos ou é decidida pelo Adjudicatário posteriormente ao estudo de fiabilidade do sistema veículo, respeitando os requisitos estipulados de vida útil ou de garantia.

A quantidade de consumíveis será determinada pelo Adjudicatário.

Também deverão ser previstos sobresselentes para incidentes inesperados, ou seja, sobresselentes específicos ou de grandes subconjuntos necessários para fazer face a incidentes inesperados, e não associados ao desgaste normal do material. A seleção destas peças deverá ser feita tendo em conta o facto de que o seu fabrico posterior exigirá o emprego de meios que fariam com que o prazo de fabrico tivesse uma duração excessiva, ou com que o seu preço fosse desproporcional ao preço de fabrico em série. O volume do *stock* deverá ser calculado pelo Adjudicatário com base nas características técnicas dos veículos.

59. CONDIÇÕES DE GARANTIA

59.1 PRAZO DE GARANTIA

O prazo de garantia será o indicado na Proposta adjudicada, o qual nunca poderá ser inferior a 3 (três) anos.

59.2 INICÍO DA GARANTIA

A contagem do período de garantia inicia-se com a receção provisória de cada veículo.

59.3 OBRIGAÇÕES DURANTE O PRAZO DE GARANTIA

Durante todo o período de garantia o Adjudicatário será responsável por todos os materiais, equipamentos e mão-de-obra necessários para assegurar o bom funcionamento de todos os veículos, em conformidade com o indicado nesta especificação técnica.

Será uma condição indispensável para finalizar o período de garantia que toda a documentação contratual seja entregue na sua versão final e tenha sido validada pelo ML.

A garantia será prestada pelo Adjudicatário, independentemente dos diferentes subfornecedores de equipamentos (elétricos, mecânicos, eletrônicos, etc.) que possam intervir na construção de cada veículo, nos processos de ensaios e ajuste de equipamentos ou na assistência técnica durante o período de garantia.

Durante o prazo de garantia o Adjudicatário é obrigado a substituir, reparar ou ajustar os materiais, peças e equipamentos do veículo ou equipamentos objeto do contrato que não funcionem adequadamente, realizando todas essas operações a seu custo, incluindo o custo do transporte do material e da mão-de-obra necessária à reposição da normalidade do funcionamento.

As peças sobressalentes e os materiais utilizados para substituir ou reparar defeitos de construção, ou peças defeituosas, serão pagos pelo Adjudicatário.

As reparações ou substituições serão feitas de forma rápida e eficiente a fim de garantir a máxima disponibilidade do veículo ou equipamentos objeto do contrato.

Em caso de falha, os técnicos do Adjudicatário deverão chegar ao local de assistência no tempo máximo e no horário indicados em caderno de encargos.

O Adjudicatário deve ter as peças sobressalentes necessárias para todos os fins durante o período de garantia, e não pode usar partes de outros equipamentos já entregues ao ML, a menos que expressamente autorizado pelo ML.

Todas as modificações de equipamentos e *software* aplicados aos veículos ou equipamentos objeto do contrato durante o período de garantia e suas eventuais prorrogações serão estendidas a todos os equipamentos iguais, incluindo os que terminaram o seu período de garantia, de modo que os veículos fiquem totalmente homogeneizados.

O Adjudicatário é exclusivamente responsável pelo armazenamento e controlo dos materiais para assegurar a garantia. A organização e a boa ordem dos materiais serão tais que garantam a sua conservação, funcionalidade, localização e uso imediato.

Durante o período de garantia, os incidentes causados por vandalismo, uso indevido ou falta de manutenção devem ser reparados pelo Adjudicatário, se o ML o solicitar, tão rápido e

eficientemente como se tratasse de uma normal anomalia. Os custos de reparação serão posteriormente assumidos pelo ML.

Se durante o período de garantia qualquer veículo sofrer uma imobilização/paragem devido a um acidente ou a outras causas de força maior, uma vez reparado este equipamento a garantia continuará normalmente pelo Adjudicatário.

Se o tempo de vida de qualquer elemento for inferior ao necessário para cumprir os ciclos de manutenção estabelecidos, o Adjudicatário será obrigado a substituir os referidos elementos, à sua custa, tantas vezes quanto for necessário até atingir as condições propostas.

60. FORMAÇÃO

O objetivo da Formação é transferir para o ML o conhecimento necessário para poder realizar a manutenção e operação dos veículos.

Até à colocação em serviço, o Adjudicatário deverá ministrar formação ao pessoal do ML, por forma a que este adquira as competências necessárias para operar e executar as correspondentes tarefas de manutenção dos veículos.

Antes do final do contrato de manutenção (cuja duração é de 3 anos) o Adjudicatário deverá assegurar que o pessoal do ML tem todos os conhecimentos necessários para proceder à manutenção preventiva e corretiva dos veículos, em conformidade com o Plano de Gestão de Manutenção.

61. NORMAS

O desenvolvimento de todo o projecto, assim como todos os elementos fornecidos estarão de acordo com as Normas aplicáveis a veículos ferroviários do tipo LRV, nomeadamente as Normas EN, IEC, ISO, UIC, DIN, NF e/ou outras especificações técnicas que se considere oportuno seguir durante o desenvolvimento do projecto.

Terão que ser obrigatoriamente cumpridas todas as Normas aplicáveis a veículos ferroviários do tipo LRV que desempenhem um serviço de operação comercial em situações análogas ao TCSP.

Como referência apresenta-se uma lista de Normas que deverá ser complementada/atualizada pelo Adjudicatário, no sentido do cumprimento escrupuloso das regras aplicáveis aos veículos do tipo LRV:

- O ruído dentro da cabina de condução não deverá exceder os limites previstos na diretiva 2003/10/EC de 6 de fevereiro (Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro).
- Regulamento Europeu 1300/2014.
- Regulamento Europeu EU GDPR 'Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD)'.

-
- Diretiva Europeia EU NIS 2016/1148 'Segurança das redes e dos sistemas de informação em toda a União Europeia'.
 - NF F 00-101 'Railway Equipment in General – Fail Safe Function – Determination Method and Treatment Rules'.
 - NF F16-101 'Rolling stock. Fire behaviour. Materials choosing'.
 - ISO 1127 'Stainless steel tubes — Dimensions, tolerances and conventional masses per unit length'.
 - EN ISO 3095 'Acoustics — Railway applications — Measurement of noise emitted by railbound vehicles'.
 - EN 572-2 'Glass in building – Basic soda lime silicate glass products – Part 2: Float glass'.
 - EN ISO 3381 'Railway applications — Acoustics — Noise measurement inside railbound vehicles'.
 - EN 10140-2: 2021 'Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 2: Measurement of airborne sound insulation'.
 - EN 12299 'Railway applications. Ride comfort for passengers. Measurement and evaluation'.
 - EN 12567-1 'Thermal performance of windows and doors. Determination of thermal transmittance by the hot-box method Complete windows and doors'.
 - EN 12663 'Railway applications. Structural requirements of railway vehicle bodies'.
 - EN 13260 'Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheelsets – Product requirements'.
 - EN 13261 'Railway applications – Wheelsets and bogies – Axles – Product requirements'.
 - EN 13262 'Railway applications – Wheelsets and bogies – Wheels – Product requirements'.
 - EN 13272 'Railway Applications – Electrical Lighting for Rolling Stock in Public Transport Systems'.
 - EN 13452-1 'Railway Applications – Braking – Mass Transit Brake Systems – Part 1: Performance Requirements'.
 - EN 13452-2 'Railway Applications – Braking – Mass Transit Brake Systems – Methods of Test'.
 - EN 13749 'Railway applications. Wheelsets and bogies. Method of specifying the structural requirements of bogie frames'.
 - EN 13979 'Railway applications – Wheelsets and bogies – Monobloc Wheels – Technical approval procedure'.
 - EN 14363 'Railway applications – Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Running Behaviour and stationary tests'.
 - EN 14531-1 'Railway applications — Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking
Part 1: General algorithms utilizing mean value calculation for train sets or single vehicles'.
 - EN 14531-2 'Railway applications — Methods for calculation of stopping and slowing distances and immobilization braking
Part 2: Step by step calculations for train sets or single vehicles'.
 - EN 14750 'Railway applications – Air conditioning for urban and suburban rolling stock'.
 - EN 14750 – 1 'Railway applications – Air conditioning for urban and suburban rolling stock – Part 1: Comfort parameters'.
 - EN EN 14752 'Railway applications – Bodyside entrance systems for rolling stock'.
 - EN 14813 'Railway Applications – Air conditioning for driving cabs'.
 - EN 15085 'Welding Certification'.
 - EN15152: 2020 'Railway applications – Windscreens for trains'.
 - EN 15227 'Railway applications – Crashworthiness requirements for rail vehicles'.

- EN 15380 'Railway applications - Designation system for railway vehicles - Part 1: General principles'.
- EN 15427:2008+A1:2010 'Railway applications. Wheel/rail friction management. Flange lubrication'.
- EN 15595 'Railway applications - Braking - Wheel slide protection'.
- EN 15827:2011 'Railway applications - Requirements for bogies and running gears'.
- EN 16186-2 'Railway applications - Driver's cab - Part 2: Integration of displays, controls and indicators'.
- EN 16584 'Railway applications - Design for PRM use - General requirements'.
- EN 16585 'Railway applications - Design for PRM use - Equipment and components on board rolling stock'.
- EN 16586 'Railway applications - Design for PRM use - Accessibility of persons with reduced mobility to rolling stock'.
- EN 45545-2: 2020 'Railway applications - Fire protection on railway vehicles - Part 2: Requirements for fire behavior of materials and components'.
- EN 50121 'Railway applications - Electromagnetic compatibility'.
- EN 50121-3-2:2016+A1:2019 'Railway applications. Electromagnetic compatibility Rolling stock. Apparatus'.
- EN 50124-1 'Railway Applications - Insulation Coordination - Part 1: Basic Requirements - Clearances and Creepage Distances for all Electrical and Electronic Equipment'.
- EN 50124-2 'Railway Applications - Insulation Coordination - Part 2: Overvoltages and Related Protection'.
- EN 50125-1 'Railway Applications - Environmental Conditions For Equipment - Part 1: Equipment On Board Rolling Stock'.
- EN 50126 'Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)'.
- EN 50128 'Railway Applications - Communications, Signalling and Processing Systems - Software for Railway Control and Protection Systems'.
- EN 50129 'Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - Safety Related Electronic Systems for Signalling'.
- EN 50153:2014+A2:2020 'Railway Applications - Rolling Stock - Protective Provisions Relating To Electrical Hazards'.
- EN 50155 'Railway Appliances - Electronic Equipment Used on Rolling Stock'.
- EN 50206 'Railway applications - Rolling stock - Pantographs: Characteristics and tests - Part 1: Pantographs for main line vehicles'.
- EN 50207 'Railway Applications - Electronic Power Converters for Rolling Stock'.
- EN 50215 'Railway Applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service'.
- EN 50261 'Railway Applications - Mounting of Electronic Equipment'.
- EN 50317 'Railway applications - Current Collection Systems - Requirements for Validation of Measurements of the Dynamic Interaction between Pantograph and Overhead Contact Line'.
- EN 50318 'Railway Applications - Current Collection Systems - Validation of Simulation of the Dynamic Interaction between Pantograph and Overhead Contact Line'.
- EN 50207 'Railway Applications - Electronic Power Converters for Rolling Stock'.
- EN 50261 'Railway Applications - Mounting of Electronic Equipment'.
- EN 50343 'Railway Applications - Rolling Stock - Rules for Installation of Cabling'.
- EN 50355 'Railway Applications - Railway Rolling Stock Cables having Special Fire Performance - Guide to Use'.
- EN 50405 'Railway Applications - Current Collection Systems - Pantographs, Testing Methods for Contact Strips'.

-
- EN 60077-5 'Railway Applications – Electrotechnical Equipment for Rolling Stock – Part 5: Electrotechnical Components – Rules for HV Fuses'.
 - EN 60077-1 'Railway Applications – Electric Equipment for Rolling Stock – Part 1: General Service Conditions and General Rules'.
 - EN 60077-2 'Railway Applications – Electric Equipment for Rolling Stock – Part 2: Electrotechnical Components – General Rules'.
 - EN 60077-3 'Railway Applications – Electric Equipment for Rolling Stock – Part 3: Rules for DC Circuit-Breakers'.
 - EN 60077-4 'Railway Applications – Electric Equipment for Rolling Stock – Part 4: Electrotechnical Components – Rules for AC Circuit-Breakers'.
 - EN 60310 'Railway Applications – Traction Transformers and Inductors on Rolling Stock'.
 - EN 60529 'Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)'.
 - EN 61373 'Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests'.
 - EN 62262 'Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)'.
 - EN 62625-1 'Electronic railway equipment – On board driving data recording system – Part 1: System specification'.
 - IEEE 1536 'Rail Transit Vehicle Battery Physical Interface'.
 - IEEE 383 'Qualifying Electric Cables and Splices for Nuclear Facilities'.
 - IEC 228 – Conductors of insulated cables.
 - IEC 332-1 – Tests on electric cables under fire conditions.
 - IEC 502 – Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV up to 30kV.
 - IEC 540 – Test methods for insulations and sheaths of electric cables and cords (elastomeric and thermoplastic compounds).
 - IEC-349-2 'Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles'.
 - IEC 801 'Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment'.
 - IEC 60085 'Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique'.
 - IEC 60300-3-3 'Dependability management – Part 3-3: Application guide – Life cycle costing'.
 - IEC 60364 'Low-voltage electrical installations'.
 - IEC-60571 'Railway applications – Electronic equipment used on rolling stock'.
 - IEC 60617 'Graphical Symbols for Diagrams'.
 - IEC 60623 – 'Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells'.
 - IEC 60811-201 'Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness'.
 - IEC 61133- 'Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service'.
 - IEC 61287-1 'Power Converters Installed On Board Rolling Stock – Part 1: Characteristics and Test Methods'.
 - IEC 61375 ' Electronic railway equipment – Train communication network (TCN)'.
 - IEC 61881 'Railway Applications – Rolling Stock Equipment Capacitors for Power Electronics'.
 - IEC 61991 'Railway applications – Rolling stock – Protective provisions against electrical hazards'.
 - IEC 62443 'Standards for cyber security'.
 - UIC 515-4 'Passenger Rolling Stock – Trailer bogies – Running gear – Bogie running gear – Bogie frame structure strength tests'.
 - UIC 522 'Conditions for the acceptance of draw-only automatic couplers'.
 - UIC 533 'Vehicles, protection by earthing of metal parts'.

- UIC 541-3 'Brakes – Disc brakes and their application – General conditions for the approval of brake pads'.
- UIC 541-6 'Brakes – Specifications for the construction of various brake components – Magnetic brakes'.
- UIC 544 'Brakes – Braking performance'.
- UIC 619 'Rules for rotating electrical machines for rail and road vehicles.
- UIC 651 ' Layout of driver´s cabs in locomotives, railcars, multiple-unit trains and driving trailers'.
- UIC 842-3 'Technical specification for the surface preparation of metallic and non-metallic materials used in the construction of railway vehicles and containers'.
- UIC 842-5 'Technical specification for the protection against corrosion and painting of coaches and tractive units'.
- UNE 20324 'Degrees of protection provided by enclosures (IP code)'.
- VOV 6.325.2' Drive systems with converters for electrical multiple units for public transport (Chopper drives and three- phase drives)'.
- NF C 32-070 'Conducteurs et câbles isolés pour installations – Essais de classification des conducteurs et câbles du point de vue de leur comportement au feu'.
- NFPA 258 'Recommended Practice for Determining Smoke Generation of Solid Materials'.
- CLC/TS 50701 'Railway applications – Cybersecurity'.

Durante a fase de projecto, deve ser fornecida uma lista com todas as Normas que o Adjudicatário propõe seguir, para aprovação.

O Adjudicatário deve especificar também todos os padrões usados no projecto proposto e enviar para aprovação.

Sempre que exista um parâmetro internacional para veículos LRV ele deverá ser adotado e o Adjudicatário deverá especificá-lo.

Sempre que existam Normas e/ou Diretivas UE, CE ou EN, estas devem ser adotadas.

Os veículos devem estar em conformidade com todos os requisitos especificados.

Caso se verifique eventuais incongruências no desenvolvimento do projecto relativamente às Normas em vigor, deverão ser identificadas e fundamentadas pelo Adjudicatário.

O Adjudicatário deve entregar um certificado de conformidade onde serão indicadas todas as Normas e requisitos a cumprir no projecto, antes da conclusão da fase de design.

62. DEFINIÇÃO DE CONCEITOS

62.1 CONCEITO DE FALHA

Falha é toda e qualquer anomalia, ou degradação de funcionamento de um componente, sistema ou veículo, que impeça o funcionamento normal do veículo ou de qualquer equipamento, e que obrigue a uma intervenção de manutenção, quer se produza durante o serviço de exploração ou em oficina (ao efetuar testes ou verificações prévias à entrada em serviço dos veículos),

independentemente da hora em que se produza. É também considerada falha toda e qualquer anomalia detetada durante as operações de manutenção preventiva e que pela sua natureza implique, ou evidencie constituir uma eminente imobilização do veículo para além do período de tempo previsto para a manutenção preventiva.

Uma Falha provoca sempre a degradação da disponibilidade do veículo, podendo originar penalidades, conforme indicado neste documento, quando os desvios registados nos indicadores de controlo excedem os limites máximos estipulados.

62.2 FALHA DO VEÍCULO

Considera-se Falha do veículo toda a anomalia que impeça o funcionamento normal do veículo ou de qualquer equipamento, e que obrigue a uma intervenção conforme se indica:

- Impeça o lançamento do veículo no serviço comercial;
- Implique a retirada antecipada do veículo do serviço comercial;
- Implique o resgate do veículo da via de exploração;
- Provoque uma paragem, não prevista, superior a 5 minutos, mesmo que a reparação se realize em linha;
- Apenas permita o serviço comercial em modo degradado;
- Provoque uma travagem de emergência, que não seja desendadeada pelos sistemas de segurança e controlo do veículo (ex: acionamento de sinal de alarme, sistema de controlo de velocidade, etc.).

Sem prejuízo de outras falhas que possam vir a ser acrescentadas a esta lista, as falhas a seguir listadas, quando verificadas individual ou cumulativamente, impõem a retirada antecipada de serviço do veículo, ou impedem o lançamento do veículo para serviço comercial:

62.2.1 CONDIÇÕES PARA RETIRAR UM VEÍCULO DE SERVIÇO

Indicam-se de seguida as condições em que um veículo deverá ser retirado de serviço e enviado para manutenção corretiva não programada, ou as condições em que um veículo não poderá ser enviado para serviço comercial:

- Falha na ativação da cabina;
- Sistema tração: perda de dois grupos completos;
- Freio eletrodinâmico: perda da função em mais que um bogie motor;

-
- Freio mecânico: perda da função em mais que um bogie;
 - Freio eletromagnético: perda da função em mais que um bogie;
 - Manipulo de tração / travagem: perda da função;
 - Sistema de vigilância do Homem-Morto: perda da função;
 - Velocímetro: perda da função;
 - Odómetro: perda da função;
 - Falha no isolamento da porta;
 - Mais do que uma porta isolada por lado do veículo;
 - Sistema de comunicações: perda de função;
 - Sistema de radiocomunicações: perda de função;
 - Sistema de videovigilância: perda de função;
 - Registador de ocorrências: perda de função;
 - MVB bus: perda de função;
 - Falha no controlo automático de abertura/fecho de portas;
 - Porta bloqueada na posição aberta;
 - Porta da cabina/salão: impossibilidade de fechar;
 - Vidro fraturado: com implicação na segurança;
 - Pára-brisas fraturado: com implicação na segurança;
 - Falha num módulo de ligação: com implicação na segurança;
 - Falha nos faróis, ou nos indicadores de posição ou de mudança de direção;
 - Conversor auxiliar: perda de função nos dois conversores;
 - Bateria: perda de função;
 - Carregador de bateria: perda de função;
 - Pantógrafo: perda de função;
 - ATP embarcado: perda da função;
 - Interface do Sistema ATP com o Sistema de Comando e Controlo do veículo: perda de função;

- Compressor: perda de função (caso exista);
- Outras (propostas pelo Adjudicatário).

62.2.2 CONDIÇÕES EM QUE UM VEÍCULO PODE CONCLUIR A VIAGEM

Indicam-se de seguida as condições em que um veículo poderá concluir a viagem e só depois ser enviado para manutenção corretiva não programada, ou as condições em que um veículo não poderá ser enviado para serviço comercial:

- Sistema tração: perda de um grupo completo;
- Freio eletrodinâmico: perda da função num bogie motor;
- Freio mecânico: perda da função num bogie;
- Freio eletromagnético: perda da função num bogie;
- Uma porta isolada por lado do veículo;
- Conversor auxiliar: perda de função num dos conversores;
- Comunicação entre cabina e salão passageiros: perda de função;
- Suspensão secundária – perda ou degradação de função num bogie;
- Climatização do salão de passageiros: degradação de função (valores abaixo do mínimo ou acima do máximo definidos);
- Climatização da cabina: degradação de função (valores abaixo do mínimo ou acima do máximo definidos);
- Iluminação do salão de passageiros: perda de função;
- Outras (propostas pelo Adjudicatário).

Registo e Controlo de Alterações

Revisão	Data	Descrição
00	2024-03-11	Versão original