



**CONCURSO PÚBLICO
PARA O FORNECIMENTO E MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS DE
MATERIAL CIRCULANTE PARA A REDE DO
METRO DO PORTO**

CADERNO DE ENCARGOS

Agosto de 2024

PARTE II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

0	GLOSSÁRIO	10
1	INTRODUÇÃO	12
1.1	CONDIÇÕES GERAIS	12
1.2	REQUISITOS ESSENCIAIS	13
1.2.1	CARATERÍSTICAS TÉCNICAS DOS VEÍCULOS.....	13
1.2.2	DESEMPENHO E EFICIÊNCIA.....	18
1.2.3	CARATERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS.....	21
1.2.4	IMPOSIÇÕES DE INFRAESTRUTURA.....	21
2	NORMAS.....	22
3	CARATERÍSTICAS TÉCNICAS ESSENCIAIS DA INFRAESTRUTURA	23
3.1	CARATERÍSTICAS DA VIA.....	23
3.2	ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA.....	24
3.3	CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS	25
3.4	INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS E HERTZIANAS.....	26
3.5	POLUIÇÃO AMBIENTAL	26
3.6	INUNDAÇÃO LOCAL DA VIA.....	26
4	CIRCUITO DE POTÊNCIA	26
4.1	CAPTAÇÃO DE ENERGIA	26
4.1.1	PANTÓGRAFO	26
4.1.2	DESCARREGADOR DE SOBRETENSÃO.....	28
4.1.3	PROTEÇÕES DE ACESSO E LIGAÇÕES À TERRA.....	28
4.1.4	VOLTÍMETRO DE ALTA TENSÃO	28
4.2	FORNECIMENTO E GERAÇÃO DE BAIXA TENSÃO	29
4.2.1	BATERIA	29
4.2.2	CONVERSORES AUXILIARES.....	30
4.2.3	CARREGADOR DE BATERIAS	34
4.2.4	GERAÇÃO DE 380Vca TRIFÁSICOS COM NEUTRO	35
4.2.5	BAIXA TENSÃO PARA EQUIPAMENTO ELETRÔNICO	35
4.3	MONITORIZAÇÃO E AJUDA À MANUTENÇÃO.....	36
4.4	EQUIPAMENTO DE TRACÇÃO	37
4.4.1	REQUISITOS GERAIS	37
4.4.2	ELEMENTOS DE COMANDO DA TRACÇÃO DO VEÍCULO.....	41
4.4.3	CONTROLO DE TRACÇÃO E PROTEÇÕES	42
4.4.4	CONTATOR DE LINHA	42
4.4.5	MONITORIZAÇÃO E APOIO À MANUTENÇÃO	43
5	CAIXA.....	45
5.1	CARGA DO VEÍCULO.....	45
5.2	MATERIAL E ESTRUTURA.....	45
5.3	DIMENSÕES.....	47
5.3.1	INSERÇÃO EM ESTAÇÃO	47
5.3.2	GABARIT DINÂMICO.....	49

5.4	HIPÓTESES DE CÁLCULO	51
5.4.1	CARGAS ESTÁTICAS	52
5.4.2	CARGAS DINÂMICAS	52
5.4.3	OUTRAS CARGAS A CONSIDERAR	52
5.4.4	SOLICITAÇÕES E FADIGAS MÁXIMAS	53
6	CABINAS DE CONDUÇÃO	53
6.1	FORMAS E DIMENSÕES	55
6.2	MESA DE CONDUÇÃO	56
6.3	PORTA DA CABINA	58
6.4	BANCO DO CONDUTOR	59
6.5	FRENTE	60
6.6	ARMÁRIOS	61
6.7	IDENTIFICAÇÃO DO SERVIÇO	62
6.8	MANÍPULO DE CONDUÇÃO	62
6.9	COMUTADOR DE CHAVE	64
6.10	SELETOR DE MARCHA	64
6.11	VIGILÂNCIA AUTOMÁTICA	64
6.12	AR CONDICIONADO DA CABINA DE CONDUÇÃO	65
7	SALÃO DE PASSAGEIROS	66
7.1	PORTAS DE PASSAGEIROS	67
7.2	INTERCIRCULAÇÃO ENTRE MÓDULOS	70
7.2.1	ARTICULAÇÕES INTERMÉDIAS E/OU OUTRAS LIGAÇÕES MECÂNICAS	71
7.3	JANELAS	71
7.4	BANCOS DE PASSAGEIROS	72
7.4.1	DISTRIBUIÇÃO DOS BANCOS	73
7.5	PEGAS E BALAUÍSTRES	74
7.6	PAVIMENTO	75
7.7	REVESTIMENTO INTERIOR	76
7.8	ILUMINAÇÃO INTERIOR	77
7.9	CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO	77
7.10	SINAIS DE ALARME	80
7.11	INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS	80
7.12	ACABAMENTOS E PROTEÇÕES	81
7.12.1	PROTEÇÃO ANTI-GRAFITTI	82
7.12.2	INSONORIZAÇÃO	82
7.13	SUPORTES PARA ARMÁRIOS E CONDUTAS PNEUMÁTICAS	83
7.14	ACESSIBILIDADE A PMR	84
7.14.1	DISPOSIÇÕES GERAIS	84
7.15	INTERFACE COM O CAIS	85
7.16	OUTRAS CONSIDERAÇÕES	85
8	ENGATE	86
8.1	ENGATE AUTOMÁTICO	87

CONCURSO PÚBLICO PARA O FORNECIMENTO E MANUTENÇÃO DE MATERIAL CIRCULANTE PARA A REDE DO
METRO DO PORTO
CADERNO DE ENCARGOS, PARTE II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

9	BOGIE.....	90
9.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	90
9.2	HIPÓTESES DE CÁLCULO.....	91
9.2.1	DINÂMICA DO VEÍCULO	91
9.2.2	CARGAS	92
9.2.3	TENSÕES MÁXIMAS ADMISSÍVEIS	93
9.2.4	VELOCIDADES CRÍTICAS.....	93
9.3	ESTRUTURA.....	94
9.4	EIXOS.....	94
9.4.1	EIXO/VEIOS DE RODAS.....	94
9.4.2	RODAS.....	95
9.4.3	CAIXAS DE EIXO	97
9.4.4	ELEMENTOS DE FREIO.....	97
9.5	SUSPENSÕES	98
9.5.1	SUSPENSÃO PRIMÁRIA	99
9.5.2	SUSPENSÃO SECUNDÁRIA.....	99
9.6	AMORTECEDORES	100
9.7	MOTORES DE TRACÇÃO	100
9.7.1	PRINCIPAIS REQUISITOS	101
9.8	REDUTORES	102
9.9	EQUIPAMENTO DE FREIO.....	103
9.9.1	FREIO DE PINÇAS (CALIPER).....	104
9.9.2	PASTILHAS.....	104
9.9.3	FREIO DE ESTACIONAMENTO	105
9.9.4	PATINS ELETROMAGNÉTICOS	105
9.9.5	INTERFACE RODA – CARRIL	106
9.9.6	MANUAL DE MONTAGEM DO BOGIE.....	106
9.10	VÁRIOS	107
10	TIPOS DE FREIOS.....	108
10.1	GENERALIDADES	108
10.2	FREIO DE SERVIÇO.....	109
10.3	FREIO DE EMERGÊNCIA	110
10.4	FREIO DE PARAGEM	110
10.5	FREIO DE ESTACIONAMENTO	111
11	DISPOSITIVOS E CIRCUITOS DE SEGURANÇA.....	111
11.1	CIRCUITO ELÉTRICO DE SEGURANÇA	111
11.2	DISPOSITIVO DO HOMEM-MORTO	112
11.3	BOTÃO DE FRENAGEM DE SOCORRO.....	113
11.4	COMANDO DE PORTAS	113
11.5	SINAIS DE ALARME.....	115
11.6	REGISTADOR DE OCORRÊNCIAS	117
11.7	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO DE INCÊNDIOS (SADI).....	118

12	SISTEMAS, DISPOSITIVOS E CIRCUITOS DE COMANDO E CONTROLO.....	119
12.1	SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO DO VEÍCULO	119
12.2	REDE DE COMUNICAÇÕES.....	121
12.3	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO ELÉTRICA PRINCIPAL	121
12.4	COMANDO DO COMPRESSOR (CASO EXISTA).....	122
12.5	DISPOSITIVO ANTI DESLIZAMENTO.....	122
12.6	FREIO DE ESTACIONAMENTO E FREIO NORMAL DE SERVIÇO	123
12.7	FARÓIS, SINAIS DE CAUDA E INDICADORES DE MUDANÇA DE DIREÇÃO	124
12.8	ILUMINAÇÃO.....	125
12.9	ACESSO AO PESSOAL DA LIMPEZA.....	126
12.10	SISTEMA ANTICOLISÃO E DE DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS (SADO).....	127
13	SISTEMA DE COMUNICAÇÕES.....	128
13.1	INTERCOMUNICADOR DO SINAL DE ALARME.....	129
14	RADIO.....	130
14.1	RÁDIO DE VOZ	130
14.2	OBC	131
14.2.1	INFORMAÇÃO GERAL.....	131
14.2.2	FUNÇÕES	131
15	SISTEMA IBIS.....	132
16	INFOTAINMENT	134
16.1	CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA.....	136
17	CONTAGEM DE PASSAGEIROS	136
18	WI-FI.....	137
19	VIDEOVIGILÂNCIA	137
19.1	OBJETIVOS PRINCIPAIS.....	137
19.2	MODOS DE FUNCIONAMENTO	139
19.3	EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE VIDEOVIGILÂNCIA.....	142
19.3.1	EQUIPAMENTO A BORDO:.....	142
19.3.2	CÂMARAS DE VÍDEO:	143
19.3.3	EQUIPAMENTO DE TRANSMISSÃO.....	144
19.3.4	MONITOR DE VÍDEO (<i>PANEL PCTÁTIL</i> – CONSOLA DE COMANDO)	144
19.3.5	SISTEMA DE GRAVAÇÃO DE IMAGENS.....	145
19.3.6	ALIMENTAÇÃO	146
19.3.7	MANUTENÇÃO	146
20	APARELHAGEM ELÉTRICA	147
20.1	CABOS E CONDUTAS	147
20.2	CONETORES	148
20.3	CONTADORES E RELÉS.....	149

20.4	LIGAÇÕES DE MASSA E RETORNOS DE CORRENTES.....	150
21	EQUIPAMENTO PNEUMÁTICO	150
21.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS	151
21.2	PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO	152
21.2.1	COMPRESSOR.....	152
21.2.2	UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR.....	152
21.2.3	DEPÓSITOS.....	153
21.2.4	INSTALAÇÃO PNEUMÁTICA	153
21.2.5	REGULAÇÃO E PROTEÇÕES	154
21.3	CONSUMO DE AR COMPRIMIDO	154
21.3.1	SUSPENSÃO PNEUMÁTICA	154
21.3.2	AREEIROS	155
21.3.3	LUBRIFICADOR DE VERDUGO	156
22	MODOS DE CONDUÇÃO	156
22.1	EXIGÊNCIAS DO SERVIÇO EM CASO DE AVARIA.....	157
23	SISTEMA DE SINALIZAÇÃO EMBARCADO (ONBOARD).....	158
23.1	CONDIÇÕES GERAIS	158
23.2	NORMAS TÉCNICAS E REGULAMENTOS.....	159
23.2.1	SEGURANÇA DE SOFTWARE.....	159
23.2.2	COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA.....	159
23.2.3	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	159
23.2.4	EQUIPAMENTO ELETRÔNICO.....	159
23.2.5	CABOS ELÉTRICOS.....	159
23.2.6	ENSAIOS DE RECEÇÃO E MANUTENÇÃO	160
23.3	SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DA REDE DA METRO DO PORTO (WAYSIDE)	160
23.4	CONDIÇÕES IMPORTANTES A VERIFICAR NOS VEÍCULOS.....	160
23.5	SISTEMA ATP – EBICAB 900 (CITYFLO 250)	162
23.6	SISTEMA CBTC	163
23.6.1	INTERFACES ENTRE VEÍCULO (RST) E O CBTC EMBARCADO	164
23.7	DISPOSITIVO DE COMANDO DO SISTEMA DE SEMAFORIZAÇÃO.....	165
23.8	INTERFACE ENTRE COMPUTADOR DE BORDO DO VEÍCULO E TMS.....	165
23.9	ENSAIOS DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO EMBARCADA.....	166
23.9.1	ENSAIOS EM FÁBRICA, TIPO E SÉRIE.....	166
23.9.2	ENSAIOS DE ENDURANCE	166
23.9.3	ENSAIOS INTEGRADOS.....	167
23.9.4	COLOCAÇÃO AO SERVIÇO	167
24	DESIGN.....	167
25	SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO E APOIO À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	168
25.1	CONTADOR DE ENERGIA.....	170
25.2	MONITORIZAÇÃO DA CONDUÇÃO	170
25.3	APOIO À MANUTENÇÃO	171

26	ENSAIOS.....	173
26.1	ÂMBITO E OBJETIVOS	173
26.2	ENSAIOS TIPO E ENSAIOS SÉRIE.....	174
26.3	ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS	176
26.3.1	ENSAIOS TIPO.....	176
26.3.2	ENSAIOS SÉRIE.....	177
26.4	ENSAIOS DO VEÍCULO E PROTOCOLO DE EXECUÇÃO	177
26.5	ENSAIOS TIPO – CASOS PARTICULARES	179
26.5.1	ENSAIO DE GABARIT.....	179
26.5.2	ENSAIOS DE CONSUMO ENERGÉTICO POR PASSAGEIRO	180
26.5.2.1	CÁLCULO DO CONSUMO ENERGÉTICO	180
26.5.3	ENSAIOS DE SISTEMA DE SINALIZAÇÃO EMBARCADA.....	181
26.5.4	ENSAIOS DE CONTAGEM DE PASSAGEIROS.....	182
26.5.5	ENSAIOS DE SISTEMA DE APOIO À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	182
27	CONDIÇÕES GERAIS DA MANUTENÇÃO.....	183
27.1	EXECUÇÃO DO CONTRATO	184
27.2	OBRIGAÇÕES DO FORNECEDOR.....	185
27.3	CRITÉRIOS GERAIS DA MANUTENÇÃO.....	186
27.4	MANUTENIBILIDADE	189
27.5	ACESSIBILIDADE.....	191
27.6	UNIFICAÇÃO ENTRE PEÇAS DO MESMO VEÍCULO.....	191
27.7	EQUIPAMENTOS ESPECIAIS.....	191
27.8	EQUIPAMENTOS OFICINAIS	191
27.9	EQUIPAMENTO DE ELEVAÇÃO DO VEÍCULO EM OFICINA	192
27.10	EQUIPAMENTO PARA CARRILAMENTO DO VEÍCULO.....	192
27.11	OFICINA E UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS OFICINAIS	193
27.11.1	RESPONSABILIDADE DO FORNECEDOR	194
27.11.2	CONTROLO DA EXECUÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO	194
27.11.3	MANUTENÇÃO DO SISTEMA ATP/CBTC.....	195
27.12	FORMAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA.....	195
28	SOBRESSELENTES	196
28.1	FORNECIMENTO DE SOBRESSELENTES	196
28.2	GESTÃO DE SOBRESSELENTES	198
29	INDICADORES DE DESEMPENHO	198
29.1	CONCEITOS GERAIS.....	198
29.2	FIABILIDADE.....	198
29.2.1	DEFINIÇÕES	198
29.2.2	FIABILIDADE DE SERVIÇO	199
29.2.3	CONCEITO DE AVARIA	199
29.2.4	ÍNDICES DE FIABILIDADE.....	201
29.2.5	CONTROLO DA FIABILIDADE	202
29.2.6	CÁLCULO DA FIABILIDADE DE SERVIÇO.....	203

29.2.7	DEMONSTRAÇÃO DA FIABILIDADE DO PROJETO	204
29.3	DISPONIBILIDADE.....	205
29.3.1	DEFINIÇÕES	205
29.3.2	CONCEITO DE INDISPONIBILIDADE	206
29.3.3	CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE DE FROTA	207
29.3.4	CONTROLO DA DISPONIBILIDADE	208
29.4	REGISTO DE DADOS.....	208
29.5	RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO	209
29.5.1	SEGUIMENTO DE EQUIPAMENTOS	210
29.5.2	AVARIAS REPETITIVAS OU SISTEMÁTICAS	210
29.5.3	AVARIAS QUE REDUZEM A VIDA DOS APARELHOS.....	211
29.5.4	AVARIAS QUE REPERCUTEM NA SEGURANÇA.....	211
29.5.5	AVARIAS SEM REPARAÇÃO OU CAUSA DIAGNOSTICADA.....	212
30	SANÇÕES E PENALIDADES	212
30.1	INCUMPRIMENTO DAS PASSAGENS EM PÓRTICO	212
30.2	INCUMPRIMENTO DA DISPONIBILIDADE CONTRATUAL.....	212
30.3	INCUMPRIMENTO DA FIABILIDADE CONTRATUAL.....	213
30.3.1	INCUMPRIMENTO DA FIABILIDADE DE SERVIÇO.....	213
30.3.2	INCUMPRIMENTO DA FIABILIDADE DO PROJETO.....	213
30.4	EXCESSO DE CONSUMO ENERGÉTICO.....	214
30.5	INCUMPRIMENTO DO PESO	215
31	DOCUMENTAÇÃO.....	215
31.1	ÂMBITO E CONTEÚDO	215
31.2	REQUISITOS DE GESTÃO DA QUALIDADE	219
32	CUSTO DE CICLO DE VIDA (LCC - “LIFE CYCLE COST”)	221
32.1	ENTREGÁVEIS LCC.....	224
32.2	DEMONSTRAÇÃO LCC	226
33	APROVAÇÃO DO PROJETO E INSPEÇÃO AO FABRICO.....	226
33.1	PESO DO VEÍCULO	230
33.1.1	CÁLCULO DO PESO.....	230
34	PROGRAMAS INFORMÁTICOS (SOFTWARE).....	231
35	GARANTIAS	231
36	SAFETY CASE E ISA PARA TODOS OS VEÍCULOS.....	231
37	SAFETY CASE E ISA DE INTEGRAÇÃO NA REDE METRO DO PORTO	233
37.1.1	ENSAIOS DE COMPROVAÇÃO DE COMPATIBILIDADE.....	234
37.1.2	ENSAIOS REQUERIDOS PELO ISA E SAFETY CASE	234
38	HOMOLOGAÇÃO DOS VEÍCULOS.....	234
39	CIBER SEGURANÇA	235

39.1	ENQUADRAMENTO DA CIBERSEGURANÇA NO SMLAMP	235
39.2	MEDIDAS A IMPLEMENTAR	236
39.3	DOCUMENTAÇÃO	237
39.4	GESTÃO DO RISCO	238
39.5	RESPONSABILIDADES GERAIS	239
40	ANEXOS.....	239

0 Glossário

Sempre que no presente Caderno de Encargos e seus anexos, as expressões a seguir mencionadas se iniciem por letra maiúscula, tais expressões, independentemente de se encontrarem utilizadas no singular ou no plural e salvo se do contexto resultar claramente sentido diferente, terão o seguinte significado:

«ATP»	Automatic Train Protection (Sistema de Proteção Automática do Veículo)
«CBTC»	Communications-Based Train Control
«Concorrente»	Entidade que apresenta Proposta ao presente Concurso
«Empresa»	Metro do Porto, Entidade Adjudicante
«ERTMS»	European Railway Traffic Management System
«Fornecedor»	Entidade Vencedora do Concurso com a qual a Metro do Porto celebra o Contrato
«IBIS»	Sistema Integrado de Informação a Bordo
«IMT»	Instituto da Mobilidade e dos Transportes
«IPC»	O índice de preços no consumidor, sem habitação, para o continente, publicado pelo Instituto Nacional de Estatística, I. P.;
«ISA»	Independent Safety Assessment
«HPL»	High Pressure Laminated
«LED»	Light Emitting Diode
«GRP»	Glass Reinforced Plastic
«MMI»	Interface Homem Máquina

«MVB»	Bus de Comunicações Principal Veículo
«OBC»	On Board Computer (terminal de controlo e interface do
«PIE»	IBIS)
	Plano de Inspeção e Ensaios
«PMO»	Parque de Manutenção e Oficinas
«PMR»	Pessoa de Mobilidade Reduzida
«Proposta»	A proposta apresentada e adjudicada no Concurso
«RCM»	Reliability Centered Maintenance
«RFID»	Radio-Frequency Identification
«Retrofit»	Alteração de um componente, ou sistema, extensível a todos os veículos
«SMLAMP»	Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto
«IDU»	Intelligent Display Unit
«TMS»	Train Management System
«EPI»	Equipamento de Proteção Individual
VdE	Vila d'Este

1 Introdução

Neste documento definem-se os dados necessários ao projeto, construção, utilização e operacionalidade dos veículos de material circulante (designados de forma abreviada como veículos), bem como a sua manutenção objeto do presente concurso.

Em caso de informação divergente entre este documento e os respetivos anexos, prevalece a informação constante do documento (CADERNO DE ENCARGOS, Parte II – Especificações Técnicas).

O Concorrente deverá descrever as soluções propostas, apresentar ou confirmar explicitamente o especificado ou requerido, de forma a que a Proposta possa ser devidamente analisada e avaliada.

Pretende-se que o Concorrente apresente na sua Proposta um veículo com experiência demonstrada e com as adaptações necessárias que visem melhorar as suas características.

O Concorrente deverá apresentar as referências de veículos semelhantes ao proposto, que se encontrem em operação, assim como dados históricos dos mesmos, através do preenchimento do Anexo 1 (“Referência de Veículos Semelhantes e Dados Históricos”).

A informação pertinente resultante da consulta preliminar ao mercado realizada, ao abrigo do artigo 35.º-A do CCP, será, caso seja expressamente solicitada, disponibilizada a todos os concorrentes do procedimento, o que ocorrerá após o termo do prazo para a apresentação das propostas, de acordo com a Orientação Técnica n.º 04/CCP/2019, datada de 11/07/2019 do Instituto dos Mercados Públicos, do Imobiliário e da Construção, I.P. (IMPIC).

1.1 CONDIÇÕES GERAIS

Os veículos deverão estar preparados para efetuar operação de serviço comercial de passageiros na rede de metro do Porto cumprindo todas os requisitos normativos, de desempenho e operacionais para cabal desempenho do serviço comercial.

Deverá assim o Concorrente tomar conhecimento da realidade do Sistema de Metro, não sendo o desconhecimento aceite como fator de incumprimento ou desajuste do

fornecimento relativamente às condições necessárias.

No Anexo 2 (“Manual de Condução”) são apresentadas as regras e procedimentos usados na condução de veículos ferroviários no SMLAMP.

Os veículos deverão executar funções idênticas à atual frota de veículos propriedade da Empresa pelo que é responsabilidade do Concorrente averiguar essas funcionalidades e requisitos, não sendo o desconhecimento aceite como fator de incumprimento ou desajuste do fornecimento relativamente às condições necessárias.

O veículo deverá ser projetado de forma a otimizar os custos inerentes à operação e manutenção, ou seja, LCC privilegiando o baixo consumo de energia, elevada fiabilidade do veículo, e dos seus sistemas, tempo de reparação, custo das peças de reposição, adoção de componentes normalizados e de fornecimento aberto (multivendor/multisource), integração de sistemas de comunicação e controlo que permitam a identificação da avaria em causa, integrado num programa de gestão de obsolescência de materiais/componentes ou sistemas perfeitamente balanceados, conhecidos à priori e de cuja descontinuação seja informada – em tempo útil – a Empresa, bem como, configuração/parametrização aberta à Empresa dos sistemas eletrónicos que sejam dependentes da via, ou serviço, a realizar pelos veículos.

Em fase de projeto dos veículos deverão ser apresentadas à Empresa, especificações técnicas dos sistemas e subsistemas referidos neste documento, para análise e posterior validação desta, nos moldes apresentados no presente Procedimento.

1.2 REQUISITOS ESSENCIAIS

De forma a poder demonstrar o cumprimento dos requisitos técnicos essenciais enunciados no presente Procedimento, a Proposta deverá descrever as soluções, conforme tipificado no Anexo VIII e confirmar o cumprimento dos pontos constantes do Anexo IX, ambos do Programa de Concurso. A sua não confirmação/apresentação será interpretada como não cumprimento dos requisitos essenciais em causa, sem prejuízo do exposto nos demais documentos do Concurso.

1.2.1 Caraterísticas Técnicas dos Veículos

O Projeto e Fornecimento terá sempre em consideração os seguintes aspetos:

- Os veículos serão projetados para uma vida comercial útil mínima de 30 anos.
- A distância média anual percorrida que se perspectiva de 100.000 kms em regime de operação diária, ou intermitente, e num regime de manutenção periódica ou de manutenção sob regime de condição monitorizada.
- Prevê-se que a quilometragem máxima anualmente percorrida não exceda os 120.000 km.
- Os componentes utilizados nos veículos devem ter um fornecimento assegurado de pelo menos 15 anos. Em caso de descontinuidade de fabrico, o Fornecedor obriga-se a encontrar componente alternativo com preço/especificação idêntica e intermutabilidade assegurada.
- Os veículos serão todos iguais entre si, à exceção do ATP/CBTC.
- Exige-se a ausência de amianto e chumbo em qualquer dos componentes do veículo, ainda que estes não precisem de manipulação na manutenção.
- Enquadramento normativo aplicável a veículos ferroviários e homologação de acordo com os regulamentos e diretivas locais aplicáveis.
- As normas consideradas no projeto do veículo deverão observar a precedência natural das normas aplicáveis e existentes: ISO, EN. Outras normas só serão aceites mediante a prova da inexistência da precedência aqui referida.

Tendo como finalidade garantir a prestação do serviço de transporte de passageiros na rede do SMLAMP, incluindo todos os troços em túnel, com especial relevância para o túnel J (ligação entre o Tronco Comum e a linha D), as Linhas Rosa, Rubi e PMOs, designadamente Vila d'Este, sem prejuízo do referido em 1.2.2 ("Desempenho e Eficiência"), o veículo deverá ser concebido por forma a satisfazer as exigências de, por um lado, um transporte suburbano e, por outro lado, de um transporte urbano, seja em termos de conforto, prestações de desempenho, designadamente de aceleração e velocidade, de inscrição na via e de gabarit. Assim, terão que ser satisfeitas as seguintes características básicas:

- gabarit dinâmico compatível com os dados apresentados no Anexo 3 ("Gabarit Dinâmico").
- prestações de velocidade e aceleração de acordo com os tipos de serviços a prestar.

- equipamento de ar condicionado de forma a arrefecer, ou aquecer, o ar interior dos salões de passageiros e cabinas de condução, em condições térmicas, ruído, volume de renovação de ar e velocidade de ar incidente nos passageiros/conductor de acordo com as normas EN14813 e EN14750;
- índice de conforto compatível com percursos suburbanos, nomeadamente a classificação do conforto do veículo, de acordo com a norma EN 12299, deverá ser “Confortável” ou “Muito Confortável”. Os valores apresentados deverão incluir vários locais do veículo (alinhados com o bogie, a meio vão entre bogies, e cabina de condução) e será sempre um valor $N_{MV} \leq 2$;
- ruído exterior (medido a 7.5m do eixo da via a uma altura de 1.2m imobilizado e com ar condicionado ligado – ISO3095 – inferior ou igual a: $L_{Aeq} = 56\text{dB(A)}$);
- ruído interior (medidos a uma altura de 1.6m – ISO3381), valores inferiores ou iguais aos seguintes:
 - Imobilizado com ar condicionado desligado: 56dB(A).
 - Imobilizado com ar condicionado em funcionamento pleno: 60dB(A).
 - Veículo à velocidade 60km/h (via balastrada): 75dB(A).
 - Veículo à velocidade 60km/h (via betonada): 79dB(A).
- Utilização por pessoas de mobilidade reduzida, tendo em conta a definição de cais apresentada no Anexo 4 (“Interface entre Cais e Estribo da Porta de Passageiros”);
- Estrutura dos veículos: resistência estrutural Classe P-IV (segundo EN12663 – nomeadamente força de compressão 400 kN) e resistência à colisão Classe C-IV (segundo EN15227);
- Projeto do bogie de acordo com a norma EN13749:2011 classe B-IV;
- Existência de pelo menos dois conversores auxiliares independentes entre si;
- Equipamentos de ar condicionado independentes, podendo os das Cabinas de Condução partilhar o equipamento do salão adjacente, desde que seja garantida a regulação independente das Cabinas de Condução e redundância dos componentes presentes na unidade integrada de AVAC. A redundância dos componentes deverá ser analisada mediante a apresentação de modos de falha, arquitetura do sistema integrado e a discutir em fase de projeto;
- Imobilização por aplicação do freio de estacionamento, em carga máxima CCM, num pendente de 7% (com carril molhado);

- o Capacidade de paragem, arranque e aceleração, em carga máxima CCM, num pendente de 7%, devendo ser consideradas baixas condições de aderência na via;
- o Prestações mínimas considerando em qualquer dos casos um coeficiente de aderência adequado a condições atmosféricas adversas (a ser especificado em fase de Proposta e comprovado em ensaio específico):
 - Velocidade máxima: superior ou igual a 80 km/h
 - Desaceleração média (velocidade máxima até 0): $\geq 1,2\text{m/s}^2$
 - Desaceleração de segurança: $\geq 2\text{m/s}^2$
- o Lotação – mínimo de 50 lugares sentados e 210 no total em CCN (4pass/m²);
- o Portas de Passageiros – haverá um número mínimo de 5 portas por lado do veículo, em que pelo menos quatro serão de duas folhas com abertura mínima de 1.300mm de largura e 2.000mm de altura.

Nos extremos das laterais, junto às cabinas, e apenas aí, serão ainda aceites, para além das anteriores, o seguinte tipo de portas:

- portas de uma folha que terão uma abertura mínima de 650mm e máxima de 800mm e 2.000mm de altura. Os tempos de abertura e fecho das portas de uma folha deverão ser idênticos às de duas folhas.
- folha dupla de 2.000mm de altura por 1.000mm de largura.

Não serão aceites soluções que não apresentem o mesmo número de portas por lado do veículo. Importa referir que o espaço de abertura de porta não poderá estar a menos de 1,5 metros da porta adjacente.

- o Motorização – O rácio de bogies motores, face ao número total de bogies, terá que ser maior ou igual a 66%.
- o Piso – Área de piso rebaixado nunca inferior a 70%, com possibilidade de existência de rampas e/ou degraus. Esta informação é complementada com o referido no capítulo 7. Salão de Passageiros.
- o Engate – Automático. Toda a operação de acoplamento de veículos, incluindo a abertura de tampas ou coberturas deverá ser automática, podendo o acionamento (extração do engate) ser manual. Em caso de falha, deve ser possível a operação manual.
- o Comprimento do veículo – entre 33 e 38 metros. A inserção em estação deverá cumprir o referido em 1.2.4

- Largura do Veículo – Entre 2650 a 2550 mm (largura do veículo, sem considerar as câmaras laterais exteriores e os estribos das portas).
- Altura interior do veículo (pé direito) – Em nenhum ponto no interior do veículo onde os passageiros possam caminhar, a altura do veículo deverá ser inferior a 2000mm.
- Sistema de Detecção de Veículos (sinalização) – O Fornecedor deve assegurar compatibilidade com o sistema de contadores de eixo e circuitos de via existentes no SMLAMP. O Fornecedor deverá assegurar, também, compatibilidade com os motores de acionamento dos AMV's.
- Ensaio Tipo do Veículo – Estes ensaios serão realizados pelo Fornecedor, com especificação prévia e aprovação pela Empresa. O Fornecedor deverá prever o acompanhamento por Entidade Independente, a ser contratada pela Empresa. A Empresa comunicará ao Fornecedor a Entidade Independente escolhida 3 meses antes da chegada do 1º veículo.
- Cumprimento das Normas de Segurança (safety) – o Fornecedor deverá respeitar os requisitos das Normas EN 50126, EN 50128 e EN 50129, incluindo emissão dos seguintes Relatórios do Veículo:
 - a) ISA Report (para toda a frota).
 - b) Safety Case (para toda a frota).
 - c) Heat Release Rate Curve.
 - d) Dossier de suporte para Registo do veículo no IMT, conforme descrito neste Procedimento e respetivos anexos.
- Os veículos serão equipados com ATP ou com CBTC, conforme descrito nos documentos de Concurso.

Estes equipamentos, instruções de instalação e esquema elétricos do sistema serão fornecidos pelo fornecedor do sistema ATP ou CBTC, sem custos, mas sendo da responsabilidade do Fornecedor a sua integração com o veículo assim como, a instalação, testes e comissionamento juntamente com o Fornecedor destes equipamentos, para assegurar o cabal desempenho do sistema.

A integração do sistema ATP e/ou CBTC no veículo, da responsabilidade do Fornecedor, deve estar incluída na avaliação de segurança (*safety*) do veículo de acordo com a norma EN50126.

O Fornecedor, na fase de Projeto, será informado do(s) fabricante(s) destes equipamentos.

Os testes tipo, ou seja, os testes que confirmam as características técnicas dos veículos entregues pelo Fornecedor, serão realizados nas instalações/via da Empresa. Na execução do fornecimento, serão submetidos à aprovação da Empresa os anteprojeto e projeto de detalhe do veículo e sistemas conforme referidos neste Procedimento.

1.2.2 Desempenho e Eficiência

É condição essencial que todo o projeto do veículo e sua execução tenham sempre como objetivo a máxima eficácia de desempenho e eficiência, nomeadamente, buscando soluções que atinjam consumos energéticos otimizados, quer através das soluções implementadas na cadeia de tração, quer em toda a envolvente do projeto do veículo, designadamente, baixo peso, elevados rendimentos de órgãos e sistemas, arquitetura do sistema de frenagem, com elevada recuperação de energia e respetiva devolução à rede elétrica de tração.

Pelo referido deverá ser apresentado na Proposta, o consumo de energia do veículo por passageiro transportado com carga de (CCN) 4 pass/m² (sem recuperação de energia e ar condicionado desligado), devendo as velocidades e acelerações/desacelerações serem as máximas e em conformidade com o perfil de velocidade da via para os troços indicados. Este consumo específico deverá ser menor ou igual a 30Wh/(km*passageiro); O valor apresentado na Proposta, terá que ser demonstrado em ensaio Tipo, e para as mesmas condições referidas, a realizar na rede do SMLAMP.

Devem ainda ser apresentados na Proposta e descritos, mais em pormenor, nos capítulos correspondentes, os seguintes itens:

- Consumo por passageiro transportado com carga de (CCN) 4 pass/m² com recuperação de energia, teórica, máxima;
- % de recuperação de energia, teórica, face à energia consumida, admitindo total disponibilidade de rede;
- Apresentação do cálculo, no trajeto definido, na escala temporal e quilométrica, devendo o cálculo partir, claramente, das características do veículo proposto:

- i. Massa (ou peso) do veículo nas várias condições de carga e massas rotativas
- ii. Curva de tração (força, velocidade)
- iii. Força de resistência ao rolamento
- iv. Declive da via e raios de curva
- v. Coeficiente de atrito da via
- vi. Velocidade instantânea
- vii. Rendimento energético (de cada um dos elementos que compõem a cadeia de tração)

Deverão ser apresentados na Proposta os diagramas de marcha e tempos de percurso para uma viagem completa (ida e volta) Aeroporto- Estádio do Dragão e Estádio do Dragão – Aeroporto, com paragem em todas as estações.

Para estes cálculos, deverão ser usados obrigatoriamente os seguintes pressupostos:

- o Tempo de paragem em estação de 20 segundos (incluindo na estação inicial e na estação final).
- o Devendo as velocidades e acelerações/desacelerações serem as máximas e em conformidade com o perfil de velocidade da via para os troços indicados.

Como dados de entrada, serão usados os provenientes dos Anexos: Anexo 5 (“Traçado e Perfil Longitudinal da Via”) e Anexo 20 (“Perfil de Velocidades da Linha E”).

O concorrente deverá apresentar em cálculo próprio separado, na Proposta:

- Curvas de tração (F , v) em tara, CCN, CCM
- Massa do veículo em tara, CCN, CCM
- Expressão da força de resistência ao avanço em tara, CCN e CCM bem como a expressão analítica correspondente
- Curvas de frenagem eletrodinâmica (F , v) em tara, CCN e CCM
- Valores constantes nos gráficos deverão garantir a boa visibilidade e legibilidade dos valores apresentados
- Deverá constar o valor da energia dissipada por freio mecânico para cada uma das condições de carga do veículo e tipo de freio.

a) Acelerações para efeitos de dimensionamento

O sistema de tração será dimensionado para garantir, como mínimo, com todos os sistemas do veículo funcionando corretamente, os seguintes valores em CCN e alinhamento reto e horizontal:

- Aceleração média em patamar {0-30km/h}: 1,1 m/s²
- Aceleração média em patamar {0-Velocidade máxima}: → 0,65 m/s²

A aceleração de arranque máximo será ajustável em oficina entre o valor mínimo e o seu valor máximo.

Deverão ser apresentadas na Proposta as curvas típicas de tração e frenagem demonstrativas do desempenho do sistema de tração.

O Concorrente deverá justificar o coeficiente de atrito assumido nos cálculos a apresentar, considerando que este coeficiente tem por base uma questão tribológica e de variabilidade no contexto operacional.

Os parâmetros aqui referidos serão posteriormente confirmados em ensaio tipo prévio à receção provisória dos veículos e, em caso de incumprimento condicionarão a respetiva receção.

b) Desacelerações para efeitos de dimensionamento

Em alinhamento reto e horizontal, a frenagem de serviço, para qualquer estado de carga e com todos os sistemas do veículo funcionando corretamente, conseguir-se-á a manutenção do esforço de frenagem com uma desaceleração média de pelo menos 1,2m/s².

A desaceleração de segurança será de pelo menos 2m/s² desde a velocidade máxima até 0 km/h.

A desaceleração de emergência, se necessário com o apoio dos freios eletromagnéticos, será de pelo menos 2,4m/s² desde a velocidade máxima 80km/h.

Os valores acima referidos devem ser confirmados na Proposta através de cálculo explicativo.

Nota: Para efeito de cálculo deverá ser sempre utilizado um coeficiente de aderência mínimo que tenha em consideração condições atmosféricas adversas e deve ser

justificado nos cálculos a enviar.

c) Suavidade de marcha na aceleração ou desaceleração

- d) O solavanco (jerk) máximo para a aceleração, ou desaceleração, deverá ser sempre inferior a $0,8 \text{ m/s}^3$. O seu cálculo, de acordo com as normas, deve ser aprovado pela Empresa em fase de Projeto, não devendo nunca ser integrado num intervalo de tempo superior a 0,3s. As medições, nomeadamente a frequência de aquisição de dados apresentadas nos testes tipo, deverão ser concordantes com este requisito. O sistema de frenagem deverá ser ainda prontamente reativo ao comando exercido pelo maquinista de forma a que o local de imobilização do veículo seja controlável pelo maquinista.

1.2.3 Características Operacionais dos Veículos

O Projeto e Fornecimento terão sempre em consideração os seguintes aspetos operacionais:

- o Os veículos serão bidirecionais (duas cabinas de condução totalmente equipadas e funcionalmente independentes) com características adequadas para operar na rede do SMLAMP (incluindo Linhas Rosa, Rubi, túneis de acesso, ligações e PMOs). Embora sendo desejável, a circulação na Linha A, por eventuais restrições de gabarit, não é uma obrigação.
- o Os veículos operarão normalmente em unidade simples ou dupla, através de acoplamento entre veículos da mesma família, feitas regularmente (pelo menos duas vezes por dia).
- o Os veículos estarão adaptados à utilização por pessoas com mobilidade reduzida, sendo necessário reduzir ao mínimo a folga, degraus, rampas e demais desníveis, entre veículo e cais e desde a entrada à zona reservada a PMR, cumprindo com o normativo vigente e respeitando o requerido nos documentos deste Procedimento.

1.2.4 Imposições de Infraestrutura

Por imposição da infraestrutura do SMLAMP, os veículos deverão cumprir determinados requisitos, designadamente os seguintes:

- **Gabarit:** é condição necessária, porém não suficiente, cumprimento do gabarit definido em detalhe no Anexo 3 ("Gabarit Dinâmico") com o veículo em condições normais de operação.
- **Energia:** Corrente máxima de tração limitada a 1.000 A.
- **Carga por eixo em CCM:** máxima de 11,5 tonelada.
- **Inserção do Veículo em estação** – as dimensões do veículo serão tais que o veículo possa operar em condições normais de segurança, em unidade simples ou duplas em plataforma de 70 metros, sendo que todas as portas deverão inserir-se em menos de 67 metros de comprimento.

2 Normas

Embora em muitos casos não se faça referência a uma Norma específica, entende-se que todos os elementos fornecidos estarão de acordo com as Normas UIC, CEI, DIN, EN, NF e/ou outras especificações técnicas que a Empresa considere oportuno seguir durante o desenvolvimento do projeto.

Terão que ser obrigatoriamente cumpridas todas as Normas aplicáveis a veículos ferroviários que desempenhem um serviço de operação comercial em situações análogas à do SMLAMP, designadamente, de compatibilidade eletromagnética.

Deverá o Concorrente/Fornecedor identificar, de forma fundamentada, eventuais incongruências entre as exigências do presente Procedimento e as normas em vigor aplicáveis.

Os veículos a fornecer, serão classificados em termos de comportamento ao fogo e emissão de fumos, como A1, segundo a Norma NF F16-101 ou HL2 conforme norma EN45545, sendo que todo o projeto e fabrico deverão ter em conta esta classificação. Assim, deverão ser apresentados até 18 (dezoito) meses após assinatura do Contrato, os certificados dos materiais empregues nos veículos, que permitam confirmar a classificação de comportamento ao fogo e emissão de fumos atrás referida. Os certificados em causa deverão ser emitidos por laboratórios homologados e independentes do fornecedor, podendo a Empresa exigir a realização dos ensaios aplicáveis aos materiais ou conjuntos que considere mais críticos em termos de segurança. As certificações apresentadas deverão garantir que as características de

comportamento ao fumo e fogo não se alterarão ao longo da vida útil do veículo.

O veículo deverá ser projetado tendo em consideração o quadro legal e normativo à presente data, prevendo na medida do possível futuras/expectáveis alterações, ou restrições na utilização de materiais, componentes e sistemas, ou procedimentos prejudiciais para o ambiente.

No “Anexo 28 – Normas”, são elencadas normas que devem ser tomadas para a execução deste Contrato.

3 Características Técnicas Essenciais da Infraestrutura

Para efeitos indicativos, no Anexo 27 é apresentada a Descrição do Sistema de Metro Ligeiro, atualmente existente.

3.1 CARATERÍSTICAS DA VIA

Na tabela seguinte indicam-se as características fundamentais da via atualmente existente.

Esta informação é complementada com a existente nos Anexos: 6 (“Critérios de Projeto”) e Anexo 5 (“Traçado e Perfil Longitudinal da Via”).

Designação	Valor
Carga máxima por eixo segundo o projeto de via	11,5 tonelada
Raio mínimo de curva vertical convexa	500 m
Raio mínimo de curva vertical côncava	350 m
Altura do cais em relação ao topo do carril	300 mm
Distância mínima do bordo do cais ao eixo da via em alinhamento reto	1430 mm
Distância entre eixos de via em reta	3100 mm
Altura mínima da catenária ao topo do carril	3700 mm
Altura máxima da catenária ao topo do carril	6400 mm
Raio mínimo das curvas em túnel	200 m
Raio mínimo das curvas na rede (incluindo PMO)	25 m
Escala máxima	140mm existente, 160 mm máxima admissível em projeto de via

Designação	Valor
Disfarce de escala	4 mm/m
Concordância recta-curva	Clotóide
Raio mínimo dos aparelhos de via	25 m
Tangente de aparelhos de via	1/2'18, 1/3'26, 1/6'3, 1/4'00, 1/7'00, 1/2'92, 1/9'00, 1/6'00, 1/5'08, 1/2'17, 1/2'16
Inclinação do carril	0
Tipo de carril	U 50, 35 GP13, 41 GP13, 41GPU e 55G1 segundo Norma UIC860 V330 (uso pontual)
Tensão à rotura U 50 35GP13, 55G1 e 41GP13 41GPU V330 (uso pontual)	900 N/mm ² 700 N/mm ² entre 800 e 900 N/mm ² 1050 N/mm ²
Bitola	1435 mm
Desgaste vertical máximo do carril	10 mm
Desgaste horizontal máximo do carril	3 mm
Tolerância vertical de posicionamento da via	3 mm
Tolerância de nivelamento transversal da via	3 mm
Desgaste assimétrico do carril	3 mm
Distância entre términos da linha E	16,765 Km
Comprimento dos cais das estações	70 m
Declive máximo em plena via	7%
Declive máximo em estação	4%

3.2 ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA

A alimentação de energia ao veículo é assegurada por catenária abastecida por subestações interligadas por forma a minimizar as quedas de tensão e facilitar a recuperação de energia.

É utilizada uma catenária de tipo convencional, incluindo nos troços em túnel, cujas características são as seguintes:

Material do fio condutor..... cobre eletrolítico.

Descentramentos..... ± 200 mm

Tensão de alimentação..... 750 Vcc com as margens de variação previstas nas normas aplicáveis, EN 50163 inclusive.

A corrente máxima de tração do veículo estará limitada a 1.000 A. Esta limitação de corrente máxima de tração permitirá a estes veículos conviver com as restantes frotas da Empresa, mantendo as frequências e prestações normais de operação e cumprir os requisitos deste Procedimento.

Para efeitos meramente indicativos, apresentam-se as curvas de consumo dos veículos atuais da empresa, designadamente no Anexo 23 ("Curvas de Consumo MP").

O equipamento elétrico e eletrónico do veículo deverá ser concebido por forma a funcionar em perfeitas condições na gama de tensões de trabalho da catenária. Sempre que a tensão de alimentação tenha um valor fora da gama normal de trabalho deverão atuar as proteções consideradas necessárias, incluindo o bloqueio do equipamento de tração.

3.3 CONDIÇÕES CLIMATOLÓGICAS

Os veículos e todos os seus equipamentos deverão estar preparados para funcionar sem qualquer limitação ou falha nas seguintes condições:

- Temperatura ambiente: -10°C a +45°C. Estes valores poderão pontualmente ser excedidos em determinados pontos da rede;
- Radiação solar máxima: 800W/m²;
- Humidade máxima à temperatura de referência: 80% a +37°C;
- Humidade relativa diária: Pode variar entre 60% e 100%;
- Chuva: Número médio de dias por ano com chuva: 146, incluindo 46 dias de pelo menos 10mm de precipitação;
- Vento: Velocidade acima de 36 km/h, 65 dias por ano e rajadas acima de 55 km/h, 4 dias por ano;
- Geadas: 12 dias por ano;
- Nevoeiro: 72 dias por ano;
- Atmosfera salina.

As condições ambientais acima referidas, nomeadamente e relativamente ao teor de humidade, excede o especificado para a Zona I de acordo com EN14750-1:2006 e

EN14813-1:2006+A1:2010 e EN50125-3, justificando-se pelas condições reais de operação dos veículos. Assim deverá o Fornecedor projetar os equipamentos tendo em consideração as condições ambientais aqui especificadas na medida em que constituem condições climáticas reais e de frequência relevante para a operação do veículo.

3.4 INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS E HERTZIANAS

A cidade do Porto pode ter fontes externas de radiação eletromagnética e hertziana como a encontrada em ambientes de outras grandes cidades.

3.5 POLUIÇÃO AMBIENTAL

Entre outros, é expectável existir na área de operação dos veículos:

- Poeiras de sílica.
- Gases de exaustão de veículos rodoviários.
- Poluição usual em grandes cidades.

3.6 INUNDAÇÃO LOCAL DA VIA

A via pode ser submergida por um lençol de água com uma profundidade de cerca de 100 mm e ao longo de aproximadamente 100 m, devendo a velocidade máxima do veículo ser especificada.

Os veículos propostos deverão poder circular sem qualquer afetação dos seus equipamentos nas condições de via mencionadas no parágrafo anterior.

4 CIRCUITO DE POTÊNCIA

4.1 Captação de energia

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 centro de rotação do bogie mais próximo.

4.1.1 Pantógrafo

Cada veículo estará dotado de um pantógrafo. O pantógrafo será capaz de operar bidireccionalmente, em todas as velocidades especificadas para os vários locais da rede

e em qualquer condição ambiental que se enquadre no previsto neste documento.

O Pantógrafo será concebido, de forma a garantir o perfeito contacto com a catenária, desde a posição de trabalho inferior até à posição de trabalho superior, mantendo a força estática nominal dentro da tolerância, segundo a Norma EN 50206 e sem que cause desgaste anormal do fio de contacto da catenária. Serão adotadas soluções que visem reduzir o arco elétrico entre o pantógrafo e o fio de contacto, as quais serão demonstradas em ensaio.

O sistema de acionamento do pantógrafo deverá ser preferencialmente do tipo elétrico, não se excluindo a hipótese de ser de acionamento pneumático, desde que o Fornecedor o justifique cabalmente, ficando, neste caso, sujeito a aprovação.

O sistema de acionamento deverá ser operado em ambas as cabinas. A elevação, e recolher, do pantógrafo deverá ser realizado por comando da lógica do veículo e poderá ser comandado pelo condutor de acordo com a operação dos veículos existentes na Metro do Porto. Deverá também ser previsto o acionamento manual por parte do condutor, sendo facilmente acessível através do interior do veículo. O acionamento manual realizar-se-á por intermédio de uma alavanca, manivela ou outro dispositivo mecânico apropriado, o qual estará alojada em compartimento próprio no interior do veículo, fora do alcance dos passageiros, mas de fácil acesso ao condutor. Deverá ser fornecido um dispositivo, de acionamento manual do pantógrafo, por veículo.

O esforço de apoio sobre o fio de contacto da catenária será regulável e constante (superior a 90 N), e independente da altura de captação.

A superfície de contacto com a catenária será de grafite. Outras soluções poderão ser propostas, ficando a decisão sobre a sua aceitação do lado da Empresa. O projeto do pantógrafo deverá prever um varrimento otimizado de modo a prolongar a vida operacional das escovas.

No tejadilho do veículo e ao lado do pantógrafo instalar-se-á um cofre para o fusível de proteção da linha, com indicador de fusão do mesmo, visível a partir do exterior.

A montagem do pantógrafo sobre o tejadilho far-se-á com a máxima segurança de isolamento com as partes metálicas próximas. A instalação do pantógrafo deverá

garantir uma distância mínima relativamente aos restantes equipamentos que esteja de acordo com a Norma EN 50124-1.

No caso de avaria do pantógrafo, este disporá de um dispositivo de isolamento relativamente aos restantes equipamentos.

O pantógrafo submeter-se-á aos ensaios previstos na Norma EN 50206 e deverá cumprir a recomendação CEI 494.

4.1.2 Descarregador de Sobretensão

Na entrada da Alta Tensão, em cada veículo, montar-se-á 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.

4.1.3 Proteções de Acesso e Ligações à Terra

Os cofres com equipamentos ligados a alta tensão disporão de um sistema de proteção que garanta a segurança do pessoal de manutenção, com o objetivo de evitar o contacto voluntário ou fortuito com elementos sob tensão.

Para além da proteção contra sobretensões deverá igualmente ser garantida, em todos os equipamentos elétricos/eletrónicos, proteção contra as interferências eletromagnéticas.

Deverá ser possível efetuar a ligação à terra do circuito de alta tensão por forma a aceder em segurança aos elementos dos equipamentos do veículo que se encontrem ligados à catenária.

4.1.4 Voltímetro de Alta Tensão

Em cada cabina de condução deverá ser indicado o valor de tensão de rede. Esta informação deve também ser visível no monitor de condução em moldes a acordar na fase de projeto.

O ponto de tomada da medição deverá estar situado antes do disjuntor ou do fusível do conversor de tração, com o objetivo de garantir que o voltímetro de linha sinalize sempre que a alta tensão esteja presente.

4.2 FORNECIMENTO E GERAÇÃO DE BAIXA TENSÃO

A geração e regulação da corrente contínua e alternada necessárias para alimentar os equipamentos do veículo, serão asseguradas pela bateria e respetivo(s) grupo(s) conversor(es).

4.2.1 Bateria

Cada veículo será equipado com, pelo menos, uma bateria de acumuladores, composta por elementos alcalinos de níquel-cádmio (ou equivalente a aprovar pela Empresa), cuja tensão nominal será determinada tendo em conta as curvas características indicadas pelo seu fabricante.

Em fase de projeto, o Fornecedor deverá indicar o número de elementos, a tensão nominal de cada um deles, o peso total da bateria e as curvas de carga e descarga a 25°C, tendo em conta as prestações normais de funcionamento do veículo, as que a seguir são descritas e que deverá ser considerada uma capacidade de reserva livre de 20%.

As baterias, em condições anormais de serviço, serão capazes de alimentar, por si só, durante pelo menos 1 hora os circuitos de iluminação e garantir a paragem do veículo em segurança.

Estará disponível na cabina, através do display do condutor ou de indicador próprio, informação sobre a tensão da bateria e a corrente debitada ou consumida pela bateria.

No chassis, junto à bateria, colocar-se-á um seccionador que permita desligá-la em carga. Instalar-se-á, do mesmo modo, um dispositivo de proteção desta e uma tomada que permita recarregá-la desde o exterior.

A bateria será montada numa estrutura de aço inoxidável, de fácil acessibilidade para inspeção e manutenção, permitindo igualmente a substituição da bateria em todo o seu conjunto. Dever-se-á dar especial atenção à ventilação da caixa da bateria por forma a evitar acumulação de gases.

A tampa da bateria terá um fecho de segurança, com fechos de expansão de tal forma seguros e robustos, que nunca se possam abrir quando o veículo estiver em movimento.

As baterias serão do tipo de baixa manutenção devendo ser garantida uma duração mínima de 15 anos e cumprir o recomendado pela Norma CEl 623.

4.2.2 Conversores Auxiliares

Existirão pelo menos dois conversores auxiliares idênticos por veículo, com redundância por forma a que em caso de avaria de um deles seja possível prosseguir com o serviço de passageiros, ainda que em condições de serviço degradado apenas em termos de conforto.

Os conversores estáticos dos serviços auxiliares, terão como funções principais:

- Gerar e regular as tensões contínuas e alternadas necessárias para os equipamentos e circuitos do veículo.
- Pelo menos, nas cabinas de condução dos veículos, dispor-se-á de tomada monofásica de 220 Vac ($\geq 2kW$) para a alimentação de equipamentos externos.

O grupo conversor de cada veículo será alimentado diretamente da tensão da catenária a +750 Vcc, devendo funcionar com as prestações nominais dentro de uma margem de variação previstas nas normas aplicáveis, em vigor.

Este equipamento deverá prever para efeitos de manutenção, a ligação por fonte externa, através de tomadas próprias, de tensões de 380 Vca e 24 Vcc, de modo a poder alimentar todos os equipamentos do veículo em oficina, sem recurso à tensão de catenária.

A potência será dimensionada de forma a que se disponha de uma margem de reserva de pelo menos 15% em relação à potência nominal, em toda a sua gama de funcionamento. Esta margem deverá ser confirmada em fase de Projeto.

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 seu normal funcionamento. O Fornecedor deverá indicar, em fase de Projeto, o tempo máximo admissível de corte de alta tensão tolerado pelo conversor.

As tensões e frequências de saída deverão ser mantidas constantes e independentes das variações da alta tensão e da carga. Assinalar-se-ão expressamente os limites de tolerância na variação dos referidos parâmetros, que em nenhum caso, deverão superar

$\pm 1\%$ 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. No Projeto, far-se-á especial menção às medidas de prevenção adotadas para tal efeito, e justificar-se-á o cumprimento da Norma de compatibilidade eletromagnética EN50121. Igualmente, deverá garantir 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 caixa do conversor será metálica, totalmente estanque, o mais leve possível, com uma resistência mecânica adequada e um acabamento inalterável com o tempo face a agentes exteriores. Estará concebida para funcionar num ambiente especialmente agressivo (humidade, pó, agentes ambientais que podem provocar corrosão, etc.).

Para tal efeito, a zona do conversor onde estejam situados os equipamentos de controlo deverá ter um grau de proteção não inferior a IP 65 e um grau de poluição correspondente a PD4, conforme EN 50124.

Durante a fase de projeto, deverão ser adotadas soluções que otimizem o volume e o peso, sem penalizar a acessibilidade a elementos internos para a sua manutenção ou substituição, pelo que, todos os subconjuntos e componentes serão de fácil acesso. O Fornecedor deverá dar toda a documentação necessária de todos os elementos do conversor, indicando expressamente aqueles que necessitam, para efeitos de manutenção, da desmontagem de outros componentes.

Dever-se-á evitar a necessidade de desmontar o conversor do veículo para proceder à substituição de componentes do mesmo. O Fornecedor deverá justificar quais são os elementos que, ao não serem diretamente acessíveis, implicam a desmontagem do conversor do veículo para a sua substituição, devendo fornecer dados de fiabilidade dos referidos elementos, assim como os procedimentos, documentação e tempo de reparação necessários.

Os conversores serão facilmente desmontáveis do veículo, não devendo ser dificultada

esta operação por outros elementos situados em redor.

Prever-se-ão fichas robustas, fiáveis e fáceis de desmontar, assim como os respetivos sistemas de fixação, de modo a que os conversores possam ser substituídos. Para isso, indicar-se-á o procedimento e meios necessários para proceder à referida desmontagem e montagem.

Deverão ser tidos em conta, devendo ser indicados, em fase de projeto:

- Os valores de MDBF, MTBF e MTTR.
- A periodicidade e complexidade das operações de manutenção necessárias.
- A vida útil do veículo e uma provisão para acomodar a incerteza associada ao regime de utilização do veículo, seja em número de horas de funcionamento, número de ciclos, ou outro parâmetro que o Fornecedor entenda como ser um critério de projeto na determinação da vida útil do equipamento.
- As condições climatéricas e projeto de solução de dissipação de calor gerado pelos seus componentes.
- A escolha de componentes de eletrónica de potência deverá ter em consideração o ciclo da tecnologia presente e estabilizada ao presente dia por utilização de IGBT.
- A existência de software de diagnóstico com interface para PC no interior do veículo para controlo e que indique a data/hora da avaria, identificação do veículo e eventualmente o módulo ou carta eletrónica onde está localizada a avaria.
- A eficiência das ferramentas de software e hardware fornecidas para a ajuda à manutenção preventiva e corretiva. Estas ferramentas formarão parte do fornecimento do equipamento.
- Autonomia e modularidade.

O equipamento não deverá transmitir vibrações ou ruídos, devendo estar de acordo com as Normas vigentes, designadamente, VOV 6.325.2.

O Fornecedor deverá garantir uma vida mínima de 15 anos para os condensadores do filtro de alta tensão. Dotar-se-á o equipamento de um sistema que permita analisar a capacidade dos referidos condensadores por meio do software de controlo do conversor, com o objetivo de evitar a necessidade de proceder à desligação de cablagem.

O conversor deverá fornecer a sua potência nominal num tempo máximo de cinco segundos, depois de ser posto em funcionamento.

O rendimento será desejavelmente superior a 90% desde meia até plena carga, para toda a margem de tensão de entrada especificada. O Concorrente deverá indicar o valor do rendimento em fase de projeto.

O conversor estará dotado das proteções necessárias para evitar danos nos seus componentes no 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 Fornecedor considere conveniente para a proteção do equipamento.

Sempre que o conversor fique sem alimentação dos 750 Vcc, quer por falha do próprio conversor ou por falha de tensão da rede, dever-se-á garantir o não retorno de corrente. Nestes casos, o conversor deverá pôr-se novamente ao serviço logo que as condições normais estejam repostas.

No caso em que o conversor é desligado dever-se-á garantir que a tensão residual presente nos condensadores do circuito de alta tensão seja inferior ao valor de tensão nominal da bateria, depois de 3 minutos.

Os fusíveis de proteção da entrada do conversor estarão dotados de um dispositivo de sinalização que indique o seu estado ao sistema de monitorização do veículo.

Os conversores utilizarão semicondutores de potência de tecnologia tipo IGBT e o seu controlo será feito através de microprocessador.

O conversor estará dotado dos transdutores de corrente, tensão, temperatura e qualquer outra variável que seja necessária para informar o equipamento de controlo do seu estado de funcionamento, devendo esta informação estar acessível em tempo real através do display do condutor em ambas as cabinas.

É desejável que as cartas eletrónicas estejam dispostas num *rack* central, evitando-se a sua dispersão pelo equipamento, e disporão na sua parte frontal, de sinalizadores tipo LED que indiquem a presença ou não de avarias.

Montar-se-á um sistema físico de codificação das cartas eletrônicas para evitar o erro de inserção em posições incorretas do *rack*.

O *rack* estará localizado num lugar visível e de fácil acesso dentro do conversor, devendo estar convenientemente protegido de possíveis contactos com os componentes de potência do conversor.

É desejável que a distribuição dos elementos do conversor seja tal que os circuitos de potência sejam separados dos restantes, de forma a que seja possível abrir as tampas de acesso aos equipamentos de controlo com o conversor em funcionamento.

Os componentes do equipamento cumprirão o estabelecido nas especificações CEI, especialmente *as CEI 571-1, CEI 571-2, CEI 571-3, CEI 411-5, UIC 616, CEI 1287-1*, ou suas equivalentes atualizadas.

Em fase de projeto, o Fornecedor indicará os procedimentos de controlo de qualidade que utilizará nas diferentes etapas de fabrico dos conversores.

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.

4.2.3 Carregador de Baterias

Por motivos de redundância, cada conversor terá, pelo menos, um carregador de baterias que terá, por si só, a função de gerar e regular a corrente e tensão necessárias para a carga da bateria assim como as necessárias para a alimentação dos circuitos de baixa tensão.

A lógica do veículo providenciará a colocação em funcionamento do carregador de baterias. Em situação normal, apenas um deles arrancará, alternando com cada novo arranque, mantendo-se o outro de reserva.

As tensões, correntes e regime de carga da bateria estabelecer-se-ão baseando-se nas características do tipo de bateria proposta.

Quando um dos carregadores de baterias ficar fora de serviço, a alimentação dos

circuitos de baixa tensão deverá ser assegurada pelo outro carregador.

Em caso de ausência de alta tensão, deverão ser assegurados, por intermédio da bateria, os serviços mínimos que garantam a total segurança do veículo (travagem de emergência nas condições mais desfavoráveis, sistema de portas, iluminação de segurança, sistemas de comunicação, etc.).

O carregador deverá estar dimensionado para providenciar energia a todos os dispositivos de baixa corrente contínua e intensidade de corrente suficiente para carregar baterias.

4.2.4 Geração de 380Vca Trifásicos com Neutro

Cada conversor deverá ter uma saída trifásica de 380 Vca que gerará e regulará a corrente alternada necessária para alimentar os circuitos trifásicos do veículo. Deverá ser considerada uma reserva livre de 15%.

Características da tensão de saída alterna trifásica com neutro (sem prejuízo do cumprimento das normas aplicáveis):

- Tensão trifásica de linha 380 Vca \pm 5%.
- Frequência 50 Hz \pm 1%.
- Distorção harmônica inferior a 10%.
- A saída disporá de um neutro para alimentar cargas monofásicas.

O Fornecedor apresentará, em fase de projeto, a relação de consumo de energia nominal, e máxima, de todos os equipamentos alimentados por corrente alternada, sendo que a potência nominal de cada conversor terá capacidade para alimentar, pelo menos, 50% das unidades de AVAC e circuito de baixa tensão.

4.2.5 Baixa Tensão para Equipamento Eletrônico

A geração de baixa tensão efetuar-se-á por meio de um conversor estático do tipo DC ou AC/DC, com a bateria colocada em tampão.

O Fornecedor justificará quais são os circuitos e equipamentos do veículo que devem ser alimentados pela baixa tensão e apresentará, em fase de projeto, a relação de consumo de energia nominal, e máxima, de todos os equipamentos alimentados. Esta

saída deverá ser provida de um sistema de proteção de sobretensões e subtensões por forma a não danificar os equipamentos que se lhe encontrem diretamente ligados.

Esta saída deverá assegurar a alimentação de todos os circuitos diretamente dependentes para uma margem de variação da tensão de bateria compreendida entre +15% e -30% do seu valor nominal.

A tensão de saída da bateria terá uma tolerância máxima de $\pm 5\%$, cumprindo as normas vigentes.

Deverá ser apresentado ensaio de choques e vibrações do conversor completo, incluindo a caixa e os equipamentos nela instalados. Poderá ser apresentado certificado de validação deste ensaio, usado noutro projeto, desde que aceite pela Empresa.

Situar-se-á num lugar o mais resguardado possível dos agentes ambientais e prever-se-á o seu funcionamento sob condições de chuva, lavagem do veículo na lavagem automática, e sob qualquer tipo de condições adversas.

A caixa do conversor deverá ter um grau de proteção não inferior a IP 65.

4.3 MONITORIZAÇÃO E AJUDA À MANUTENÇÃO

Todos os conversores estáticos mencionados nos capítulos anteriores estarão ligados ao sistema de monitorização do veículo.

Mediante o menu de monitorização dever-se-á poder consultar o estado de funcionamento dos conversores. Para isso, o conversor deverá ter um protocolo de comunicações que será estabelecido pelo sistema de monitorização selecionado.

Dotar-se-á o conversor de um sistema de registo histórico de avarias e ocorrências, acessível também em tempo real, que estará acompanhado do contexto associado a cada tipo de evento ou falha. Este contexto consistirá no registo do valor dos sinais analógicos e o estado dos sinais digitais relevantes, associados a cada tipo de evento.

Sem interromper a transmissão de falhas do conversor ao sistema de apoio à operação e manutenção, deverá poder ser efetuado o diagnóstico localmente através da ligação ao próprio conversor ou desde o interior do veículo, através de PC.

Este software deverá funcionar num ambiente Windows, sem limitação de licenças. Os dados obtidos deverão gerar ficheiros que possam ser interpretados em Excel ou outro formato aberto a acordar com a Empresa.

Poderá ser desenvolvida aplicação, para Smartphone, que permita a leitura dos dados registados.

Para efeitos de manutenção e reparação serão fornecidas todas as ferramentas necessárias e que não sejam standard.

4.4 EQUIPAMENTO DE TRAÇÃO

Os conversores/inversores de tração serão de tecnologia tipo IGBT de última geração.

4.4.1 Requisitos Gerais

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

O equipamento de tração deverá funcionar com tensão de catenária de 750 Vcc, com as margens de variação previstas nas normas aplicáveis e possuir isolamento galvânico.

A cadeia de tração dimensionar-se-á tendo em conta a velocidade máxima de serviço do veículo, nomeadamente para garantir as prestações definidas neste Procedimento e o máximo esforço de frenagem elétrica possível.

Haverá um controlo automático da velocidade máxima imposta em cada momento, não podendo o veículo exceder a velocidade máxima. Se por qualquer motivo, a velocidade exceder o valor máximo em 5km/h, o sistema deverá automaticamente garantir a sua redução para o valor permitido.

A frenagem eletrodinâmica do veículo deverá ser garantida entre a velocidade máxima e o critério de velocidade zero, devendo o freio mecânico ser aplicado em regime de freio combinado e apenas complementar à frenagem eletrodinâmica. Na impossibilidade de a totalidade do esforço de frenagem de serviço não ser garantida pelo freio eletrodinâmico, o Concorrente deverá especificar a percentagem de frenagem não eletrodinâmica necessária para garantir a desaceleração, sendo que a ativação do freio

mecânico será suave (sem impacto no conforto dos passageiros) e na fase final de imobilização do veículo. O valor da percentagem aqui referido é relativo à energia necessária para imobilizar o veículo animado à velocidade máxima e a energia dissipada pela frenagem não eletrodinâmica. No caso em que o freio mecânico atua apenas na fase final de imobilização do veículo, nas várias condições de carga do veículo, deverá a velocidade inicial de ativação do freio mecânico ser especificada na Proposta, bem como a inclusão do diagrama de frenagem do veículo para as várias condições de carga do veículo.

O equipamento de tração funcionará em regime normal numa gama de temperatura ambiente entre -15°C e $+45^{\circ}\text{C}$, sem prejuízo do referido no capítulo 3.3 (“Condições Climatológicas”).

Em caso de anomalia de tração num conversor, o veículo deverá poder continuar a sua marcha com prestações limitadas (degradadas) sendo esta garantida pelos restantes conversores de tração. Em fase de Projeto, o Fornecedor deve clarificar as condições degradadas em que o veículo pode funcionar (incluindo velocidade máxima) e aquelas que obriguem à retirada de serviço (imediata e/ou em terminus).

Em caso de avaria de um equipamento de tração, este desligar-se-á da alta tensão de forma automática, para o que se deverão prever os dispositivos necessários. A anulação automática realizar-se-á somente em circunstâncias que afetem a segurança do veículo ou do próprio equipamento de tração.

A frenagem de emergência será efetuada pelo freio eletromagnético em simultâneo com o freio mecânico.

O Fornecedor deverá apresentar dados relativos ao funcionamento do conversor nos regimes de tração e frenagem, para todas as condições de carga. Estes dados serão comparados com medidas reais efetuadas em banco de ensaios, em fase de projeto.

Deverá ser indicado ao condutor em tempo real o esforço de tração do veículo.

A frenagem reostática ativar-se-á apenas quando a rede de tração não possa absorver mais a energia resultante da frenagem regenerativa ou não seja usada pelo próprio veículo, sendo esta dissipada sobre as respetivas resistências.

Sempre que haja recuperação de energia para a rede de tração, tal deve ser indicado ao condutor no monitor de condução, nos termos a acordar durante a fase de projeto.

As resistências de frenagem serão as mais pequenas possíveis em volume e peso, mas dimensionar-se-ão para que o equipamento de tração possa funcionar exclusivamente com a travagem reostática sem devolução de energia à catenária. Serão de material anticorrosivo e não se admitirão terminais soldados, nem deformações temporárias ou permanentes. Serão 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 Fornecedor, em fase de projeto, apresentar os dados do nível de ruído gerado em dB (A) com corrente máxima nas resistências de travagem.

Os equipamentos de tração deverão ser totalmente estanques e com refrigeração própria. Dever-se-á garantir o arrefecimento do equipamento em qualquer condição de funcionamento, com o objetivo de evitar que se alcancem temperaturas que possam danificar o equipamento. Para tal, deverão implementar-se as proteções térmicas necessárias.

A cadeia de tração deverá ser projetada de modo a que não sejam enviadas para a linha harmónicas que possam interferir com outros sistemas ou equipamentos, ou valores de tensão ou corrente não admissíveis pela rede de tração. O equipamento de tração deverá cumprir as Normas em vigor sobre compatibilidade eletromagnética, em especial as Normas EN50121 e a CEI801.

Deve ser descrito o tipo de controlo implementado para assegurar que a tensão no circuito de retorno não exceda um patamar perigoso para os outros veículos na rede e que permita assegurar o cumprimento dos limites de tensão definidos pelas normas em vigor.

Em funcionamento, o nível de ruído deve estar de acordo com a Norma CEI – 411-5.

A caixa do equipamento de tração será metálica, a mais leve possível, com uma resistência adequada e acabamento resistente a agentes exteriores. Em fase de projeto,

será apresentado à empresa, para aprovação.

Deverá ser apresentado ensaio de choques e vibrações do conversor de tração completo, incluindo a caixa e os equipamentos nela instalados. Poderá ser apresentado certificado de validação deste ensaio, usado noutro projeto, desde que aceite pela Empresa.

Situar-se-á num lugar o mais resguardado possível dos agentes ambientais e prever-se-á o seu funcionamento sob condições de chuva, lavagem do veículo na lavagem automática, e sob qualquer tipo de condições adversas.

A zona da caixa do equipamento de controlo de tração, onde estejam situados os equipamentos de controlo, deverá ter um grau de proteção não inferior a IP 65.

Será dada especial atenção às soluções relativas à redução de volume e do peso, sem penalizar a acessibilidade a elementos internos para a sua manutenção ou substituição, pelo que, todos os subconjuntos e componentes serão de fácil acesso. O Fornecedor deverá providenciar toda a documentação necessária dos elementos do conversor, indicando expressamente aqueles que necessitam, para efeitos de manutenção, da desmontagem de outros componentes.

Dever-se-á evitar a necessidade de desmontar o conversor de tração do veículo para proceder à substituição de componentes deste. O Fornecedor deverá justificar quais são os elementos que, ao não serem diretamente acessíveis, implicam a desmontagem do contentor do veículo para a sua substituição, devendo fornecer os dados da fiabilidade dos referidos elementos assim como o procedimento e tempo de reparação necessários.

Os conversores serão facilmente desmontáveis do veículo, não devendo ser dificultada esta operação por outros elementos situados em seu redor.

O sistema de refrigeração dos semicondutores de potência deverá estar dotado dos sensores necessários para que, em caso de sobreaquecimento, o controlo do conversor ative os mecanismos necessários para evitar que se alcancem temperaturas que afetem a vida útil dos semicondutores ou a sua integridade.

Prever-se-ão fichas robustas, fiáveis e fáceis de desmontar, assim como os respetivos sistemas de fixação, de modo a que os conversores possam ser facilmente substituídos. Para isso, indicar-se-á o procedimento e meios necessários para proceder à referida

desmontagem e montagem.

Deverão ser tidos em conta, devendo ser apresentados em fase de Projeto os seguintes dados:

- Os valores de MTBF e MTTR.
- A vida útil e uma provisão para acomodar a incerteza associada ao regime de utilização do veículo, seja em número de horas de funcionamento, número de ciclos, ou outro parâmetro que o Concorrente entenda como ser um critério de projeto na determinação da vida útil do equipamento.
- As condições climáticas e projeto de solução de dissipação de calor gerado pelos seus componentes.
- A escolha de componentes de eletrónica de potência deverá ter em consideração o ciclo da tecnologia presente e estabilizada ao presente dia por utilização de IGBT.
- As referências fornecidas por outros operadores de equipamentos similares em serviço.
- A periodicidade e complexidade das operações de manutenção necessárias, assim como a rapidez e simplicidade na reparação de avarias.
- A existência de software de diagnóstico com interface para PC no interior do veículo para controlo e que indique a data/hora da avaria, identificação do veículo e eventualmente o módulo ou carta eletrónica onde está localizada a avaria.
- A eficiência das ferramentas de software e hardware fornecidas para a ajuda à manutenção preventiva e corretiva. Estas ferramentas formarão parte do fornecimento do equipamento.

O conversor de tração será ensaiado segundo as normas em vigor, nomeadamente as referidas no Anexo 11 ("Lista de Equipamentos a Submeter a Ensaio Tipo"). Para além disso, a cadeia de tração será ensaiada para dois percursos completos entre Póvoa de Varzim e Campanhã, em condições de carga máxima, sem recuperação.

4.4.2 Elementos de Comando da Tração do Veículo

O sistema deverá estar preparado para, caso seja colocada a chave de comandos numa

posição diferente de zero, em ambas as cabinas, sinalizar a situação por intermédio de uma mensagem que alerte o condutor. Nesta situação, uma das chaves deverá ser retirada, sendo esta uma condição fundamental para prosseguir a marcha através dos comandos na outra cabina.

A ocupação da cabina deverá ser registada no respetivo registador de ocorrências. Na cabina não ocupada deverão estar desativados todos os dispositivos de comando e de controlo do veículo.

Sempre que seja selecionada a marcha-atrás deverá esta situação ser acompanhada de um alarme acústico e visual para o condutor, devendo igualmente ficar registado no registador de ocorrências do veículo.

4.4.3 Controlo de Tração e Proteções

Preferencialmente as cartas eletrónicas estarão dispostas num rack central, evitando-se a sua dispersão pelo equipamento, e disporão na sua parte frontal, de sinalizadores tipo LED que indiquem a presença ou não de avarias.

Montar-se-á um sistema físico de codificação das cartas eletrónicas para evitar o erro de inserção em posições incorretas do *rack*.

O equipamento de tração disporá de proteções dos respetivos equipamentos nomeadamente, contra flutuações da tensão de rede, sobretensões, sobre correntes, temperaturas e harmónicas.

4.4.4 Contator de Linha

Cada equipamento de tração incorporará um contator de linha cuja missão será isolar o circuito de tração da alta tensão quando o veículo esteja fora de serviço, ou quando exista qualquer tipo de anomalia que impeça a sua ligação à catenária.

Dever-se-ão minimizar as manobras do contator de linha, efetuando-se estas quando seja estritamente necessário.

Dever-se-á garantir que a abertura do contator se efetue sempre que a corrente no circuito de potência seja nula ou tenha um valor suficientemente baixo para não danificar os seus contactos por arco.

Repor-se-á automaticamente ou manualmente mediante um botão situado na cabina de condução.

Na Proposta indicar-se-ão as suas características elétricas e mecânicas, assim como a manutenção necessária.

4.4.5 Monitorização e Apoio à Manutenção

Devem ser tidos em conta pelo Fornecedor, pela sua relevância, para a escolha do equipamento de tração:

- A minimização da periodicidade e complexidade das operações de manutenção necessárias.
- A rapidez e simplicidade na reparação de avarias. Para isso o controlo de tração estará dotado de um software de autodiagnóstico que preferencialmente indique o módulo ou carta eletrónica avariados.
- A eficiência das ferramentas de *software* e *hardware* fornecidas para a ajuda à manutenção preventiva e corretiva. Estas ferramentas formarão parte do fornecimento do equipamento.

O equipamento de tração estará ligado ao sistema de monitorização do veículo de modo que, através do mesmo, se possa consultar no interior do veículo o estado dos equipamentos de tração do veículo.

A monitorização do equipamento de tração será efetuada em dois níveis:

- Informações a fornecer ao condutor;
- Informações para a manutenção.

As informações relativas às avarias do equipamento de tração desencadearão automaticamente uma mensagem no monitor do condutor, a qual será acompanhada do modo de atuação. Desta forma, e seguindo o procedimento indicado, o condutor poderá resolver a avaria e prosseguir a marcha do veículo. Caso não seja possível, este disporá da informação necessária para comunicar com a Central de forma a obter as informações necessárias para a resolução do problema.

Poderá o equipamento de comunicação do veículo estar dotado de meios que permitam o envio de mensagens de avaria, do veículo para o posto de comando central. Assim deverá o veículo prever as interfaces necessárias para o desempenho desta função. A

solução padronizada para esta funcionalidade residirá na comunicação da avaria entre o sistema (neste caso tração) para o barramento geral de dados (MVB ou equivalente), podendo este comunicar – por sua vez – com infraestrutura. A orgânica e componentes desta infraestrutura dividem-se em gestão de tráfego, operações e manutenção a definir com a Empresa.

O equipamento de tração estará dotado das seguintes ferramentas informáticas para a sua manutenção:

- o Registo histórico de avarias e de ocorrências do equipamento numa memória não volátil. Estes registos indicarão, para além da data/hora da avaria e da identificação do veículo, a informação necessária para poder interpretar a natureza e as causas das ocorrências registadas.
- o Incorporar-se-á no controlo de tração a função de autoteste do equipamento de tração, sem e com alta tensão aplicada. Esta função deverá informar do estado do equipamento de tração, identificando os equipamentos que possam apresentar alguma anomalia.
- o Poder-se-ão obter registos, em tempo real, das variáveis analógicas (seja valores contínuos dentro de um intervalo) e digitais (valores binários) mais significativas do equipamento de tração.

O software de diagnóstico deverá prever uma função que permita efetuar registos, em tempo real, de um determinado número de variáveis parametrizáveis, de forma a ser possível identificar possíveis anomalias no equipamento do veículo.

Poderá ser desenvolvida aplicação, para Smartphone, que permita a leitura dos dados registados.

O Fornecedor, para o equipamento de tração, deverá fornecer pelo menos a seguinte documentação para a manutenção do equipamento:

- o Esquemas elétricos dos equipamentos de tração;
- o Esquemas eletrónicos das cartas e respetiva implantação de componentes;
- o Lista de cabos;
- o Listas de materiais e componentes com as suas características, indicando o fabricante e a referência;

- Os procedimentos de verificação e reparação dos diferentes subconjuntos e cartas eletrônicas que compõem os equipamentos de tração;
- Manuais e planos de manutenção;
- Manuais descritivos de funcionamento do equipamento de tração;
- Manuais descritivos de funcionamento dos diferentes subconjuntos e cartas eletrônicas ao nível de circuitos;
- Catálogos onde figurem a descrição dos diferentes equipamentos, semicondutores de potência, circuitos integrados e microprocessadores.

5 Caixa

5.1 CARGA DO VEÍCULO

O veículo deverá ser projetado de acordo com as cargas – e lotação – definidas na norma EN 15663:2009 e traduz-se pela adoção da seguinte convenção alinhada com a norma:

- CCN: “carga normal” – correspondente à soma do número de passageiros sentados e dos que poderão ocupar lugar em pé com uma taxa de ocupação de 4 passageiros por m²;
- CCM: “carga máxima” – corresponde à soma do número de passageiros sentados e dos que poderão ocupar lugar em pé com uma taxa de ocupação de 6 passageiros por m²;
- CCE: “sobrecarga máxima” – correspondente à soma do número de passageiros sentados e dos que poderão ocupar lugar em pé com uma taxa de ocupação de passageiros por m² equivalente a 500kg/m²;

Considerando a massa do passageiro como 70kg.

5.2 MATERIAL E ESTRUTURA

Por razões de eficiência, o veículo deverá ter o menor peso possível, pelo que a concepção da caixa e os materiais utilizados na sua construção deverão conduzir a uma estrutura o mais leve possível, sem, no entanto, se colocar em risco a integridade estrutural do veículo, nem ser afetado o índice de conforto e longevidade da caixa.

O tejadilho do veículo, além de projetado para suportar todo o equipamento que venha a ser lá acomodado, deverá prever a necessidade de circulação do pessoal da

manutenção, ao longo do mesmo, sem que daí resulte flexão elástica anormal ou deformação permanente.

A disposição dos equipamentos no tejadilho deve garantir que o comprimento da cablagem seja a menor possível.

O Concorrente indicará na Proposta o método construtivo e o material usado no fabrico dos vários módulos da caixa.

A estrutura da caixa deve estar concebida de modo a proporcionar a maior proteção possível ao pessoal de condução e passageiros, em caso de acidente, nomeadamente por cumprimento com a norma EN15227. No caso da cabina, serão previstas estruturas que minimizem os efeitos de uma colisão frontal e no caso das zonas de passageiros, a estrutura terá que estar preparada para conter os efeitos de uma colisão lateral.

O Concorrente deverá descrever na sua Proposta, detalhadamente, os dispositivos, peças estruturais e acessórios, designadamente, tampões de choque, dispositivos anti-encavalitamento, *anticlimbers* ou outros, desde que aplicáveis, que equiparão os veículos propostos para assegurar estes fins. Deverão também apresentar claramente quais as situações que estarão consideradas e testadas.

Os pontos de levante da caixa estarão devidamente reforçados de forma que não se produzam esmagamentos, ou deformações permanentes, nas chapas de apoio dos mecanismos de levante. Estes pontos deverão ser claramente identificados e de fácil acesso. Os pontos de levante deverão ser desenhados de forma a permitir o re-encarrilamento.

O Fornecedor, durante o projeto da caixa, deverá ter particular atenção aos seguintes pontos:

- É desejável uma estrutura soldada a uma rebitada ou a outro tipo de união.
- O uso de colas (ou vedantes) como método de garantir a estanqueidade do conjunto deve ser evitado.
- No caso de a estrutura ser de aço-carbono particular atenção deve ser dada ao processo anti corrosão empregue e pintura utilizada. A duração e eficácia da proteção anti corrosão deverá ser a mesma que a da vida útil da caixa sem que haja necessidade de recorrer à reparação da mesma.

- Não será permitida na estrutura da caixa, ou suportes existentes, a existência de arestas vivas, ou protuberâncias contundentes e evitáveis, que possam ser agressivas para os passageiros ou pessoal de manutenção.
- A caixa terá de ser projetada para uma vida útil igual à do veículo, ou seja, de pelo menos 30 anos.
- A continuidade elétrica de todos os elementos tem de ser assegurada, de acordo com a norma EN50153, e verificada por ensaio específico.
- A ligação Caixa-Bogie e a Ligação Entre-Módulos.
- A passagem de cabos, no interior da estrutura, caso hajam.
- A interface com as janelas laterais e portas de passageiros.

Durante o projeto será apresentado o cálculo da caixa (com referência às Normas respeitadas e considerações sobre os valores encontrados) e os procedimentos de reparação em caso de colisão, indicando-se as zonas em que é possível realizar soldaduras para a reparação.

Deverão ser identificados, e fornecidos, os equipamentos necessários para carrilamento do veículo, em caso de descarrilamento, bem como os procedimentos específicos para a realização desta operação de resgate.

5.3 DIMENSÕES

5.3.1 Inserção em Estação

O Concorrente terá de cumprir com o estabelecido no Anexo 4 (“Interface entre Cais e Estribo da Porta de Passageiros”), anexo a estas especificações e deverá apresentar, na Proposta, o desenho de implementação do estribo em alinhamento reto (via betonada e balastrada), em curva de raio 200m (via balastrada), em aproximação, passagem e imobilização em plataforma. Os detalhes do estudo, e cálculo da implantação do estribo e soleira da porta serão apresentados em fase de projeto.

Particular atenção deve ser dada à interface do cais com os estribos das portas de passageiros, respeitando os parâmetros construtivos de instalações fixas que afetam a interface do cais com o estribo. A implantação dos estribos das portas de passageiros constitui um caso específico de exceção ao definido no Anexo 3 (“Gabarit Dinâmico”) para

o gabarit, pelos princípios especificados no Anexo 4 ("Interface entre Cais e Estribo da Porta de Passageiros"). Para facilitar a movimentação de PMR, Cadeiras de Rodas e Malas de Viagem a distância do topo do estribo ao topo do cais deverá ser a menor possível, cumprindo as normas aplicáveis.

O método de fixação do estribo da porta de passageiros à estrutura da caixa deve assegurar o seu cisalhamento (ou separação) em caso de colisão com o cais e sem que haja danos permanentes na caixa. O projeto específico deste componente será apresentado para validação à Empresa, em fase de projeto, devendo considerar e apresentar os cálculos e desenhos de acordo com o seguinte:

- Casos geométricos: serão considerados os casos de alinhamento reto, curva de raio 200m, e aproximação do veículo em estações/plataformas em curva de 200m;
- Aos casos geométricos, deverão ser considerados os dois tipos de via: betonada e balastrada;
- Veículo em tara e CCM;
- Compensação do diâmetro das rodas considerando que esta compensação possa ser por patamares;
- Deslocamentos transversais e verticais (incluindo os deslocamentos resultantes por excesso ou insuficiência de escala);
- Desenhos da secção transversal do veículo e plataforma para cada caso;
- Desenhos em planta do veículo, e plataforma, na aproximação do veículo à plataforma para cada um dos casos;
- Os desenhos apresentados deverão ser suportados com os cálculos obtidos com os parâmetros de entrada e resultados.
- Deve ter em conta o especificado no Ponto 7.14 ACESSIBILIDADE A PMR.
- O Concorrente deverá fazer uma análise detalhada da rede da MP, especialmente estações em curva.
- Deverão ser consideradas as velocidades de circulação, designadamente de aproximação à estação em cada caso ou velocidade de circulação na estação não havendo paragem (caso serviço Expresso ou de recolha de veículos da via sem serviço afeto).

5.3.2 Gabarit Dinâmico

O veículo deverá ser projetado tendo em consideração os requisitos aqui definidos e denominados por Gabarit Dinâmico, ou simplesmente gabarit, e deverá confirmar, em fase de projeto, a capacidade de circulação do mesmo em toda a rede do SMLAMP, incluindo as novas Linhas Rosa, Rubi nos PMOs e acessos a estes. A Linha A deverá ser também estudada e identificadas eventuais interferências/constrangimentos, embora não seja obrigatório o seu cumprimento.

Especial atenção deve ser dada ao túnel J (ligação do Tronco Comum à linha D), na passagem deste para a linha D e totalidade da linha Rubi, em ambas as vias.

Por Gabarit Dinâmico entende-se como o contorno definido em secção transversal envolvente ao veículo que resulta, pelo menos, da soma dos seguintes parâmetros:

- Deslocamentos transversais e verticais resultantes da elasticidade, posição e desgaste da via;
- Deslocamentos transversais, deslocamentos verticais, posicionamento do bogie em alinhamento reto ou curva, tolerâncias de construção do veículo e desgaste da roda;
- Deslocamentos quase estáticos resultantes pelos efeitos de aceleração não compensada do veículo ou de excesso de escala;
- Reduções internas (entre pivots do bogie) e externas (além dos pivots do bogie, ou seja, entre pivots do bogie e cabeceiras do veículo).

A secção transversal do veículo e todas as suas características geométricas e construtivas terão que ser tais que o seu gabarit dinâmico, calculado de acordo com a Norma UIC 505, ou BOStrab, tomará como referência a curva envolvente e os dados, apresentados no desenho constante no Anexo 3 ("Gabarit Dinâmico") a este Procedimento. De notar que o cumprimento do "Gabarit Dinâmico" apresentado no Anexo 3, não é condição suficiente para o veículo operar no SMLAMP. Por isso é necessário analisar o desempenho aquando do cruzamento dos veículos em curvas de raio reduzido (menor que 100m), na aproximação de estações e na negociação de Aparelhos de Via. O Concorrente deverá apresentar, na Proposta, o gabarit dinâmico do veículo, que se propõe fornecer, sob a forma de desenho para as curvas de referência de 25, 50, 75, 100, 200 e 300m e alinhamento reto, para evidenciar o cumprimento do requisito relativo a gabarit dinâmico constante no ponto 1.2.1. Em acréscimo, deverá

apresentar as sobre-larguras máximas do gabarit para as curvas de raios 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 300, 350, 450, 700, 900, 1400. No cálculo do gabarit deverão ser consideradas as condições de carga do veículo, desgaste de roda, parâmetros da via e todos os fatores que se traduzam nas condições mais desfavoráveis no cálculo do gabarit, para via betonada e via balastrada. Deverá ser tomado em conta que o cálculo do gabarit deverá considerar os dois casos limite de escala da via (0mm e escala máxima da via definida no ponto 3.1) e assim incorporar os deslocamentos quase-estáticos que resultem por excesso e insuficiência de escala, o que deve constar na Proposta.

Na fase de projeto, o cálculo do gabarit, a ser apresentado em detalhe deverá explicar explicitamente os parâmetros do veículo considerado de forma, ou mais importante, as expressões e parcelas que constituem o cálculo apresentado, cumprindo todos os requisitos apresentados nos Anexos 3 ("Gabarit Dinâmico") e 4 ("Interface entre Cais e o Estribo da Porta de Passageiros") a este documento.

Nestes cálculos deve ser tido em conta que o valor máximo de aceleração não compensada é de 0.68 m/s².

Sem prejuízo do cumprimento do requisito relativo a gabarit dinâmico constante no ponto 1.2.1 terá de ser apresentado, na fase de projeto, o cálculo do gabarit dinâmico, ainda, para toda a rede, ligações e ramais, incluindo as curvas e aparelhos de mudança de via:

- Linha B: entre as Estações de Póvoa de Varzim e Estádio do Dragão;
- Linha C: entre as Estações ISMAI e Senhora da Hora;
- Linha D: toda a linha.
- Linha E: entre as Estações Aeroporto e Verdes;
- Linha F: toda a extensão
- Túnel J: toda a extensão
- Linha Rosa: toda a extensão
- Linha Rubi: toda a extensão
- PMO de Vila d'Este e de Guifões e respetivos acessos.

Esta análise deve também ser feita e apresentada para a linha A.

Usando os dados do perfil longitudinal de via, nomeadamente raio de curva, escala da via, e distância entre eixos de via. Apresentados no Anexo 5 ("Traçado e Perfil Longitudinal da Via"). A velocidade de circulação considerada deverá ser calculada pela fórmula:

$$V_{circ} = 36 \sqrt{\left(a_{nc} + \frac{h \times g}{E} \right) \times R}$$

V_{circ} : Velocidade de circulação (Km/h)

a_{nc} : Aceleração não compensada máxima (0,68 m/s²).

R : Raio (m).

h : Escala (mm).

G : Aceleração da gravidade (9,81 m/s²).

E : Distância entre eixos da via (1.500 mm).

O Concorrente deverá fazer prova do cumprimento do gabarit do veículo na Proposta, por apresentação dos elementos que entender necessários para confirmação dos requisitos deste Procedimento O mesmo se aplica em fase de projeto devendo o Fornecedor apresentar os cálculos necessários para o efeito e análise da aptidão de circulação do veículo na rede de metro do Porto. Deverá ainda ser submetido, e executado, um plano de testes em via de demonstração do cumprimento do gabarit a ser acordado com a Empresa.

Em complemento aos elementos de prova de cumprimento do gabarit, seja sob a forma de cálculo ou ensaio, o Concorrente deverá incluir, na sua Proposta, declaração que ateste que o veículo proposto cumpre o gabarit definido no Anexo 3 ("Gabarit Dinâmico") do presente Procedimento, em conformidade com o requerido no Anexo X do Programa de Concurso.

Para além do gabarit apresentado pelo Fornecedor, a MP poderá exigir, a expensas do Fornecedor, o cálculo do gabarit por uma Entidade Terceira. Esta Entidade Terceira será proposta pelo fornecedor e sujeito à aprovação pela Empresa.

5.4 HIPÓTESES DE CÁLCULO

A caixa deverá suportar, sem deformação permanente e sem ultrapassar as tensões

admissíveis dos materiais, as condições de dimensionamento das estruturas dos veículos ferroviários especificadas na Norma EN 12663, considerando-se que a força de compressão ao nível do engate será de pelo menos 400kN, de acordo com a classificação P-IV.

5.4.1 Cargas Estáticas

O projeto do veículo deverá ser realizado conforme as cargas e lotação definidas na norma EN15663.

Este valor resultará da aplicação dos critérios anteriores, mais o número de lugares sentados, tendo em conta um peso por passageiro referido na norma aplicável.

5.4.2 Cargas Dinâmicas

O Fornecedor indicará os valores de cargas dinâmicas a considerar, devidamente justificados por nota de cálculo adequada e em conformidade com a norma EN12663-1:2010+A1:2014.

5.4.3 Outras Cargas a Considerar

Deve considerar-se o esforço produzido por se inscrever o veículo numa dupla curva em “S”, sendo este tipo de curva caracterizado no Anexo 6 (“Critérios de Projeto”).

A flexa máxima elástica da caixa deverá ser a adequada para o seu projeto estrutural considerando as cargas máximas especificadas, não devendo existir nenhum ponto com deformações permanentes.

Deverão prever-se também as solicitações existentes no levante da caixa com aparelho de elevação adequado, e em caso de descarrilamento de acordo com o definido na norma EN12663-1:2010+A1:2014. Dependendo da configuração, ou cinemática, do veículo deverá o Fornecedor considerar a necessidade de levante do peso do(s) bogie(s) envolvidos no levantamento do veículo num processo de re-encarrilamento. Em todas as condições de levante, a tensão do material não deve exceder 75% do limite elástico, não se admitindo nenhuma deformação permanente que por tal causa se pudesse originar na caixa.

5.4.4 Solicitações e Fadigas Máximas

Nas condições mais desfavoráveis das hipóteses antes mencionadas, que derivem da atuação combinada, ou por separado das cargas, nas tensões por fadiga máxima a que o material estará submetido, será assegurado que o ponto de trabalho está dentro da zona do diagrama de Goodman. Para o caso de cargas estáticas ocasionais, não deverá ultrapassar-se 75% do limite elástico do material.

O Fornecedor calculará, segundo o material escolhido para a caixa, as tensões obtidas em cada ponto da estrutura, para o que deverá apresentar, em fase de projeto, um diagrama de esforços e o correspondente de pontos de teste para posterior comprovação, justificando, pelo método de elementos finitos, que os resultados são perfeitamente admissíveis para o perfeito funcionamento da caixa e a sua longa duração, a qual deverá ser estimada e indicada na Proposta. Os resultados do cálculo por elementos finitos a apresentar, em fase de projeto, deverão incluir os diagramas/esquemas/desenhos da distribuição de tensões, deformadas e deverá ser apresentado o índice de erro de cálculo obtido pela modelação numérica da malha de elementos finitos.

A validade do cálculo da estrutura da caixa será realizada mediante ensaios extensiométricos ou outros procedimentos. Caso existam ensaios deste produto já validados, tais devem ser submetidos à Empresa para validação podendo, caso sejam aceites, evitar a realização de novos ensaios.

6 Cabinas de Condução

As cabinas de condução deverão ser projetadas com o objetivo de maximizar o espaço interior e a ergonomia, privilegiando o conforto do condutor.

O Fornecedor, até seis meses após a entrada em vigor do Contrato, deverá apresentar a primeira versão de uma maquete real da cabina de condução que permita perceber, entre outros, o espaço interior, o posto de condução e a disposição dos equipamentos na mesa de condução.

Esta maquete será disponibilizada em local a acordar que poderá ser no Porto.

Os veículos terão duas cabinas de condução situadas nas extremidades e em cujo interior serão colocados os aparelhos necessários à condução, controlo do veículo e do equipamento DMI do ATP/CBTC e radiocomunicações, e outros que pela sua função ou constituição delicada, seja necessário incluir neste local e que se listarão em alíneas posteriores.

A cabina de condução estará equipada com todos os aparelhos necessários à condução do veículo por um agente único, devendo ser privilegiada uma posição de condução coerente com a circulação pelo lado direito. O arranjo interior da cabina de condução deverá prever espaços adequados à montagem do equipamento eletrónico de comando do veículo, uma vez que se pretende que este tipo de equipamento seja montado noutro local apenas em caso de necessidade funcional. O arranjo da mesa e armários será feito tendo em conta a necessidade de um campo de visão o mais alargado possível e das condições ergonómicas aplicáveis ao condutor.

É da maior relevância a qualidade do Projeto e sua execução, relativamente à ergonomia e conforto do condutor, cumprimentos normativos, designadamente ao nível de apoio de braços, correta posição e altura das pernas, proteção contra a reflexão e incidência solar, visibilidade a obstáculos na via, visibilidade da sinalização da via na rede SMLAMP, ventilação, exposição à luz solar e ruído.

A separação entre cabina e salão de passageiros será efetuada através de painéis e uma porta de acesso que abrirá para o interior do salão de passageiros, devendo garantir uma saída instantânea em caso de emergência.

Os vidros usados na separação destas áreas, deverão ter proteção de segurança apropriada às condições em que são usados.

Deverá existir uma janela por cabina, do lado direito do sentido da marcha, cujas dimensões serão acordadas com a Empresa em fase de Projeto.

Existirá um apoio para os pés do condutor onde será instalado um pedal de Homem-Morto que funcionará como alternativa ao existente no manípulo de condução (funcionalidade redundante).

Deverá ser acautelado armário/compartimento para pertences do condutor, suporte

para casaco, assento para formação, extintor com fácil acesso, lanterna e sabre.

No acesso às cabinas de condução não serão aceites soluções que passem pela existência de mais de 2 degraus, contados da porta da cabina para o interior desta.

Ter-se-á especial cautela na diferenciação dos diversos sinais acústicos que serão reproduzidos pelos diversos sistemas na cabina de condução, designadamente aqueles que servirão de alerta para o Maquinista. Deverão ser apresentados em fase de projeto pelo Fornecedor e validados pela Empresa os sinais acústicos a utilizar. Estes sinais deverão ter um som idêntico a outros veículos da Empresa.

6.1 FORMAS E DIMENSÕES

As cabinas serão construídas por forma a que a profundidade seja a maior possível, compatível com dimensões otimizadas do salão de passageiros.

Na conceção da cabina serão tidos em conta todos os fatores que racionalizem e melhorem o trabalho do condutor, como sejam:

- Uma boa visibilidade em todas as direções e tendo em conta o posicionamento dos sinais de segurança na via.
- Boas condições de ventilação e temperatura, incluindo nas zonas de localização dos membros inferiores do Condutor. Se houver entradas de ar que incidam na cabeça do condutor, estas devem ter forma de ser reguladas ou fechadas.
- Regulação do AVAC de cabina de condução de modo a ajustar a temperatura interior, independentemente da temperatura exterior.
- Manipulação simples dos órgãos de condução, os quais devem estar posicionados a uma distância correta e consoante a sua frequência de utilização pelo condutor.
- Assegurar que todos os disjuntores, que tenham relevância para a condução, ficarão localizados na cabina.
- Elevado índice de conforto, com atenuação de ruídos e vibrações, banco adequado, em condições de ergonomia corretas e demonstradas de acordo com UIC651-2002, etc.
- Proteção solar frontal e lateral ajustável por utilização de cortinas facilmente ajustáveis.

- Mecanismo de limpa para-brisas e reservatório de água (posição de repouso do limpa para-brisas do lado dos entre eixo de via e reservatório de fácil acesso para enchimento).
- Localização do assento para o instrutor de condução. Este assento poderá ser retrátil se melhorar o espaço útil da cabina quando não usado.

Para o projeto da cabina de condução deverão ser tidas em conta todas as normas vigentes designadamente as relacionadas com funcionalidade, conforto, ergonomia e segurança. Em posição normal de condução, o condutor não estará sujeito a contacto direto com componentes de revestimento metálico, HPL (High Pressure Laminated) ou GRP (Plastic Glass Reinforced), na medida em que os mesmos estarão devidamente revestidos, pintados e/ou almofadados, assegurando um isolamento térmico adequado.

A localização e forma da mesa de condução, assim como as dimensões dos armários e da superfície vidrada frontal, ficarão determinadas pela solução adotada. O Concorrente entregará, com a Proposta, os desenhos devidamente anotados da cabina, indicando os elementos que inclui e considerações sobre o estudo ergonómico.

6.2 MESA DE CONDUÇÃO

O projeto da mesa de condução, pela sua complexidade e impacto na condução, deve ser apresentado à Empresa com a maior brevidade possível, de modo a que não fique condicionado por elementos externos ao seu desenvolvimento.

Conterá todos os aparelhos, manípulos, botões, etc. necessários para a condução, pelo que incluirá os de uso frequente e aqueles cuja atuação deverá ser rápida. Os restantes aparelhos e informações deverão situar-se em lugares facilmente identificáveis e acessíveis desde a posição sentada, mas não deverão distrair a atenção do condutor. Não devem colocar-se elementos em que seja necessário intervir habitualmente (exceto com os pés), a menos de 400 mm do piso.

A forma da mesa será determinada por um estudo ergonómico realizado pelo Fornecedor, que tome em consideração cada movimento do condutor, cada elemento indicador e os ângulos de visão indispensáveis para a condução e a abertura e fecho de portas nas estações, bem como a inexistência de reflexos de iluminação nos vidros frontais (prever o uso de materiais antirreflexo e aprimorar na integração dos

equipamentos na mesa de condução]. Este estudo servirá também para determinar os elementos que devem estar colocados na mesa, e a sua distribuição, devendo ter a aprovação final da Empresa.

A distribuição de botões na mesa de condução disjuntor, luz cabina, botão de emergência, etc. Ver em conjunto com 6.4 Banco do Condutor) e aparelhos (radiotelefone, DMI de equipamento ATP/CBTC, display do IBIS, monitor de condução, chave, seletor de velocidades, manípulo de marcha/travagem, etc.), dado os veículos deverem ter funcionalidades muito similares às dos atuais, deverá ser a mais idêntica possível à da mesa de condução dos veículos atuais, a fim de que o condutor possa atuar sem nenhuma dúvida e com a máxima segurança na condução das diferentes séries de veículos, pelo que, o Fornecedor deverá tomar conhecimento da mesa de condução dos veículos atuais.

Na medida do possível, tanto os botões como os comandos serão diferenciáveis pelo tato e de dimensões apropriadas. Deverá ainda haver a possibilidade de o pessoal da Empresa, habilitado para o efeito, poder proceder à alteração/inserção ou eliminação de botões em ecrãs táteis dentro de um universo fechado de funções acordadas. O projeto de distribuição de comandos na mesa de condução, incluindo a eventual integração em monitores táteis deverá ser submetido à aprovação da Empresa em fase de projeto.

Deve prever-se a existência de botões de comando com proteção de guarda, para evitar atuações inadvertidas (podendo ser ou não selado) e que será definido com a Empresa em fase de projeto.

A sinalização sonora de eventos havidos aquando a condução deverá ser uniformizada com as frotas ET e TT, nomeadamente: aviso homem morto, fecho do laço de portas, ATP (quando aplicável) e deverão ser diferenciáveis entre si, sujeitos à aprovação pela MP.

Serão propostos diversos materiais para a estrutura da mesa, levando em conta que devem ter resistência física, facilmente lavável, não se descolorindo com o uso, antirreflexo e resistente à abrasão. Será modular e facilmente desmontável do resto do conjunto para efetuar a revisão dos aparelhos.

As consolas, ecrãs e instrumentos de medição terão proteções antivandalismo e deverão prever dois modos de funcionamento (dia e noite), de modo a reduzir os reflexos e otimizar a condução de forma diferenciada, de dia e à noite. Será dada especial atenção à instalação dos mesmos, de modo a evitar reflexo dos raios solares.

As cores e tonalidades interiores deverão ser escolhidas tendo também em consideração questões de conforto térmico e reflexos indesejáveis.

O manípulo de condução só poderá ser ativado/desativado por meio de uma chave.

O projeto da cabina de condução, pelo menos para os parâmetros definidos neste Procedimento, deve ser apresentado à Empresa para validação.

Considerando que, a disponibilização da velocidade do veículo ao maquinista é através do DMI do sistema ATP ou CBTC, deve o Concorrente prever um dispositivo alternativo ou a disponibilização da velocidade no IDU no caso de indisponibilidade do sistema ATP ou CBTC e cuja origem deve ser o sinal cabado dos tacómetros do ATP/CBTC. Assim, é condição obrigatória que a velocidade disponibilizada ao maquinista seja a velocidade que é gravada no DRU (Data Record Unit) quaisquer que sejam as condições de condução, com ou sem ATP ou CBTC ao serviço.

No caso de ATP ou CBTC indisponível o veículo deve limitar a velocidade de circulação a 30 Km/h.

6.3 PORTA DA CABINA

A cabina terá uma porta de comunicação, com manípulo de abertura pelo interior, com uma superfície vidrada em pelo menos 50% da área. A parte vidrada terá uma proteção antivandalismo na face voltada para os salões. A fechadura de abertura da mesma terá uma proteção antivandalismo. Esta porta deverá ser prevista de forma a evitar a entrada em excesso de luminosidade para a cabina de condução, nomeadamente pela adoção de vidros com grau de escurecimento adequado, a ser proposto pelo Fornecedor e aprovado pela Empresa.

O sistema de abertura será o mais seguro possível para evitar o acesso de pessoal não autorizado. A porta de comunicação com o salão de passageiros será de dobradiça, acionável desde o interior da cabina e de 600 mm de largura útil como mínimo (porta de

correr só com a aprovação da Empresa], devendo o projeto tentar a sua maximização, quer na sua largura ou ângulo de abertura. A porta será dotada de elementos que impeçam o seu encerramento inadvertido, quando o condutor não está no interior da cabina.

As portas de cabina devem prever a inclusão de sensor de estado (aberta ou fechada). O estado deste sensor será disponibilizado ao condutor no monitor de diagnóstico (IDU), de apoio à condução, por forma a alertar para o estado da porta e alertar para o caso de intrusão nas cabinas.

A porta da cabina deverá ser integrada no sistema de controlo da iluminação da cabina em moldes a acordar com a Empresa em fase de Projeto.

6.4 BANCO DO CONDUTOR

O banco do condutor será objeto de um estudo ergonómico que contemple os diversos fatores envolvidos: situação da mesa, diferentes estaturas e pesos dos condutores, posições dos comandos, apoio de pés, ajuste em altura, ajuste da posição longitudinal do assento; ajuste do suporte lombar, inclinação e alcance etc. O acionamento do banco deve ser elétrico.

Para este estudo deverão ser tomados como referência dados antropométricos da população portuguesa, considerando que a condução destes veículos é realizada por elementos de ambos os sexos.

O banco será ligeiramente acolchoado, com materiais transpiráveis, não quentes, resistentes ao uso diário e de fácil limpeza. Estará equipado com braços retráteis e ajustáveis em altura. Será fixo ao piso da cabina sobre o qual poderá rodar. Independentemente da posição em que o banco esteja, tal nunca deverá interferir com a fácil e cómoda posição de condução. Deve ainda ser garantido que nenhum dos movimentos do banco possam permitir a colisão com elementos fixos da cabina, designadamente, a mesa de condução. Deverá ainda ser tomado em consideração de que o banco proporcione uma posição estável na sua condução, não devendo o condutor exercer esforço para se manter na posição normal, quer em curvas quer na aceleração e frenagem do veículo.

O banco e o seu posicionamento deverão ter características que permitam o fácil acesso do condutor ao posto de condução.

O banco de condução deverá ser do tipo “poltrona”, com revestimento em pele sintética, com manípulo de condução integrado no lado esquerdo e comandos de uso frequente integrados no apoio de braço do lado direito (permitindo ajuste em altura e ajuste longitudinal), mantendo-se os mesmos requisitos ergonómicos anteriormente referidos.

6.5 FRENTE

Haverá elementos que evitem o encavalitamento dos veículos em colisões frontais. Estes elementos serão constituídos por dispositivos adequados ligados à travessa frontal da caixa e/ou por montantes de colisão encastrados no leito e na estrutura do teto. O estudo a apresentar, em fase de Projeto, tem de ter em consideração o alinhamento com os sistemas anti-encavalitamento existentes na presente frota da Empresa.

No projeto da frente deve-se dar particular atenção à capacidade de o veículo resistir a impactos frontais violentos, por via da flexibilidade da estrutura frontal absorver energia, sem danos para o condutor, e passageiros, de ambos os veículos. O Concorrente deve, na Proposta, demonstrar as precauções implementadas que asseguram este requisito. Em fase de projeto, o Fornecedor deverá apresentar os estudos que demonstrem a relação entre os vários impactos previstos na norma, danos previsíveis e reparação a realizar.

O vidro frontal permitirá ao condutor a total visibilidade da via e da sinalização na via. Terá que ser assegurado um desembaciamento eficaz e rápido deste vidro bem como um sistema de limpa/lava para-brisas.

Os vidros frontais serão laminados e terão uma espessura tal que suportarão o impacto de projétil UIC de 1Kg à máxima velocidade do veículo, não existindo projeção de estilhaços para o interior e assegurando a operação do veículo em segurança.

Nos vidros da cabina deve-se limitar ao mínimo o ganho de calor proveniente da ação dos raios solares sobre estas áreas, devendo ser indicadas as ações implementadas

para conseguir este objetivo.

O vidro deverá cumprir a norma EN 15152:2019+A1:2023.

O acabamento e forma da cabina deverá ser concebido de forma a que não existam zonas que permitam o apoio e/ou amarração pelo exterior, salvaguardando a impossibilidade de realizar viagem no exterior do veículo (fenómeno *tramsurfing*). Tal deve ser demonstrado na Proposta, de forma evidente.

O acesso à parte frontal deve ter elementos modulares facilmente desmontáveis, por forma a facilitar a intervenção de entidades de emergência em caso de atropelamento.

O Concorrente, na Proposta, deverá confirmar a existência de um para-choques devidamente integrado no arranjo estético da frente e preparado para suportar embates acidentais com outros veículos ferroviários ou rodoviários, bem como a existência de um defletor de obstáculos que impossibilite, em caso de atropelamento, que a vítima seja “*sugada*” para baixo do veículo. Relativamente à proteção pedestre, o veículo deverá ser de acordo com a norma EN17420:2020. Por forma a proteger a estrutura do veículo, a interface entre o para-choques e esta estrutura, será realizada por dispositivos de absorção de energia dimensionados para suportar colisões até 6 km/h sem que sejam causados danos à estrutura, considerando o veículo com carga máxima e a possibilidade de o outro veículo não possuir qualquer dispositivo de absorção de energia.

Em fase de Projeto será apresentado o estudo do conjunto, para-choques e sistema de absorção de energia, com inclusão de desenho e comprovativo da capacidade para suportar a colisão especificada.

Deverá a frente cumprir os requisitos definidos na norma EN15227:2020 categoria C-IV.

No Anexo 7 (“Modelo de Para-choques de Linha”) são apresentados modelos de para-choques existentes na rede da Empresa, devendo o veículo fornecido ser compatível com os para-choques existentes.

Outros modelos de para-choques poderão vir a ser instalados no futuro.

6.6 ARMÁRIOS

Na parte posterior da cabina de condução poder-se-ão situar os armários de B.T., aparelhos e equipamentos modulares para o funcionamento e o controlo do veículo. Os

armários deverão proporcionar uma provisão de espaço para futuros equipamentos a serem instalados.

Sobre a forma e disposição da estrutura dos citados armários, o Fornecedor, em fase de Projeto, proporá as variantes que estime oportunas, sendo preferível para os equipamentos eletrônicos e o painel de B.T. um sistema modular montado sobre apoios elásticos. A cablagem e fixação dos equipamentos deverá permitir ajustes de posição como forma de maximização da provisão de equipamentos em armários.

O armário será acessível somente pelo lado da cabina, ficando acessíveis ao condutor só os elementos que seja preciso aceder em algum momento durante a condução, incluídos os casos de avarias.

Também existirá um armário destinado a guardar os utensílios necessários em caso de desempanagem ou evacuação e uma lanterna, assim como o respetivo carregador.

Cuidar-se-á especialmente que as portas, assim como as suas fechaduras e dobradiças, sejam fortes, que não vibrem e que a sua abertura não interfira com nenhum elemento.

Os conjuntos do armário e da mesa estarão perfeitamente protegidos contra a entrada de pó, para o que se instalarão as proteções necessárias. Porém, os armários deverão ser projetados de forma a incluírem soluções de ventilação de forma a reduzirem a temperatura de funcionamento dos equipamentos.

6.7 IDENTIFICAÇÃO DO SERVIÇO

Em cada cabina de condução deverá existir, na parte frontal superior, um painel luminoso para indicar o número, linha comercial ou serviço do veículo em circulação e respetivo destino, facilmente visível desde o cais. Estas indicações serão comandadas a partir de uma unidade própria existente na mesa de condução. As dimensões deste painel serão as máximas possíveis.

6.8 MANÍPULO DE CONDUÇÃO

O manípulo de condução permitirá ao Agente de Condução controlar, de forma suave e isenta de esforço, a tração e frenagem do veículo, em função da sua posição. Para esse efeito, possuirá as seguintes zonas:

- **Zona de tração** – Movimentando o manípulo para a frente, será aplicado um esforço de tração proporcional à distância de deslocamento face à zona neutra. Dentro da zona de tração existirá uma posição inicial que conceba pouco esforço de tração ao veículo, permitindo após atingir a velocidade pretendida, circular a uma velocidade constante num troço de linha em patamar;
- **Zona neutra** – Nesta posição, não existe qualquer esforço de tração ou frenagem;
- **Zona de frenagem de serviço** – Movimentando o manípulo para trás, o esforço de frenagem será proporcional à distância de deslocamento face à zona neutra. Dentro da zona de frenagem existirá uma posição inicial que conceba pouco esforço de frenagem ao veículo, que pode ser utilizado como pré-frenagem;
- **Zona de frenagem de emergência** – quando o manípulo for deslocado totalmente para trás, permitirá obter a desaceleração máxima do veículo, sendo acionados todos os sistemas de frenagem. Esta situação irá ativar o aviso sonoro da campainha até que ocorra a imobilização do veículo. Esta posição deverá estar separada da frenagem de serviço através de um encravamento. O desbloqueio deste encravamento (retirada do manípulo de condução da zona de frenagem de emergência) será possível pressionando um botão de “Desbloqueio da Frenagem Emergência”, o qual integrará o painel do manípulo de condução.

As zonas de transição, anteriormente referidas, estarão assinaladas com as cores correspondentes:

Identificação da Zona	Cor de Identificação
Zona de tração	Verde
Zona Neutra	Branco
Zona de Frenagem de Serviço	Amarelo
Zona de Frenagem de Emergência	vermelho

O manípulo incorporará ainda um botão denominado de vigilância automática, o qual deverá ser atuado periodicamente pelo condutor, funcionando como uma proteção de segurança. Soluções alternativas poderão ser submetidas à aprovação da Empresa.

O manípulo de condução possuirá ainda um encravamento com o comutador de chave e seletor de marcha.

Todos os comandos do manípulo devem ser de atuação fácil e suave. O manípulo será concebido com vários níveis/posições, de modo a permitir uma condução suave, tanto em tração como em frenagem ou em atuação combinada com a vigilância automática.

6.9 COMUTADOR DE CHAVE

O comutador de chave permitirá duas posições:

- **Posição “0”** – Permite a desativação da cabina e a despreparação automática do veículo, depois de pressionado o botão “Desativação do veículo”;
- **Posição “1”** – Ativa o veículo se estiver despreparado, ou permite a ativação da cabina.

Deve ser, em fase de projeto, compatibilizado com o ATP/CBTC.

6.10 SELETOR DE MARCHA

O seletor do modo de marcha terá, pelo menos, os seguintes modos de funcionamento:

- **Posição “Manobra”** – permite a movimentação do veículo no sentido da operação da cabina ativa, com limitação de velocidade a 5km/h ou 2km/h caso o veículo esteja em modo de lavagem;
- **Posição “Manutenção”** – O veículo mantém a cabina e os equipamentos da cabina ativos. Nesta posição não permite a condução.
- **Posição “Condução”** – Permite a condução do veículo no sentido da cabina ativa.
- **Posição “Recuar”** – Permite a condução do veículo no sentido de marcha atrás da cabina ativa, com limitação de velocidade de 3km/h.

6.11 VIGILÂNCIA AUTOMÁTICA

Sem prejuízo de o Fornecedor, em fase de projeto, poder submeter à aprovação da Empresa outras soluções, mais ergonómicas e ou eficientes, descreve-se a solução existente que, no mínimo deverá ser assegurada.

A vigilância automática será controlada pelo condutor no manípulo de condução. Em caso de falha na sua ativação, provocará uma paragem automática do veículo, a fim de garantir a segurança dos passageiros e do material.

A vigilância automática apenas ficará ativa na cabina habilitada e nas seguintes condições:

- o quando o veículo se encontrar em movimento.
- o quando o veículo se encontrar imobilizado, desde que tenha o seletor de marcha em modo de “Condução” ou “Recuar” e com as portas fechadas (não habilitadas).

Durante a condução, o condutor deve manifestar a sua presença pressionando e libertando o botão de vigilância automática, de maneira cíclica, 10 segundos pressionado e 2,5 segundos libertado.

Se após 10 segundos quando pressionado, ou 2,5 segundos quando libertado o sensor não for ativado, o condutor será advertido através de um aviso sonoro. Após o início do aviso sonoro, o condutor dispõe de 2,5 segundos para ativar o botão, pressionando-o ou libertando-o, caso contrário o sistema atuará e provocará uma frenagem máxima até à imobilização do veículo. Se o Condutor ativar o botão antes de decorridos 2,5 segundos, o aviso sonoro será interrompido e iniciar-se-á um novo ciclo de funcionamento.

Em caso de atuação, para normalizar o sistema, o manípulo de condução deve ser colocado na posição “Neutro” e ativar o botão.

Como já referido anteriormente, o botão de vigilância automática poderá ser atuado no manípulo com a mão ou no chão da cabina/apoio de pés, com o pé.

6.12 AR CONDICIONADO DA CABINA DE CONDUÇÃO

As cabinas de condução estarão equipadas com sistema de ar condicionado de acordo com a norma EN 14813-2:2006+A1:2010, nomeadamente que garanta a insuflação de ar fresco, níveis de ruído e caudal aos quais o agente de condução está sujeito e regulação automática da temperatura em torno de um valor médio, quaisquer que sejam as condições no exterior. O agente de condução deverá ter a possibilidade de regular o funcionamento do ar condicionado para a cabina e deverá poder ajustar a orientação e saída de ar à sua conveniência. Em fase de Projeto o Fornecedor demonstrará os

cuidados implementados para assegurar a correta ventilação/refrigeração da cabina e conforto do condutor.

7 Salão de Passageiros

Os salões de Passageiros serão concebidos, tendo em conta os seguintes aspetos:

- A superfície do piso do salão de passageiros será a maior possível e compatível com as características do veículo. O Concorrente apresentará um desenho em que se identifique as zonas situadas a diferente nível, rampas e degraus e a sua percentagem em relação ao total da superfície, devendo ser maximizada a área de plataforma baixa.
- A área de piso rebaixado nunca será inferior a 70%, com possibilidade de existência de rampas, as quais deverão estar em conformidade com o regulamento Europeu 1300/2014 e não deverão exceder o declive 10%.
- A altura livre de passagem interior será a máxima possível e nunca inferior a 2.000mm.
- Avaliado ao longo do eixo longitudinal do veículo, a existência de degraus nos salões de passageiros apenas é aceitável desde que a solução seja melhor que a existência de rampas, nomeadamente na zona dos bogies, não podendo, portanto, exceder na globalidade 2 degraus (não consecutivos). O número máximo de desníveis superiores a 6%, medidos ao longo do eixo longitudinal do veículo, não poderá ser superior a 4.
- As rampas não poderão ter um declive superior a 10%.
- No acesso aos bancos, a existência de degraus, face ao corredor longitudinal, será avaliada da seguinte forma:
 - Média do desnível existente de todos os bancos face ao corredor, medido em mm.

Este valor será apresentado e demonstrado na Proposta.

- O projeto de acessibilidade ao veículo e cais deverá ser apresentado na Proposta e cumprir os requisitos definidos no regulamento Europeu 1300/2014.
- A circulação de passageiros em zona de corredor deverá ser segura e confortável, seja pela sua largura maximizada e pela existência de balaústres bem posicionados para o apoio do passageiro.

- o As zonas sobre-elevadas do chão, nomeadamente por necessidades construtivas da caixa para acomodar o bogie, terão necessariamente de ser ocupadas por bancos de passageiros ou estruturas de arrumação de bagagem.
- o O arranjo interior do salão de passageiros terá em conta a possibilidade de circulação ao longo de todo o veículo, pelo que existirão intercircuitações a ligar os diferentes módulos. A distribuição dos lugares sentados terá que ser realizada tendo em conta o objetivo de proporcionar pelo menos 50 (cinquenta) destes lugares, sendo que o recurso a bancos rebatíveis só é aceitável na zona de PMR, não contando estes para a contabilização do número de lugares sentados.
- o Os acabamentos quer dos bancos quer dos materiais de revestimento interior serão concebidos por forma a minimizar os efeitos de vandalismo por graffiti, ou seja, serão antiaderentes e permitirão uma fácil limpeza das pinturas sem que disso resulte alteração do seu especto.

7.1 PORTAS DE PASSAGEIROS

Para além das portas de folha dupla (sem montante intermédio), admite-se a existência de uma ou duas portas de folha simples (ou de folha dupla com dimensões mais reduzidas) junto às cabinas de condução, por lado do veículo.

As dimensões mínimas da área útil da porta de passageiros (folha dupla) serão de 2000mm de altura por 1300mm de largura, contudo junto à cabina, admite-se:

- portas de folha simples: As portas de uma folha terão uma abertura mínima de 650mm e máxima de 800mm e 2.000mm de altura. Os tempos de abertura e fecho das portas de uma folha deverão ser idênticos às de duas folhas.
- ou de folha dupla de 2.000mm de altura por 1.000mm de largura

Serão do tipo de duplo movimento deslizante encravável. Para o projeto das mesmas deverá ter-se em conta que as caixas disporão de estribos facilmente desmontáveis e compatíveis com as condições de fácil acesso para PMR.

O acionamento efetuar-se-á mediante um motor elétrico para as duas folhas, pelo que

estarão conjugadas, de maneira que realizem simultaneamente as manobras de abertura e fecho, mediante os adequados elementos mecânicos de transmissão do movimento. Terão um movimento de abertura e fecho de duas etapas, a primeira de velocidade constante e rápida e uma segunda de velocidade lenta até ao fecho ou abertura total. O funcionamento estará isento de solavancos e ruídos.

Durante os últimos 5 cm do fecho de cada folha, a porta deverá exercer uma pressão menor sobre algum objeto que a retenha, até que fique encravada.

O tempo de atuação máximo para uma manobra completa de abrir ou fechar, será de 3 segundos.

Durante um segundo após o comando de fecho de portas, será desencadeado um aviso sonoro. Somente após este aviso sonoro será iniciado o fecho. Quando concluído o fecho de todas portas (fecho de laço de portas), será desencadeado um sinal acústico no interior da cabina de condução.

Cada uma das portas incluirá numa das folhas um sistema de abertura, acionável pelos passageiros, tanto desde dentro como desde fora do veículo, a fim de que se produza a abertura da porta somente por um ato voluntário, uma vez que se encontre o veículo parado na estação e o condutor tenha autorizado a abertura. Deverá assegurar-se que esta possa produzir-se, mesmo que seja manualmente, perante qualquer avaria ou acidente. O acionamento da abertura ou fecho das portas por parte dos passageiros será tal que seja impossível que algum passageiro resulte maltratado, em nenhuma posição do acionamento da porta. O projeto do sistema de portas, incluindo o sistema de deteção de obstáculos e anti-entalamento deverá cumprir a norma EN14752:2015. A autorização de abertura de portas de um lado do veículo, e o fecho das mesmas, realizar-se-á através dos comandos situados na cabina de condução.

Deverá existir a possibilidade de abertura de todas as portas de um lado, a partir da cabina de condução. Deverá haver a possibilidade de isolamento da porta individualmente e por meios mecânicos.

O mecanismo de abertura de portas estará protegido contra o vandalismo, tanto em mecanismos, fins de curso, guias, cremalheiras, etc.

Existirá um sistema de estanqueidade, que impeça a entrada de água e sujeira, inclusive durante as operações de lavagem mecânica, ou à mão, do exterior da caixa. As juntas de borracha serão facilmente substituíveis.

Cada uma das folhas terá um vidro fixo, na largura da folha, compatível com a resistência da porta e altura da folha, de modo a assegurar continuidade com os vidros laterais (sob o ponto de vista estético e visual), mas respeitando o conceito de folha totalmente em vidro (a decidir em fase de Projeto).

As folhas em vidro terão de ser protegidas por uma película antivandalismo.

A porta de passageiros será concebida e dimensionada de acordo com as Normas NF F 31052, NF F 31054 e EN14752:2015.

Os mecanismos serão fixos à estrutura de suporte da porta, formando com ela um único conjunto que por sua vez será fixado à caixa do veículo, sendo a concepção tal que a sua substituição seja realizada com um mínimo de ajustes.

No interior do veículo e à altura dos mecanismos de portas instalar-se-ão capots de acesso para permitir a inspeção e reparação dos mecanismos com absoluta facilidade. A abertura e fecho dos capots deverá poder efetuar-se facilmente e os fechos deverão ser fortes e, em posição de fechados, deverão assegurar a fixação do capot de tal forma que não se afrouxem com os movimentos do veículo, e impeçam a vibração dos capots. Do mesmo modo, mas desde o exterior do veículo, as guias inferiores das portas serão acessíveis para a sua manutenção e limpeza.

Deve-se prever a instalação neste, de capots de Displays LED para o sistema de informação aos passageiros (IBIS), com os dados da viagem. Estes displays poderão incorporar mais informação, em moldes a acordar com a Empresa em fase de Projeto.

Serão incluídos fins de curso que sinalizarão a situação de porta fechada e trancada, quando o sistema de encravamento mecânico de segurança atue, a fim de ter a plena segurança de que a porta ficou fechada.

O material das portas será adequado, como o aço inoxidável ou alumínio e facilmente reparável.

Em fase de projeto, o Fornecedor indicará as operações de manutenção e ajuste necessárias, permitindo o nivelamento das folhas sem necessidade de desmontá-las do veículo.

A localização e montagem da unidade de comando será de fácil acesso para a sua rápida substituição.

Na parte exterior de cada veículo existirão 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.

7.2 INTERCIRCULAÇÃO ENTRE MÓDULOS

A circulação entre módulos de um veículo far-se-á através de um corredor de intercirculação com a máxima largura possível e nunca inferior à largura do corredor do salão de passageiros.

Será robusto, ligeiro e capaz de resistir a todas as solicitações que possam produzir-se, com o veículo circulando em via de exploração e em vias de serviço, nas piores condições, reunindo as máximas garantias de segurança para os passageiros, em qualquer momento da marcha. A montagem e desmontagem das intercirculações será fácil, rápida e segura, sem recurso a ferramentas especiais. A ligação entre módulos, para efeitos de manutenção ou ligação dos mesmos, será de fácil acesso.

Formará uma união perfeitamente estanque, impedindo a entrada de pó ou água inclusive na lavagem mecânica, assim como uma correta insonorização.

Em fase de projeto, o Fornecedor apresentará um estudo que demonstre a funcionalidade da intercirculação como uma continuidade do corredor, ou vestíbulo, ocupado pelos passageiros em pé. Neste estudo, deverá ser tomado em consideração os movimentos relativos entre os módulos do veículo, tanto em via de exploração como vias de serviço, passando em aparelhos de mudança de via e outros. A vida mínima dos diversos componentes será de 15 anos e em conformidade com as normas EN 16286-1:2013 e EN45545 (HL2).

7.2.1 Articulações Intermédias e/ou Outras Ligações Mecânicas

As uniões entre as caixas do veículo deverão realizar-se por meio de articulações ou qualquer outro tipo de ligação mecânica capazes de suportar os esforços e permitir os movimentos relativos a que estarão submetidas.

As ligações entre módulos e as respectivas estruturas na zona das cabeceiras deverão estar concebidas para que, em caso de rotura das ligações, não seja possível produzir-se o encavalitamento entre estes.

Em fase de projeto, o Fornecedor, por via de desenho detalhado, descreverá o funcionamento do sistema bem como os cuidados a observar para assegurar a integridade ao longo da vida útil do veículo.

O projeto das articulações deverá cumprir os requisitos definidos na norma EN 12663-1:2010+A2:2023.

7.3 JANELAS

Todas as janelas serão de vidro adequado à operação e exigências de segurança e em caso de rotura, não produzirão fragmentos que possam dar origem a ferimentos graves, de acordo com as normas aplicáveis, nomeadamente EN15152. Os vidros das portas são considerados, para os devidos efeitos, janelas.

A superfície vidrada será a máxima possível, repartindo-se harmoniosamente com o resto do conjunto. Nos vidros das janelas laterais deve-se limitar ao mínimo o ganho de calor proveniente da ação dos raios solares sobre estas áreas, devendo ser indicadas as ações implementadas para conseguir este objetivo. Deve-se ter em consideração a relação espessura-ruído-peso na opção a implementar.

Será indicada, pelo Fornecedor, a capacidade dos vidros para resistir a impactos e deverá ser implementada uma proteção antivandalismo.

O Fornecedor indicará os valores de transmissão solar do vidro usado, recomendando-se um valor baixo por consideração dos ganhos térmicos que daqui possam advir.

Todos os vidros serão revestidos, pelo interior, a película anti vandálica.

Os vidros terão uma superfície e integração tal, na lateral do veículo, que formarão superfícies sem descontinuidades com o resto do revestimento do veículo. As superfícies vidradas serão assim, contínuas.

7.4 BANCOS DE PASSAGEIROS

Os bancos de passageiros serão concebidos de forma a fornecer um índice de conforto adequado e serão de tipo antivandalismo, resistentes a lacerações com objetos cortantes e com resistência mecânica adequada.

A espuma dos bancos, caso exista, quer nos encostos, quer nos assentos, não deverá ser demasiado macia, preservando o conforto e a ergonomia.

A distribuição dos lugares sentados terá que ser realizada tendo em conta o objetivo de proporcionar, pelo menos o mínimo de lugares e lotação especificada.

Os bancos serão concebidos por forma a minimizar os efeitos de vandalismo por graffiti, ou seja, serão antiaderentes e permitirão uma fácil limpeza das pinturas sem que disso resulte alteração do seu aspeto.

Os princípios básicos que deverá cumprir o banco serão os seguintes:

- Globalmente, o banco deverá apresentar características de resistência ao fogo, de acordo com a Norma NF F16-101 ou EN45545 HL2; deverão ser apresentados certificados de conformidade para os materiais utilizados;
- Conformação de características anatómicas e ergonómicas e de comodidade para os passageiros;
- Ausência total de ângulos vivos;
- Os bancos terão uma robustez que assegure uma vida útil igual à do veículo assumindo-se possível um condicionamento do revestimento a meio de vida. Não são permitidos bancos com estrutura em plástico.
- O revestimento deverá ser em pele sintética, de qualidade adequada ao uso em transportes públicos, não potenciar a acumulação de pó, sendo facilmente limpo, de secagem rápida e de difícil aderência a materiais externos (ex: pastilha elástica).
- Serão identificados no revestimento dos bancos, nomeadamente por estampagem, as utilizações específicas (grávidas, PMR, sénior...) em moldes a

acordar com a Empresa. Esta identificação deverá ser feita de forma que permita uma fácil identificação e resistência adequada ao uso a que se destina.

Em conjunto com a maquete deverão ser apresentados pelo Fornecedor os modelos dos bancos para aprovação da Empresa.

7.4.1 Distribuição dos Bancos

O número total de lugares sentados do veículo deverá cumprir a lotação mínima especificada, devendo ser claramente identificado no *lay-out* a apresentar na Proposta.

Dever-se-ão indicar, na Proposta, as possíveis distribuições interiores, tendo em conta a otimização dos seguintes parâmetros:

- o Cotas, relativamente ao plano do chão, de montagem dos veículos ao nível do assento e do topo de banco;
- o Estética e conforto geral do interior do veículo;
- o Facilidade de circulação pelo interior do veículo e fluidez entre veículo e cais;
- o Capacidade de transporte (horas ponta e horas entre as pontas);
- o Segurança.
- o Flexibilidade na conversão do layout por forma a acomodar diferentes requisitos de exploração (eventual alteração futura de layout).
- o Os bancos que não estejam posicionados na zona de trabalho do bogie deverão ser do tipo cantilever. A existência de bancos rebatível, embora não elegíveis para a contabilização do número de lugares sentados, poderão ser aceites para otimização do layout interior.
- o Na zona de trabalho do bogie, se aplicável, os desníveis entre bancos deverão ser minimizados.

Serão reservadas zonas para PMR (duas, tendo em conta o sentido da marcha), carrinhos de bebés e bicicletas, tendo em consideração as dimensões definidas no Regulamento Europeu 1300/2014.

Deverá ser prevista zona prioritária de bancos para passageiros sénior, claramente identificados, em moldes a acordar posteriormente com a Empresa.

7.5 PEGAS E BALAUÍSTRES

O interior dos veículos deverá providenciar pontos de apoio aos passageiros, suficientes, quer seja através de pegas, balaústres ou outros sistemas apropriados.

Dadas as características de aceleração e frenagem dos veículos, os bancos deverão ser providos de pegas para os passageiros. O Fornecedor definirá a distribuição das pegas, para que com o veículo na sua lotação máxima CCM possa assegurar o transporte em segurança dos passageiros, e de forma que não se obstrua o acesso ou saída pelas portas, nem a circulação ao longo do veículo.

As pegas montadas nos bancos estarão pensadas de tal forma que fiquem integradas na estrutura do banco sem que pareçam postiças. Estarão formadas por elementos tubulares ou maciços com formas suaves e sem extremos livres.

Nas colunas/pilares adjacentes às portas de passageiros serão previstos a colocação de balaústres verticais.

A localização e instalação dos balaústres será tal que não dificulte a limpeza do piso, pela sua proximidade a bancos ou laterais.

Caso existam pegas longitudinais montadas no teto estarão a uma altura aproximada de 1,80 m acima do piso acabado ou outro valor a propor pelo fornecedor durante a fase de projeto e aceite pela Empresa.

Qualquer passageiro terá sempre acesso a uma pega, ou balaústre, que não fique a uma distância superior a 700 mm, salvo casos específicos a aprovar pela Empresa.

Na fase de projeto, será apresentado um estudo ergonómico que comprove a existência de um, ou mais, pontos de apoio, ao alcance do passageiro, no interior dos salões e foles de intercirculação.

Preferencialmente os balaústres serão fabricados de tubo com um diâmetro máximo de 30mm em aço inox.

Outras soluções poderão ser aceites, sendo que terão que ser submetidas previamente à aprovação da Empresa.

7.6 PAVIMENTO

Deverá cumprir as condições seguintes:

- Conservar-se em perfeitas condições, ou seja, sem descolamentos, pregas, desgastes e perdas de cor durante quinze anos.
- Resistente ao calor.
- Bom isolamento térmico.
- Resistente a mudanças bruscas de temperatura.
- Bom isolamento acústico.
- Resistente às vibrações
- Impedidor de entrada de água sob o mesmo.
- Fácil de colocar aquando da reposição parcial ou total, devendo existir no primeiro caso, um contraste mínimo de coloração com o resto da superfície.
- Fácil de adquirir como sobresselente.
- Fácil de limpar por via húmida, sem que resulte deteriorado, tanto o pavimento como as estruturas que o suportam.
- Resistente a dissolventes.
- Conforme com as características exigidas pela Norma NF F16-101 ou EN45545 HL2.
- Ser imputrescível.
- Resistente a punções.
- Possuir características anti deslizantes.
- Revestimento do tipo linóleo, de cor/tonalidade a acordar com a Empresa.

Entre a chapa base fixa à estrutura do piso e o pavimento propriamente dito, dispor-se-á os elementos necessários para aumentar a resistência do pavimento (às tentativas de vandalização com objetos pontiagudos, como, guarda-chuvas e ferramentas pesadas ou intencionalmente agressivas), assim como para melhorar o isolamento ao calor e ao ruído.

O acabamento lateral do revestimento do piso deverá ser adequado à função a que se destina, designadamente, lavagens e estanqueidade, podendo continuar-se o pavimento pela lateral até uma altura aproximada de 15 cm.

Existindo alçapões ou outros elementos que possam interromper a continuidade do

pavimento, deverão ser limitados ao mínimo indispensável.

Ter-se-á especialmente em conta o sistema de colagem à base do piso, assim como a selagem das uniões entre módulos de revestimento, a fim de conseguir uma perfeita estanqueidade e não existência de rugas ou bolhas.

Os módulos serão o maior possível a fim de diminuir o número de juntas.

Outras soluções poderão ser aceites, sendo que terão que ser submetidas previamente à aprovação da Empresa.

7.7 REVESTIMENTO INTERIOR

O revestimento das laterais será de resinas fenólicas reforçadas com fibra de vidro, alumínio revestido a melamina (melaminium), HPL, ou semelhante, preferencialmente em painéis inteiros, tratado de forma que seja inquebrável e conforme as exigências da Norma NF F16-101 ou EN45545 HL2. Deverão ter características de acabamento superficial que permitam minimizar os efeitos de vandalismo por graffiti, com características antiaderentes e que permitam uma fácil limpeza das pinturas sem que disso resulte alteração do seu aspeto. Estes materiais deverão ser apresentados em fase de projeto à Empresa, para validação.

Para a fácil substituição dos painéis de revestimento interior, por deterioração ou qualquer outra causa, serão colocados de forma que possam ser desmontados individualmente, sem necessidade de desmontagem dos bancos de passageiros e estarão pensados de maneira que não sejam necessárias tapa juntas.

O revestimento interior não apresentará saliências, pontos de difícil acesso ou de acumulação de sujidades, que dificultem a limpeza. Evitar-se-ão também saliências agudas que possam causar danos aos passageiros.

O revestimento do teto será realizado com painéis semelhantes aos citados para as laterais e serão igualmente colocados, de forma que possam ser desmontados individualmente.

A montagem dos revestimentos interiores será realizada de tal forma que seja garantido o fácil acesso aos equipamentos que eventualmente estejam por eles cobertos. Nestes

casos os fechos serão todos idênticos e com chave de exclusivo acesso a pessoal de manutenção.

O revestimento interior do veículo deve ser concebido para uma vida útil igual à do veículo.

7.8 ILUMINAÇÃO INTERIOR

A tecnologia de iluminação usada deverá ser LED, certificada para uso ferroviário e com uma vida útil nunca inferior a 50.000h, sendo a tonalidade objetivo da luz, de 4.000K, devendo ser submetida à aprovação da Empresa em fase de projeto.

O conjunto da iluminação será tal que, em qualquer ponto de um plano horizontal situado a 1 m do piso, não resulte uma iluminação inferior a 200 lux às 100 horas de serviço efetivo dos elementos de iluminação, evitando-se pontos com brilho. A regulação da luminosidade em função da exposição da luz exterior é desejável.

Existirá um circuito de iluminação de emergência que garanta um nível de iluminação mínimo de 10 lux, suficiente para a orientação dos passageiros em caso de evacuação em túnel.

Os difusores de iluminação estarão em consonância com a decoração interior, preferencialmente de forma continua ao longo do teto, e serão de fácil limpeza.

A montagem da iluminação será tal que os passageiros não possam manipular os elementos de iluminação, pelo que devem prever a existência de um difusor de luz, em acrílico, que salvguarde o acesso às mesmas. Outras soluções deverão ser submetidas à aprovação da Empresa. É desejável que os difusores sejam iguais para que a sua intermutabilidade seja total.

Deverão ser cumpridas as normas de compatibilidade eletromagnética EN50121 e demais normas aplicáveis vigentes.

7.9 CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO

Serão instalados equipamentos de climatização para os salões de passageiros separados e independentes entre si.

Os equipamentos de climatização do salão serão dimensionados por forma a garantir que a temperatura interior, seja da cabina de condução ou salão de passageiros, esteja em conformidade com o disposto na norma EN14750-1:2006.

Deverá ainda ter-se em consideração as características térmicas do veículo, operação do veículo, estratégia de controlo do circuito de refrigeração e condicionantes normativas referidas. Deverá ainda ser considerado, como ponto de partida, uma temperatura do ar interior no valor de 70°C atendendo à radiação solar de 800W/m².

Para as suas revisões e/ou reparações, cada um dos equipamentos deverá poder desmontar-se de maneira fácil e segura.

As caixas e bandejas de recolha de águas obtidas por condensação serão de aço inoxidáveis, ou alumínio anodizado, e o escoamento destas águas não poderá ingressar no interior do veículo.

As condutas de ar serão de fácil limpeza, com superfícies internas lisas, devendo ainda prever-se um bom acesso e fácil desmontagem para a sua limpeza no exterior do veículo

A montagem das unidades de comando das unidades de climatização será realizada de forma a que o acesso para manutenção seja rápido e fácil.

O controlo do sistema de climatização nas cabinas de condução, permitirá ao condutor selecionar a sua temperatura, para o que disporá de um comutador de várias posições incluindo “Desligado”, “Ventilação” e seleção de temperatura. O equipamento só entrará em funcionamento após a preparação do veículo pelo condutor. As saídas de ar, deverão prever ajustamento/orientação do ar, através de um sistema de alheta ou equivalente.

A temperatura de referência do salão só poderá ser alterada por pessoal autorizado, contudo essa regulação será de fácil ajustamento, devendo o pessoal de manutenção estar capacitado para tal, ao longo de toda a vida do equipamento.

O sistema de comando disporá de auto verificação e em caso de anomalia, será enviada uma mensagem, via BUS (barramento de dados do veículo), ao sistema centralizado de controlo do veículo. Esta mensagem identificará o elemento de funcionamento anormal no equipamento de climatização.

O gás utilizado como refrigerante deverá ser ecológico, não danificando o meio ambiente e cumprindo as normas ambientais aplicáveis.

O Fornecedor deverá apresentar os cálculos realizados no dimensionamento da potência de refrigeração e aquecimento do veículo, em regime estacionário e regime transiente. Inclusivamente, serão apresentados os coeficientes de condutância térmica usados nas paredes, chão, tejadilho e janelas. Serão fornecidos ainda os coeficientes de calor específico, transmitância e refletividade dos materiais usados nos interiores. Deverá ser apresentado, em fase de projeto, o valor usado no cálculo para a taxa de renovação de ar por passageiro, sendo que esta deverá estar em conformidade com a norma EN14750:2006.

O Fornecedor deverá especificar a provisão que prevê assegurar no eventual futuro redimensionamento dos elementos de permuta térmica, nomeadamente: volume da bateria condensadora, volume da bateria evaporadora, diâmetro/velocidade e potência dos moto-ventiladores, potência total consumida pelos moto-ventiladores.

O sistema de climatização terá de ter em consideração os seguintes pontos:

- O sistema de controlo deve permitir ao pessoal de manutenção fazer ajustes ao caudal de ar e temperaturas, máximas e mínimas, do ar.
- O processo de carregamento/ajuste do gás deve ser simples e recorrendo a ferramentas típicas da indústria.
- Limitar ao mínimo o ruído e vibrações resultantes do seu uso ou por ação da via e velocidade do veículo.
- Compatibilidade eletromagnética com os outros equipamentos no veículo;
- Implementação de uma lógica de racionalização de consumo de energia e emissão de ruído, nomeadamente, por redução do caudal de ar insuflado no salão durante a abertura de portas em serviço comercial. Em fase de projeto, os detalhes desta lógica serão desenvolvidos pelo Fornecedor e aprovados pela Empresa.

Em fase de projeto, o sistema de climatização será proposto à Empresa para aprovação sendo importante o especificado bem como referência às normas utilizadas no projeto. O fabricante escolhido pelo Fornecedor deverá ter provas demonstradas no projeto e fabrico de equipamentos para uso semelhante e deverá ser aprovado pela Empresa.

Em caso de falha, desde que possível tecnicamente, os equipamentos de AVAC devem, pelo menos, ventilar.

7.10 SINAIS DE ALARME

Em cada veículo será colocado um sinal de alarme junto a cada porta de acesso de passageiros. Quando o passageiro o acione, ativará um canal de comunicação entre passageiro e condutor e a sua reposição será efetuada automaticamente sem intervenção do condutor ou passageiro.

Este assunto é tratado também no ponto 11.5.

7.11 INFORMAÇÃO AOS PASSAGEIROS

A informação aos passageiros deverá estar em conformidade com o descrito no capítulo 15 ("Sistema IBIS").

Os indicadores deste sistema permitirão mostrar em forma clara o nome da estação atual, da próxima estação, da estação término e a indicação de eventuais correspondências.

Os indicadores deste sistema permitirão mostrar também de forma clara a espinha da linha onde se encontra o veículo e/ou o mapa esquemático da rede.

Será previsto e desencadeado um anúncio sonoro com o texto apresentado nos indicadores. A informação a passar nestes painéis deverá permitir a inserção de toda informação útil e recomendável para o cliente, tendo como referência as melhores práticas atuais e, portanto, com um elevado grau de parametrização e configuração em função das necessidades

Os eventos que definem as condições de lançamento de anúncios sonoros, ou textuais, deverá ser dependente do serviço efetuado pelo veículo (gerido por TMS) e ser configurável pelo utilizador, de acordo com regras a acordar com a MP em fase de projeto.

Haverá também, pelo menos, dois painéis de informação exterior por lateral do veículo, onde será automaticamente afixado o destino do serviço. Estes painéis serão colocados sobre as janelas e não no seu interior.

Para além das indicações supra identificadas será também possível desencadear mensagens especiais por ação voluntária do condutor, ou do centro de controlo de circulação (PCC).

Haverá espaços adequados para a colocação dos diagramas da rede e informações aos passageiros, a colocar pelo Fornecedor, de tal forma que os respetivos suportes sejam facilmente substituíveis e estejam protegidos contra vandalismo. Prevê-se que seja utilizada a superfície livre do capô de ocultação do mecanismo da porta de passageiros, para esse fim e as paredes das cabines, do lado dos salões de passageiros. Os espaços para esse fim serão acordados com a MP em fase de projeto.

Os painéis de informação multimédia deverão incorporar a informação ao passageiro, acima referida, mensagens de carácter funcional (p.ex. indicações de perturbação no serviço, vista parcial do mapa da rede com indicação da posição atual do veículo) e/ou de carácter promocional ou publicitário, sendo neste último caso, difundida informação residente num suporte de armazenamento colocado no veículo e repetida de forma pré-programada.

A seleção dos conteúdos e a distribuição da informação pelos diferentes displays deve ser alvo de proposta em fase de execução do contrato.

7.12 ACABAMENTOS E PROTEÇÕES

Caso existam superfícies pintadas no exterior, as partes a pintar serão submetidas, antes da sua aplicação, a um processo de desoxidação total e limpeza de pó acumulado durante a construção e desengorduramento.

Todos os elementos da estrutura que não sejam naturalmente resistentes à corrosão serão protegidos por meio de uma pintura de características e espessura adequadas.

A pintura exterior será de poliuretano de excelente qualidade, à base água, de aplicação referenciada em material circulante e deverá seguir um esquema de pintura bicamada, ou seja, cor e verniz, com proteção anti-grafitti.

O esquema de cores e pintura do veículo respeitará a imagem corporativa da Empresa [Anexo 25 ("Manual Básico de Identidade Corporativa")], pelo que em fase de Projeto serão acordados com a Empresa, as cores, distribuição e tonalidades a usar.

Deverá ter-se em conta que os veículos serão lavados em máquinas automáticas e com produtos detergentes.

A qualidade e o número de camadas de pintura – seja primário, tinta ou verniz – serão tal que garantam, como mínimo, a sua perfeita conservação durante um período de

quinze anos, nas condições normais de serviço. Particular atenção deve ser dada à zona adjacente ao Pantógrafo para evitar acumulação de resíduos de grafite proveniente do desgaste das escovas.

O acabamento exterior da caixa ficará com aspecto liso e polido, sem rugosidades, ondulações nem granulado tipo “pele de laranja” que possa reter o pó; o número de cores e tonalidades será o mínimo possível (combinado com uma adequada estética), sem pormenores que compliquem a manutenção.

A parte inferior do leito e os equipamentos eventualmente aí montados serão protegidos com pinturas e produtos que os preservem das agressões de projeções de águas calcárias, outro tipo de sedimentação ou agentes agressivos.

Todos os aspetos de conceção dos acabamentos interiores e exteriores estarão de acordo com as Normas UIC 842-3 e 842-5.

7.12.1 Proteção Anti-grafitti

O acabamento dos revestimentos interior e exterior dos veículos deverá ter características anti-graffiti, que deverão manter-se durante 15 anos ou 1000 aplicações de produtos de limpeza adequados.

7.12.2 Insonorização

O projeto do veículo deverá realizar-se tendo em conta a eliminação ao máximo das fontes de ruído, evitando que este ruído se propague ao interior da caixa e cabina de condução, cuidando especialmente, a supressão das fontes sonoras.

Será instalado isolamento acústico e térmico apropriado no teto, laterais e no leito, a fim de garantir que em nenhum ponto do salão de passageiros ou da cabina de condução, o nível de ruído supere os valores impostos pelo normativo vigente nas piores condições de exploração.

Na Proposta será apresentada uma secção da caixa em que se indique o tipo de material, densidade e disposição dos diferentes isolamentos.

Em todos os casos, os isolamentos deverão ser inquebráveis, ignífugos, termicamente resistentes e não desagregáveis com as vibrações ao longo da vida útil do veículo.

A cabina de condução deverá ser alvo de atenção particular na medida em que esta será ocupada por condutores e – como tal – sujeitos a regimes de ruído passíveis regulados por condições laborais legisladas (vide diretiva 2003/10/EC).

Assim, o Fornecedor deverá, não limitado, a garantir que os seguintes níveis de ruído não são excedidos:

- Veículo imobilizado com atuação da buzina (intervalo 3s) medido à altura da cabeça do condutor: 95 dB(A)
- Ruído interior (medidos a uma altura de 1.6m – ISO3381), valores inferiores ou iguais aos seguintes:
 - Imobilizado com ar condicionado desligado: 56dB(A)
 - Imobilizado com ar condicionado em funcionamento pleno: 60dB(A)
 - Veículo à velocidade 60km/h (via balastrada): 75dB(A)
 - Veículo à velocidade 60km/h (via betonada): 79dB(A)

A exposição do condutor do veículo ao ruído existente na cabina de condução não deverá exceder os limites estabelecidos pela diretiva 2003/10/EU e restantes normas e diretivas aplicáveis.

7.13 SUPORTES PARA ARMÁRIOS E CONDUTAS PNEUMÁTICAS

Todos os aparelhos que necessitem de inspeções periódicas serão montados em caixas facilmente acessíveis.

Terão fechos seguros e fáceis de abrir para a sua inspeção. As tampas das caixas não devem vibrar, nem produzir ruídos, serão herméticas e o desenho dos fechos deverá assegurar que as tampas não abrem com o veículo em circulação. Pela bi-direcionalidade do veículo, e pelo acesso em manutenção, no tejadilho, sugere-se que as tampas tenham abertura para a lateral do veículo (ie charneira longitudinal).

A distribuição dos aparelhos far-se-á racionalmente, tendo em conta o aproveitamento do espaço, fácil acessibilidade, distribuição de pesos, etc.

As fixações dos suportes das caixas à estrutura/módulo, deverão estar dimensionados, tendo em conta as condições de serviço ou acidente indicadas na alínea 2.3. As fixações deverão estar adequadamente protegidas contra a corrosão.

A execução da interface de fixação dos suportes das caixas à estrutura/módulo será realizada de tal forma que esteja garantida a intermutabilidade de caixas iguais entre quaisquer dos veículos objeto da presente especificação.

Quando a sua dimensão e peso justifique, os equipamentos devem ser suportados na caixa, recorrendo a suportes elásticos para atenuar vibrações desnecessárias. Em todas as montagens de equipamentos tem de ser assegurada continuidade elétrica com recurso a tranças de dimensão adequada, bem como, a ventilação dos equipamentos no seu interior.

Serão evitadas as mudanças desnecessárias de direção e sinuosidades nas instalações elétricas e pneumáticas.

7.14 ACESSIBILIDADE A PMR

Sem prejuízo de outras características e serviços exigidos ao salão de passageiros e ao conjunto dos veículos em geral, os veículos a fornecer deverão cumprir os seguintes requisitos para adaptação ao uso de pessoas com mobilidade reduzida.

7.14.1 Disposições Gerais

O arranjo do salão de passageiros deverá ter em conta as necessidades específicas das pessoas de mobilidade reduzida, em conformidade com o regulamento Europeu 1300/2014, nomeadamente:

- Todas as portas de passageiros situadas nas zonas de piso rebaixado da caixa e ao nível do cais de embarque.
- Existirão zonas reservadas a PMR (duas por veículo) concebidas para que seja possível a uma pessoa sentada numa cadeira de rodas viajar em segurança.
- No acesso às zonas de PMR não será permitido mais que um degrau. Este degrau não poderá ter altura superior a 20mm, medido do estribo à soleira das portas de acesso dos PMR.
- Botões na zona do salão reservada para PMR para sinalizar ao condutor a intenção de uma pessoa de mobilidade reduzida desembarcar na próxima estação (em lugar acessível a essas pessoas) ou outros mecanismos semelhantes. Estes botões ou mecanismos estarão situados a uma altura em relação ao piso compreendida entre 0.8 m e 1.1 m.

- o A montagem dos indicadores de próxima estação na proximidade da zona reservada a PMR terá em conta a necessidade de serem visíveis a estas pessoas nas horas de grande afluência.
- o No acesso à zona reservada a PMR deverá existir espaço livre para inscrição de uma circunferência de 1,5 m de diâmetro nas zonas em que seja necessário efetuar uma curva com uma cadeira de rodas e uma largura mínima de 0.90 m nas zonas de circulação em linha reta.
- o Em fase de projeto, será apresentado o estudo que salvguarde os requisitos mencionados e assegure um plano de circulação facilitando a movimentação das cadeiras de rodas (ou equivalentes).

Na fase inicial de Projeto (até seis meses após a entrada em vigor do contrato) será submetida à aprovação da Empresa uma maquete, à escala real, da zona de circulação de PMR's.

Esta maquete será disponibilizada em local a acordar, que poderá ser no Porto.

7.15 INTERFACE COM O CAIS

Por forma a facilitar o acesso e circulação de pessoas de mobilidade reduzida, o piso do salão de passageiros será colocado a uma cota o mais próximo possível da plataforma de acesso (cais).

Este tema será especialmente analisado durante a fase de projeto, com recurso à maquete, de modo a facilitar ao máximo a deslocação de cadeiras de rodas (PMR) de e para o veículo.

7.16 OUTRAS CONSIDERAÇÕES

O número de altifalantes, colocação e potência real de saída, estudar-se-ão de maneira que as instruções dadas aos passageiros se oiçam perfeitamente em qualquer ponto do veículo, independentemente da velocidade de circulação e do local da rede (superfície ou galeria).

Os altifalantes serão acessíveis para a manutenção, inacessíveis para os passageiros e fáceis de adquirir no mercado.

Cada veículo, pela parte exterior, será numerado de forma visível e discreta com o seu número e no salão de passageiros será pintado ou serigrafado.

Serão colocados, no mínimo, os seguintes pictogramas:

- Número de passageiros de pé;
- Número de passageiros sentados;
- Não fumar;
- Não forçar as portas;
- Não se apoiar nas portas;
- Atenção aos Foles;
- Pontos de levante (deverão estar claramente identificados para utilização por Entidades de Emergência Externa);

Serão seguidas as indicações da Empresa quanto à forma e dimensões dos pictogramas a aplicar.

Cada cabina de condução estará equipada com um extintor de pó seco de 6 kg de capacidade e de fácil acesso.

Evitar-se-á que possa acumular-se água no tejadilho dos veículos, adequando a sua geometria e soluções de escoamento e qualidade de acabamento.

Para a fixação de bicicletas ou volumes haverá um dispositivo adequado numa zona de pouco movimento de pessoas.

Ao longo do interior do veículo, deve-se prever a existência de espaços dedicados à acomodação de bagagem, devendo os mesmos assegurar a acomodação de bagagem em condições de segurança (isto é, a bagagem deverá manter-se estável ao longo do percurso, incluindo em situações de frenagem). Em fase de projeto, o Fornecedor deverá submeter a solução encontrada, à Empresa para decisão.

8 Engate

Os veículos estarão preparados para circular em composições formadas por um ou dois veículos, com comando e condução através da cabina. No caso das composições formadas por dois veículos o acoplamento entre veículos será assegurado por um engate automático, ou seja, de acoplamento mecânico e elétrico automático obtido pela velocidade de aproximação relativa entre dois veículos a uma velocidade $\leq 5\text{km/h}$,

mantendo-se inalteradas todas as características de funcionamento para operação. A velocidade de aproximação entre dois veículos deverá ser considerada para dimensionamento do engate devendo este ser operado a uma velocidade substancialmente mais baixa, podendo ser tomado como referência 2km/h.

Toda a operação de acoplamento de veículos, incluindo a abertura de tampas ou coberturas deverá ser automática, podendo o acionamento (extração do engate) ser manual. Em caso de falha, deve ser possível a operação manual.

Considerando a necessária ocultação do engate por via de uma tampa, o acoplamento de veículos será feito de forma fácil e rápida (não superior a 3 minutos) não sendo necessário mais do que uma pessoa. A força manual a exercer não deverá ser superior a 150N. Os movimentos da tampa deverão ser controlados (supervisão e acionamento) pelo controlo do veículo de forma a evitar o acoplamento com tampa fechada.

A tampa de ocultação do engate conterá um sensor que monitorize a sua posição. Desta forma, a velocidade do veículo será limitada – valor a acordar com a Empresa – e a abertura será devidamente sinalizada na mesa de condução. Pela lógica de funcionamento em composição dupla, a limitação de velocidade não deverá ser imposta quando a abertura da tampa estará em uso para o acoplamento entre veículos.

Em cada veículo existirão dois tipos de acoplamentos:

- o Engate automático, que servirá para o acoplamento entre veículos.
- o Articulações intermédias ou qualquer outro tipo de ligação mecânica entre módulos do veículo.

8.1 ENGATE AUTOMÁTICO

Os engates estarão situados nas extremidades do veículo. A sua função será acoplar veículos mecânica e eletricamente, de maneira automática, ou seja, o acoplamento será efetivo e sem intervenção manual por aproximação relativa dos veículos em engatagem, e nas seguintes condições:

- o O acoplamento será efetuado com um veículo parado e o outro a velocidade inferior a 3 km/h ou valor menor a acordar em fase de projeto, devendo ser observado o critério de dimensionamento supra;

- Para desacoplar, será acionado um comando disponível na mesa de condução da cabina para esse efeito e poderá retirar-se livremente o veículo com o fecho das respetivas tampas. Por conseguinte, um único agente bastará para efetuar ambas as manobras;
- As manobras de acoplamento ou desacoplamento poderão realizar-se em curvas horizontais de 50 m de raio (com o correspondente disfarce de escala, caso exista), verticais convexas de 500 m de raio e côncavas de 350 m de raio;
- Durante o projeto será definido o número de cabos a passar pelo engate elétrico, salvaguardando a existência de 10% de reservas.

O engate automático responderá às seguintes características:

- A ligação do engate à estrutura do veículo disporá de um sistema de guia e sustentação que garantirá a sua auto centragem no plano horizontal e possibilitará a regulação da cota ao plano base de via.
- O engate será equipado com um dispositivo de absorção de energia e de tração e choque adequado, que não só suportará os esforços de tração e travagem decorrentes do serviço normal, como 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.
- A conceção do tipo de engate mecânico será tal que se garantirá a impossibilidade de desacoplamentos intempestivos dos veículos durante a marcha, independentemente do estado da via ou outros fatores e considerando os máximos esforços de tração definidos. No entanto, se se produzir um desacoplamento intempestivo por avaria ou rotura mecânica, será desencadeada, de forma automática, a frenagem de emergência dos veículos anteriormente acoplados.
- A velocidade máxima de engatagem, deverá ser a adequada para a operação em causa sem causar danos no equipamento ou nos veículos.
- O acoplamento elétrico far-se-á por meio de contactos que assegurem um contacto permanente e pleno durante a marcha do veículo. O número de contactos será o menor possível. Existirá uma cobertura para proteger os contactos do pó, água, óleo, etc., que se retirará automaticamente no momento de acoplar. Terão

uma estanqueidade mínima de grau IP-55, segundo a Norma UNE 20324. Será facilmente desmontável. O tipo de contactos elétricos deverá ser acordado com a MP em fase de projeto.

- Será sempre garantida a compatibilidade da engatagem mecânica, para efeitos de reboque, com os veículos já existentes. Se for necessária a existência de um interface para compatibilizar com o engate do Eurotram/ Tram-Train, deverá ser Fornecido um conjunto de 4 interfaces.
- No Anexo 8 ("Engates MP") são apresentados os desenhos dos veículos dos quais constam estas cotas.
- Cumprirá a Norma UIC 522, salvo no explicitado neste documento.
- Deverá permitir o resgate do veículo por um igual ou por outro veículo de outro tipo por via de adaptador de mecanismo de engatagem.
- Deverá permitir o desacoplamento manual, nomeadamente por utilização de uma ferramenta para acionar o desacoplamento, a qual servirá para limitar a utilização desta funcionalidade a pessoal habilitado e limitar a força necessária no desacoplamento manual a 150N. A ferramenta destinada a efetuar o desacoplamento será fornecida (20 unidades) bem como o desenho de produção. Esta ferramenta deverá ser guardada em sítio próprio dentro do veículo, em armário (não exposta).

Em fase de Projeto deverá ser apresentado o seguinte:

- Desenhos da cinemática do veículo e do engate para as curvas (verticais e horizontais) de menor raio, combinação das curvas verticais e horizontais, e combinação de veículos acoplados em condições de funcionamento, ou estado, mais gravosas (diâmetro de rodas novas/usadas, suspensão em regime degradado, abertura de portas).
- Dados que descrevam a capacidade de energia pelo engate em regime elástico na compressão e tração e a capacidade máxima de energia do cartuxo de absorção [curso, diagrama de força e curso na velocidade de choque, energia máxima dissipada].
- Deverá ser apresentada a especificação técnica do engate, fabricante, desenho do seu layout no veículo e integração/mecanismo da tampa.

9 Bogie

9.1 CARATERÍSTICAS GERAIS

Como princípios gerais de design dever-se-ão considerar fundamentalmente os correspondentes à simplicidade da estrutura, acessibilidade e reduzida manutenção, garantindo-se uma elevada estabilidade de marcha, repartição de carga nas rodas, inscrição nos traçados das linhas, elevada fiabilidade e a máxima segurança para o serviço a prestar. Um bogie motor significa que todas as rodas, nesse mesmo bogie, fornecem tração ao veículo enquanto que um bogie reboque não tem tração.

É desejável que as estruturas de todos os tipos de bogies sejam intermutáveis, tendo nesse caso os mesmos suportes e apoios. Deve-se estender o conceito de intermutabilidade, sempre que possível, aos outros componentes como sejam: motores de tração, freios, patim eletromagnético, rodas, caixa de eixos, etc.

As características dos motores de tração estão especificadas nos pontos referentes ao equipamento elétrico e motores de tração.

Deverão ser apresentadas, referências de bogies iguais, ou de conceção análoga, que circulem em outras redes, com indicação do número de quilómetros percorridos até à data.

Deverá ser dada especial atenção aos cabos de ligação caixa-bogie de modo a conseguir a necessária flexibilidade nas operações de remoção/instalação do bogie no veículo, pelo que se dever-se-ão utilizar conectores de alta fiabilidade e qualidade, tanto elétricos como pneumáticos (se aplicável) e hidráulicos.

O Concorrente apresentará na sua Proposta os valores de massa total do bogie (por tipo, ou seja, motor e reboque), e valores das massas não suspensas e respetivos desenhos. O valor das massas rotativas será apresentado no cálculo do freio.

O projeto do bogie e seus componentes deverá privilegiar a manutenção reduzida, nomeadamente e não limitado, os rolamentos das caixas de eixo, caixa redutora e motor de tração não deverão carecer de intervenções com uma frequência inferior a 600.000km.

O sistema de lubrificação de verdugo deverá cumprir a norma EN15427:2008+A1:2010 sendo que o Concorrente, em fase de proposta, deverá explicar a constituição do sistema, modo de funcionamento e configuração básica. Em fase de Projeto será detalhado e acordado com a Empresa o seu funcionamento.

No que respeita ao posicionamento aos bogies dos extremos do veículo, a sua localização deve ter em consideração a instalação da antena (CAU – *Compact Antena Unit*) do sistema ATP, a definir em fase de projeto.

9.2 HIPÓTESES DE CÁLCULO

O projeto dos bogies deverá ter em conta, no seu cálculo, o especificado na norma EN13749:2011 e EN15827:2011.

9.2.1 Dinâmica do Veículo

O bogie será projetado e calculado tendo em consideração como sendo um dos elementos chave na definição do comportamento dinâmico do veículo e observando o impacto do projeto do bogie nas seguintes características do veículo e condições de operação:

- Inércias e cinemática do veículo.
- Velocidade do veículo para o perfil de operação especificado (incluindo características da via).
- Conforto dos passageiros.
- Ruído.
- Desgaste da roda e via.
- Estabilidade do veículo em alinhamento reto, aproximação a curvas, em curva, curvas em S, aparelhos de via e cruzamento de carril.
- Risco de descarrilamento.
- Aderência da via em várias condições meteorológicas.
- Limitação das consequências no desempenho dinâmico em resultado do desgaste da roda.
- Manutenção do bogie e componentes instalados.
- Torneamento das rodas em torno de fosso.

Em conformidade com o enquadramento normativo definido por EN14363:2016+A2:2022

esta norma representa o melhor estado da arte normativo relativo à especificação do método de demonstração da dinâmica do veículo para vias de bitola 1435mm, a qual deverá substituir a norma UIC518:2009. Porém, a definição de zonas (z1, z2, z3 e z4) não estão verdadeiramente enquadradas no perfil de operação do veículo aqui especificado. Não obstante, deverá ser apresentado em fase de projeto os resultados obtidos por simulação numérica da previsão das forças roda/carril ΣY , $(Y/Q)_{max}$, $(Y/Q)_{2m|99.85}$ (para o bogie de ataque, 2 eixos e rodas interior e exterior) dentro das condições aqui especificadas. Pretende-se evidenciar a dinâmica e enquadramento nas exigências de operação. Os dados da via a considerar neste exercício são dados pelas seguintes condições:

- Raio de curva de 25 (escala 0mm), 50 (escala 20mm), 75 (escala 20mm), 100 (escala 100mm), 150 (escala 120mm), 200 (escala 100mm) e 300 (escala 70mm) sendo os valores do raio de curva dados em metro.
- Velocidades dadas pela velocidade de circulação definida em 2.2.2.
- Empeno da via $g = 4 \text{ ‰}$ (disfarce escala máximo).
- Sobre alargamento da bitola = 0mm (de projeto) deverá ser incluída um sobre alargamento 3mm que pretende tipificar o desgaste máximo transversal do carril.

9.2.2 Cargas

O bogie, seja estrutura, componentes, suportes deverá ser projetado para suportar as cargas e esforços resultantes das exigências funcionais às quais o bogie se presta realizar de acordo com o definido em EN15827:2011 e EN13749:2011, designadamente:

- Bogie categoria B-IV;
- Deverão ser consideradas as cargas resultantes por forças atuantes no bogie e deslocamentos impostos pelas condições da via ou de levante do veículo pelo bogie;
- Cargas resultantes pela fixação de componentes ao bogie, nomeadamente e sem limitar: motores, redutoras, atuador de freio, limpa trilhos, areeiros, lubrificadores de verdugo, antenas, etc, atentas as acelerações envolvidas (de massas não suspensas e massas suspensas pela primária);
- Forças estáticas e dinâmicas, nomeadamente considerando a problemática de fadiga do material e vida útil expectável para o veículo e bogie;

- 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;
- Forças resultantes pela atuação do freio de fricção;
- Forças resultantes pela aceleração/desaceleração do motor de tração;
- Forças resultantes pelo funcionamento da barra anti-rolamento;
- Operações de re-encarrilamento do veículo nas quais o bogie seja içado pelo levante do veículo ou por atuação direta de levante no bogie;

Estas características deverão ser confirmadas em fase de projeto, onde deverão ser apresentados certificados de ensaios comprovativos, à Empresa. Em alternativa poderá ser apresentado certificado já existente de bogie da mesma plataforma utilizado em outro fornecimento, cabendo à Empresa a decisão sobre a sua aceitação.

O Fornecedor deverá propor na fase de projeto, de acordo com a norma EN13749:2011, o plano de validação do projeto do bogie, a ser aprovado pela Empresa, sendo este plano executado como parte integrante do comissionamento/aceitação do veículo.

9.2.3 Tensões Máximas Admissíveis

Em alinhamento com a norma EN15827:2011, no projeto do bogie deverão ser indicadas as tensões máximas existentes no mesmo, 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 adequado.

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

9.2.4 Velocidades Críticas

Serão 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. Considerando a possibilidade de a suspensão secundária ser inteiramente um elastómero, deverá o Fornecedor explicar em que medida poder-se-á identificar o modo de falha da suspensão secundária e na afetação da estabilidade dinâmica do bogie. O referido neste capítulo deverá ser apresentado em fase de Projeto.

9.3 ESTRUTURA

A estrutura do bogie poderá ser fabricada com chapa de aço e a sua construção será soldada ou obtida por fundição. As diferentes secções serão desenhadas de maneira que sejam ao mesmo tempo robustas e ligeiras. Deverão ser evitadas mudanças bruscas de secção que possam ser origem de concentração de tensões elevadas. Serão justificados os motivos que obriguem a uniões com parafusos, que se realizarão com dupla segurança, no caso de virem a ser aplicados no projeto. Previamente à sua maquinaria, a estrutura deverá submeter-se imprescindivelmente a um recozido final para eliminar as tensões de construção, devendo ser fornecido à Empresa um gráfico temperatura-tempo desta operação e as características técnicas do aço utilizado. Em fase de Projeto, deverá ser apresentada informação que confirme o referido neste parágrafo.

O bogie deverá estar protegido contra a corrosão, tendo-se em conta as condições ambientais existentes na região do Porto.

O centro de gravidade da estrutura deverá ser o mais baixo possível tendo em conta os motores de tração, os redutores e os componentes de freios.

O projeto da estrutura deverá cumprir os requisitos definidos na norma EN13749:2011 categoria B-IV.

9.4 EIXOS

Os eixos a utilizar serão preferencialmente convencionais, podendo outros tipos ser usados, desde que seja benéfico para o projeto do veículo, designadamente aumento de espaço interior.

9.4.1 Eixo/Veios de Rodas

As dimensões serão determinadas pelos cálculos para as cargas indicadas. Durante o desenvolvimento do projeto, o Fornecedor apresentará 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, ou marcados, em conformidade com o estipulado na norma EN13260:2009+A1:2010.

O eixo terá uma vida útil igual à do veículo, ou seja, superior ou igual a 30 anos, e será garantido que o projeto do eixo permite múltiplas montagens/desmontagens de todos os elementos calados, durante as fases de manutenção e ao longo da vida do eixo, sem que haja danos permanentes (como sejam escoriações que inviabilizam o seu reuso – válido também para a superfície interna dos elementos calados). O Manual de Manutenção, a entregar na fase de projeto, deverá ser particularmente elucidativo sobre o procedimento a utilizar e os cuidados a ter que assegurem o escrupuloso cumprimento deste requisito.

A Proposta deverá confirmar explicitamente o cumprimento da Norma UIC-811 ou EN13260:2020, EN13261:2020, EN13103:2020 (rolamentos montados no interior), EN13104 (rolamentos montados no lado exterior).

9.4.2 Rodas

Serão construídas em aço de baixo conteúdo em carbono. O material será o adequado às condições da via, traçado e circulação, especificados neste Caderno de Encargos.

De forma a respeitar a infraestrutura atual, as rodas serão compatíveis com o tipo de carril definido na tabela apresentada em 3.1.

Especial cuidado no projeto das rodas deverá ser tomado de modo a garantir a compatibilidade com a infraestrutura do metro do Porto, designadamente, pontes, viadutos, sinalização (contadores de eixo, e circuitos de via), ATP, CBTC, energia e outros sistemas que interajam com as rodas e os bogies.

A dureza das rodas deverá ser indicada e fundamentada pelo Fornecedor dentro da graduação definida na norma UIC810-1, sendo que esta deverá privilegiar o menor desgaste da roda e da via, cumprindo a vida mínima expectável para a roda. Em fase de projeto, serão apresentados à Empresa estes valores, para validação.

Atentas as vantagens e limitações, o diâmetro da roda, incluindo todos os seus elementos, não poderá ser inferior a 540mm e nunca superior a 740mm, medido diametralmente, para a condição de roda nova.

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

Serão indicadas, em fase de projeto, as diferenças admissíveis de diâmetro de rodas entre as de um mesmo eixo, entre as 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 nos tornos de fosso da Empresa, tornos em fosso habituais na manutenção de veículos tipo *Tram*.

As rodas disporão de dispositivos adequados para conseguir uma correta insonorização, os quais deverão ser indicados e justificado o tipo de absorvedor empregue, na fase de Projeto.

Os aros deverão ter longa duração preferencialmente acima de 600.000 km. Os elementos resilientes (borrachas entre o aro e a jante) terão que ter uma duração igual ou superior à do aro da roda. Todas estas condições deverão ser atingidas em regime de operação normal tendo em conta as características infraestruturais e operacionais do SMLAMP.

O desgaste dos aros de rodas e comportamento dos elementos resilientes das rodas serão acompanhados durante o período de manutenção contratada e estimados os seus valores futuros. O desempenho destes componentes terá impacto e poderá condicionar as receções definitivas dos veículos.

O perfil do verdugo deverá ter em conta as características da via e ser objeto de estudo e proposta fundamentada para análise pela Empresa, na fase de Projeto. Mediante a boa

experiência existente neste campo poderá ser tomado como referência o perfil atualmente existente nos veículos da Empresa.

Serão cumpridas as normas EN13260:2009+A1:2010 e EN13979-1:2003+A1:2009+A2:2011.

9.4.3 Caixas de Eixo

As caixas de eixo serão construídas de acordo com a suspensão primária escolhida. Os rolamentos serão normalizados para infraestruturas ferroviárias e de marca(s) reconhecida(s), devendo ser indicada(s) na fase de proposta.

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

Deverá ser entregue em fase de projeto, o cálculo da vida útil dos rolamentos apresentando os valores de cargas estáticas, dinâmicas e fatores de utilização, tendo em conta os vários graus de intervenção e a vida útil expetável, que não será inferior a 600.000km.

O Fornecedor indicará, em fase de Projeto, o número e distribuição dos dispositivos de retorno de corrente com o fim de evitar danos nos rolamentos provocados por passagem de corrente tanto em bogies motores como em reboques. Será incorporado o porta-escovas sobre a extremidade do eixo montado. No caso desta disposição não ser possível, será admitida, com prévia justificação, uma disposição de retorno diretamente ao eixo por meio de um porta-escovas encostado ao redutor e atuando sobre um anel convenientemente calado ao eixo.

9.4.4 Elementos de Freio

Cada bogie poderá incorporar dois tipos de freio (serviço e estacionamento). Em qualquer ponto da rede SMLAMP, o freio de estacionamento, mesmo em condições de avaria, terá que manter o veículo imobilizado sem recurso a meios adicionais.

O conjunto do equipamento de freio será montado por forma a constituir uma massa suspensa, admitindo-se apenas como exceção, a montagem do disco de freio.

Os discos de freio estarão estudados de forma a que, possam suportar sem deterioração, deformação, ou aquecimento excessivo, a frenagem e imobilização do veículo a qualquer velocidade, sem limitação de tempo de serviço (deverá supor-se serviço contínuo), nem perda de eficácia.

O Fornecedor, em fase de projeto, apresentará o cálculo térmico do sistema de freio mecânico, ou seja, o valor da temperatura dos discos de freio em simulação de marcha do veículo na rede de metro do Porto, para condições de carga Máxima CCM e combinação de carga Máxima CCM em regime degradado (um bogie isolado). Serão indicadas ainda as forças de calado dos discos sobre o eixo, se aplicável.

Os discos deverão ter um período de utilização elevado, desejavelmente por um período superior a 1.500.000 km, em condições normais de utilização.

Em caso de necessidade, poderá ser prevista a utilização de discos bipartidos sem necessidade de desmontar rodas para a sua substituição.

Soluções distintas de freio mecânico das identificadas neste procedimento, ficarão sempre sujeitas à aprovação prévia da Empresa, nunca e em nenhum momento poderá estar em causa a falta de capacidade de frenagem e, por conseguinte, a segurança do veículo, privilegiando sempre a frenagem eletrodinâmica.

9.5 SUSPENSÕES

A suspensão do veículo estará formada por dois andares, primária e secundária, garantindo um adequado grau de conforto no salão de passageiros e uma correta inscrição do bogie, tanto em curva como em reta, salvaguardando o veículo das possíveis irregularidades da via, tendo em conta o seu valor máximo admissível e as acelerações verticais máximas definidas em EN14363:2016.

O Fornecedor, na fase de Projeto, deverá:

- o Indicar as frequências próprias da caixa, devendo existir um bom fator de desacoplamento com as excitações de forma a afastar a existência de fenómenos de ressonância.
- o Especificar o curso máximo de ambas as suspensões.

9.5.1 Suspensão Primária

A suspensão primária será à base de elementos de borracha sintética ou borracha-aço, com uma duração mínima de 1.500.000 quilómetros ou 15 anos, sem que neste período existam perdas de características da suspensão com as condições de carga previstas.

Dever-se-ão especificar, em fase de projeto, os valores característicos desta suspensão e o seu comportamento quanto a:

- Rigidez vertical e horizontal.
- Deflexões iniciais e sua estabilização.
- Cargas dinâmicas.

É desejável que estes elementos sejam intermutáveis entre si, para os bogies motores, bem como para os bogies reboques, caso existam. Estarão marcados com número de série, cargas admissíveis, mês e ano de fabrico.

9.5.2 Suspensão Secundária

A suspensão secundária deverá ser projetada de forma a maximizar o conforto dos passageiros sem prejuízo da estabilidade de circulação do veículo, soplesse do veículo e ajustamento da altura do estribo da porta relativamente à altura do cais de embarque de passageiros.

Deverá assegurar-se que em qualquer situação extrema, ou de regime degradado, o veículo não ultrapasse o gabarit máximo admissível e deverá o Fornecedor considerar e documentar a variação da altura do piso acabado ao cais de acordo com as cargas do veículo especificadas.

A suspensão secundária deverá permitir índices de conforto compatíveis com o especificado neste Procedimento. Deverá o Fornecedor implementar mecanismos de redução do rolamento da caixa favorecendo assim uma contenção do gabarit do veículo.

Para compensar o desgaste das rodas, poderá regular-se a altura da caixa mediante calços. Para fazer esta correção de altura não será preciso desmontar o bogie e deverá o Concorrente indicar na fase de projeto o método deste ajuste de altura, incluindo o número de ajustes necessários ao longo da vida útil das rodas e impacto na altura da

soleira ao topo do cais.

9.6 AMORTECEDORES

Indicar-se-ão, em fase de Projeto:

- Os tipos de amortecedores necessários, designadamente no bogie e a função a realizar nas suspensões para evitar oscilações tanto verticais como horizontais. No caso de não se poder assegurar um correto amortecimento no sentido transversal, pela própria suspensão secundária, a fim de limitar a amplitude das oscilações transversais, ou de lacete, para conseguir uma marcha suave, sem bruscos golpes laterais, apesar das possíveis irregularidades da via, colocar-se-ão amortecedores no sentido transversal. Este facto deverá ser justificado pelo Fornecedor.
- O diagrama de funcionamento de cada amortecedor, de forma a caracterizar a capacidade de amortecimento, em compressão, tração e velocidade.

Ter-se-ão em conta sempre os máximos cursos exigidos, tanto em compressão como em tração, a fim de que com os máximos esforços dinâmicos previstos e a carga máxima nunca cheguem a batente. As ligações elásticas estarão dispostas de maneira que o amortecedor trabalhe corretamente segundo as normas do Fornecedor.

Em caso de falha de um ou vários amortecedores, a caixa verá diminuída a sua comodidade de marcha, mas nunca existirá perda de segurança na mesma. Para isso, colocar-se-ão, independentemente dos amortecedores, batentes de borracha de ação progressiva que limitem a deslocação transversal e longitudinal, não necessitando de nenhum tipo de revisão antes dos 1.500.000 km.

9.7 MOTORES DE TRAÇÃO

A solução adotada deverá estar munida dos dispositivos necessários ou soluções mecânicas para que, em caso de rotura dos apoios, se impeça a queda do motor na via.

A posição dos motores no bogie será tal que, além de uma correta distribuição de pesos e esforços quanto a estabilidade de marcha e cargas sobre a via, sejam facilmente acessíveis quanto a manutenção preventiva de período curto, permitindo realizar estas operações facilmente com todos os elementos do bogie montados.

9.7.1 Principais Requisitos

Os motores de tração serão trifásicos, assíncronos com rotor em gaiola de esquilo, devendo apresentar-se uma descrição pormenorizada, devidamente ilustrada. Outro tipo de motores terá que ser submetido à prévia aprovação da Empresa. Serão referidas as características correspondentes aos regimes contínuo e uni-horário (tensão, corrente, potência, frequência, binário, fator de potência, rendimento) e a classe de isolamento (classe H ou superior). Aceita-se a tecnologia de motores de magnetos permanentes, atentas e justificadas as vantagens desta tecnologia.

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).

O motor de tração deverá ter uma construção totalmente estanque à entrada de poeiras e humidade, tendo como grau de proteção mínimo IP55.

Deverá ser indicado o nível máximo de ruído previsto para o conjunto motor-transmissão, de acordo com as Normas aplicáveis.

O Concorrente indicará na sua Proposta a seguinte informação dos motores:

- o Potência nominal e potência máxima.
- o Número de par de polos.
- o Curvas características do motor em vazio e plena carga, as quais se deverão verificar no banco de ensaios. Deverão ser entregues, no mínimo, os gráficos característicos dos motores em tração e em travagem, para as diferentes condições de carga.
- o O sistema de arrefecimento previsto.
- o As condições de acessibilidade para efeitos de manutenção.
- o Tipo de rolamentos escolhidos, isolamento e facilidade de substituição.
- o O peso do motor.

Os motores estarão montados no bogie de tal forma que a sua substituição se possa efetuar de uma forma rápida e fácil.

Os motores de tração submeter-se-ão aos ensaios tipo e série previstos na especificação e normas aplicáveis.

Para o conversor de tração será indicado, em fase de projeto, o procedimento de medição de velocidade dos motores, indicando dados sobre a fiabilidade das medidas desde 0 km/h até ao valor máximo definido.

Deverá igualmente ser levado em conta 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 tração ou frenagem.

A lubrificação do rolamento, se necessária, será possível sem que haja necessidade de proceder à desmontagem do motor, pelo que existirá um bocal de lubrificação que permita a lubrificação do mesmo.

9.8 REDUTORES

Os redutores poderão ser de um ou dois estágios de redução, devendo o Concorrente descrever, em fase de projeto, e justificar a escolha que propõe.

O conjunto redutor-transmissão estará previsto para a transmissão de toda a potência do motor, tanto em tração, como em frenagem, e poderá absorver os desalinhamentos do eixo em relação aos motores, assim como os choques e vibrações procedentes da via sem se ver afetado no seu trabalho normal.

A transmissão não deverá aumentar a rigidez da suspensão primária.

O ajuste da posição, ou alinhamento com outros órgãos mecânicos, do conjunto redutor-transmissão deverá poder realizar-se de maneira fácil e segura.

O funcionamento do redutor será silencioso, pelo que se deverão empregar engrenagens helicoidais. O redutor utilizará rolamentos de alta fiabilidade, devendo ser indicado em fase de projeto, a vida útil prevista dos mesmos.

Será cuidado de forma muito especial o tipo de tratamento a que se submeterão os

dentes de engrenagem do redutor.

O nível de óleo será facilmente visível através de uma vigia transparente. Estarão marcados os níveis máximo e mínimo. O boião de drenagem do óleo permitirá a recolha de aparas por meio da existência de íman permanente.

A caixa redutora deverá incorporar na sua conceção princípios básicos como:

- Lubrificação forçada.
- Vedantes em Viton, quando aplicável.
- Janela de inspeção.
- Boião de ventilação com filtro de ar.
- Eficiência mecânica superior a 95%.
- Resistência à lavagem por jato direto de água quando realizada por equipamento industrial típico desta atividade.

A revisão geral não se deverá realizar, preferencialmente, antes de 1.500.000 km, devendo indicar-se as regulações, mudança de elementos de borracha, de suspensão, etc. necessárias.

As uniões aparafusadas deverão ser adequadamente imobilizadas para impedir possíveis afrouxamentos.

9.9 EQUIPAMENTO DE FREIO

O sistema de freios está descrito de forma mais detalhada no capítulo 10 (“Tipos de Freios”), servindo de complemento à informação aqui apresentada.

O freio mecânico constará basicamente do conjunto pinças e do disco de freio. Também incluirá o sistema de freio de estacionamento.

Deve ser estudado para a velocidade máxima e sobre carga excecional em qualquer estado de degradação do material ou componentes.

Deverá ser objeto de especial estudo, a acessibilidade do freio, no ato de isolamento mecânico, privilegiando-se a possibilidade de isolamento sem constrangimentos. Esta ação de isolamento mecânico de um bogie (qualquer do veículo) não deverá exceder 300s. Desejavelmente, o freio mecânico deve poder ser isolado em qualquer ponto da rede de metro. No mínimo, terá de permitir o isolamento para curvas de raio maior ou

igual a 100m.

No projeto da solução de acessibilidade para isolamento mecânico do freio, deverá o Fornecedor apresentar as soluções para aprovação da Empresa.

No projeto dos freios deverá ser considerada a necessidade de assegurar ativação dos freios mesmo quando se perder o contato com a catenária ou esta não estiver ativa.

O Fornecedor apresentará, em fase de Projeto, o cálculo do dimensionamento dos componentes do freio de acordo com a norma EN1453 1-6:2009. Além da libertação manual, e acessível, o equipamento de freio deverá prever a possibilidade de libertação do freio remoto e a partir da cabina. O Fornecedor deverá apresentar a solução prevista para isolamento remoto, a qual deverá, desejavelmente, garantir uma capacidade de isolamento superior a 3h, a ser aprovada pela Empresa.

O isolamento automático do freio deve ser feito desde a cabina de condução, sem necessidade de o condutor sair desta, tanto em unidade simples como em unidade dupla (dois veículos acoplados).

9.9.1 Freio de Pinças (Caliper)

Os freios de pinças estarão instalados em lugar o mais acessível possível, sendo fácil a substituição das pastilhas. O jogo entre pastilha e disco manter-se-á constante graças à ação de um regulador que compense automaticamente o desgaste das pastilhas.

9.9.2 Pastilhas

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

Deverá ser indicado na fase de projeto, o período de vida, em quilómetros, para uso normal, das pastilhas de freio. Perspetiva-se uma percentagem de utilização de freio eletrodinâmico muito elevada e, como tal, um residual consumo de pastilhas de freio. Este parâmetro será aferido durante o período de manutenção contratada.

O Fornecedor apresentará, em fase de Projeto, curvas em que se indiquem as características do coeficiente de fricção das pastilhas com a temperatura e força de compressão aplicada.

A qualidade das pastilhas deverá assegurar uma travagem silenciosa e o seu alojamento na pinça deverá minorar as folgas naturais do mecanismo, ou ruídos audíveis aquando a circulação do veículo. As pastilhas deverão ajustar-se perfeitamente para que não tenham folga e não provoquem desgastes prematuros.

9.9.3 Freio de Estacionamento

O freio de estacionamento deverá manter o veículo imobilizado em condições de carga máxima, CCM, em rampa de 7%. Apresentar-se-á com a Proposta o cálculo justificativo do número de freios de estacionamento necessários para o efeito.

Em caso de avaria, o desbloqueio do freio de estacionamento deverá realizar-se manualmente no local ou através de comando direto da cabina de condução sem necessidade de sair desta.

Este freio será do tipo “Failsafe”, permitindo a imobilização do veículo por tempo indeterminado, sendo a sua ativação de desbloqueio indicada ao condutor (na cabina de condução).

9.9.4 Patins Eletromagnéticos

Todos os bogies estarão equipados com patins eletromagnéticos idênticos, um conjunto em cada lado e situados entre as rodas do mesmo lado. Os referidos patins estarão suportados na estrutura do bogie. Prever-se-á um sistema de guiamento longitudinal e o guiamento lateral deverá assegurar que estes fiquem sempre em alinhamento com o carril de forma a permitir o melhor contacto possível com o carril em caso de atuação deste tipo de freio.

O sistema de suporte do patim e seu guiamento terá de permitir fácil ajustamento da altura do patim ao topo do carril e deverá, se possível, mantê-la constante.

Em fase de projeto deverá ser apresentado na especificação técnica, pelo menos, força de contacto, características elétricas e desenho de conjunto.

Deverá ser apresentado, em fase de projeto, o gabarit operacional dos patins eletromagnéticos, não devendo ser possível a sua colisão com elementos da infraestrutura.

Deve ser tido especial cuidado no projeto dos patins eletromagnéticos e respetiva integração no veículo, de modo a que estes não interfiram/impeçam a deteção dos veículos, especialmente em contadores de eixos.

9.9.5 Interface Roda – Carril

Dado que o veículo será novo na rede da Empresa coloca-se a questão da adaptabilidade do perfil da roda às características da via. O tamanho e dureza da roda, o embasamento, a carga por eixo, o perfil da roda e verdugo, a distância entre faces internas da roda (back-to-back), as características da via e as solicitações do veículo nas diferentes condições de carga e velocidade, afetam a interface da roda com o carril e, consequentemente, a vida útil de ambos (roda e carril).

Com base na informação disponibilizada, e características do veículo, torna-se necessário elaboração de estudo indicando adequabilidade do perfil de verdugo proposto às condições de via existente. Este estudo deverá, em fase de projeto, ser apresentado à Empresa, para validação.

O Fornecedor deverá ter em conta que existem mais três frotas de veículos a partilhar a rede de metro, devendo seguir, salvo justificação aceite pela Empresa para tal não acontecer, as características das rodas existentes.

9.9.6 Manual de Montagem do Bogie

De modo a assegurar verificação de cumprimento com o especificado, na fase de construção dos veículos, deverá ser emitido, para cada veículo, e como parte do sistema de qualidade, Caderno de Montagem do Bogie, os seguintes documentos:

- Controlo dimensional da estrutura do bogie e do bogie completo.
- Controlo dimensional dos veios.
- Relatório dos Ensaios Tipo feitos aos equipamentos no bogie.
- Relatório dos Ensaios Série feitos aos equipamentos no bogie.

- Relatório dos Ensaios Série feitos ao bogie completo.
- Lista de verificação (*checklist*) da Montagem do bogie.
- Procedimentos de verificação e montagem do bogie.

9.10 VÁRIOS

Os bogies deverão possuir um sistema de areeiros com vista à sua atuação em casos de falta de aderência. A projeção de areia deverá ser dirigida – tanto quanto possível – para o ponto de contacto roda/carril e deverá ter em consideração a variação do diâmetro da roda em resultado do desgaste e torneamento da roda.

A quantidade de areia ejetada deverá ser a adequada e mínima possível para garantir a aderência. Em nenhum caso poderá ser afetada a deteção dos veículos, especialmente em circuitos de via, devido a excesso de areia ejetada.

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

Os areeiros serão abastecidos por um sistema externo ao veículo, situado em espaço oficial. O Fornecedor deverá cuidadosamente estudar este equipamento de modo a que o abastecimento de areia seja feito de forma automática pelo exterior do veículo, de forma rápida e eficiente.

Este sistema será submetido a um ensaio tipo demonstrativo da sua eficiência em fase de receção provisória.

Existirá um sistema de lubrificação de verdugo que permitirá a redução do desgaste do verdugo em curvas de raio apertado, pelo que a sua atuação deverá ser condicionada a tais condições. O doseamento a aplicar deverá constituir um compromisso entre a redução do desgaste e a garantia de condições ótimas de aderência.

Este sistema será submetido, em fase de receção provisória, a um ensaio tipo demonstrativo da sua eficiência e adequabilidade à rede da MP.

10 TIPOS DE FREIOS

10.1 GENERALIDADES

O sistema de frenagem do veículo deverá permitir a realização de desaceleração e imobilização do veículo de acordo com as prestações para ele definidas.

O Fornecedor deverá projetar, dimensionar e apresentar os cálculos de acordo com as normas EN13452-1:2003, EN14531-1:2015+A1:2018, EN14531-6:2009, nomeadamente por consideração:

- Inclinação do trainel da via (ou seja, em patamar, rampa ou declive);
- Cálculo para as 3 condições de diâmetro da roda (nova, meia-vida e desgastadas);
- Aderência no contacto roda-carril em cada eixo e nas condições de carga já referidas (tara, condição de carga nominal CCN, condição de carga máxima CCM. Serão apresentados, apenas para efeito indicativo, em condição de carga excecional CCE);
- Cálculo para frenagem de serviço, frenagem de emergência e freio de estacionamento;
- Simulação das condições térmicas de serviço dos discos de freio para as combinações acima referidas e por perda de um bogie (modo degradado);
- Cálculo para frenagem de serviço, frenagem de emergência e freio de estacionamento considerando a perda de um bogie (o mais carregado) e nas condições mais severas de gradiente 7%.

O cálculo apresentado será validado em conformidade com os requisitos definidos em UIC544-1:2014 ou EN14531-6:2009.

O sistema de frenagem deverá estar integrado na estratégia de controlo, comunicação e segurança do veículo, nomeadamente:

- Gestão do freio combinado com prioridade à frenagem eletrodinâmica;
- Atuação da frenagem de emergência;
- Atuação da frenagem de estacionamento;
- Registo de ocorrências e avarias;
- Fornecimento, em tempo real, de condições particulares de avaria ao condutor;

Pelo princípio de concepção de sistemas do tipo “Fail Safe”, o controlo do sistema de frenagem deverá assegurar que em qualquer situação de falha de energia (ou outro tipo de falha), por razões de segurança, haverá disponibilidade do sistema de freios para frenar o veículo em condições de absoluta segurança para os passageiros, em qualquer situação de circulação do mesmo.

A frenagem do veículo deverá implementar um sistema de controlo e proteção de formação de lisos de rodas (anti deslizamento ou antipatinhagem de acordo com as normas, designadamente a EN15595:2009+A1:2011, sendo a unidade de controlo de proteção como uma unidade independente.

O Concorrente deve confirmar, na Proposta, se no caso de um veículo com 3 bogies (sendo 2 motorizados) em condição de Tara, em qualquer ponto da rede e com um bogie motor isolado, consegue chegar às oficinas (PMO) por meios próprios.

A Tabela que segue resume os tipos de Freios utilizados no veículo:

Tipo de Freio	Elétrico	Mecânico Hidráulico	Patim Eletromagnético	Desaceleração Média
Serviço	✓			1,2m/s ²
Segurança	✓	✓		2,0m/s ²
Emergência	✓	✓	✓	2,4m/s ²
Paragem		✓		-
Estacionamento		✓		-

10.2 FREIO DE SERVIÇO

É designado freio de serviço toda a operação de freio normal realizada pelo condutor através do manípulo de condução. O manípulo de condução permitirá também a frenagem de emergência, conforme descrito infra. Este tipo de freio deverá garantir as performances exigidas para o veículo, constantes deste Procedimento. O esforço de

frenagem deverá ser preferencialmente assegurado pelo freio eletrodinâmico do tipo regenerativo, sendo utilizado o freio mecânico apenas em caso de falha ou insuficiência deste. A distribuição de força de frenagem por fricção por bogie deverá ser analisada e explicada pelo Fornecedor tendo em consideração que o bogie reboque, existindo, não terá a possibilidade de contribuir na desaceleração do veículo por frenagem eletrodinâmica. Sugere-se assim que deverá ser analisado que enquanto a carga do veículo em operação permitir, a força de frenagem seja inteiramente suportada por frenagem eletrodinâmica pelos bogies motores. 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.

10.3 FREIO DE EMERGÊNCIA

Dever-se-á ativar por abertura do laço de segurança, desencadeada por qualquer dos mecanismos de segurança, nomeadamente equipamento de sinalização e o sinal de alarme nas condições definidas neste Procedimento. Estas condições serão avaliadas em fase de projeto e, eventualmente, redefinidas.

A frenagem de emergência poderá ser acionada pelo condutor pelo manípulo de condução. A posição do manípulo de condução corresponderá a um escalão específico do mesmo, sendo necessário atuar um botão de desencravamento para o libertar desta posição.

A libertação deste freio só será possível após a imobilização absoluta do veículo.

O valor da desaceleração deste tipo de frenagem estará de acordo com o definido em 1.2.2-b). Para o efeito poderão ser conjugados o freio mecânico e o freio eletromagnético. O freio eletromagnético deverá cumprir os requisitos definidos em UIC 541-06: Janeiro 1992 Apêndice 3.

Neste tipo de frenagem, os azeiros poderão atuar independentemente do controlo de anti deslizamento.

10.4 FREIO DE PARAGEM

O acionamento do freio de paragem deverá ser automático e ocorrerá 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 libertar-se-á automática e suavemente desde que o esforço de tração seja suficiente para pôr o veículo em marcha.

Também neste tipo de freio, deverá o Fornecedor respeitar o solavanco máximo admissível (jerk) referido em 1.2.2-a) de forma a proporcionar uma imobilização efetiva confortável para o passageiro. Este parâmetro será objeto de demonstração por realização de Ensaio Tipo do veículo, nas várias condições de carga, em unidade simples e dupla.

10.5 FREIO DE ESTACIONAMENTO

O seu alívio ou aplicação deverá ser efetuado por meio de comutador existente na cabina. A sua aplicação inibirá o arranque do veículo.

Em caso de avaria deste, existirá um sistema de telecomando de desbloqueio na cabina, tendo-se sempre a possibilidade de alívio manual (na cabina e/ou no local).

Estes freios terão de assegurar a imobilização do veículo em todas as condições adversas de funcionamento (ou avaria) sendo a sua aplicação independente de haver energia ou não. O circuito de comando terá, igualmente, de obedecer ao mesmo princípio, ou seja, no caso de não haver energia atuará imediatamente estes freios (critério de segurança obrigatório).

11 DISPOSITIVOS E CIRCUITOS DE SEGURANÇA

11.1 CIRCUITO ELÉTRICO DE SEGURANÇA

Ao longo do veículo existirá um circuito elétrico de segurança (laço de segurança).

Qualquer interrupção do circuito elétrico de segurança ou ausência de alimentação, mesmo que accidental, deverá provocar a atuação da frenagem de emergência.

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

A interrupção do circuito elétrico de segurança será provocada por:

- Colocação do manípulo de tração – frenagem na posição de emergência;
- Rotura de engate no caso de dois veículos acoplados ou interrupção na zona entre módulos (se for o caso);
- Ativação de um sinal de alarme em zona de estação;
- Ativação do sistema de sinalização;
- Atuação do dispositivo do homem-morto;
- Atuação de qualquer dispositivo de segurança que desencadeie a travagem de emergência.

A interrupção do circuito elétrico de segurança será acompanhada de uma mensagem no monitor do condutor que o informará do sucedido, sendo igualmente registada no registador de ocorrências do veículo descrevendo o dispositivo que a desencadeou.

O sistema deverá igualmente permitir, em condições muito especiais a definir e a acordar com a Empresa, a realização do *by-pass*, por forma a ser possível retirar o veículo avariado sem necessidade de reboque.

Esta situação será igualmente registada no registador de ocorrências, ficando o veículo restringido a uma velocidade, a definir.

11.2 DISPOSITIVO DO HOMEM-MORTO

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

Durante a condução, o condutor deve manifestar a sua presença pressionando e libertando o botão de vigilância automática, de maneira cíclica, 10 segundos pressionado e 2,5 segundos libertado.

Se após 10 segundos quando pressionado, ou 2,5 segundos quando libertado o sensor não for ativado, o condutor será advertido através de um aviso sonoro. Após o início do aviso sonoro, o condutor dispõe de 2,5 segundos para ativar o botão, pressionando-o ou libertando-o, caso contrário o sistema atuará e provocará uma frenagem máxima até à imobilização do veículo. Se o Condutor ativar o botão antes de decorridos 2,5 segundos, o aviso sonoro será interrompido e iniciar-se-á um novo ciclo de funcionamento.

Em caso de atuação, para normalizar o sistema, o manípulo de condução deve ser colocado na posição “Neutro” e ativar o botão.

Em complemento à ativação do botão no manípulo de condução deve ser prevista a instalação de pedal, com as mesmas funções e ajustável a todos os tipos de condutores, que assegure um desempenho agradável (que não se torne cansativo na rotina diária dos condutores). Em complemento a esta informação, ver também o referido no Capítulo 6 Cabinas de Condução.

11.3 BOTÃO DE FRENAGEM DE SOCORRO

O botão de frenagem de socorro ou emergência consiste num botão de pressão ("cogumelo") com encravamento, situado nas cabinas de condução, sendo utilizado quando se desejar imobilizar o veículo em situações de emergência. Este dispositivo deverá ter uma interface com os restantes equipamentos do tipo "fail-safe".

A atuação deste tipo de frenagem será possível em ambas a cabinas, independentemente do estado em que o veículo se encontre (mesmo na cabina não ativa deverá ter a sua funcionalidade ativa).

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

11.4 COMANDO DE PORTAS

O comando de portas será realizado e supervisionado, ao nível de cada porta, por unidades eletrónicas de comando 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, a 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 deverá contemplar um manípulo que permita a abertura de portas em situação de emergência, o qual irá desbloquear a porta, por forma a que esta possa ser aberta manualmente. Sempre que este manípulo for ativado, será desencadeado um

sinal acústico de aviso e simultaneamente será enviada para o display do condutor uma mensagem referente à atuação com indicação da porta. Descrição detalhada no Ponto 11.5 SINAIS DE ALARME.

Será igualmente contemplado um dispositivo que permita isolar o comando da porta, fazendo-lhe o *by-pass*. Sempre que uma ou mais portas forem isoladas, sendo para isso necessária uma chave apropriada, será enviada para o display do condutor a respetiva mensagem, com a identificação da(s) porta(s) isolada(s), a qual só desaparecerá após a reposição das condições normais.

O sistema deverá prever um dispositivo de anti entalamento que atuará durante o fecho das portas, segundo uma sequência a definir. Este sistema de anti entalamento, para além de outras formas, designadamente esforço de fecho, deverá incorporar um sistema de deteção que confirme a não existência de objetos entre as folhas. Deverá existir ainda um sistema de deteção ótica entre os montantes das portas.

Cada unidade de comando de portas executará, no mínimo, as seguintes funções:

- o Supervisão da posição de abertura e fecho da porta;
- o Supervisão da correspondência entre a posição da porta e a ordem emitida;
- o Ativação do sinal acústico de aviso de fecho de portas;
- o Supervisão da atuação dos manípulos de abertura de emergência de portas;
- o Supervisão do dispositivo de isolamento das portas;
- o Supervisão e comando dos dispositivos de anti entalamento, durante o fecho da porta;

Deverá estar prevista sinalização exterior de aviso do estado da porta. Assim, caso a porta se encontre aberta, o sinalizador manter-se-á aceso fixo e durante o ciclo de fecho, conjuntamente com o respetivo aviso sonoro, deverá piscar, ficando apagado após o fecho.

O software de comando das respetivas unidades deverá ser fornecido para efeitos de regulação da operação das portas.

A abertura das portas deve estar condicionada ao facto do veículo se encontrar parado (critério de velocidade 0). Por outro lado, não deve ser possível iniciar marcha com alguma porta aberta, a menos que esta se encontre isolada.

A habilitação das portas só deverá ser possível a partir da cabina ativa. Sempre que a abertura de portas de um dos lados do veículo seja habilitada, deverá existir um sinalizador luminoso por porta com a indicação desta ativação. Deverá igualmente existir uma sinalização local de porta fora de serviço. A habilitação das portas poderá ser comandada pelo condutor a velocidade de 10km/h, ou inferior, devendo este ser efetivo assim que o sinal de velocidade zero é concretizado.

O funcionamento das portas, designadamente interfaces com o condutor, sons e modos de atuação devem ser o mais próximo possível dos veículos do MP existentes, salvo acordo em contrário.

11.5 SINAIS DE ALARME

Os sinais de alarme serão desencadeados pelo acionamento de manípulos existentes junto a cada porta de passageiros. Os manípulos acionar-se-ão através de um sistema mecânico.

Ao acionar um sinal de alarme, para a posição 1 (posição de alarme), emitir-se-á um sinal acústico e visual na cabina ativa, sendo igualmente desencadeada uma mensagem no display do condutor com a indicação do local (porta) onde o manipulo foi ativado. Após atuação para a posição 1, o manipulo retornará à posição 0 “Neutro”, por efeito de mola ou outro meio, sem intervenção humana (condutor ou passageiro).

A atuação dos manípulos do sinal de alarme só provocará a atuação da frenagem máxima de serviço se se produzir imediatamente após o arranque de uma estação (primeiros 80 metros) após habilitar ou abrir portas. Depois de percorridos mais de 80 metros após o arranque de uma estação com habilitação ou abertura de portas, caberá ao condutor decidir se prossegue a marcha ou se imobiliza imediatamente o veículo. No entanto, em qualquer situação, a atuação do manipulo de sinal de alarme ativará o posto de intercomunicação respetivo, permitindo a comunicação bidirecional entre o passageiro e o condutor. Assim, logo após o condutor ter reconhecido a atuação do sinal de alarme, fará desligar o sinal acústico. O sinal visual será desligado após o fecho das portas, depois de normalizada a situação.

Caso sejam ativados vários sinais de alarme, deverá ser aplicado um sistema de

prioridades, de acordo com a sequência temporal de atuações.

O manípulo terá 3 posições que permitirão as seguintes funcionalidades:

- *Posição “Neutro”* – posição de funcionamento normal.
- *Movimentação para a posição 1 “Alarme”* – nesta situação, o pictograma “Alarme Passageiro” fica visível no IDU (monitor de diagnóstico existente na cabina de condução), o botão “Comunicação com passageiros emergência” fica intermitente e é ativado um sinal sonoro de aviso na cabina, o qual alerta para a situação de emergência. As câmaras do módulo onde foi acionado o manípulo ficam visíveis no monitor de videovigilância e iniciam o modo de gravação com maior definição. Será ainda aplicada frenagem máxima de serviço se o veículo ainda não tiver percorrido 80m após a última habilitação ou abertura de portas. Após atuação para a posição 1, o manípulo retornará à posição 0, por efeito de mola ou outro meio, sem intervenção humana (condutor ou passageiro).
- *Movimentação para a posição 2 “Emergência”* – permite a abertura manual da porta, contudo a movimentação para esta posição só será possível quando autorizada pelo condutor na respetiva função no monitor de diagnóstico.

Por defeito, os manípulos de emergência não permitirão passar diretamente para a posição 2,

“Emergência”, exceto nas seguintes situações:

- Intervenção da vigilância automática por falha de ativação do condutor, após a paragem do veículo;
- Com o veículo desativado (despreparado);
- Por atuação do botão “SOS portas”;
- Porta na posição de manutenção (dispositivo de desbloqueamento junto de cada porta).

O tipo e as características técnicas dos intercomunicadores terão que ser especificados pelo Concorrente, em detalhe, na fase de projeto.

Deverá ser garantida a qualidade da comunicação entre o intercomunicador do sinal de alarme e a cabina, em quaisquer circunstâncias, para que deverá ser considerado no projeto a posição mais adequada.

11.6 REGISTADOR DE OCORRÊNCIAS

O equipamento deverá ser modelar de forma a permitir a substituição (por reparação) das suas partes constituintes:

- Placa de processamento central
- Placa(s) entradas:
 - Digitais
 - Analógicas
 - IOCOA (placa de leitura de impulsos, ou sinal de tensão analógica, produzidos pelos tacómetros ATP);
 - MVB (ou Ethernet caso TCMS seja desta base)

As placas aqui referidas servirão para capacitar a leitura dos seguintes sinais a serem registados e serão, pelo menos os seguintes e a acordar em fase de Projeto:

- Sinal contínuo de velocidade;
- Atuação da frenagem de emergência sendo, neste caso, registada a sua origem;
- Tração;
- Frenagem;
- Freio eletromagnético;
- Freio mecânico;
- Seleção da marcha-atrás;
- Cabina ocupada;
- Ultrapassagem da velocidade máxima;
- Buzina;
- Intervenção do ATP;
- Isolamento do ATP;
- Transposição de balizas ATP;
- Erros ATP;
- Identificação do veículo;
- Distância percorrida;
- Hora e data (esta informação é um dado e não um sinal);
- Transição de memórias
- Isolamento de sistemas
- Portas abertas
- Dados de serviço (linha, rota, troço entre estação)

- o Acionamento de cada um dos manípulos de abertura de emergência das portas;
- o Modo de condução
- o Registo da velocidade por sinal cableado do tacómetro do ATP ou CBTC;
- o Sinais do sistema ATP ou CBTC a definir em fase de projeto;
- o Outros a definir com a MP em fase de projeto

De notar que a sincronização do relógio do veículo é assegurada através do TMS.

11.7 SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETEÇÃO DE INCÊNDIOS (SADI)

Os veículos deverão estar equipados com um sistema automático de deteção de incêndios nos salões de passageiros e nas cabinas de condução.

O número de sensores a instalar será aquele que o Concorrente considere necessário para cobrir de forma efetiva os locais a monitorizar. A sua instalação será, em princípio, no teto dos veículos, devendo estar integrados no conjunto e sem que constituam um elemento agressivo, particularmente para o passageiro. Sempre que possível, deverá ser implementada uma solução de montagem em que os sensores não deverão estar salientes da superfície de suporte.

O estado de funcionamento do SADI deverá ser monitorizado na cabina de condução e, em caso de deteção de incêndio, o sistema deverá:

- a) Desencadear uma mensagem no IDU do maquinista identificando a localização do sensor ativado, acompanhado de um sinal luminoso e sonoro;
- b) Exibir as imagens referentes ao local onde foi desencadeado o alarme no monitor de vídeo vigilância da cabina de condução e, simultaneamente, efetuar a gravação como ocorrência das referidas imagens no sistema de vídeo vigilância;
- c) Inibir a partida do veículo após paragem em estação até ser explicitamente reconhecida a ocorrência;
- d) Efetuar o registo da ocorrência no DRU;
- e) Enviar a mensagem para o posto centralizado de supervisão;
- f) Enviar um alarme ao PCC identificando o veículo onde se verificou a ocorrência.

12 Sistemas, Dispositivos e Circuitos de Comando e Controlo

Os dispositivos e circuitos de comando e controlo estarão de acordo com as normas em vigor para aplicações ferroviárias. O funcionamento destes dispositivos será do tipo *fail-safe* no sentido de garantir a segurança do veículo.

12.1 SISTEMA DE COMANDO E CONTROLO DO VEÍCULO

Os veículos estarão dotados de um sistema de comando e controlo que fará a monitorização dos vários equipamentos. Este sistema será controlado por intermédio de um equipamento existente em cada cabina, funcionando o da cabina ativa que será identificado como principal controlando os restantes que funcionarão como secundários. Pretendendo-se que estes equipamentos funcionem em modo redundante, no caso de avaria no principal, deverá ser possível, pelo condutor, efetuar a comutação para o equipamento da cabina oposta, permitindo prosseguir a marcha. Deste modo, o sistema principal fará a gestão do comando e controlo do veículo enquanto que o secundário ficará em modo de espera para o substituir em caso de avaria. Ambos os equipamentos deverão receber, em simultâneo, a mesma informação atualizada de forma a que, o secundário possa, em qualquer momento assumir o controlo do sistema. No entanto qualquer dos sistemas de comando e controlo apenas reconhecerá as ordens e comandos provenientes dos dispositivos instalados na cabina ativa, ignorando todos os comandos provenientes das cabinas não ativas, 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. Deverá ser garantida uma reserva de 20% para este tipo de equipamentos para eventuais futuras alterações.

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

Todas as ocorrências, e respetivo contexto ficarão residentes numa memória estática não volátil, do tipo “fifo”, que poderá ser lida por intermédio de um PC, utilizando, para tal, um software apropriado, a ser fornecido. Desta forma, deverá ser possível, e após a análise das ocorrências, efetuar uma leitura do histórico de avarias para cada veículo. A informação relativa a cada ocorrência deverá incluir a identificação do veículo, a data/hora da ocorrência e o tipo de avaria que deverá ter um código próprio, a definir.

O *software* fornecido deverá ser compatível com o ambiente Windows e deverá ser amigável e intuitivo para o operador. A totalidade destas ferramentas informáticas deverão ser entregues e rececionadas até à entrega do primeiro veículo, sem o qual não se procederá à respetiva receção provisória, salvo outro acordo entre o Fornecedor e a Empresa. Todas as versões de software a entregar serão as utilizadas pelo Fornecedor, sem qualquer tipo de restrição em termos de número de licenças.

Poderá ser desenvolvida aplicação, para Smartphone, que permita a leitura dos dados registados.

Por outro lado, o sistema deverá desencadear as mensagens relativas ao seu estado, de forma a que, seja possível ao condutor a identificação da avaria e quais os procedimentos a adotar.

Sempre que se inicie o serviço ou ocorram alterações à configuração do veículo, o sistema deverá efetuar um autoteste completo aos equipamentos principais, indicando possíveis avarias, cujo tempo de execução será o mais curto possível por forma a minimizar o impacto no serviço de exploração.

O display do condutor deverá ser policromático, com dimensão mínima de 12” e com uma resolução gráfica ótima. O display deverá ser tipo “touch-screen” e ter uma regulação automática de brilho e contraste em função do nível de luminosidade da cabina, devendo igualmente estar prevista a sua regulação manual. Deverá ser robusto, com proteção antivandalismo. Durante a fase de projeto serão fornecidas as especificações técnicas do display, indicando valores de fiabilidade e planos de manutenção.

Todos os dados necessários ao comando e controlo de cada veículo, como por exemplo, o seu número, o diâmetro de rodas, a data/hora atualizada, etc. deverão ser inseridos

no sistema, a partir da cabina de condução.

12.2 REDE DE COMUNICAÇÕES

A rede de comunicação do veículo deverá ser redundante e implementar sob a forma de um barramento cabeado (WTB) e barramento de dados (MVB) de acordo com a norma IEC 61375. O Fornecedor entregará, em fase de projeto, 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.

O veículo terá ainda uma rede Ethernet de forma a permitir a integração dos sistemas de CCTV, comunicações, contagem de passageiros, monitorização de energia em plataforma e condutor, monitorização da operação do veículo, monitorização apoio à manutenção, gestão de conteúdos multimédia. Esta rede deverá incluir um módulo de comunicações. Esta rede deverá adotar soluções com as mais recentes tecnologias e seguranças disponíveis no mercado.

Outras soluções poderão ser usadas desde que, em fase de projeto, sejam propostas pelo Fornecedor e aprovadas pela Empresa.

12.3 EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO ELÉTRICA PRINCIPAL

Deverá ser previsto equipamento de proteção elétrica que constituirá a proteção principal do conversor de tração do veículo, devendo atuar por critérios de máxima corrente e de di/dt.

Deverão ser asseguradas as seguintes proteções ao nível do circuito de potência:

- o Proteção de máxima corrente do circuito de tração e dos circuitos de travagem;
- o Proteção de mínima tensão;
- o Proteção do pantógrafo.

O equipamento principal de proteção elétrica será concebido por forma a conter o arco correspondente ao curto-circuito, dentro dos seus limites de poder de corte, sem qualquer dano. Deverá sinalizar a sua atuação.

Será de corte ultrarrápido, devendo justificar-se o valor da corrente de corte em função

dos consumos estimados. Para o efeito, deverá igualmente ser apresentado, em fase de Projeto, para além das suas especificações, estudo que permita verificar a coordenação e seletividade de todas as proteções envolvidas.

Deverão pelo menos especificar-se na Proposta:

- O Valor da intensidade nominal;
- Capacidade máxima de corte;
- Características construtivas e de funcionamento;
- Manutenção necessária.

A caixa onde será instalado será concebida por forma a ser evitado qualquer risco de explosão em consequência da ionização do ar no seu interior. O tipo de fixação e ligação por barramentos e cabos no interior da caixa deverá assegurar uma perfeita continuidade do circuito de potência, que será imune às vibrações resultantes do serviço.

12.4 COMANDO DO COMPRESSOR (CASO EXISTA)

O comando do compressor far-se-á logo após a ligação do circuito de potência sendo controlado por pressostato e terá por função a alimentação da conduta principal através de uma unidade de tratamento de ar, e de um reservatório.

12.5 DISPOSITIVO ANTI DESLIZAMENTO

Será previsto, um dispositivo anti deslizamento. Este dispositivo deverá assegurar um controlo contínuo das condições de aderência e carga em cada eixo/roda, atuando sobre os equipamentos de tração e de travagem por forma a serem evitadas situações de patinagem ou deslizamento.

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

A informação da atuação do dispositivo deverá ser transmitida ao sistema de comando e controlo e informar o condutor mediante uma mensagem de operação no display.

O Fornecedor deverá apresentar uma descrição detalhada do funcionamento do dispositivo, nomeadamente:

- Lista e descrição de módulos eletrónicos;
- Lista de sinais de entrada e sinais de saída e caracterização dos sinais;
- Estratégia de funcionamento nominal, mecanismos de monitorização de sensores, implementação de soluções de redundância;
- Lista e descrição de sensores;
- Lista e descrição de atuadores;
- Métodos e ferramentas de diagnóstico;
- Descrição da interface com o barramento.

12.6 FREIO DE ESTACIONAMENTO E FREIO NORMAL DE SERVIÇO

O Concorrente deverá apresentar na Proposta as características de funcionamento e controlo deste equipamento de acordo com o seguinte:

- O veículo deverá estar dotado de um freio de estacionamento comandado e supervisionado a partir da cabina de condução.
- Em caso de avaria será assegurado, localmente, ao nível do bogie e de ambos os seus lados, o desbloqueamento manual dos freios de estacionamento.
- O arranque do veículo estará condicionado à informação de todos os freios de estacionamento aliviados. O seu comando será efetuado por intermédio de um comutador instalado na mesa de condução. A resposta ao comando de aplicação do freio de estacionamento estará condicionada a que a velocidade seja igual a zero.

Será garantida a sinalização na mesa de condução, das seguintes situações:

- todos os freios de estacionamento atuados;
- atuação indevida de um freio de estacionamento.

O comando associado ao freio normal de serviço será controlado ao nível de cada veículo pelo sistema de comando e controlo e deverá assegurar as seguintes funções:

- Interpretação do sinal de frenagem fornecido pelo manípulo de tração frenagem;
- Correção do sinal em função da carga do veículo (memorizada após cada fecho de portas);
- A participação da frenagem eletrodinâmica deverá ser maximizada durante a frenagem;

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

Existirá uma função designada por freio de estacionamento que garantirá a imobilização do veículo mesmo em condições de declive máximo da linha e com carga máxima, aplicando o esforço de freio mecânico necessário. Ao ser dado o comando de tração, este freio será automaticamente aliviado, de tal forma que mesmo nas condições atrás mencionadas o veículo não recuará.

12.7 FARÓIS, SINAIS DE CAUDA E INDICADORES DE MUDANÇA DE DIREÇÃO

Em cada uma das extremidades do veículo existirão dois faróis de cor branca, dois sinais de cauda de cor vermelha e dois indicadores de mudança de direção de cor laranja (lado esquerdo e lado direito). A sua localização atenderá à sua função e também à sua integração estética do conjunto da frente. Deverão igualmente ser contemplados faróis de nevoeiro e indicadores de marcha-atrás. Os faróis de cauda, para além de contemplarem as luzes de presença, deverão igualmente contemplar os “stops”. Também haverá indicadores de mudança de direção dispostos na lateral do veículo.

Estes dispositivos deverão ser de tecnologia LED ou outra a propor em fase de projeto pelo Fornecedor, desde que aceite pela Metro do Porto e serão totalmente estanques à água e poeiras sendo a sua potência ajustada à sua função.

A solução apresentada deverá prever a cobertura dos faróis, através de material de revestimento adequado, criando uma superfície contínua em toda a área em que estão instalados. A construção dos faróis deverá permitir substituir o componente emissor de luz sem que seja necessário substituir o farol completo (cluster).

Os faróis brancos consistirão em três sistemas de iluminação, ou sejam, mínimos, médios e máximos. A ativação desta iluminação dependerá da posição da chave de comandos, sendo a sua atuação feita por intermédio de botoneira situada na mesa de condução que selecionará o sistema de iluminação. As luzes de presença dos sinais de cauda ficarão automaticamente acesas, sempre que se liguem os faróis frontais.

As luzes de “stop” dos faróis de cauda ficarão ativados sempre que o manípulo de tração travagem estiver em travagem.

A ativação dos indicadores de mudança de direção dependerá de um dispositivo próprio, situado na mesa de condução, contemplando os lados direito e esquerdo do veículo.

Tanto o sinal de emergência (4 piscas) como a iluminação de nevoeiro serão comandados mediante os dispositivos apropriados situados na mesa de condução.

Em fase de projeto serão desenvolvidos estes indicadores e a sua filosofia de utilização mediante o perfil de operação implementado na rede do SMLAMP, descrita nos documentos do presente Procedimento e tendo em conta a legislação Portuguesa e Europeia vigente. Os faróis devem cumprir a UNECE R112/R149 e implementarem a linha de corte de luz anti encandeamento e serem dotados de regulação vertical e horizontal.

12.8 ILUMINAÇÃO

A iluminação do salão de passageiros e das cabinas, de tecnologia LED ou outra a propor em fase de projeto pelo Fornecedor, desde que aceite pela Metro do Porto, certificada para uso ferroviário e será a adequada para garantir uma iluminação adequada mediante as normas e padrões vigentes, assegurando uma distribuição uniforme da luz, evitando-se zonas de sombra. Será adotada uma solução de montagem que permita a fácil acessibilidade para limpeza e substituição da iluminação.

Terá vida útil nunca inferior a 50.000h, sendo a tonalidade da luz, não inferior a 4.000K, devendo ser submetida à aprovação da Empresa em fase de projeto.

O conjunto da iluminação será tal que, em qualquer ponto de um plano horizontal situado a 1 m do piso, não resulte uma iluminação inferior a 200 lux às 100 horas de serviço efetivo dos elementos de iluminação, evitando-se pontos com brilho. A regulação da luminosidade em função da exposição da luz exterior é desejável.

A iluminação da cabina deverá ser uniforme e sem reflexos, por forma a não ser agressiva para o condutor.

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

O comando da iluminação da cabina e do salão de passageiros será feito por intermédio de comutador ao nível da mesa de condução.

O estado da iluminação gerará uma mensagem de supervisão no display do condutor.

12.9 ACESSO AO PESSOAL DA LIMPEZA

O acesso do pessoal de limpeza será operado através de um interruptor de chave de duas posições, existente no exterior junto à porta mais próxima do lado direito de cada uma das cabinas.

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

Aquando da colocação na chave na posição "1", serão desencadeadas as seguintes ações:

- Bateria ativa, mas nenhuma função das cabinas de condução habilitada;
- O controlo do veículo reconhece o modo de acesso para limpeza;
- O controlo do veículo ajusta o sinal "Porta ativa" em ambos os lados;
- Os pantógrafos são levantados;
- Os conversores auxiliares arrancam;
- As luzes do compartimento são ligadas;
- É possível abrir a porta correspondente através do botão de abertura da mesma. Após 3 segundos, a porta fecha-se (ou após 7 segundos no caso de desativação do interruptor)
- O controlo do veículo espera a terminação do sinal dados pelo acionamento do interruptor chave de acesso para limpeza;
- A conclusão das atividades de limpeza decorre da colocação da chave na posição "0" devendo o veículo regressar às condições iniciais do mesmo;

Se durante o procedimento de limpeza do veículo houver uma perda da linha de tensão, por qualquer razão, o conversor auxiliar e o carregador de baterias relevante são automaticamente desligados e as luzes são limitadas à iluminação de emergência. Neste caso, o controlo do veículo inicia uma espera de 10 minutos. Se ao fim deste tempo a linha de tensão não for reposta, a lógica do veículo inicia a sequência de desativação do veículo.

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

No caso de a funcionalidade de cesso de limpeza se encontrar ativa ("1"), aquando da ativação da cabina, por parte do condutor será apresentada um aviso no monitor de diagnóstico (IDU).

12.10 SISTEMA ANTICOLISÃO E DE DETEÇÃO DE OBSTÁCULOS (SADO)

Os veículos devem ser equipados com um Sistema Anticolisão e de Detecção de Obstáculos que assista na deteção de potenciais perigos ou obstáculos e alerte o condutor para evitar uma colisão.

O Sistema deve observar o ambiente na frente do veículo e identificar obstáculos (portanto deve ser um Sistema ativo com capacidade 3D).

O sistema usará sensores e algoritmos para detetar potenciais perigos e, no caso de o obstáculo constituir um perigo eminente para a segurança do veículo, deve atuar da seguinte forma:

Cenário Base (obrigatório) – Alertar o condutor de forma inequívoca no monitor de condução através de aviso sonoro e afixação de imagem. Os detalhes serão acordados em fase de projeto. Este sistema deverá poder ser desligado pelo condutor.

Opção 1 – Alertar e informar o condutor e aplicar uma frenagem de emergência.

O Sistema Anticolisão e de Detecção de Obstáculos (SADO) deve ter as seguintes características:

- A deteção de obstáculos deve ser feita através de sensores (Radar, Cameras e LIDAR), com um elevado nível de fiabilidade na deteção de obstáculos.
- Devem detetar, e distinguir, diferentes tipos de obstáculos (Autocarros, Carros, Pessoas, Etc.) e informar o condutor por sinal acústico (diferenciado) e visual (IDU). A mensagem enviada deve indicar o tipo de perigo/obstáculo e se constitui um perigo eminente ou não. Em caso de perigo eminente deve, ainda, desencadear uma frenagem de emergência e apresentar as imagens no IDU.
- O seu desempenho deve ser imune às condições atmosféricas, incluindo existência de nevoeiro, chuva, neve, etc.

- O Sistema deve funcionar de dia e de noite.
- O Sistema deve funcionar em posição de marcha-atrás.
- O Sistema deve ter capacidade para detetar obstáculos a distâncias até $\geq 100\text{m}$.
- O Sistema deve funcionar com velocidades até 80kph. Deve, também, funcionar em posição estática.
- Em caso de deteção de obstáculo, com frenagem de emergência, o evento deve ser registado no DRU e uma mensagem enviada para o PCC identificando o veículo, as imagens e local da ocorrência.

Opção 2 – Igual à opção um, mais: Deteção automática da posição do veículo pelo sistema com possível anulação de segmento do percurso de forma automática. O sistema deverá saber a posição do veículo, através de coordenação com o OBC ou outra forma a acordar e, mediante alteração da base de dados, poder definir troços em que o sistema se desligue automaticamente, sem intervenção humana, com reposição também automática no final desses troços.

Em todos os casos, o sistema deverá poder ser desligado pelo condutor.

Cabe ao Concorrente sugerir, caso a sua experiência recomende, melhoramentos ao desempenho deste sistema e acordar, em fase de projeto, nos detalhes de funcionamento.

13 Sistema de Comunicações

Os veículos deverão estar equipados com um sistema que permita a comunicação de voz e texto entre:

- Cabina de condução ↔ cabina de condução;
- Cabina de condução ↔ intercomunicadores de sinal de alarme do salão de passageiros;
- Cabina de condução → salão de passageiros;
- Cabina de condução → altifalantes exteriores, do veículo
- Cabina de condução ↔ Posto Central de Comando (PCC);
- Posto de Comando Central → salão de passageiros, sem intervenção de condutor.
- Nota: ↔ bidireccional;
→ Unidireccional;

A comunicação de voz pressupõe a utilização de duas fontes: microfone e áudio. A fonte áudio poderá ter origem no sistema IBIS (descrito mais à frente).

Deverá existir um sistema de controlo das comunicações ao nível do veículo, segundo um esquema de prioridades a definir durante a fase de projeto com a Empresa.

O número de altifalantes, a sua disposição no interior de cada veículo e a potência de saída, deverão garantir que as informações acústicas dadas aos passageiros sejam perfeitamente audíveis em qualquer ponto do veículo, independentemente da velocidade e do número de passageiros.

O equipamento estará dotado de um sistema automático de regulação do volume no interior do veículo de forma a compensar a diferença no nível de ruído de fundo existente.

Todo o equipamento do sistema de comunicações deverá ser de fácil acesso de modo a facilitar a manutenção. Deverão igualmente ser entregues todos os elementos necessários para a manutenção assim como as respetivas especificações técnicas.

O altifalante de cabina terá as mesmas características que os do resto do veículo e estará localizado numa posição que garanta a perfeita audição do condutor.

O equipamento do sistema de comunicações deverá ser constituído por cartas eletrónicas dispostas num “rack”, facilmente identificáveis e com sinalizadores de estado. Para evitar trocas, deverão as cartas eletrónicas dispor de um sistema de codificação mecânica. Para evitar interferência do exterior, nomeadamente dos sinais de rádio, toda a cablagem deverá ser blindada.

O sistema de comunicações deverá constar do seguinte equipamento:

- o **Microfone:** ativado através de botoneira;
- o **Radiotelefone:** ativado através de botoneira;

13.1 INTERCOMUNICADOR DO SINAL DE ALARME

Sempre que um sinal de alarme é acionado, para além da sinalização do sinal acústico e visual ativado na cabina do condutor, estabelecer-se-á igualmente uma comunicação entre o intercomunicador, onde esse alarme foi ativado, e o condutor, após reconhecimento do mesmo. Caberá ao condutor a desativação da comunicação, de acordo com o sistema de prioridades, a definir.

14 Radio

14.1 Rádio de Voz

A solução rádio de voz a implementar será um dispositivo portátil (*handheld*), com ecrã táctil, autoalimentado, rádio LTE/GSM, a integrar na mesa de condução. Deverá ser tomado como referência dimensional os equipamentos instalados nos veículos da frota da Empresa. Para este efeito, o Fornecedor deverá ter em consideração que este rádio deverá ser integrado no veículo os seguintes aspetos:

- Fonte de alimentação (DC/DC);
- Suporte com segurança;
- Provisão para altifalante externo com microfone incluído: os equipamentos a fornecer terão função “alta voz” o que não exclui a possibilidade futura de incluir um altifalante externo com microfone incluído. Este dispositivo externo requer a utilização de cabo telefone espiral;
- Estudo de ergonomia;
- Provisão para futuras alterações do suporte ou rádio;
- Manutenibilidade do sistema, nomeadamente:
 - disposição e condução de cabos;
 - fonte de alimentação deverá ser oculta, mas acessível;
 - protecção de sobre corrente;
 - evitar colocação da fonte em local onde a temperatura for previsivelmente superior;
 - utilização de conectores apropriados;
- Boas práticas de projeto e conformidade para com as normas aplicáveis.

O rádio, e acessórios desenhados pelo fabricante do rádio, serão fornecidos pela Empresa, sendo estes os seguintes:

- Rádio (com cartões SIM)
- Suporte (*cardle*)
- Altifalante externo (com microfone incluído)
- Fonte de alimentação/carregador

- Todos os demais artigos necessários desenhar, ou adquirir, são da responsabilidade do Fornecedor

Os detalhes da solução serão discutidos com a Empresa em fase de projeto. Como referência, poderá nesta fase ser considerada a necessidade de garantir a integração na mesa de condução da solução atualmente em funcionamento no SMLAMP, nomeadamente do equipamento SONIM XP8.

14.2 OBC

14.2.1 Informação Geral

O OBC é um sistema destinado a auxiliar o condutor acerca da marcha do veículo em concordância com o TMS.

Terá uma interface disponível em cada cabina de condução. Esta interface permitirá disponibilizar aos condutores dados da viagem (identificação do serviço e da viagem, dados de regulação de tráfego e outros a acordar em fase de projeto). Esta interface aceitará também comandos do condutor, designadamente, palavra passe, introdução manual de percurso, escolha/ajuste de estação e outros a acordar em fase de projeto.

De forma a evitar conflitos, e incoerência de informação, o acesso a este sistema é apenas possível acontecer em uma única cabine e em concordância com o sinal lógico do veículo “identificação da cabina habilitada”. Desta forma, as interfaces do sistema OBC estarão inativas nas cabinas igualmente não ativas.

Em composição dupla, haverá quatro cabinas de condução sendo que em operação comercial apenas poderão ser usadas as duas cabinas nos terminais do veículo. Nestas circunstâncias, a interface homem máquina, do sistema instalado no veículo com a cabine ativa (veículo mestre), estará ativa. A interface homem máquina do OBC, do outro veículo (veículo escravo) está ativo ou inativo, dependendo do tipo de equipamento (por ex. o Computador de Bordo está inactivo).

14.2.2 Funções

O sistema OBC funciona em estreita colaboração com o sistema IBIS. A separação das funções entre o OBC e IBIS deve ser cuidadosamente estudada de forma a acautelar a

necessária constituição agnóstica do sistema. Todavia, enumera-se seguidamente as funções agregadas do OBC/IBIS/TMS pelo seguinte:

Cálculo da posição do veículo na rede (linha/via/serviço).

- Gestão do sistema de comunicação ao público a bordo (anúncios sonoros, displays de texto, e eventos que possam ser usados por sistemas terceiros que dependam do conhecimento da posição do veículo na rede).
- Comunicação de mensagens do operador de/para o condutor (via TMS – 4G ou posterior)
- Transmissão da informação a bordo de ou para o TMS (usando a ligação 4G ou posterior para o TMS).
- Prestar informação ao condutor acerca da execução da marcha do veículo para o serviço programado e em curso.
- Outras a acordar em fase de projeto.

15 Sistema IBIS

A arquitetura do sistema poderá tomar como referência a atualmente usada no Metro do Porto e a ajustar em fase de projeto.

O sistema IBIS é um dos sistemas cujo funcionamento é literalmente dependente da via e serviço realizado pelo veículo. O sistema IBIS assegurará a gestão das informações aos passageiros e deverá conter as mensagens, as quais incluirão o anúncio automático de estações, correspondências e outras mensagens que se julguem de interesse ativar automaticamente. Um dos sub-produtos inerentes ao lançamento automático de informações aos passageiros, por inerência técnica apenas, é a função de comando do lubrificador de verdugo uma vez em que o sistema IBIS gere eventos que resultam do conhecimento, por parte do veículo, da sua posição na via.

Os ecrãs onde as mensagens serão afixadas no interior do salão de passageiros estarão localizados por cima das portas de passageiros ou zonas equivalentes (caso não haja porta), e nos topos dos veículos, na parede da cabine, em moldes a acordar durante a fase de projeto, em número não inferior a 2 por salão e 1 display por porta.

O anúncio automático de estações será efetuado sob a forma de mensagem sonora e

escrita, neste último caso, em ecrãs colocados no interior do salão de passageiros distribuídos de tal forma que a partir de qualquer lugar sentado ou em pé pelo menos um deles seja visível. O Fornecedor submeterá em fase de projeto, para aprovação da Empresa, um estudo comprovativo de que os ecrãs são visíveis para os passageiros no salão. Para além do funcionamento automático, este sistema disporá de uma interface com o condutor que lhe permita programar o percurso, efetuar eventuais correções durante o percurso e desencadear o anúncio da próxima estação ou outras mensagens pré-definidas. As mensagens sonoras serão suportadas por ficheiros áudio a fornecer pela Empresa, havendo um esquema de configuração, gestão, concatenação e outras regras a definir com a Empresa em fase de projeto.

O anúncio automático de estações será suportado por uma consola de comando. Será desencadeado de forma automática em função da localização e do percurso definido para o veículo. O procedimento a adotar para o desencadeamento das mensagens será a definir em fase de projeto. Deverá ser igualmente contemplado o desencadeamento manual do anúncio através da respetiva consola.

Deverá ainda ser possível predefinir mensagens de emergência, escritas e sonoras, que possam ser ativadas pelo condutor, de forma fácil e sem que tal implique a perda da rota (isto é, quando o condutor ativa uma determinada mensagem de emergência a mesma será difundida no sistema e quando concluída a difusão o sistema retomarà ao modo normal, sem que haja necessidade de proceder a carregamento e/ou ajustes de rota).

O sistema IBIS convive com outros sistemas a bordo do veículo fora do núcleo dos sistemas TCMS. Nesta camada, os sistemas deverão adotar uma arquitetura agnóstica e escalável pelo que deverá prever a existência de um mediador de informação que se preste a gerir o fluxo de dados. A solução presente na Empresa a nível de veículo, infraestrutura (SAE) e veículo/infraestrutura baseia-se em RabbitMQ. Em particular, será necessário a configuração do IBIS para que outros intervenientes (como exemplo o sistema Multimédia/Infotainment) possam subscrever a informação gerada pelo IBIS e possam publicar informação por eles mesmo produzida. O Concorrente apresentará a sua arquitetura que cumpra a partilha de informação inter-sistema a acordar com a Empresa.

O sistema IBIS assegurará a gestão das informações aos passageiros incluindo as mensagens acústicas digitalizadas a definir, bem como do sistema de lubrificação de verdugo.

As modificações das mensagens gravadas (ficheiros áudio) na memória do equipamento IBIS, e consequente o armazenamento destas mensagens no sistema IBIS, serão realizadas através de PC sem necessidade de mudança física de memórias. Deverá ser considerado o fornecimento de equipamento e aplicações para o efeito, bem como documentação necessária para futuras interligações.

Todo o “software” e equipamento necessários para permitir efetuar todas as configurações, parametrizações e programações necessárias para o correto funcionamento deste sistema deverão ser entregues e rececionados até à entrega do primeiro veículo, sem o qual não se procederá à respetiva receção provisória, salvo outro acordo entre o Fornecedor e a Empresa.

O sistema deverá prever a difusão de mensagens em várias línguas e ser de fácil adaptação às necessidades operacionais, designadamente, alteração de mapas e de percursos, inserção de percursos novos, inserção de novas estações, inclusivamente em percursos já existentes.

O software fornecido deverá ser compatível com o ambiente Windows e deverá ser amigável e intuitivo para o operador. Todas as versões de software a entregar serão as utilizadas pelo Fornecedor, sem qualquer tipo de restrição em termos de número de licenças. Poderá ser desenvolvida aplicação, para Smartphone, que permita interagir com o sistema.

16 Infotainment

Equipamento multimédia embarcado com atualização de conteúdos em locais específicos por rede WiFi e possível integração com IBIS ou sistema de comunicações concorrente. Deve ainda integrar a informação proveniente do IBIS (informação a bordo) disponibilizada no barramento Ethernet de multimédia, conforme referido no ponto 15 (“Sistema IBIS”).

Este sistema será integrado com o sistema de informação aos passageiros referido no ponto 15, disponibilizando informações de carácter geral (diagrama de rede, “spots” publicitários, conteúdos comerciais, etc.).

A atualização de conteúdos deverá poder ser feita para além de localmente, no veículo, por carregamento remoto em locais em que o veículo esteja parado ou estacionado, ou por acesso à rede Wi-Fi do Metro do Porto ou sistema de comunicações concorrente. Deverá ser apresentado e descrito o que é proposto para este fim. No Anexo 9 (“Descrição da rede Wi-Fi atual e os requisitos da nova rede Wi-Fi embarcada”) poderá identificar-se os pontos de carregamento existentes na infraestrutura do SMLAMP, existentes à data assim como os detalhes técnicos dessa infraestrutura.

O Software do Sistema de Multimédia (fixo) a fornecer pela Empresa e a instalar no veículo será controlado pelo Sistema Central existente comum à restante frota do SMLAMP.

O Fornecedor deverá disponibilizar e preparar as interfaces necessárias à disponibilização dos dados provenientes do IBIS, conforme referido no capítulo 15 (“Sistema IBIS”), no sentido de disponibilizar “on-line” informações (tais como, indicações de perturbação no serviço, vista parcial do mapa da rede com indicação da posição atual do comboio relativas à localização do veículo, abertura de portas, etc.) a serem localmente importadas e publicadas pelo Sistema Multimédia. O desenvolvimento desta interface deverá ser realizado em articulação com a Empresa ou o fornecedor do Software do Sistema Multimédia.

O Fornecedor está ainda obrigado a participar nos ensaios integrados com o fornecedor do Software de Sistema Multimédia e proceder a ajustes que se venham a revelar necessários. Deve também prever a entrega do software e cabos eventualmente necessários à configuração do sistema.

A rede LAN e rede Wi-Fi de suporte a este sistema deverá estar em concordância com as necessidades identificadas nos requisitos mínimos do hardware a instalar. Deverá ser disponibilizada nesta mesma rede o sinal para sincronização horária do sistema.

Deverão ser apresentadas, em fase de projeto, as especificações técnicas do equipamento, indicando valores de fiabilidade e planos de manutenção para submeter à aprovação da Empresa.

16.1 CONSTITUIÇÃO DO SISTEMA

O Sistema é composto essencialmente pelos seguintes módulos:

- Unidade Central do Sistema Multimédia
- Monitores e respetivos controladores
- Interligações e interfaces
 - Sistema de comunicações (rede Wi-Fi ou sistema de comunicações concorrente)
 - Interface com IBIS a ser disponibilizada pelo Fornecedor

17 Contagem de Passageiros

O sistema realiza a contagem de passageiros transportados em cada um dos veículos com exportação de dados em tempo real e de acordo com regras que permitam avaliar, e quantificar, o ingresso, saída (e consequentemente permanência) dos passageiros transportados.

Faz parte do fornecimento um sistema de contagem de passageiros que terá duas partes:

- 1- Uma unidade de controlo central com funções de gestão, controlo e recolha e tratamento de contagens de passageiros e de alarmes/ eventos de cada veículo, servindo de suporte às vertentes operacional e de manutenção, e que comunicará com cada veículo através de rede de comunicações moveis 4G ou posterior e em alternativa, no caso de indisponibilidade, de rede móvel por ligação Wi-Fi.
- 2- Um sistema de contagem de passageiros para cada veículo, que funcionará integrado com o veículo e de forma autónoma e independente da unidade de controlo central, referida no ponto 1.

O Fornecedor será responsável pelos meios necessários para o alojamento dos dados exportados pelos veículos, salvo outra solução que seja acordada com a Metro do Porto.

Como objetivo principal pretende-se que a precisão de contagem de passageiros (entradas e saídas) em cada viagem seja no mínimo de 97,5% para dados não tratados e superior a 99,3% para resultados após aplicação de regras de conciliação; a precisão deverá ser comprovada através de ensaios reais ou simulando a realidade.

As características e especificações funcionais deste sistema e seus constituintes são apresentadas no Anexo 21 ("Contagem de Passageiros") deste.

18 Wi-Fi

Os veículos virão preparados para disponibilização de *internet* a bordo, conforme especificado no Anexo 9 ("Descrição da rede Wi-Fi atual e os requisitos da nova rede Wi-Fi embarcada"), cumprindo todas as obrigações requeridas em termos de cibersegurança.

19 Videovigilância

19.1 OBJETIVOS PRINCIPAIS

O sistema tem como objetivos principais contribuir para a segurança dos passageiros e para prevenção do vandalismo (efeito de dissuasão); destina-se adicionalmente à supervisão pelo condutor da entrada e saída de todos os passageiros do veículo nas estações, ou da sua movimentação em qualquer momento.

O sistema deverá permitir a visualização de imagens, em tempo real, no monitor instalado na cabina de condução, bem como a gravação dessas imagens, por forma a permitir uma posterior visualização dos acontecimentos, em caso de necessidade.

O sistema deverá ainda estar preparado para transmitir as imagens do veículo para o sistema central de videovigilância (não embarcado), por ação do operador de PCC, nomeadamente através da rede Wi-Fi existente ou rede móvel 4G ou posterior.

O Sistema deverá ser constituído basicamente por:

- o Câmaras de vídeo interiores (salão);
- o Pré-instalação para Câmaras de vídeo interiores (cabina);
- o Câmaras de vídeo exteriores;

- Frontal;
- Disponibilização de *stream* de vídeo da imagem das câmaras de retrovisão do veículo.
- As câmaras exteriores deverão permitir realizar a vigilância do ingresso/saída de passageiros por parte do condutor, sendo esta função denominada por **retrovisão**;

Monitores de vídeo – *Touch Panel PC*;

- o Sistema de controlo e gravação de imagens;
- o Equipamento de controlo e transmissão;
- o Equipamento fixo para visualização e exportação (para Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP) das imagens gravadas, por extração física dos suportes de gravação. Deverá ser garantida a preservação da autenticidade das imagens gravadas de acordo com a legislação aplicável;
- o Software de manutenção e parametrização;
- o Manuais de operação, manutenção e restante documentação técnica;
- o Ferramentas de teste especiais (equipamento de teste, fixo, para verificar módulos/cartas eletrónicas do sistema).

O sistema de retrovisão deverá permitir o condutor possa avaliar que o ingresso, ou saída, de passageiros no veículo está devidamente concluído, podendo o condutor dar o início da marcha do veículo em segurança para os passageiros.

O Sistema deverá ser baseado numa arquitetura modular, constituído por equipamentos COTS (Commercial-off-the-shelf) ou outra a propor pelo Fornecedor desde que aceite pela Empresa, software aberto e livre de desenvolvimentos específicos, com interfaces agnósticas permitindo a troca de equipamento ou do sistema completo, sem a necessidade de modificações de interfaces e sem afetar qualquer funcionalidade de qualquer subsistema do veículo. As interfaces entre o sistema de videovigilância e o veículo, através de sinais digitais ou por protocolo de comunicação *standard* e aberto, deverão ser documentadas e devidamente detalhadas para futuras integrações com novos sistemas ou evolução das soluções.

Em fase de projeto deverá ser descrito, de forma detalhada, o sistema a propor. A localização das câmaras, monitores e restante equipamento será acordada nessa fase.

Pelo teor da função deste sistema, recordamos que deverá este sistema cumprir a legislação em vigor, nomeadamente RGPD.

19.2 MODOS DE FUNCIONAMENTO

O funcionamento do sistema far-se-á segundo os modos seguintes:

NORMAL (POR DEFEITO)

Quando o veículo estiver situado fora da zona de estação, em situação normal, isto é, sem atuação de alarmes ou seleções pelo condutor, os monitores não deverão mostrar qualquer imagem, a não ser que o condutor assim o pretenda, ativando os comandos apropriados.

Com o veículo parado em estação, em situação normal, isto é, sem ativação de alarmes ou seleções pelo condutor, os monitores deverão mostrar imagens do exterior do veículo, por forma a que, o condutor controle o acesso às portas de passageiros.

As imagens exibidas deverão ser acompanhadas de identificação do veículo, número de câmara e no caso de uma ocorrência, identificar também se é proveniente da ativação de sinal de alarme ou de manípulo de abertura de emergência de portas.

Existirá um comando que permite selecionar as câmaras interiores ou exteriores, e manter fixa no monitor a imagem de uma câmara, inclusive no caso em que o veículo esteja parado numa estação.

As imagens do sistema de retrovisão deixarão de ser apresentadas ao condutor 10 segundos após o início da marcha do veículo ou outro critério a acordar em fase de projeto, devendo este ser configurável.

O toque humano no ecrã deverá permitir a visualização a ativação deste, estando desligado.

OCORRÊNCIAS

Sempre que se verifique uma ocorrência (atuação de um sinal de alarme ou de um manípulo de abertura de emergência de portas) deverá ser dada prioridade à exibição no monitor da imagem da respetiva câmara.

COMANDOS DO CONDUTOR

O sistema deverá, ainda, permitir ao condutor selecionar:

- o sequências de imagens das câmaras previamente programadas;
- o imagem de uma determinada câmara.

A última imagem ou sequência de imagens, quer seja por comando do condutor ou atuação de alarme, deverá sobrepor-se às imagens desencadeadas normalmente.

As situações anteriores deverão estar associadas a um “time out”, isto é, após um determinado intervalo parametrizado, sem comandos do condutor ou atuações de alarmes, o monitor deverá voltar à situação normal.

Estes monitores (instalado em cada cabina de condução), serão partilhados por dois equipamentos de segurança diferentes:

- a) **Interior dos veículos:** no interior dos veículos serão montadas câmaras que permitam controlar completamente os passageiros do veículo, sem ângulos mortos de cobertura interna.
- b) **Acesso ao interior do veículo:** nas estações, serão ativadas as câmaras de retrovisão, localizadas no exterior do veículo, nos cantos superiores das cabinas de condução ou outro local que ofereça cobertura visual do comprimento do cais de embarque dos passageiros.
- c) **Camaras frontais:** as camaras colocadas nas frentes do veículo têm como principal função o controlo e dissuasão do fenómeno de ocorrências *tramsurfing*.

Independentemente do tipo de configuração do veículo, simples ou duplo, o funcionamento do(s) monitor(es) de cabina de condução será o seguinte:

- o Quando o veículo estiver situado fora da zona da estação, pelo monitor da cabina poderão ser mostradas de forma sequencial as imagens captadas pelas câmaras internas do veículo, caso o condutor assim o pretenda;
- o Quando o veículo estiver parado na estação, os monitores mostrarão os acessos às portas dos passageiros (zona de cais). Haverá um comando que permita selecionar as câmaras interiores ou exteriores, e manter fixa no monitor a imagem de uma câmara, inclusive no caso em que o veículo esteja parado na estação.

GRAVAÇÃO DE IMAGENS

As imagens gravadas deverão ser acompanhadas de identificação dos atributos que caracterizam a ocorrência, nomeadamente da origem, sinal de alarme ou manípulo de abertura de emergência de portas, frenagem de emergência ou de serviço, identificação do veículo, cabina ativa, número da câmara, data e hora. Os eventos de ocorrências do veículo (frenagens de emergência ou serviço, sinal de alarme ou manípulo de abertura de emergência de portas) deverão ser registados em lista de apontadores do sistema, para permitir a rápida consulta das imagens associadas.

O sistema deverá gravar em permanência todas as imagens captadas, independentemente de estas estarem a ser exibidas ao condutor.

A gravação de imagens deverá ser feita em suporte imune à vibração, devendo a sua extração ser fácil, rápida e reservada a pessoal autorizado (condicionada por chave específica).

O Sistema deve garantir a exportação (por 4G ou posterior), para o Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP, da totalidade das imagens gravadas bem como todos eventos, apontadores, alarmes e metadados associados. Para a integração no Sistema Central de Videovigilância, o Fornecedor deverá desenvolver todas as ações necessárias a esse fim, em articulação com a Empresa ou fornecedor por esta designada. O Fornecedor deve ainda participar nos ensaios conjuntos de validação da correta importação de todos os dados no Sistema Central de Videovigilância da Empresa.

O Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP atualmente é o Enhanced Public Security (EPS) da Thales. Como referência, deverá ter-se o sistema usado nos veículos CT da Metro do Porto que poderá ser detalhado em fase de Projeto.

A exportação para o Sistema Central de Videovigilância deverá ser realizada, via Wi-Fi, nos locais da rede da Empresa destinados a esse fim.

Todas as ações realizadas sobre o sistema (seleção de câmaras, visualização de imagens gravadas, extração de imagens, extração de discos, entre outros) deverão ser registadas para efeitos de auditoria.

O fornecimento deverá incluir um equipamento externo para importação do conteúdo dos discos extraídos do veículo para o Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP.

A frequência mínima de gravação das câmaras será de, pelo menos, 25 imagens por segundo para as câmaras exteriores frontais e 15 imagens por segundo para as restantes câmaras. A gravação das imagens, para cumprir padrões de qualidade vídeo e parcimónia no volume de dados arquivados, deverá usar tecnologia de codificação H.265+ e ser possível exportar em formato *codec* definido de acordo com a legislação em vigor.

O sistema não deverá permitir ao condutor a visualização de imagens gravadas.

ACTIVAÇÃO DO SISTEMA

A ativação de gravação do sistema será estabelecida pela ligação do conversor auxiliar. A chave do veículo ativará o monitor, teclado e equipamento da cabina ocupada. A funcionalidade de transferência dos conteúdos para o Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP não deverá ser afetada até à conclusão do respetivo processo.

19.3 EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE VIDEOVIGILÂNCIA

A descrição seguinte tem por finalidade especificar as principais características dos equipamentos do sistema de videovigilância.

19.3.1 Equipamento a Bordo:

Prevê-se a instalação, em cada veículo, de pelo menos um monitor por cabina de condução, de um sistema de gravação de imagens de um equipamento de controlo e transmissão e das respetivas câmaras interiores e exteriores.

A transmissão será fiável e imune ao ruído segundo as Normas em vigor.

Os equipamentos devem adotar as tecnologias de otimização e compressão mais recentes disponíveis do mercado (exemplo: H.264 e H.265).

Os equipamentos deverão estar em conformidade com a norma global ONVIF.

A ligação entre equipamentos deverá ser realizada por fichas do tipo M12.

Todo o equipamento deve ser projetado, no mínimo, para uma gama de temperatura

entre os -22°C e os 55°C e instalados em locais compatíveis com esta gama.

Todos os equipamentos deverão possuir uma capacidade de processamento e armazenamento capaz de garantir um elevado desempenho e um comportamento fluido do sistema em todas as condições de uso e operação.

Deverá ser garantida a sincronização horária do Sistema.

Os equipamentos devem adotar interfaces standard e agnósticas para garantir a interoperabilidade dentro do sistema e nas interfaces com os sistemas externos com recurso a protocolos standard abertos de comunicação e ou através de sinais digitais.

Em fase de Projeto, o Fornecedor apresentará um plano de manutenção assim como a atualização das especificações técnicas de todos os equipamentos, interfaces e arquitetura do sistema a submeter à aprovação da Empresa.

19.3.2 Câmaras de Vídeo:

As câmaras serão de tecnologia digital do tipo IP *PoE*, atenta a segurança de penetração no sistema por terceiros.

Permitirão o ajuste do ângulo de visão e serão equipadas com técnica de ajuste automático de imagem, nomeadamente Redução de Ruído 3-D (3DNR – 3 Dimensional Noise Reduction) e Amplo Intervalo Dinâmico (WDR – Wide Dynamic Range)

Características mínima do sensor de 1/2.8" e resolução 2 MP Progressive-scan CMOS Sensor.

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

Assegurarão a cobertura de toda a área do salão de passageiros, independentemente da configuração do veículo.

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

As câmaras assegurarão nitidez de imagem, adaptação a diferentes tipos de luminosidade (via à superfície e em túnel) e às condições de vibrações características

do meio ferroviário, segundo as Normas em vigor.

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

Serão instaladas em posição mais visível, embora também devidamente protegidas, simulações de câmaras, com o objetivo de maior proteção das câmaras que efetivamente estão operacionais.

No caso particular das câmaras de retrovisão do veículo, estas deverão disponibilizar um fluxo (*stream*) de vídeo na LAN de videovigilância para respetivo registo no gravador do veículo.

19.3.3 Equipamento de Transmissão

Cada veículo será equipado com um equipamento de transmissão que, por um lado, recebe os sinais de vídeo provenientes das câmaras e os transmite à cabina de condução tripulada e ao respetivo sistema de gravação de imagens e, por outro lado, distribui a alimentação pelas câmaras.

Deverá ser prevista a reconfiguração automática da rede no caso de acoplamento de veículos para viabilizar o controlo a partir da cabina de condução, incluindo as funcionalidades associadas aos eventos de ocorrências do veículo. As gravações e os registos de eventos, apontadores e alarmes deverão ser armazenadas no gravador do respetivo veículo, contemplando ainda a informação do grupo de veículos acoplados.

19.3.4 Monitor de Vídeo (*Panel PC* Tátil– Consola de Comando)

O sistema integrará pelo menos um monitor por cabina de condução do tipo, *Panel PC* tátil com interface para operar localmente o sistema. As imagens a disponibilizar nos monitores e localização destes será submetida a aprovação da Empresa na fase de projeto.

Caso haja só um monitor por cabina, as dimensões deste deverão ser tais que permitam a visualização detalhada das imagens, garantindo que o condutor poderá avaliar a entrada e saída de passageiros dos veículos em segurança.

É dada preferência aos monitores de cristais líquidos, de tecnologia TFT (matriz ativa) ou outra tecnologia mais avançada. Terão as seguintes características gerais:

- Dimensão mínima adequada para visualizar as imagens em simultâneo”
- resolução igual ou superior a 800 x 600 pixels;
- matriz ativa, por forma a permitir um maior ângulo de visão;
- regulação de cor e da luminosidade/contraste, de preferência automática (adaptativa);
- resistente a choques, vibrações, altas temperaturas e humidade;
- proteção igual ou superior a IP66;
- será de fácil operação.
- Processamento capaz de garantir um elevado desempenho e uma operação fluida do sistema
- insensibilidade aos campos magnéticos existentes nas instalações ferroviárias;

19.3.5 Sistema de Gravação de Imagens

Em cada veículo será instalado um sistema de gravação das imagens captadas por todas as câmaras instaladas no veículo.

O equipamento de gravação deverá ser do tipo gravador de rede (NVR), tecnologia IP, com aquisição multi-streams Real Time Protocol (RTP).

O armazenamento das imagens recolhidas será efetuado em suporte imune a vibrações, preferencialmente SSD, com backup em cartão SD em caso de falha do disco principal.

O software do sistema embarcado terá a possibilidade de selecionar as imagens através de um conjunto de parâmetros, tais como, a data/hora, número de veículo e câmara e em caso de evento, por dispositivo.

O gravador garantirá uma capacidade mínima de armazenamento de 72 h, considerando uma resolução mínima de 1280x720, com compressão H.264 em qualidade média e a 25fps para as câmaras frontais e 15fps para as restantes. Deverá garantir a correta gestão da transferência das gravações, metadados e registos de alarmes e eventos para o Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP.

A ocupação de dados em media deverá ser circular (“First In First Out”).

O gravador deverá ter uma interface para ligação a um PC portátil de modo a permitir efetuar configurações e parametrizações.

O acesso às imagens de CCTV será controlado por mecanismo de autenticação a acordar com a Empresa, prevendo desde já um mecanismo de encriptação/desencriptação e autenticação das imagens/vídeos.

O Sistema deverá permitir o cumprimento do regulamento geral de proteção de dados pessoais (RGPD).

O fornecimento deverá incluir discos rígidos sobresselentes.

Complementarmente o gravador deve apresentar as seguintes características mínimas:

- o Sistema Operativo Linux;
- o Algoritmo de Compressão H.264 e H.265;
- o Resolução 1080p/720p/4CIF;
- o Gestão de metadados, alarmes e gravações;
- o Configuração e gestão por web server / webcontrol;
- o 8 entradas digitais e 2 relés de saídas digitais;
- o Possibilidade de receber gerir e registar alarmes, eventos por http ou SNMP;

19.3.6 Alimentação

A alimentação do sistema de videovigilância deverá ser assegurada por uma fonte de alimentação ininterrupta para garantir a alimentação do sistema em caso de falha de energia. A alimentação dedicada a este sistema, deverá garantir, continuamente, as condições necessárias à exportação dos conteúdos embarcados para o Sistema Central de Videovigilância do SMLAMP.

19.3.7 Manutenção

Os equipamentos incorporarão um sistema de ajuda à deteção da avaria, de modo a definir o tipo de avaria.

Os módulos ou elementos constituintes do Sistema serão suscetíveis de verificação periódica do seu bom funcionamento. Em caso de falha, o Sistema terá a capacidade de identificar a avaria e a sua localização através de uma mensagem no display do condutor, ou através do autoteste do sistema de comando e controlo do veículo. Pelo

menos os diferentes módulos, abaixo indicados serão contemplados pelo processo de diagnóstico:

- o circuito de câmaras;
- o equipamento de controlo e transmissão;
- o sistema de gravação de imagens;
- o monitor;
- o módulos/cartas eletrónicas.

O Sistema apresentará uma constituição modular, a fim de permitir uma rápida, segura e económica substituição dos módulos.

Na Proposta a apresentar serão mencionadas as ações periódicas de manutenção preventiva e corretiva, bem como os equipamentos e peças em stock necessários para a respetiva manutenção.

20 Aparelhagem Elétrica

20.1 CABOS E CONDUTAS

Os cabos, tanto de alta como de baixa tensão, serão da máxima qualidade com isolamentos de acordo com as Normas em vigor quer no que diz respeito ao comportamento em termos de fumo e fogo quer em matéria de resistência mecânica.

Desejavelmente estarão 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 que faz referência entre outras, às Normas: CEI, 502, 540, 228, 332-1; NF C 32-070; NFPA 258; IEEE 383 e recomendações UITP.

As características mecânicas e elétricas dos cabos adaptar-se-ão em cada caso às especificações requeridas para cada equipamento e utilização no veículo.

Os cabos de alta tensão serão instalados em condutas separadas dos de baixa tensão. Por sua vez os cabos de transmissão de dados serão devidamente blindados e instalados em condutas próprias.

Deverá ser dada especial atenção à passagem de cabos no tejadilho de modo a evitar

que estes fiquem sujeitos a esforços que os levem a rotura ou deterioração precoce. A passagem 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.

De modo a efetuar trabalhos de manutenção no tejadilho dos veículos, devem ser previstas passadeiras ou canalizações adequadas, de forma a que os cabos não sejam pisados.

20.2 CONETORES

Todos os conectores instalados nos sistemas e equipamentos do veículo serão selecionados atendendo a:

- Sua idoneidade para a função que têm que realizar, em função do tipo de sinais elétricos transmitidos, assim como das características construtivas e mecânicas requeridas em cada caso;
- Instalar-se-ão conectores homologados para aplicação ferroviária, segundo o normativo vigente;
- Dever-se-ão escolher modelos com diversas fontes de fornecimento, para evitar dependências de fabricantes;
- Para minimizar o *stock* de manutenção, o Fornecedor deverá reduzir ao máximo a diversidade de conectores implementados no veículo;
- Pela mesma razão do ponto anterior, o Fornecedor limitará ao máximo a variedade de tipos de terminais usados pelos conectores.

Fatores a ter em conta, de forma justificada, pelo Fornecedor e fabricantes na escolha dos conectores, atendendo a sua função e localização no veículo:

- Material da caixa e tipo de proteção aplicada;
- Características construtivas dos pinos (material, acabamento, etc.);
- Manutibilidade (facilidade de substituição do conector completo ou dos seus pinos);
- Fiabilidade do contacto;

- Rigidez dielétrica (adequada às tensões elétricas e condições ambientais em cada caso);
- Choque térmico (inalterável por alterações bruscas de temperatura);
- Vibrações a suportar no veículo sem perda de contacto;
- Choque físico (impactos transmitidos pelo arranque ou paragem de equipamentos);
- Número de ligações e desligações que se podem efetuar sem que o conector perca as suas características mecânicas e elétricas nominais;
- Intervalo de temperatura de trabalho;
- Resistência elétrica de isolamento entre contactos (adequada às tensões elétricas e condições ambientais em cada caso);
- Humidade, projeções de água corrosiva;
- Estanteidade;

A escolha dos conectores situados no exterior dos veículos será feita de acordo com as condições particulares de trabalho, como salpicos de água salgada, lavagem automática em pórtico de lavagem, detergentes, pó, assim como outras condições ambientais que possam ocasionar a deterioração e corrosão dos mesmos.

Os conectores a implementar no veículo deverão ser submetidos à aprovação da Empresa, em fase de Projeto, pelo que o Fornecedor facultará dados de diferentes fabricantes de conectores homologados para aplicação ferroviária. Para este efeito serão indicadas referências dos conectores utilizados noutras explorações ferroviárias de similares características, com dados reais da fiabilidade dos mesmos.

Todos os conectores do veículo deverão dispor de um sistema de encravamento mecânico, que impeça que se possam afrouxar pelo efeito das vibrações. Não se deverão requerer ferramentas especiais para desligar os conectores.

Não serão aceites conexões de cabos multifilares sem recurso a ponteiros na fixação.

20.3 CONTADORES E RELÉS

Todos os contadores e relés deverão estar homologados para aplicações ferroviárias.

Todos os contadores e relés estarão previstos para funcionar corretamente com

variações de tensão de +15%, -30% em torno da nominal.

Na escolha dos contadores e relés considerar-se-á que a temperatura atingida pelas bobinas em ligação permanente não provoque queimadura por contacto físico, assim como a deformação mecânica dos mesmos.

O Fornecedor deverá facultar, em fase de Projeto, dados da fiabilidade e número de manobras em vazio e em carga para os quais está garantida a vida do relé ou contator com o intuito de justificar a sua escolha.

Os relés e contadores estarão protegidos contra agentes atmosféricos tais como a água e o pó, assim como outras condições ambientais que possam afetar o seu funcionamento e fiabilidade. Estarão dotados de um acionamento manual e de uma sinalização que indique o seu estado.

As bobinas terão entre os seus extremos um díodo de roda livre ou outro elemento que realize a função de absorver os picos de tensão que se produzem na desligação de uma bobina, com o intuito de não afetar os equipamentos do veículo.

20.4 LIGAÇÕES DE MASSA E RETORNOS DE CORRENTES

Dever-se-á garantir a correta ligação à terra de todas as massas metálicas e caixas de aparelhos e equipamentos.

Os fabricantes de cada equipamento elétrico ou eletrónico, especialmente aqueles que estejam ligados a alta tensão, definirão os requerimentos dos retornos de corrente necessários para garantir que não existam quedas de tensão, ou correntes de fuga que possam afetar as pessoas ou equipamentos.

Deverá ser assegurado que a interrupção, ou perda, de uma escova de retorno num bogie terá redundância com as restantes.

Será confirmado, devendo o Fornecedor disponibilizar evidências do cumprimento das normas em vigor aplicáveis.

21 Equipamento Pneumático

Os motores do compressor, caso existam, serão trifásicos, assíncronos, com o rotor em

gaiola de esquilos e alimentados a 380 V, 50 Hz.

Estes motores submeter-se-ão aos ensaios tipo e série da Norma IEC, adequada ao equipamento.

Proteger-se-ão a linha e o motor com um dispositivo de proteção adequado, com sinalização na cabina.

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

21.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Na hipótese de que no veículo seja instalado equipamento que para o seu funcionamento necessite ar comprimido, dever-se-á considerar a instalação pneumática do veículo sob os seguintes aspetos:

- Produção e armazenamento de ar comprimido que engloba o referente ao compressor, depósitos, instalação, regulação e proteções;
- Consumo de ar comprimido pelos consumidores deste recurso, etc.

O sistema a oferecer será um conjunto integral que atue correta e eficazmente em concordância com o resto dos circuitos e sistemas do veículo.

O Fornecedor deverá projetar o sistema de equipamento pneumático de forma a proporcionar nas mais adequadas características de funcionamento, o máximo número de quilómetros sem avarias e as mínimas necessidades de manutenção.

Tanto para os depósitos principais, como para os que possam necessitar os diversos circuitos, seguir-se-á o critério de máxima simplificação a fim de reduzir o seu número e volume, fazendo que os circuitos considerados auxiliares possam alimentar-se, convenientemente protegidos, de depósitos de reserva comuns. Este princípio será aplicado desde que a funcionalidade e segurança dos diversos sistemas não fique comprometida.

A revisão geral não deverá realizar-se antes de 1.200.000 km e as parciais com periodicidade não inferior a 600.000 km.

21.2 PRODUÇÃO E ARMAZENAMENTO DE AR COMPRIMIDO

21.2.1 Compressor

Em cada veículo, se necessário, será montado um grupo motor-compressor para produzir o ar comprimido necessário, de acordo com as condições que se especificam a seguir:

- O compressor será acionado pelo motor cujas características foram descritas na alínea do equipamento elétrico, que deverá ser assíncrono e trifásico.
- Poderá funcionar em regime contínuo, sem detrimento das suas características.
- Será projetada uma estrutura de suporte do grupo, de forma a que o conjunto motor-compressor seja fácil de substituir do veículo, devendo, em consequência, serem previstas ligações elétricas e pneumáticas, robustas e simples de desmontar, da qualidade que o ambiente ferroviário exige.
- A estrutura de suporte do grupo deverá evitar a transmissão de vibrações e ruídos à caixa do veículo. Os apoios elásticos em que se apoie trabalharão à compressão, de forma a que, em caso de rotura dos pernos de fixação, a estrutura ficará apoiada e devidamente guiada.
- Em carga, com tensão e número de rotações por minuto nominais no motor, o nível de ruído não será superior ao especificado para o veículo. Incorporará painéis amortecedores de ruído.
- Estando todo o equipamento à pressão atmosférica, a pressão nominal será alcançada em dez minutos como máximo.
- Será de fabrico normalizado e amplamente experimentado em serviço ferroviário.

21.2.2 Unidade de Tratamento de Ar

Caso exista, a unidade de tratamento de ar terá a função de eliminar toda a humidade, e eventuais vestígios de óleo ou partículas sólidas, existentes no ar já no circuito de carga. Esta unidade estará preparada para um funcionamento contínuo.

21.2.3 Depósitos

O Fornecedor apresentará, em fase de Projeto, o cálculo e justificação do volume dos depósitos em concordância com o regime de funcionamento nominal do veículo em todas as condições de carga do veículo.

Existirá um regulador de pressão de forma que esta se mantenha em torno do valor nominal e harmonizado com o controlo pressostático do funcionamento do compressor.

Todos os depósitos levarão numa zona visível a correspondente indicação de terem sido certificados por entidades competentes para o efeito, segundo a regulamentação em vigor referente a depósitos de ar comprimido para veículos ferroviários.

O material dos depósitos poderá ser de aço com proteção interior e exterior mediante galvanização, cadmiagem, fosfatagem, ou semelhante, que impeçam a formação de óxidos, ou, preferencialmente, construídos em aço inoxidável.

21.2.4 Instalação Pneumática

Tanto para as tubagens flexíveis como para as rígidas seguir-se-ão as normas do fabricante, quanto à montagem e curvaturas máximas, ficando submetidas à aprovação da Empresa.

Os manípulos das torneiras de isolamento devem permanecer verticais na posição “normal de trabalho”. Terão um entalhe que indique a direção da passagem de ar.

Em cada veículo haverá duas tomadas adicionais de ar, de ligação rápida em oficina, ao nível do tejadilho e do leito do veículo.

No que respeita aos materiais, ter-se-á em conta que sejam os adequados para o trabalho a realizar num clima de humidade salina e atmosfera industrial como o do Porto. Portanto, a instalação será dotada das proteções interiores e exteriores necessárias para impedir a corrosão dos materiais, devendo-se identificar e acordar com a Empresa a liga dos materiais, para garantir uma duração de 30 anos.

As tubagens serão de aço inoxidável (segundo Norma ASTM).

Em qualquer caso, os materiais e dimensões estarão em concordância com as Normas

U.I.C.

21.2.5 Regulação e Proteções

O funcionamento do grupo compressor será controlado por um regulador, ajustado entre as pressões de trabalho adequadas e cuja atuação permita a ligação ou desligar dos contadores do compressor.

Para proteger a instalação pneumática do excesso de pressão originado por avarias nos dispositivos de regulação, haverá uma válvula de segurança que, impeça a ultrapassagem de uma determinada pressão (pressão de segurança). A sua atuação ficará ajustada entre 10 e 12% acima da pressão máxima de serviço e será fornecida convenientemente precintada e com chapa indicadora da sua pressão de ajuste. Nenhum dos componentes do circuito pneumático poderá ter uma pressão máxima de funcionamento inferior ou igual à pressão de segurança, devendo ter uma reserva de mínima 15% acima da pressão de segurança.

A monitorização da pressão do circuito será permanente e em caso de sobrepressão, ou subpressão, o condutor será notificado por indicador próprio na mesa de condução.

21.3 CONSUMO DE AR COMPRIMIDO

O Fornecedor apresentará, em fase de Projeto, os cálculos de consumo de ar comprimido tendo em consideração as condições de operação mais exigentes do veículo, prevendo uma reserva que permita acomodar o grau de incerteza associado ao cálculo e fatores de operação.

21.3.1 Suspensão Pneumática

Na eventualidade de a suspensão ser pneumática, aplicar-se-á o prescrito neste capítulo.

A alimentação será efetuada da conduta principal ou do respetivo depósito auxiliar.

As molas pneumáticas do mesmo bogie estarão ligadas por uma válvula de dupla retenção que garantirá que o eventual desequilíbrio de pressões entre as molas não seja superior a um valor predeterminado e devidamente justificado no cálculo da suspensão.

Nos bogies existirão os dispositivos necessários que detetem as variações de pressão na suspensão devido à carga. Esta informação será enviada ao equipamento de controlo e às unidades de comando de freio, quer mecânico quer eletrodinâmico, com o fim de manter constantes as acelerações e desacelerações. As válvulas e os dispositivos de carga ficarão incorporados no bogie.

Em caso de fuga plena de ar neste circuito, deverão existir molas de emergência que, embora em detrimento do conforto, assegurem a normal circulação do veículo, nunca pondo em causa a segurança.

O sistema de nivelamento da altura do bogie deverá ser acessível e de fácil regulação.

21.3.2 Areeiros

De modo a permitir as melhores condições de aderência do veículo em condições que o justifiquem, o veículo será dotado de um sistema de areeiros, cuja atuação será condicionada ao perfil de operação a definir pela Empresa, nomeadamente na inibição ou não do mesmo no percurso em túnel.

O enchimento dos reservatórios deverá ser acessível pelo exterior, protegidos por utilização de chave própria e imune às condições meteorológicas, ou de lavagem do veículo, e deverão estar equipados de sensor de nível de areia baixo e sistema de aquecimento que ajude na secagem da areia.

O Fornecedor deverá referir o caudal de areia projetado para roda/carril, sendo que terá capacidade para ser ajustável em fase de ensaio tipo e de acordo com os requisitos definidos por ERTMS.

O areeiro pode ter uma unidade tipo "Piggy-Back", de compressor e motor elétrico (24VCC), alimentando um injetor de areia por roda.

Na fase de projeto será apresentada a especificação detalhada do sistema de atuação dos areeiros.

O bocal do areeiro não poderá interferir com o ângulo de visão requerido ser livre pelo equipamento automático de leitura do perfil de rodas existente. Como tal, nas condições mais desfavoráveis de desgaste das rodas e compressão da suspensão primária, o bocal

deverá deixar uma altura livre, e ajustável, a definir com a Empresa em fase de projeto.

Os ciclos de atuação dos areeiros deverão ser os adequados para garantir a aderência. A detecção de veículos em circuitos de via terá que ser sempre garantida, devendo evitar-se ejetar areia para além da necessária.

21.3.3 Lubrificador de Verdugo

O presente sistema visa a redução do desgaste do verdugo em curvas de raio apertado, pelo que a sua atuação deverá ser condicionada a tais condições. O doseamento a aplicar deverá constituir um compromisso entre a redução do desgaste e a garantia de condições ótimas de aderência, sendo que o sistema deverá aceitar configuração da estratégia de atuação reservada ao pessoal de manutenção do veículo. O reservatório do lubrificante estará facilmente acessível preferencialmente pelo lado exterior do veículo.

A ativação do sistema será feita de forma automática, em função da posição do veículo na via, e recorrendo ao sistema IBIS, ou outro método, para determinar a zona de injeção a cobrir. A injeção de lubrificante poderá ser continua ou intermitente e a cobertura dos pontos a lubrificar será acordado em fase de Projeto (portanto programável pela Empresa).

Na Proposta deverá ser apresentada a especificação e método de operação do sistema de lubrificação do verdugo.

22 Modos de Condução

Os veículos deverão prever, pelo menos, dois modos de condução distintos consoante as condições técnicas existentes.

- o *Normal* – Condução efetuada em condições normais, sob controlo da lógica do veículo incluindo o funcionamento do sistema ATP/CBTC.
- o *Emergência* – Modo de condução excecional (não normal), motivada por falhas de órgãos essenciais dos veículos.

O principal objetivo da condução de emergência é a movimentação do veículo, em condições de segurança, em caso de falha irresolúvel em tempo útil para o serviço

comercial, 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 permitirá circular a pelo menos 30km/h.

Na impossibilidade de implementação do modo de condução de emergência, será possível proceder ao socorro/resgate do veículo com recurso a um segundo veículo, devendo prever-se pelo menos as seguintes situações de socorro:

- o *Socorro 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, mas com tração disponível.
- o *Socorro sem acoplamento elétrico, mas com circuito de 24Vcc ativo* – no caso de o acoplamento elétrico não ser possível, deverá sempre que possível circular com o circuito de 24 volts ativo, isto é, o veículo a resgatar deve ser preparado baixando-se de seguida o pantógrafo.
- o *Socorro sem acoplamento elétrico e sem 24 Vcc* – Nesta situação o veículo avariado não tem o circuito de 24V ativo e circulará despreparado.

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

Para melhor enquadramento deste tema, bem como para uma melhor perceção da operação dos veículos atuais da Empresa, anexa-se o Anexo 2 (“Manual de Condução”).

22.1 EXIGÊNCIAS DO SERVIÇO EM CASO DE AVARIA

As operações a realizar pelo condutor para retirar o veículo nas condições indicadas, deverão estar disponíveis no IDU, ser simples e claras para minimizar os tempos de imobilização em linha.

Estas instruções deverão ser submetidas à aprovação da Empresa em fase de Projeto e incluirão indicações de desempanagem para todos os sistemas do veículo.

Deverá ser descrito na Proposta as condições para retirada de um veículo de serviço com um bogie motorizado isolado.

23 Sistema de Sinalização Embarcado (Onboard)

O sistema de sinalização embarcado a considerar a equipar os veículos compreende os seguintes subsistemas:

- ATP ou CBTC;
- Comando do Sistema de Semaforização;
- Interface entre o Computador de Bordo do veículo e o TMS ou sistema de controlo central do CBTC via 4G;

23.1 CONDIÇÕES GERAIS

Nas situações de interface com outros fornecimentos, neste caso do fornecedor do ATP e do CBTC, o Concorrente deve realizar as diligências e avaliações junto de outros fornecedores/entidades de modo a cumprir obrigatoriamente com os procedimentos e/ou requisitos, nomeadamente:

- Definição e disponibilização das interfaces entre o veículo e os sistemas a instalar;
- Verificar e potenciar a aplicabilidade dos equipamentos/infraestruturas do veículo para integração do sistema/equipamentos a instalar.
- Configuração do veículo de acordo com os parâmetros dos equipamentos ou sistemas, nomeadamente alimentação, locais de instalação, ligações a massa, etc.
- Instalação, testes, colocação ao serviço, homologação e certificação de segurança da integração veículo/sistema de sinalização embarcado ATP ou CBTC com o apoio do fornecedor do sistema.

É da responsabilidade e encargo do Fornecedor a realização de todos os trabalhos de adaptação do veículo para a inclusão dos sistemas de acordo com as determinações e/ou condições acordadas com os fornecedores dos sistemas, assim como disponibilizar todos os meios necessários, em fábrica ou em ambiente de ensaios para os trabalhos da responsabilidade dos outros fornecimentos.

Acresce ainda a necessidade de o Fornecedor inteirar-se das funcionalidades existentes nos veículos da frota da Empresa e integrá-las no seu a menos que na sequência de pedido de alteração esse seja aceite pela Empresa.

23.2 NORMAS TÉCNICAS E REGULAMENTOS

O Fornecedor obriga-se a cumprir, em complemento das especificações técnicas, as normas técnicas e regulamentos portugueses, ou, na sua falta, as normas europeias (EN) e Normas UIC, CEI, DIN, NF aplicáveis, entre outras ou aprovados por entidades que regulamentam sistemas ferroviários, nomeadamente as seguintes:

23.2.1 Segurança de Software

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

23.2.2 Compatibilidade Eletromagnética

EN 50121 – Railway applications – Electromagnetic compatibility

IEC 801 – Electrical noise immunity

23.2.3 Condições Ambientais

EN 50125 – Railway applications – Environmental Conditions for rolling stock

23.2.4 Equipamento Eletrónico

EN 50155 – Railway Applications – Electronic Equipment Used On Rolling Stock

EN 61373 – Railway Applications – Rolling Stock Equipment Chock and Vibration Tests

IEC 60373 standard for railway applications and other applications for energy distribution and packaging

23.2.5 Cabos Elétricos

NF F 16-101 – Fire Smoke and Toxicity Testing

EN 45545 – Railway applications – Fire protection on railway vehicles

23.2.6 Ensaios de Receção e Manutenção

EN 50215 – Railway applications – Testing of rolling stock after completion of construction – and before entry into service.

EN 50126 – Railway applications – The specification and demonstration of dependability, reliability, availability, maintainability and safety (RAMS).

EN 50128 – Railways Applications – Communication, signalling and processing systems.

EN 50129 – Railway applications – This document is applicable to safety-related electronic systems (including subsystems and equipment) for railway signalling applications.

23.3 SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DA REDE DA METRO DO PORTO (WAYSIDE)

O sistema de sinalização na sua componente de terreno (*wayside*) da atual rede da Metro do Porto (Linhas A, B, C, D, E e F), é do tipo sinalização eletrónica desenhada e implementada de acordo com os princípios de “*Distance to Go*”, comandada por encravamentos eletrónicos e com base no sistema de proteção automática ATP – *Ebicab 900*. Mais detalhe no Anexo 27 (“Descrição do Sistema de Metro Ligeiro”).

Com a construção da Linha H (Rubi) a Metro do Porto pretende implementar um sistema de sinalização de tecnologia CBTC pelo que os veículos afetos a esta linha serão equipados com sistemas CBTC embarcado. No futuro, pretende-se a evolução das restantes linhas nomeadamente da Linha D e I, para esta tecnologia. Mais detalhe do projeto *wayside* deste sistema será fornecido ao Concorrente na fase de projeto dos veículos.

23.4 CONDIÇÕES IMPORTANTES A VERIFICAR NOS VEÍCULOS

Os veículos não deverão causar qualquer tipo de interferência nem afetar o normal funcionamento dos equipamentos do sistema de sinalização, pelo que, é da responsabilidade do Fornecedor e no âmbito da sua função de projetista, avaliar, verificar e validar, em conjunto com os fornecedores dos sistemas, todos os interfaces

entre os veículos e o sistema de sinalização ao serviço na Empresa, garantindo a sua compatibilidade, nomeadamente e especialmente nos aspetos referidos a seguir:

- a) A performance do sistema de frenagem é, no mínimo, a admissível pelo sistema de sinalização tendo em consideração as distâncias de segurança do projeto de sinalização;
- b) As taxas de aceleração e desaceleração são, pelo menos, as admissíveis pelo sistema de sinalização;
- c) Os efeitos das interferências eletromagnéticas e mitigações a serem utilizadas para proteger contra a sua interferência no sistema de sinalização, tanto embarcado como do *wayside*. No que respeita ao *wayside*, deve o Concorrente efetuar evidenciar a compatibilidade eletromagnética com o sistema de deteção de veículo sejam contadores de eixo ou circuitos de via;
- d) A transferência de dados entre o veículo e o sistema de sinalização;
- e) A apresentação da informação ao Agente de Condução, disponibilizada pelo sistema de sinalização;
- f) Interface roda/carril e sistemas de deteção dos veículos

Os sistemas de deteção de veículo instalados na Rede da Metro do Porto e descritos no Anexo 10 ["Sistema de Sinalização Embarcada (Onboard)"] compreendem as seguintes tecnologias:

- Circuitos de via sem juntas EBI Track 200 (TI21-I) e EBI Track 400 (Alstom);
- Contadores de Eixo Sk30H- AzLM (Hitachi);
- Contadores de Eixo RSR180 (Frauscher);
- Loops indutivos;

Pelo que, no desenvolvimento do projeto dos veículos a propor, deve ser garantida a compatibilidade com estes sistemas permitindo a incontestável deteção e sem interferências nos mesmos, caso necessário devem propor e ser efetuados ensaios de verificação de compatibilidade com especial atenção no:

- Isolamento entre rodas garantindo a resistência mínima necessária para a ocupação dos circuitos de via;
- Dimensionamento/perfil das rodas;
- Dimensionamento do retorno de tração e a sua não influência no normal funcionamento dos circuitos de via;

- Dimensionamento/Instalação do patim eletromagnético ou outros equipamentos do veículo junto ao carril e a sua não influência no funcionamento dos contadores de eixo.

g) Interface Antena/Baliza do sistema de controlo de velocidades

Todos os veículos equipados com o sistema Ebicab 900 no que se refere á função *ATS – Automatic Train Stop*, devem prever a instalação da antena de leitura das balizas do sistema ATP (*CAU – Compact Antena Unit*) sob o veículo tendo em consideração que, a determinação das distâncias de travagem deve ser compatível com o sistema de sinalização implementado na rede da Metro do Porto, nomeadamente no que respeita ao cumprimento das distâncias de segurança.

Assim, aspetos como a localização da antena vs. localização do bogie e capacidade de desaceleração do veículo devem ser verificados, validados e compatibilizados.

Mais detalhe sobre requisitos de instalação da antena do ATP (CAU) no Anexo 10 (“Sistema de Sinalização Embarcada (Onboard)”).

23.5 SISTEMA ATP – EBICAB 900 (CITYFLO 250)

Os veículos a fornecer com sistema ATP vão ser equipados com o sistema *Ebicab 900* de fabrico ALSTOM.

Este sistema, será fornecido pela Empresa ao Concorrente, sendo no entanto, da responsabilidade do Concorrente o projeto de integração, instalação, teste e colocação ao serviço nos veículos, devendo tal ser considerado na Proposta e tendo em consideração as condições acordadas com o fornecedor do sistema ATP (ALSTOM) e no Anexo 10 (“Sistema de Sinalização Embarcada (*Onboard*)”).

Os interfaces previstos, do sistema ATP com o veículo a considerar estão descritos no Anexo 10 (“Sistema de Sinalização Embarcada (*Onboard*)”), no entanto, o Concorrente na qualidade de projetista e em coordenação com o fornecedor do ATP, deve avaliar, verificar e validar os mesmos adequando-os se necessário ao tipo de veículo proposto ou outras soluções que considerem mais adequadas.

Em fase de projeto deve o Concorrente e o Fornecedor do ATP validar, compatibilizar e acordar a definição de todos os parâmetros do veículo (*Train Parameters*) que influenciam a segurança, performance e funcionalidade do sistema ATP.

Relativamente aos *Train Parameters* o Concorrente deve proceder a todos os ensaios e validações que permitam evidenciar o seu cumprimento por forma a o Fornecedor do ATP os considerar em fase de desenvolvimento do SW do sistema ATP.

Em fase de projeto deve o Concorrente e o Fornecedor do ATP validar, compatibilizar e acordar a definição de todos os sinais a serem partilhados entre o MVB do ATP e o BUS do veículo via *Gateway*.

O Concorrente deverá apresentar na Proposta um anteprojeto de instalação dos equipamentos, incluindo interfaces, contendo nomeadamente o seu arranjo físico, dimensões, localização e condicionantes essenciais de instalação.

É obrigatório que todos os equipamentos do sistema ATP (exceto antenas e tacómetros), sejam instalados em espaços reservados para o efeito, de fácil acesso para a manutenção e no interior do veículo, usufruindo assim das condições de climatização interiores dos mesmos.

Em especial, os módulos BTM, devem também ser instalados no interior do veículo em locais reservados para o efeito de fácil acesso e que minimize o comprimento dos cabos de ligação destas com as antenas [CAU].

23.6 SISTEMA CBTC

No âmbito da construção das linhas Rosa e Rubi a Empresa pretende implementar nestas linhas um sistema de sinalização assente no controlo de veículos contínuo e automático tipo CBTC.

Caso a Empresa assim o decida, este sistema na sua componente embarcada equipará parte dos veículos (quantidade a definir) do presente fornecimento substituindo o sistema Ebicab 900 descrito no ponto anterior.

Em momento oportuno, a Empresa fornecerá todos os detalhes técnicos necessários sobre o sistema de sinalização embarcado a integrar, considerando para efeitos de proposta que, este será adquirido pela Empresa e entregue ao Fornecedor do veículo para a sua integração, instalação, teste e colocação ao serviço.

Assim, deve o Fornecedor considerar todos interfaces com os veículos, integração, instalação, testes e colocação ao serviço a coordenar com o fornecedor do sistema CBTC (objeto de procedimento de concurso separado).

Relativamente ao sistema CBTC prevê-se que este seja, um sistema de condução automático de veículos GoA2 assente num sistema de cantão móvel por comunicações rádio.

Será um sistema de controlo de veículos contínuo e automático utilizando uma elevada resolução na localização de veículos, independente de outra deteção na via, através de comunicações de dados de alta capacidade contínuas e bidirecionais entre os veículos e a infraestrutura. Será capaz de implementar as funções de Proteção Automática (ATP), bem como funções opcionais de operação automática (ATO) e de supervisão automática (ATS), conforme requisitos do *standard* IEEE 1474.

Este sistema será projetado para intervalo mínimo entre veículos de 90 segundos e velocidade máxima de circulação de 80 km/h.

23.6.1 INTERFACES ENTRE VEÍCULO (RST) E O CBTC EMBARCADO

O subsistema CBTC embarcado e as unidades rádio de bordo devem fornecer interfaces adequadas com os sistemas de controlo do veículo, a fim de permitir um controlo e monitorização eficientes da operação do veículo.

As principais interfaces são:

- botões e interruptores do material circulante
- comando do veículo, interface a fios (*hard-wired*) para supervisão e controlo vitais e não vitais do veículo (por exemplo, freio de emergência, tração, etc)
- interface de dados com o sistema de gestão de veículos (TMS) para o sistema de informação de passageiros, estados do material circulante (por exemplo, SADI, luz do comboio, buzina do comboio)
- a interface de dados com o sistema de gestão de comboios (TMS) para o sistema de comunicação de emergência de passageiros, CCTV, etc
- Sensores de medição de velocidade
- antenas
- dispositivos auxiliares sem condutor (por exemplo, deteção de obstáculos, libertação auxiliar da porta do passageiro, porta aberta ou porta destrancada)

A interface RST deve ser especificada em pormenor na especificação da interface de sinalização do fornecedor de sinalização.

23.7 DISPOSITIVO DE COMANDO DO SISTEMA DE SEMAFORIZAÇÃO

Este dispositivo aplica-se aos veículos com ATP.

Este dispositivo tem como função permitir que o Agente de Condução possa solicitar a prioridade no atravessamento de alguns cruzamentos rodoviários. O dispositivo necessário é um comando *rolling code* via rádio com as seguintes características:

- o Funcionamento a 433.92 MHz
- o Dois sinais codificados a emitir um de cada vez (canais de emissão) com codificação a 24 bits (escolha aleatória) de um em mais de 16 milhões
- o Tensão nominal de alimentação 24 Vcc
- o Tensões limite de funcionamento máx. 35 V e mín. 15 V
- o Correntes de consumo sob a tensão máxima 30 mA na entrada, 25 mA nas saídas para os Botões de comando.

Este dispositivo tem como interface dois botões de pressão que, instalados na mesa de condução, um para fecho dos semáforos na via ascendente e outro para fecho dos semáforos na via descendente.

O Concorrente deve prever o fornecimento, instalação, testes e colocação ao serviço deste dispositivo.

23.8 INTERFACE ENTRE COMPUTADOR DE BORDO DO VEÍCULO E TMS

O Computador de Bordo dos veículos a propor deve considerar as comunicações entre este e o sistema TMS via 4G ou posterior, segundo protocolo a disponibilizar. O sistema TMS será um consumidor de dados de marcha do veículo, a acordar com a Empresa em fase de projeto, incluindo registos/dados de funcionamento do sistema ATP. Sendo da responsabilidade do Fornecedor desenvolver e integrar o sistema ATP – ainda que fornecido pela Empresa, o Fornecedor deverá garantir que a solução de interligação dos sistemas cumpre as funcionalidades abaixo descritas. Assim, pretende-se com esta interface, á semelhança do já implementado nos restantes veículos da Empresa:

- Envio/Receção de mensagens escritas entre Regulador do TMS e o Agente de Condução.
- Envio/Receção de mensagens escritas entre Regulador do TMS e Display's do Salão de Passageiros sem intervenção do Agente de Condução.
- Envio para o TMS, no mínimo, de 32 informações relativas ao estado dos equipamentos do veículo (16) e dos equipamentos do sistema ATP (16).
- Provisão para, em substituição da informação ATP, dados CBTC a definir;
- Informação de Regulação;
- Registos horários dos sinais supra (portanto data-hora: *timestamp*)

A lista completa dos sinais a enviar será acordada em fase de projeto.

O Concorrente deve prever o fornecimento, instalação, testes e colocação ao serviço deste interface nos veículos.

23.9 ENSAIOS DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO EMBARCADA

Para a execução de todos os ensaios, tendo em conta o definido no Anexo 10 ("Sistema de Sinalização Embarcada (Onboard)") no ponto 7 "*Scope split proposal*" o Fornecedor deverá colocar à disposição todos os meios humanos, instrumentos e aparelhagem necessários, bem como verificar as condições de infraestrutura consideradas apropriadas para a realização dos ensaios.

23.9.1 Ensaios em Fábrica, Tipo e Série

É da responsabilidade do Fornecedor os ensaios em fábrica, tipo e série definidos e identificados como da sua responsabilidade no Anexo 10 ("Sistema de Sinalização Embarcada (Onboard)") no ponto 7 "*Scope split proposal*".

23.9.2 Ensaios de Endurance

Faz parte dos ensaios, o ensaio de integração, a realizar em plena via, com a finalidade de comprovar as funcionalidades, correta integração (sem interferência com o sistema existente) e compatibilidade do sistema em toda a rede do Metro do Porto.

Estes ensaios devem ser efetuados aquando os ensaios de endurance previstos para os veículos.

23.9.3 Ensaaios Integrados

O Fornecedor, deverá apresentar, uma listagem dos Ensaaios Integrados que se propõe efetuar para verificação, avaliação e comprovação da compatibilidade do veículo com a Rede da Metro do Porto tendo em conta o referido nos pontos 23.4 e 23.6.

23.9.4 Colocação ao Serviço

Os veículos com sistema ATP/CBTC só poderão ser colocados em serviço, após o cabal cumprimento de todos os ensaios, emissão e entrega de toda a documentação de segurança e o certificado de permissão para operação comercial que deverá incluir referências à compatibilização com o sistema de sinalização e outros da infraestrutura existente de acordo com o resultado dos ensaios.

Assim, no que respeita ao ATP são espectáveis os seguintes documentos de segurança:

- Generic Application Safety Case do ATP e sua interligação na rede Metro do Porto
- Specific Application Safety Case do ATP e sua integração na rede Metro do Porto
- ISA Report do ATP (fase design) e ISA Report (fase implementação e T&C) e integração na rede Metro do Porto

24 Design

O design interior e exterior, incluindo cabinas de condução, será pensado de acordo com a imagem atual da Empresa e a inserção do veículo no meio envolvente em que se insere. Para uma melhor perceção das soluções será apresentada uma maquete virtual em 3D, em fase de proposta que permita avaliar o modelo, para além das maquetas físicas à escala real referidas neste Procedimento.

O Anexo 26 ("Características de Design Consideradas Essenciais") serve de guião para o Concorrente no sentido de propor uma solução que vá de encontro ao desejado pela Empresa.

A aprovação final do design interior e exterior, bem como a aplicação das cores dos diversos elementos será proposta para aprovação da Empresa em fase de projeto do veículo e até 10 meses após a assinatura do Contrato.

Será fornecida uma maquete, em escala 1:20, com a entrega do 1º veículo e 50 maquetas, em escala 1:100.

25 Sistema de Monitorização e Apoio à Operação e Manutenção

Neste capítulo definem-se as características de aquisição de dados de funcionamento do veículo e dados máquina a arquivar pelo veículo e enviar para uma plataforma que permita construir uma contabilização histórica do funcionamento do veículo, equipamentos e sistemas, bem como fornecer dados para análise de operação e manutenção. Assim, o Fornecedor deverá observar as exigências funcionais descritas neste capítulo e projetar um sistema definido pelo seguinte:

- Recolha de dados existentes, produzidos, ao nível do veículo;
- Transmissão dos referidos dados, de forma ordenada, gerível, rastreável, para uma plataforma de dados em bruto, a acordar com a Empresa;
- Comando, questionário e configuração, em *tempo-quasi-real*, dos veículos, de acordo com regras a acordar com a Empresa em fase de projeto;
- Lançamento de alertas ao utilizador da plataforma que lhe permita identificar quais os veículos que merecem algum tipo de intervenção numa perspetiva funcional deste sistema (eg não comunicante, capacidade de arquivo de dados a bordo próximo do limiar da capacidade do veículo, etc.)
- Visualização, em tempo real para o condutor, de um conjunto de dados e indicadores;
- Possibilidade de pós-processamento dos dados em bruto;
- Fornecimento de uma ferramenta software de base do Fornecedor para utilização e visualização imediata destes dados residentes na plataforma;
- Salvaguarda absoluta de todos os sinais, ou dados, vitais e de segurança do veículo pelo que o sistema de monitorização não deverá ser intrusivo nesta matéria.

Estes dados têm como missão e objetivos proporcionar à Empresa um mecanismo de monitorização de utilização de ativos importantes para a empresa, nomeadamente:

- Utilização de recursos energéticos;
- Proporcionar um método de contagem da utilização do veículo, sistemas e equipamentos, para fins de manutenção preditiva e avaliação da depreciação técnica dos componentes do veículo;

- Contabilizar o grau de utilização, por parte do cliente, do serviço prestado pela Empresa.

O método de transmissão de dados entre o veículo e a plataforma da Empresa deverá permitir a utilização de canais/meios concorrentes, seja por GPRS, serviços de transmissão de dados 4G ou posterior ou apenas por transferência de dados em modo local (sem fios). Assim, o veículo deverá poder armazenar dados relativos até 2 semanas de operação e descarregar os mesmos quando tiver um canal de comunicação disponível.

Ao nível da plataforma, deverá ser possível visualizar o estado de descarga de dados e avaliar a existência de dados contíguos no tempo.

A Empresa terá sempre a possibilidade de tratar posteriormente os dados em bruto (*raw data*) de forma a potenciar a implementação de algoritmos de pós-processamento.

A plataforma deverá lançar alertas de gestão de dados em arquivo de forma a identificar algum veículo que, por alguma razão, tenha cessado o envio de dados. Os dados enviados pelo veículo em formato binário, caso exista, terá de ser feito em formato acordado com a Empresa.

O acesso à plataforma deverá prever vários tipos e graus de acesso a dados, nomeadamente:

- Administrador (acesso a todas as funcionalidades técnicas, criação e edição de utilizadores)
- Separação por funcionalidades (contagem de energia, apoio à manutenção, contagem de passageiros e gestão de conteúdos multimédia)
- Utilizador observador apenas
- Utilizador com autoridade para interrogar/configurar os veículos

O sistema de monitorização deverá associar os dados recolhidos pelo sistema à localização do veículo na rede por utilização de dados gerados pelo sistema de informação aos passageiros (Sistema IBIS) e geo-localização obtida por satélite. A antena usada pelo recetor de localização por satélite deverá estar posicionada no interior do veículo e facilmente acessível. O Fornecedor deverá apresentar, em fase de projeto, a referência, especificação e fabricante desta antena.

Nenhuma das funcionalidades intrínsecas a este sistema poderá estar limitado por questões de propriedade de utilização, ou titularidade, de software.

O Concorrente apresentará, em fase de proposta, a descrição funcional do sistema proposto, arquitetura lógica e física, e requisitos computacionais a salvaguardar para a plataforma.

A transmissão de dados incluirá a transmissão, em *tempo-quasi-real*, de dados de consumos de energia, dados de funcionamento do veículo em operação, registos de avarias e dados para manutenção, sendo estes sinais, latência aceitável, canal de comunicação a usar a acordar com a Empresa em fase de projeto.

25.1 CONTADOR DE ENERGIA

A leitura dos valores de energia absorvida e devolvida à rede deverá poder ser efetuada em cada uma das cabinas de condução. As leituras indicar-se-ão em kWh e incluirão, no mínimo, a seguinte informação:

- kWh – consumidos (bruto e líquido)
- kWh' – recuperados:
 - kWh recuperados para consumo interno dos sistemas do veículo
 - kWh recuperados devolvidos à rede
 - kWh dissipados nas resistências de frenagem

Esta informação poderá ser consultada no veículo, em termos globais e será disponibilizada em plataforma informática, a acordar com a Empresa, de forma detalhada, na qual será possível consultar estes mesmos consumos associados a cada uma das viagens realizadas pelo veículo e em cada um dos segmentos/troços que constituem cada uma das viagens.

25.2 MONITORIZAÇÃO DA CONDUÇÃO

O Fornecedor disponibilizará um sistema de apoio à condução, enquadrado numa abordagem de controlo de consumo de energia, que vise alertar o condutor para um tipo de condução que privilegie a eficiência energética e conforto de condução.

O sistema deverá agregar dados do veículo, do condutor e de operação, e fará uma apresentação em tempo real ao condutor num monitor da mesa de condução. Desta apresentação constarão os seguintes dados:

- Tensão presente na catenária;
- Esforço de tração usado em cada bogie e total do veículo;
- Energia consumida em tração, energia de frenagem (eletrodinâmica ou de fricção), energia cinética associada ao veículo enquanto em deriva (*coasting*) que poderá ser comparado com *perfil tipo* de condução eficiente. Esta informação será apresentada ao condutor, de forma didática no monitor.

Servem estes parâmetros para fornecer ao condutor um nível de informação simplista de grau de utilização de recursos energéticos. Porém, este sistema servirá para um trabalho mais de fundo, de monitorização a longo prazo, e deverá registar e transmitir para uma plataforma da Empresa os seguintes dados/eventos de discretização temporal, ou outra configurável:

- Registo data-horário (*Timetag*)
- Identidade do condutor
- Identidade do veículo
- Velocidade praticada pelo condutor
- Velocidade Indicada pelo Velocímetro/ATP/CBTC
- Velocidade Aconselhada/Eficiência
- Grau de utilização de freio mecânico – se aplicável
- Registo de temperatura exterior e temperaturas interiores

25.3 APOIO À MANUTENÇÃO

O Fornecedor assegurará a disponibilização de dados que circulam em MVB para serem integrados neste sistema de monitorização. O Fornecedor apresentará a lista de todos estes dados, em fase de projeto, bem como uma proposta de pré-seleção base destes sinais a integrar neste sistema de monitorização. Esta lista será aprovada pela Empresa e servirá para alimentar a medição do grau de utilização e contabilização de avarias em regime de manutenção RCM a propor pelo Fornecedor.

O Fornecedor assegurará a possibilidade de o utilizador – da Empresa – da plataforma poder configurar uma lista acrescida de parâmetros a integrar neste sistema de

monitorização. Deverá ser possível acionar um modo de investigação a partir do qual um técnico da Empresa possa configurar quais os parâmetros a recolher do veículo e taxas de atualização, sendo este último condicionado à aplicabilidade do parâmetro. A ativação deste modo de investigação, e configuração, será enviado pela plataforma sendo assim possível saber qual o veículo, e em que âmbito temporal está o veículo sob investigação.

Em acréscimo, o Fornecedor assegurará a instrumentação dos principais equipamentos de modo a que sejam disponibilizados em plataforma informática, parâmetros e alarmes de estado que possam ajudar na antecipação de avarias e na implementação de manutenção preditiva. Neste contexto, o Fornecedor deverá indicar o número mínimo de parâmetros possíveis de monitorizar, devendo constar no mínimo os seguintes:

- Pantógrafo
 - o Tensão de Entrada
- Motor de Tração
 - o Valor medido pela sonda de temperatura
- Conversor de Tração
 - o Esforço de tração/frenagem eletrodinâmica
 - o Ventilador e Circuito de refrigeração
 - o Temperatura interior do conversor de tração
- Conversor Auxiliar
 - o Carregador de Baterias
 - o Potência consumida instantânea debitada pelo conversor
 - o Temperatura interior do conversor auxiliar
- AVAC
 - o Valor medido pelas sondas de temperatura (exterior, retorno e insuflação)
 - o Registo de deteção de pressões lidas por pressostatos (de baixa ou alta pressão)
 - o Ciclos de funcionamento do compressor (*duty cycle*)
 - o Registo de modos de funcionamento dos moto-condensador e evaporador caso sejam de velocidade variável
- Portas: contagem de abertura e fecho de portas (por porta) incluindo as aberturas consecutivas induzidas pelos passageiros aquando o fecho das portas
- Dados de operação: Linha/Serviço/Sentido de operação (ou via)

- Contagem de kms
- Velocidade do veículo.

Para a execução do aqui requerido deverão ser utilizados sensores instalados no veículo.

26 Ensaios

26.1 ÂMBITO E OBJETIVOS

Os ensaios dos veículos e equipamentos serão responsabilidade do Fornecedor. A Empresa ou Entidade por si indicada, acompanhará os respectivos ensaios e participará na análise dos resultados dos mesmos.

Os ensaios deverão estar em estrita concordância com a demonstração das características específicas e funcionais dos equipamentos e materiais escolhidos no Concurso e das normas aplicáveis à realização de ensaios. Desta forma, a realização dos ensaios deverá gerar evidências com representatividade de natureza contratual.

Realizar-se-ão ensaios tipo tendo como objetivo verificar as qualidades do veículo e dos equipamentos embarcados, de acordo com o serviço a prestar, verificando nomeadamente que o projeto e processo de fabrico, estão corretos e em conformidade com o presente Procedimento. Para as qualidades do veículo que são verificáveis apenas a médio e longo prazo, nomeadamente fiabilidade, durabilidade de componentes específicos e LCC no geral, prever-se-á um mecanismo dedicado para o efeito, nomeadamente:

- o Vida útil das rodas e elementos de desgaste do freio de fricção: a verificação destas características será acompanhada durante a manutenção do veículo e a Receção Definitiva dos veículos será condicionada à demonstração destas características, se necessário, por extrapolação.
- o LCC: esta característica dos veículos constitui um programa vivo a realizar pelo Fornecedor pelo qual haverá um acompanhamento periódico do valor LCC, custo acumulado e projeção futura do custo calculado. Será por isso alvo de análise na Receção Definitiva dos veículos.

Os equipamentos e sistemas que integrem o veículo deverão ser sujeitos a ensaios tipo/isolados (para confirmação das suas características e funções a desempenhar) e a ensaios integrados no sistema de que fazem parte e com o veículo como um todo. Será proposto pelo Concorrente, em fase de apresentação de proposta, o conjunto de ensaios a realizar.

No projeto, e fornecimento, deverá ser considerada a possibilidade de introduzir facilmente as modificações que derivem do ensaio tipo.

As Receções Provisórias dos veículos estarão condicionadas à obtenção de resultados positivos em todos os aspetos abrangidos pelos Ensaio Tipo, Série e Integrados, quer de veículos, quer de equipamentos e sistemas.

Serão por conta e risco do Fornecedor os ensaios e controlos que forem realizados até à Receção Provisória, 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.

26.2 ENSAIOS TIPO E ENSAIOS SÉRIE

Os ensaios, e controlos, dos equipamentos e dos veículos completos são definidos por duas classes de ensaios: ensaios tipo e ensaios série escalonados de acordo com o seguinte:

- **Ensaio tipo, de equipamentos e sistemas, em fábrica:** ensaios em fábrica, seja nas instalações do Fornecedor ou seus subfornecedores, dos equipamentos especificados a serem instalados/integrados nos veículos. Estes ensaios, sendo tipo, servem para demonstrar as qualidades necessárias dos equipamentos e sistemas.
- **Ensaio série, de equipamentos e sistemas, em fábrica:** o mesmo que o anterior, mas respeitante aos ensaios sistemáticos a realizar em todas as unidades entregues, no âmbito do Fornecimento.
- **Ensaio tipo, de veículo, em fábrica:** caso existam e sejam previstos, são ensaios realizados nas instalações do Fornecedor. A realização destes ensaios em fábrica não poderá substituir a realização de Ensaio Tipo nas Instalações da Empresa.

- **Ensaio série, de veículo, em fábrica:** ensaios realizados nas instalações do Fornecedor. A realização destes ensaios em fábrica não poderá substituir a realização de Ensaio Série, de veículo, nas Instalações da Empresa.
- **Ensaio tipo, do veículo, nas instalações da Empresa:** ensaios realizados sobre um exemplar de cada equipamento e veículo completo que terão como objetivo demonstrar o cumprimento das especificações técnicas. A lista de ensaios a considerar deverá prever o referido na norma EN-50125. A realização do ensaio deverá ser realizada tão somente mediante a existência de um procedimento de teste acordado entre o Fornecedor e a Empresa. O Fornecedor deverá facultar todas as evidências recolhidas na execução dos testes. A recusa, omissão, ou redução destas evidências implica a não execução do teste, podendo a Empresa obrigar o Fornecedor a repetir o teste em causa imputando, ao Fornecedor, o custo operacional e humano necessário para repetição do teste;
- **Ensaio tipo de endurance:** estes ensaios têm como objetivo antecipar a possibilidade de identificação de anomalias de construção dos veículos, ou até de projeto ou fornecimento, em condições de marcha em vazio. Nestas condições, os veículos circularão na rede, não transportando passageiros e em condições de operação a acordar com a Empresa. Por estas razões, determina-se como mínimos que o primeiro veículo entregue realize um ensaio de endurance de 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. Durante este ensaio prevê-se que o veículo percorra estas distâncias sem avarias.
- **Ensaio série nas instalações da Empresa:** também designados de marcha, são ensaios realizados 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. Está também incluído todos os ensaios associados ao comissionamento de cada veículo.

Os ensaios série de receção de materiais e equipamentos de subfornecedores serão controlados pelo Fornecedor que informará a Empresa das datas da sua realização com a antecedência mínima de um mês. A Empresa reserva-se o direito de assistir a esses

ensaios ou fazer-se substituir por representante devidamente credenciado. O Fornecedor deverá apresentar e atualizar, sempre que necessário e atenta a antecedência necessária cumprir, um calendário com as datas previstas para a realização de todos os ensaios e entregas de materiais e equipamentos. Esta lista, que fará parte do PIE (Plano de Inspeção e Ensaios), será disponibilizada com a antecedência mínima de dois meses em relação ao primeiro ensaio previsto.

A Empresa reserva-se também o direito de assistir a todos os ensaios tipo pelo que o Fornecedor submeterá para apreciação pela Empresa o calendário para a respetiva realização 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 ter lugar.

No caso de equipamentos, cuja especificação e fabrico sejam os mesmos que os já utilizados noutros veículos, os respetivos ensaios tipo poderão ser substituídos pela apresentação da especificação original, projeto original e relatório detalhado de ensaio tipo já realizado. Estes relatórios gerados em ensaios anteriores serão sujeitos a análise ficando a respetiva aceitação condicionada à aprovação pela Empresa. No entanto, nestes casos, deverá também ser previsto o agendamento e respetiva realização do ensaio para o caso em que a Empresa opte por não aceitar a substituição do ensaio pela apresentação dos documentos mencionados.

26.3 ENSAIOS DOS EQUIPAMENTOS

26.3.1 Ensaios Tipo

O Fornecedor deverá apresentar, em fase de projeto, uma proposta de lista de equipamentos a submeter a ensaio tipo, incluindo as Normas segundo as quais se realizarão estes ensaios. Esta lista contemplará no mínimo os equipamentos listados no Anexo 11 ("Lista de Equipamentos a Submeter a Ensaio Tipo"), (sendo para cada caso seguida pelo menos a Norma de especificação e/ou ensaio indicada).

O Fornecedor submeterá à aprovação da Empresa 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 haja acordo quanto à redação do protocolo.

No Anexo 11 são fornecidos mais detalhes sobre os ensaios.

26.3.2 Ensaios Série

Todos os equipamentos serão submetidos a ensaios série à saída de fábrica que permitam atestar a correta execução do fabrico e aptidão para montagem nos veículos. O Fornecedor submeterá à aprovação da Empresa os protocolos de ensaio com pelo menos três meses de antecedência em relação à realização do primeiro ensaio de cada equipamento. De qualquer modo a redação do protocolo de ensaio terá que estar acordada até uma semana antes do início do ensaio do primeiro equipamento de cada tipo.

26.4 ENSAIOS DO VEÍCULO E PROTOCOLO DE EXECUÇÃO

Os ensaios do veículo serão realizados de acordo com a Norma EN50215:2011 na sua mais recente edição à data de assinatura do Contrato. Será considerada como obrigatória a realização de todos os ensaios listados no Anexo A desta Norma.

Em todos os casos em que a Norma forneça indicações genéricas remetendo para acordo entre a Empresa e o Fornecedor deverá ser apresentada proposta de atuação correspondente. Deverá ainda o Fornecedor enquadrar as exigências definidas no presente Procedimento no quadro normativo relativo ao projeto e ensaios do veículo. Em caso de omissão, a Empresa reserva-se o direito de especificar as condições que considerar mais adequadas.

Após a execução completa e satisfatória dos ensaios em fábrica, o Fornecedor entregará ao representante da Empresa os respetivos resultados, podendo este proceder aos controlos e verificações que tiver por convenientes, pondo o Fornecedor à sua disposição o pessoal e meios necessários.

Logo que considerados satisfatórios, pelo representante da Empresa, os resultados dos controlos referidos e passada vistoria geral, será emitido o “Boletim de Expedição de Fábrica” do respetivo veículo a ser assinado pela Empresa, que permitirá ao Fornecedor a expedição do correspondente veículo para o Parque de Material e Oficinas da Empresa (PMOs) onde se procederá ao comissionamento e respetivos ensaios Tipo do veículo.

Após a realização de todos os ensaios tipo e/ou série nas instalações da Empresa, consoante a aplicabilidade do caso, e antes da entrada em serviço de cada veículo, será realizado um ensaio de endurance com a duração de 5.000 km para o primeiro veículo e 500 km para os restantes. Este ensaio será realizado em condições que permitam reproduzir o mais fielmente possível o serviço de exploração em todas as suas vertentes, incluindo diagramas de marcha, perfil da linha, condições de inversão em terminus, funcionamento das portas em estação, funcionamento da informação ao passageiro, 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 da Empresa. A Receção Provisória do veículo será condicionada pela conclusão positiva deste ensaio.

O Concorrente, deverá apresentar na Proposta o planeamento dos ensaios de 500 Km e 5.000 Km. Em fase de projeto, 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 à Empresa, para validação com uma antecedência mínima relativa de 3 meses contada a partir do primeiro teste a executar.

Todos os ensaios, e controlos, efetuados nas instalações da Empresa serão realizados pelo Fornecedor com a assistência e verificação da Empresa ou por seus representantes. O Fornecedor porá à disposição todos os instrumentos e aparelhagem necessários para a realização dos ensaios. Para os ensaios a realizar em via e na rede, a Empresa fornecerá o pessoal de condução dos veículos, nos moldes definidos nos documentos do Concurso, designadamente o Caderno de Encargos Parte I – Cláusulas Jurídicas.

A realização de cada um dos ensaios em veículos será sumarizada e compreendida entre as partes envolvidas, nomeadamente objetivos, sumário, duração, procedimentos de segurança e forma de proceder. Desta forma, todas as indicações referentes a manobras, a realizar pelo pessoal cedido pela Empresa, deverão ser também expressas em português e só poderão ser cumpridas desde que não contrariem as normas de segurança da Empresa. Os ensaios que devam ser efetuados na rede do SMLAMP deverão prever que a equipa do Fornecedor, participante no ensaio maximize, a

capacidade de desempanagem do veículo em linha. O Fornecedor deverá definir um plano de contingência para realizar o eventual resgate do veículo em teste por um veículo da frota da Empresa.

Os ensaios na rede serão efetuados em horário a definir pela Empresa, e não poderão interferir com o normal serviço de operação comercial.

O Fornecedor garantirá, durante todo o período de ensaios, a presença de equipa técnica, devidamente habilitada e com a necessária experiência em material similar. A substituição, mesmo temporária, de qualquer elemento da equipa técnica será assegurada por outro elemento de pelo menos igual categoria profissional.

Sublinha-se o facto de ser necessária habilitação de condução reconhecida pela entidade competente em Portugal (Instituto de Mobilidade e Transporte) para proceder a qualquer tipo de condução na Rede, incluindo PMO.

26.5 ENSAIOS TIPO – CASOS PARTICULARES

Este capítulo evidencia alguns ensaios do veículo a realizar nas instalações, ou rede, da Empresa que pela sua relevância se descrevem em particular.

26.5.1 Ensaio de Gabarit

O Fornecedor, previamente aos ensaios, fará um levantamento de compatibilidade da infraestrutura do SMLAMP com o gabarit apresentado pelo Concorrente na Proposta do veículo a fornecer sem prejuízo do cumprimento do requisito relativo a gabarit dinâmico constante do ponto 1.2.1. Este estudo será apresentado à Empresa e deverá evidenciar o grau de compatibilidade do gabarit do veículo com a infraestrutura do SMLAMP (incluindo Linhas Rosa e Rubi), designadamente a possibilidade do veículo poder circular em condições de exploração normal na referida infraestrutura em todas as condições de carga, velocidade máxima admissível e cruzamento com os veículos da frota da Empresa.

Assim, o Fornecedor deverá elaborar e executar um plano que confirme que o cálculo apresentado do Gabarit está correto e que o veículo âmbito do fornecimento poderá circular na rede SMLAMP. Deste plano constará:

- o Relação de atividades;

- o Diagrama da rede e localizações na rede de pontos de medição particulares;
- o Equipamentos e instrumentos de medição usados;
- o Critérios e relação de medições a efetuar em cada ponto de rede;
- o Recursos humanos e requisitos de participantes.

Pelo sentido de oportunidade deste ensaio sugere-se que este agregue o ensaio de cálculo de souplesse da suspensão e ensaios de conforto de marcha.

26.5.2 Ensaios de Consumo Energético por Passageiro

O consumo energético do veículo, assumido pelo Concorrente na sua Proposta, em conformidade com o estipulado, será confirmado em ensaio tipo.

Este ensaio específico terá como base os perfis de velocidade apresentados no Anexo 20 ("Perfil de Velocidade da Linha E") e será apresentado nos seguintes moldes:

- o Consumo por passageiro em condições de carga normal CCN (sem recuperação de energia e ar condicionado desligado), devendo as velocidades e acelerações/desacelerações serem as máximas e em conformidade com o perfil de velocidade da via para os troços indicados. Este consumo específico deverá ser menor ou igual a 30Wh/(km*passageiro);
- o Valor de energia, consumido por um veículo em CCN, para o percurso real (ida e volta) da Linha E (entre estação Estádio do Dragão e Aeroporto);
- o Perfil de energia consumida acumulada ao longo do percurso;

Pela especificidade do teste, e implicações contratuais, o Fornecedor deverá garantir que o registo dos dados é acessível à MP aquando a realização do ensaio. O Cálculo e verificação de um consumo superior ao apresentado na Proposta será penalizado de acordo com o definido em capítulo 30 ("Sanções e Penalidades").

26.5.2.1 Cálculo do Consumo Energético

Calcula-se o consumo energético, nas condições definidas para o ensaio, nomeadamente na linha e estações designadas, para um veículo em condição de carga nominal (CCN), ar condicionado desligado, cumprimento da velocidade máxima admissível e definido pelo perfil de velocidades da via em causa, de acordo com o Anexo 20 ("Perfil de Velocidades da Linha E") e respeitando o intervalo de tempo de imobilização do veículo em cada estação, definido no capítulo 1.2.2 ("Desempenho e

Eficiência”). Assistirá o direito ao Fornecedor de repetir o teste (até ao máximo de cinco vezes), caso a repetibilidade seja necessária e justificada.

Divide-se o consumo energético medido no teste, na viagem de ida e volta, pela lotação do veículo e distância percorrida em operação comercial.

$$CETR = \frac{\text{Consumo energético no teste}}{\text{Distância do teste} * \text{Lotação Total do Veículo}}$$

onde:

$$CETR = \text{Consumo energético real por km e passageiro transportado} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{km} * \text{Passageiro}} \right]$$

$$\text{Consumo energético no teste} = \text{Energia consumida pelo veículo no teste} [\text{kWh}]$$

$$\text{Distância do teste} = \text{Distância percorrida em serviço comercial durante o teste} [\text{km}]$$

$$\text{Lotação Total do Veículo} = \text{Número de passageiros em CCN}$$

Calcula-se o desvio entre o valor constatado e o valor anunciado na Proposta:

$$\Delta CET = \frac{CETR - CETP}{CETP} * 100\%$$

$CETP$ = Consumo energético por km e passageiro transportado, conforme apresentado na Proposta $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{km} * P} \right]$

ΔCET – Diferença percentual entre o consumo energético real e o consumo energético anunciado na Proposta, arredondada à segunda casa decimal [xx,xx%]

26.5.3 Ensaios de Sistema de Sinalização Embarcada

Os requisitos aplicáveis aos ensaios a este sistema são os apresentados no capítulo 23 (“Sistema de Sinalização Embarcado”) deste Procedimento.

Não obstante, no âmbito dos ensaios do veículo, o Fornecedor deve compatibilizar os ensaios do sistema de sinalização embarcada com os do veículo, nomeadamente os ensaios tipo e série, com o objetivo da validação conjunta e integrada dos sistemas veículo/sinalização, pelo que, deverá acautelar que estão reunidas todas as condições

técnicas, logísticas, humanas e de fornecimento do sistema ATP/CBTC que permitam planejar e realizar os ensaios em causa.

26.5.4 Ensaios de Contagem de Passageiros

O ensaio em causa deverá cumprir com o referido no Anexo 21 ("Contagem de Passageiros").

26.5.5 Ensaios de Sistema de Apoio à Operação e Manutenção

Os testes relativos a este sistema deverão prever a realização de testes informais de forma a minimizar a mobilização de recursos no ensaio deste sistema. A realização de ensaios deverá ser definida de acordo com um plano de ensaios de forma a testar as partes e transitar para um teste de integração do sistema. Este sistema irá carecer de uma participação ativa por parte da Empresa na medida em que o sistema deverá poder ser gerido/operado a partir de uma plataforma a indicar pela Empresa. Os ensaios deverão propor uma lista de casos de teste que demonstrem a operacionalidade do sistema pelas funções chave, nomeadamente:

- Funcionamento base do sistema na sua configuração padrão;
- Interrogação e configuração do veículo *online*;
- Execução dos testes funcionais gerais dos veículos nas suas funções chave e particulares;
- Repetição dos casos de teste relevantes na presença do ingresso de novos veículos no sistema (*provisioning*) de forma a garantir que o sistema admite a existência de um número indeterminado de veículos, ou determinado, mas dentro da ordem de grandeza da frota objeto deste Fornecimento;
- Emulação de casos de falha de forma a aferir que as proteções previstas do sistema funcionam de acordo com o esperado, nomeadamente por quebra de canal de comunicação e envio de dados por canais adicionais (eg WiFi, 4G ou posterior);
- Verificação de que os dados recolhidos a bordo são coerentes com os dados enviados e residentes na plataforma e na mesa de condução;
- O teste do sistema deverá prever um modo de teste que implemente um equipamento emulador de dados de MVB e injete dados característicos (nomeadamente de falhas) que possam ser identificados na plataforma da

Empresa;

- o O Fornecedor deverá desenvolver um mecanismo de recolha e análise de dados que decorra durante os testes de endurance de forma a potenciar a identificação de casos particulares identificados aquando os testes de endurance. A este patamar de volume e variedade de dados poderemos chamar de modo de investigação o qual será uma funcionalidade intrínseca do sistema passível de ser ativada/desativada *online*.

27 CONDIÇÕES GERAIS DA MANUTENÇÃO

Do Fornecimento fará parte toda a manutenção necessária para o período contratado, designadamente, da manutenção preventiva e corretiva, da mão-de-obra necessária, das ferramentas necessárias para realização da manutenção dos veículos (incluindo os equipamentos de diagnóstico), dos equipamentos ou materiais a substituir, incluindo os de desgaste e de consumo necessários, a respetiva organização de trabalho, métodos e planeamento.

Na Proposta será apresentado um plano global de manutenção sumário que identifique a periodicidade e atividades planeadas a realizar para a manutenção do veículo e seus equipamentos tendo em conta que os veículos deverão ser rececionados nas instalações da Empresa.

A execução das atividades de manutenção deverão ser rastreáveis pelo que todas as avarias, reparações, materiais consumidos e/ou substituídos, pessoal envolvido e esforço de manutenção serão registados em ferramenta de manutenção da Empresa, a qual será oportunamente identificada.

Até 16 meses após a entrada em vigor do Contrato, o Fornecedor apresentará para aprovação do Metro do Porto, a composição da equipa de manutenção conforme o referido no Programa de Concurso, do qual fará parte o perfil exigido para cada função, o nome das pessoas e das entidades envolvidas, assim como os respetivos currícula, onde seja evidenciada a capacidade técnica para a execução das tarefas que lhes sejam cometidas. Eventuais alterações do organigrama ou substituições de pessoas ou entidades terão que ser submetidas à prévia aprovação da Empresa, tendo que ser

explicitada a razão da alteração e a qualificação dos novos meios afetados se for caso disso.

Das atividades de manutenção farão parte, incluindo meios humanos, os abastecimentos e atestos necessários para a operacionalidade dos veículos, bem como as lavagens e limpezas técnicas, designadamente a aspiração de tejadilho e lavagem inferior dos veículos. A lavagem dos veículos nos pórticos de lavagem e aspiração centralizada em equipamento próprio, incluindo a deslocação dos veículos para os mesmos e o seu regresso às posições de parque indicadas pela entidade gestora do PMO será responsabilidade do Fornecedor.

Os custos de água, energia e manutenção dos equipamentos usados, se aplicável, serão partilhados com os outros intervenientes em moldes a acordar após a assinatura do Contrato.

Fará ainda parte das atividades de manutenção, para além do suporte ao operador, ações em linha no sentido de corrigir avarias graves, desempanagem de veículos, recarilamento ou acidentes, que ocorram em qualquer ponto da rede de Metro, devendo o Fornecedor disponibilizar os meios necessários em função da gravidade da ocorrência.

Cada veículo deverá, no mínimo, efetuar lavagem em pórtilho cada três dias, salvo por razões não imputáveis ao Fornecedor. Eventuais atrasos que se venham a verificar serão sancionados, conforme referido no capítulo 30 ("Sanções e Penalidades").

27.1 EXECUÇÃO DO CONTRATO

1. Transferência de veículos

A transferência dos veículos será titulada com um auto de transferência. A entrega de um veículo para atividades de manutenção, é determinada pela Empresa ou por outra entidade por esta designada. A entrega do veículo para operação será feita de forma inversa;

2. O Fornecedor será responsável por se coordenar com as outras entidades e respeitar as regras de transferência de veículos entre Entidades, existentes no PMO (Parque de Material e Oficinas);

3. Será responsabilidade do Fornecedor recolher o veículo desde o ponto de entrega designado, para as operações de manutenção e libertar o veículo nesse mesmo ponto de entrega. Outro procedimento, desde que acordado entre todas as partes, poderá ser aceite.
4. O Fornecedor deverá obter a certificação necessária para cumprir estas e outras movimentações que seja necessário por si efetuar no âmbito deste Contrato.

27.2 OBRIGAÇÕES DO FORNECEDOR

São obrigações do Fornecedor:

- a) Prestar os Serviços com absoluta subordinação aos princípios da ética profissional, isenção, independência, zelo e competência;
- b) A obtenção se e quando aplicável, do suporte dos fabricantes dos equipamentos, necessária para a boa execução do Contrato;
- c) A elaboração de todos os documentos necessários para a boa execução do Contrato, tais como “especificações técnicas”, “desenhos”, “registos”, “procedimentos de teste”, “relatórios de teste”, “instruções de trabalho”; “procedimentos de segurança” e “fichas de registo”;
- d) Não obstante a possibilidade de utilização partilhada de Equipamentos Oficinais a cargo da entidade responsável pela Operação e Manutenção do sistema Metro, segundo processo a acordar entre as partes, deverá o Fornecedor munir-se de todos os demais equipamentos e ferramentas que considere necessários à boa execução dos trabalhos do âmbito do Contrato;
- e) Não divulgar ou comunicar a terceiros, sem expresse consentimento da Metro do Porto, qualquer informação recebida desta no âmbito da execução do presente Contrato;
- f) Garantir o sigilo profissional quanto à informação disponibilizada aos Recursos Humanos afetos à prestação dos serviços objeto do Contrato, concretamente a informação obtida no âmbito da preparação e execução do mesmo.
- g) O Fornecedor compromete-se a não utilizar tal informação para quaisquer outros fins que não os do Contrato;
- h) Sujeitar-se à ação fiscalizadora da Metro do Porto, ou das entidades por esta designadas para o efeito, incluindo Auditorias Internas.;

- i) Comunicar à Metro do Porto, imediatamente e por escrito, a ocorrência de qualquer circunstância que possa condicionar a regular execução das prestações contratuais;
- j) Prestar todos os esclarecimentos que venham a ser solicitados pela Metro do Porto, ao longo da execução do Contrato, dentro dos prazos para isso estabelecidos; A reiteração dos pedidos de esclarecimentos pela Empresa poderá ser entendida como um incumprimento factual a esta obrigação pelo Fornecedor;
- k) Respeitar os circuitos de comunicação ou relacionamento acordados por forma escrita, nomeadamente quando envolvam terceiros;
- l) Coordenar as suas atividades com as do Subconcessionário do Sistema Metro;
- m) Coordenar com o fornecedor da manutenção do sistema ATP/CBTC as atividades de manutenção, nomeadamente a disponibilização dos veículos, espaço em oficina e apoio no diagnóstico das anomalias.
- n) Pese embora as reparações de atos de vandalismo sobre os veículos e acidentes causados por terceiros não estejam incluídas nos custos da responsabilidade do Fornecedor, este deverá estar sempre disponível para efetuar as reparações decorrentes destes eventos. Para tal apresentará orçamento de reparação ou outro tipo de apresentação de custos à Empresa ou a entidade por si designada. Este conceito só se aplica a bens que não estão sob responsabilidade do Fornecedor no momento em que os eventos ocorram.

27.3 CRITÉRIOS GERAIS DA MANUTENÇÃO

A manutenção do material circulante deverá estar baseada num conceito RCM que privilegie a eficiência das atividades de manutenção, procurando a melhoria da disponibilidade dos veículos. A necessidade de ida de veículos às oficinas para atividades de manutenção deverá ser a menor possível no sentido de limitar a realização de quilómetros em vazio.

Os critérios de manutenção deverão orientar a estratégia de manutenção que vise os seguintes objetivos:

- o Preservar a segurança operacional;
- o Melhoria da fiabilidade;

- o Melhoria da disponibilidade;
- o Redução dos custos;
- o Respeito pelo impacto ambiental;
- o Segurança do veículo, passageiros e técnicos de manutenção;

sendo que os critérios base são definidos pelas seguintes famílias:

- *Componentes de baixa fiabilidade e impacto significativo na disponibilidade (FSI – Failure Significant Item)*

Os componentes com menor fiabilidade intrínseca e maior impacto na disponibilidade do veículo deverão ser devidamente identificados e orientadores da atenção a prestar em regime de manutenção. Será sempre tomado como fator a salvaguarda, os reduzidos tempos de paragem e longo espaçamento no tempo, para manutenção.

- *Evitar ciclos de grande revisão do veículo*

Os ciclos de grande revisão deverão ser decompostos em ações de manutenção que permitam uma maior distribuição das atividades de manutenção de forma a maximizar a vida útil dos componentes sem prejuízo da agregação de atividades que resultem da utilização de um momento de oportunidade criado pela imobilização do veículo/sistema em causa.

- *Frequência*

De um modo geral, não deverão existir componentes que requeiram manutenção num intervalo inferior a 15.000km ou três meses de operação, assim como não deverão ser necessárias ações de manutenção destinadas a inspeção/verificação de componentes, para intervalos inferiores a 10.000km (exceto enchimento de azeites, reposição de líquido no sistema de limpa para-brisas, limpeza e passagem em pórtico de lavagem).

O Fornecedor deverá apresentar à Empresa, seis meses antes da receção provisória do primeiro veículo, os planos de manutenção que poderão ser elaborados mediante o conceito que o Fornecedor entender como mais eficiente.

Até ao final do segundo ano de manutenção, o Fornecedor deverá apresentar a estratégia de manutenção baseada num conceito RCM que usufrua da experiência até aí alcançada.

Esses planos de manutenção deverão ser revistos e atualizados durante a execução do Contrato de manutenção, mediante a experiência adquirida e apresentados à Empresa. A não aprovação dos planos de manutenção condicionará a receção definitiva dos veículos.

A abordagem a um método de manutenção RCM é entendida como dinâmica, devendo o Fornecedor identificar características funcionais, interfaces, modos de falha, riscos e fiabilidade dos componentes e sistemas da sua solução. Como base de partida na definição deste perfil funcional do sistema, equipamento ou componente, deverá ainda o Fornecedor apresentar, de forma detalhada, a sua estratégia de manutenção RCM descrevendo-a em termos de ciclos previstos para a vida útil do veículo (visão ao longo do tempo) e, embora de forma resumida, em fase de proposta, pelos seguintes sistemas:

- Bogies
- Caixa
- Portas
- Sistema de frenagem
- Cadeia de Tração
- AVAC
- Acoplamento
- Pantógrafo

Os sistemas que não atinjam os valores intrínsecos de fiabilidade previstos deverão ser submetidos a trabalho de reengenharia no sentido de aumentar a sua fiabilidade. Esses trabalhos e as alterações necessárias daí resultantes serão responsabilidade do Fornecedor.

Para isto, considera-se que ao longo do período de manutenção contratada, e independentemente do plano de manutenção completo apresentado na proposta, o Fornecedor deve especificar qual é a manutenção que se deve aplicar a cada sistema, equipamento ou componente e, especificamente, aos de menor fiabilidade, a fim de otimizar os critérios de manutenção previamente mencionados.

Os dados estatísticos, base de dados, registos de manutenção dedicados e ferramentas de análise constituem objeto de entrega à Empresa. Também serão entregues à Empresa as especificações técnicas, desenhos e estudos realizados no âmbito da

reengenharia do sistema e componente tendo em vista a vida útil do veículo e garantia de fornecimento do componente/sistema em causa.

27.4 MANUTENIBILIDADE

A manutenibilidade de um sistema ou equipamento é uma característica que traduz a sua capacidade para ser mantido ou repostado em serviço num determinado período de tempo, quando são efetuadas ações de manutenção de acordo com o conceito de manutenção em prática e com os recursos considerados necessários, desde que estes recursos estejam disponíveis quando necessários.

A manutenibilidade pode ser medida, entre outros, em MTTR ou em probabilidade de que uma falha seja reparada num determinado período de tempo e num determinado ambiente de manutenção.

Tendo em conta os conceitos acima definidos, o Fornecedor apresentará uma lista de indicadores de manutenibilidade, pelo menos, para os equipamentos dos grupos definidos em 29.2.4 (“Índices de Fiabilidade”). Destes indicadores constará o tempo previsto na substituição dos seguintes equipamentos ou sistemas, nomeadamente e não limitado ao seguinte:

- bogie completo (motor e reboque se aplicável)
- rodas completas
- aros de roda
- motor de tração
- caixa redutora
- elementos de acoplamento elástico da tração
- uma unidade bomba de pressão de frio
- um freio de pinça completo (caliper)
- um disco de freio
- um tacómetro do sistema ATP
- conversor de tração
- conversor auxiliar
- um conjunto de baterias
- ar condicionado cabina de condução
- elementos filtrantes do ar de uma unidade de ar condicionado cabina de condução (1 unidade de ar condicionado)

- ar condicionado salão de passageiros
- elementos filtrantes do ar de uma unidade de ar condicionado salão de passageiros (1 unidade de ar condicionado)
- uma janela
- um para-brisas
- uma folha de porta completa
- um banco de passageiros
- uma lâmpada interior
- um balaústre
- um manípulo de tração
- um visor existente na mesa de condução
- um botão existente na mesa de condução
- algum dos componentes B.T. não instalados no armário da cabina (caso esteja instalado por cima do teto do condutor)
- um fole de intercirculação entre módulos
- um passadiço (mesa deslizante) da intercirculação entre módulos
- um engate
- uma tampa de engate
- um farol

A verificação do cumprimento dos valores apresentados nesta lista será realizada através da análise dos relatórios de manutenção emitidos pelo Fornecedor. Deste relatório deverá ser possível identificar as ações de manutenção realizadas que serviram de base no apuramento destes valores.

Estas aferições serão também utilizadas para confirmar a adequabilidade da documentação de manutenção entregue pelo Fornecedor.

Em caso de incumprimento de qualquer dos valores de manutenibilidade apresentados, o Fornecedor fica obrigado a desenvolver todas as ações necessárias para garantir o seu cumprimento num prazo de seis meses ou outro que seja proposto pelo Fornecedor e aceite pela Empresa.

27.5 ACESSIBILIDADE

Todos os componentes e conjuntos do veículo que devam ser desmontados por avaria ou devam ser revistos por manutenção, estarão montados, na medida do possível, de modo a que sejam facilmente acessíveis, sem necessidade de realizar desmontagens prévias, adotando-se, onde seja possível, um sistema modular.

A desmontagem de equipamentos com recurso a ferramentas standard deve ser privilegiada, na medida do possível.

O projeto do veículo deve ser realizado para conseguir um mínimo tempo de imobilização, em caso de avaria de qualquer dos seus componentes, e uma grande facilidade de revisão.

27.6 UNIFICAÇÃO ENTRE PEÇAS DO MESMO VEÍCULO

Reduzir-se-á ao mínimo o número de peças diferentes do veículo. Com esta finalidade as peças que cumpram funções análogas deverão ser iguais ou terão o maior número de componentes comuns. Este critério será válido, nomeadamente, para os relés, peças de contacto, ligações, interruptores, etc.

27.7 EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

A Proposta incluirá, como âmbito, o fornecimento dos elementos, equipamentos ou meios necessários para testar os equipamentos, tanto elétricos ou eletrónicos como convencionais (mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos), assim como bancos de ensaio, equipamentos simuladores, etc., que permitam uma rápida localização de avarias e manutenção adequada.

Serão providenciados pelo Fornecedor os equipamentos especiais que considere aconselháveis ou necessários para a adequada conservação do material.

27.8 EQUIPAMENTOS OFICINAIS

O Fornecedor será responsável pela utilização dos equipamentos oficinais postos à sua disposição pela Empresa de modo a cumprir as tarefas de manutenção. O uso destes

equipamentos deve ser feito de forma responsável, devendo ser entregues no final do Contrato em excelente estado de conservação.

No “Anexo 12 – Equipamentos Oficiais”, são listados os equipamentos que, embora não garantidos, a Empresa poderá vir a disponibilizar ao Fornecedor no âmbito deste Contrato. Esta lista poderá ser otimizada fruto de informação futura, quer dos veículos, quer da infraestrutura.

As instalações oficiais, e serviços conexos, da Empresa deverão contar com dispositivos de identificação de veículos para controlo de lavagem, aspiração, medição de perfil de rodas pelo que o veículo deverá ser equipado com tags RFID a definir em fase de projeto.

27.9 EQUIPAMENTO DE ELEVAÇÃO DO VEÍCULO EM OFICINA

Fará parte do fornecimento um sistema completo de elevação do veículo completo em oficina, de modo a efetuar as ações de manutenção que para tal o exijam, designadamente, o arreio de um bogie.

Deste sistema farão parte, entre outras, a estrutura de elevação do veículo, macacos de elevação e respetiva mesa de comando, salvo acordo diferente entre as partes que surja por iniciativa do Fornecedor e respetiva aprovação da Empresa.

Os trabalhos de instalação do equipamento em oficina, designadamente, a execução de fossos, caleiras, passagens de cabos, bem como todos os demais necessários para instalação dos equipamentos, serão responsabilidade do Fornecedor.

Deverá ser considerado também o fornecimento de um bogie de emergência que permita retirar o veículo no caso de se perder a função de um eixo/roda do bogie. O bogie de emergência deverá contemplar o apoio no bastidor do Bogie e o apoio na caixa, permitindo o reboque do veículo em caso de um eixo partido ou de rutura da articulação inter-módulos.

27.10 EQUIPAMENTO PARA CARRILAMENTO DO VEÍCULO

O veículo deverá ser projetado para que o carrilamento seja possível realizar em

condições de segurança em qualquer ponto da rede da MP. É da responsabilidade do Fornecedor a elaboração do procedimento de carrilamento.

Fará parte do fornecimento o equipamento necessário para carrilar o veículo, nomeadamente, mas não se limitando, vigas de ripagem, macacos e todos os acessórios para o equipamento funcionar.

O equipamento deverá ser funcional operacionalmente e em segurança em qualquer ponto da rede da Empresa. Deve ser tido em consideração que a plataforma de via existente comporta troços em balastro e em betão.

Este equipamento deverá ser especificado pelo Fornecedor e ser submetido à aprovação da Empresa até 10 meses antes da entrega do primeiro veículo.

27.11 OFICINA E UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS OFICINAIS

Os custos de meios para a execução da manutenção, designadamente, água, eletricidade, limpeza e manutenção dos espaços e equipamentos usados, entre outros, serão do Fornecedor. A Empresa tentará pôr à disposição do Fornecedor, sem encargos, as instalações e os meios referidos no “Anexo 12 – Equipamentos Oficiais”.

No “Anexo 14-PMO de VdE” é apresentado o layout das oficinas que deverão ser usadas para a manutenção desta frota.

A prestação da manutenção contratada será efetuada nas instalações da Empresa com eventual partilha de custos de água, energia, incluindo energia de tração e manutenção dos equipamentos partilhados, se aplicável.

- o A eventual utilização de espaços e equipamentos oficiais será acordada previamente, em coordenação com os demais utilizadores da oficina, se aplicável, e considerando os requisitos e planeamento a apresentar pelo Fornecedor, bem como os superiores interesses de funcionamento eficiente do espaço oficial procurando sempre o ótimo desempenho do sistema de Metro.
- o Todos os envolvidos nas atividades contratadas cumprirão o procedimento existente de trabalhos nas Oficinas (Anexo 13 (“Procedimento Existente de Trabalhos nas Oficinas”) e Anexo 22 (“Sistema de Gestão da Qualidade, do Ambiente e da Segurança”). Estes procedimentos são os existentes à data, devendo ser atualizados num futuro próximo.

- Todos os intervenientes nos trabalhos contratados deverão ter formação adequada para a execução dos trabalhos em causa, o que deve ser comprovado pelo Fornecedor pelo menos 2 meses antes do início das atividades. A ausência de tal demonstração é motivo de exclusão do recurso em causa.
- Não serão disponibilizados pela Empresa, balneários para utilização do Fornecedor.

No Anexo 14 (“PMO de VdE”) apresenta-se detalhe do PMO e das oficinas. São aí identificadas áreas que sugerem diferentes tipos de execução de trabalhos consoante as necessidades e infraestruturas disponíveis.

O Concorrente poderá, caso entenda necessário, verificar *in situ* as instalações oficinais e de estacionamento.

Três meses antes do final do Contrato de manutenção iniciar-se-ão vistorias para a transferência dos equipamentos e vistoria aos espaços oficinais ocupados pelo Fornecedor.

27.11.1 Responsabilidade do Fornecedor

- O Fornecedor será responsável por garantir a qualidade dos materiais utilizados e a boa execução dos trabalhos a seu cargo, em obediência às condições constantes do presente caderno de encargos e às indicações complementares fornecidas pela Empresa.
- O Fornecedor será ainda responsável pelos danos diretos, de natureza patrimonial ou não patrimonial, causados à Empresa ou a terceiros que, independentemente do motivo, e no âmbito de execução das prestações contratuais, resultem da sua execução deficiente, da atuação do seu pessoal, do transporte, carga ou descarga dos bens e equipamentos a utilizar, e, bem assim, da sua interligação com equipamentos da Empresa já existentes e das avarias causadas aos mesmos, por causa a si imputável.

27.11.2 Controlo da Execução do Plano de Manutenção

A realização de um ciclo de manutenção preventiva não poderá exceder, salvo autorização da Empresa, 10% da quilometragem prevista para esse ciclo, sem prejuízo da abordagem RCM.

Todas as atividades de gestão de manutenção, e consequentemente de ativos (veículos, equipamentos, componentes, etc) deverão ser registados na base de dados de gestão de manutenção disponibilizado pela Empresa. Deverá ainda o Fornecedor garantir que este registo é efetuado em ferramenta de gestão de manutenção própria (do Fornecedor) devendo haver exportação de dados para a ferramenta de gestão de manutenção da Empresa.

Os registos de atividades de manutenção deverão permitir análise de desempenho, fiabilidade de vida útil dos componentes de acordo com as exigências de uma abordagem RCM e acompanhamento do programa de controlo LCC.

27.11.3 Manutenção do Sistema ATP/CBTC

A manutenção do sistema ATP/CBTC será efetuada por entidade a contratar pela Empresa.

O fornecimento do equipamento e manutenção do sistema ATP/CBTC é contratado pela Empresa, sendo da competência do Fornecedor a gestão da manutenção do veículo, incluindo a integração da manutenção e funcionalidades associadas ao sistema aqui referido. Assim, em todas as intervenções de manutenção deste sistema, deverá o Fornecedor articular a reparação com o fornecedor da manutenção do sistema ATP/CBTC.

Atendendo a que a prestação do serviço de manutenção do sistema ATP/CBTC é contratada pela Empresa, deverá, também, o Fornecedor manter registo e evidências da relação da prestação do fornecedor do sistema ATP/CBTC sem prejuízo da sua responsabilidade de gestão corrente da prestação da manutenção deste sistema.

27.12 FORMAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O Fornecedor deverá preparar uma equipa inicial de técnicos de manutenção, condutores, reguladores de Operação e formador de formadores de forma a que o veículo possa iniciar os testes nas instalações da Empresa. Para esse efeito, deverá apresentar um plano, documentos didáticos e de formação e emitir certificado de aproveitamento dos formandos.

No decurso do penúltimo semestre de realização da manutenção pelo Fornecedor será

acordada e planeada a forma de transmissão gradual da execução destes trabalhos para os serviços da Empresa, ou para quem a Empresa indicar, decorrendo o processo de transição durante o último semestre de realização da manutenção pelo Fornecedor.

O modo como será realizada a transição terá que garantir que na segunda metade deste período, se assim a Empresa o desejar, a manutenção seja integralmente assegurada pelos serviços da Empresa, ou pela entidade por este indicada, cabendo ao Fornecedor apenas a supervisão técnica dos trabalhos, mantendo o Fornecedor a responsabilidade.

Tendo em conta o objetivo acima mencionado, o Fornecedor organizará durante a primeira metade deste período cursos de formação:

- Para pessoal técnico altamente qualificado;
- Para pessoal técnico e operários de base;
- Para pessoal de operação;

Esta formação na sua totalidade deverá ser submetida à aprovação da Empresa, até 3 meses antes do arranque da mesma.

Em todos os aspetos omissos nesta especificação será cumprido o determinado na Norma NP EN 50126.

28 Sobresselentes

28.1 FORNECIMENTO DE SOBRESSELENTES

Do fornecimento fará parte um conjunto de sobresselentes, definido como “*Lote de Sobresselentes 1*” – Anexo 15 (“*Lote de Sobresselentes 1*”). Este lote de sobresselentes será entregue até à entrega do primeiro veículo, e verificado pela Metro do Porto, sem o qual não se procederá à respetiva receção provisória de qualquer veículo.

Adicionalmente, e a título indicativo, com base na sua experiência no fornecimento de produtos semelhantes (veículos e serviços de manutenção), o Concorrente indicará um 2º lote de sobresselentes e/ou “kits de reparação” que, conjugados com os identificados no Lote de Sobresselentes 1 considere como suficiente para a prestação dos serviços de manutenção nos moldes indicados neste Procedimento. Ainda que necessário para a

prestação do serviço de manutenção previsto, este segundo lote não faz parte do Fornecimento objeto do Contrato.

Para os itens constituintes deste lote, identificado como “*Lote de Sobresselentes 2*” – Anexo 16 (“Lote de Sobresselentes 2”), o Concorrente apresentará preços unitários e quantidades respectivas, nos moldes apresentados na tabela relativa a este item.

Durante o período de manutenção contratada, a gestão de sobresselentes, incluindo aprovisionamento e reposição será feita pelo Fornecedor, de acordo com as seguintes regras:

- O *Lote de Sobresselentes 1* será devolvido à Empresa de acordo com o definido no Caderno de Encargos, Parte I – Cláusulas Jurídicas.
- Mensalmente será apresentado relatório de consumos e reposição de sobresselentes;
- Sempre que seja necessário utilizar equipamentos de baixa rotatividade, tal será imediatamente reportado à Empresa, para além da respetiva menção no relatório mensal;
- Caberá ao Fornecedor a atualização dos sobressalentes que, durante a vigência do Contrato, tenham sido objeto de “retrofit”;
- As condições de armazenagem terão de assegurar que o Fornecedor protege os sobressalentes dos agentes atmosféricos e sempre de acordo com as recomendações dos fabricantes. Elaboração de procedimento que cumpra este requisito é obrigatório;

Para ambos os lotes, serão apresentados os prazos de aprovisionamento de cada um dos sobresselentes, os quais deverão ser cumpridos pelo Fornecedor para, pelo menos, metade da vida útil dos veículos. Durante a vida útil do equipamento, o Fornecedor obriga-se a comunicar atempadamente à Empresa qualquer descontinuidade ou cancelamento de fabrico, por forma a possibilitar a criação dos stocks eventualmente necessários. Em caso de descontinuidade de fabrico o Fornecedor obriga-se, ainda, a encontrar componente alternativo com especificação idêntica e intermutabilidade assegurada.

28.2 GESTÃO DE SOBRESSELENTES

Durante o período de manutenção contratada ao Fornecedor, a gestão de sobresselentes será feita pelo Fornecedor, de acordo com as seguintes regras:

- O local de armazenamento será nas instalações da Empresa, em armazém afeto à manutenção;
- Todos os componentes deverão estar devidamente identificados, nomeadamente as referências em conformidade com o catálogo de peças entregue pelo Fornecedor;
- Mensalmente será apresentado relatório de consumos e reposição de sobresselentes;
- Sempre que seja necessário utilizar equipamentos de baixa rotatividade, tal será imediatamente reportado à Empresa, para além da respetiva menção no relatório mensal;
- Todos os sobresselentes deverão estar sujeitos ao controlo de existências em ferramenta de gestão de manutenção da Empresa e ferramenta própria de gestão de manutenção do Fornecedor.

Em caso de necessidade de fornecimento de elementos estruturais e ou mesmo de módulos completos da caixa ou bogie, para dar resposta a necessidades de reparação por acidente, o Fornecedor deverá assegurar o Fornecimento desses elementos num prazo máximo de 6 meses, após formalização da encomenda.

29 Indicadores de Desempenho

29.1 CONCEITOS GERAIS

Todos os casos não definidos neste capítulo, deverão ter em conta a Norma EN 50126 – “Railway Applications: The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)”.

29.2 FIABILIDADE

29.2.1 Definições

A Fiabilidade dos veículos é um fator relevante atendendo ao impacto no serviço

comercial, eficiência e LCC dos veículos. Por essa razão, a fiabilidade dos veículos será avaliada e deverá ser superior, ou igual, a 15.000km. A fiabilidade mínima é definida pelo valor da fiabilidade de serviço apresentada pelo Concorrente como característica dos veículos do âmbito do seu Fornecimento.

A fiabilidade de serviço traduz a aptidão do veículo em realizar o serviço de transporte, sem apresentar avarias que impliquem a retirada do veículo de linha ou impliquem perturbações superiores a um determinado patamar temporal, de acordo com o que se explica no subcapítulo 29.2.2 (“Fiabilidade de Serviço”). A fiabilidade é calculada mensalmente de acordo com o referido no subcapítulo 29.2.6 (“Cálculo da Fiabilidade”). Caso a fiabilidade de serviço seja inferior ao valor de MDBF teórico, ou fiabilidade mínima, entrará o Fornecedor em incumprimento contratual de acordo com o definido no subcapítulo 29.2.6 (“Cálculo da Fiabilidade”). O Fornecimento, nomeadamente dos veículos, deverá ser fiável sendo que esta característica deverá ser demonstrada de acordo com o definido no subcapítulo 29.2.7 (“Demonstração da Fiabilidade do Projeto”).

29.2.2 Fiabilidade de Serviço

Pela sua natureza, os cálculos de fiabilidade e os respetivos efeitos dizem respeito a todos os veículos que compõem a frota objeto do Contrato, sem prejuízo do referido em 29.2.7 (“Demonstração da Fiabilidade do Projeto”).

Uma vez detetado o incumprimento da fiabilidade, os efeitos deste incumprimento estarão em vigor até que esta fiabilidade mínima seja alcançada, de acordo com os critérios que se expõem mais adiante, considerando uma discretização temporal de um mês. O Fornecedor é obrigado a implementar todas 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 tenham sido substituídos por outros de tipo diverso, ou diferente em resultado do elevado número de avarias dos originais, deverão cumprir o estipulado neste capítulo para os equipamentos originais.

29.2.3 Conceito de Avaria

Avaria 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, quer se produza em oficina ou vias de resguardo (ao efetuar testes ou verificações prévias à entrada em serviço dos veículos), independentemente da hora em que se produza. É também considerada avaria 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 avaria o período que ultrapassou o previsto para a manutenção preventiva.

Embora, para efeitos de gestão de manutenção sejam consideradas como avarias todas as falhas, para o cálculo da Fiabilidade, como indicador contratual, serão apenas consideradas as avarias que motivem a impossibilidade do veículo para realizar serviço de operação regular, nos moldes definidos neste Procedimento, ou paragens em linha superior a 6 minutos.

No entanto, não se considerarão avarias, para efeitos do cálculo da fiabilidade, as anomalias comprovadamente resultantes de:

- Sobrecargas não garantidas;
- Acidentes não atribuíveis ao veículo;
- Uso indevido;
- Operação indevida;
- A exigência de prestações fora dos limites, desde que essa exigência não seja devida a outro equipamento do próprio veículo;
- Vandalismo;

Contextualiza-se um aspeto particular a considerar pelo seguinte: a alocação da fiabilidade, por cada sistema do veículo, constitui um exercício de perícia técnica a desenvolver pelo Fornecedor na sua responsabilidade de conceção do veículo. Atendendo a que a amplitude entre o número de portas mínimo e máximo poderá ser impactante na fiabilidade global do veículo, pela sua relevância operacional e potencial impacto na fiabilidade do mesmo, define-se o caso particular no qual o veículo tenha 8 portas de folha dupla por lado do veículo. Neste caso, atendendo à densidade de portas à disposição do passageiro, para efeitos de cálculo de fiabilidade, o Fornecedor poderá

considerar que o veículo poderá permanecer em serviço na condição que não tenha duas portas avariadas no mesmo lado de um determinado módulo.

Para melhor compreensão das regras de operação vigentes na rede de metro do Porto, apresentam-se nos Anexo 17 (“Condições de Retirada de Veículos de Linha”) e Anexo 18 (“Condições de Disponibilização de Veículos para Serviço Comercial”).

29.2.4 Índices de Fiabilidade

O Fornecedor apresentará uma lista de valores de MDBF (Mean Distance Between Failures), em fase de projeto, dos equipamentos aqui referidos como principais conforme tabela infra. A título indicativo, refere-se que a velocidade média da rede de metro do Porto é 23 km/h.

Dessa lista farão parte pelo menos os equipamentos dos seguintes grupos, com valores apresentados por grupo e pelos equipamentos nele descritos, de forma individual:

Grupo	Sistema	Descritivo
A	Segurança	Equipamentos intervenientes no laço de segurança (Homem Morto, sinais de alarme)
B	Captação de Energia	Pantógrafo, indutância de linha
C	Tração	Conversor de tração, motores de tração, unidade de comando de tração
D	Freio mecânico	Unidade de comando de freio mecânico, atuadores de freio
E	Serviços Auxiliares	Conversor auxiliar, bateria, iluminação, climatização, informação a passageiros
F	Equipamento Pneumático	Produção e armazenamento de ar comprimido (grupo compressor, central de tratamento de ar, depósitos)
G	Comando e Controlo do Veículo	Unidade central de comando, interfaces bus de comando/equipamentos, interface com o condutor, videovigilância, sistema de apoio à operação e manutenção
H	Caixa	Interiores, estrutura, portas, engate;
I	Bogie	Estrutura, órgãos de rolamento, eixos, suspensão primária suspensão secundária, caixa redutora

Os equipamentos atrás listados deverão ser identificados ao nível de quantidade por veículo.

O Fornecedor poderá apresentar para aprovação outros grupos de equipamentos, sendo relevante a coerência e abrangência do conjunto dos grupos.

O Concorrente apresentará na sua Proposta o valor teórico de MDBF do veículo

completo, excluindo equipamento ATP. Valores de MDBF inferiores a 15.000 Km não serão aceites.

Todos os cálculos e demonstrações serão feitos tendo por base MDBF.

29.2.5 Controlo da Fiabilidade

O controlo da fiabilidade, medido pelo MDBF conforme descrito no capítulo 29.2.6 ("Cálculo da Fiabilidade"), constitui o mecanismo pelo qual o Fornecedor e Empresa monitorizam o desempenho da fiabilidade da frota. A fiabilidade será reportada pelo Fornecedor numa base mensal pelo que o binómio cumprimento/incumprimento será determinado em cada mês.

O início da monitorização das características da fiabilidade dos veículos iniciar-se-á no dia 1 do mês M+4, sendo M o mês em que ocorre a receção provisória de cada veículo. Durante este período inicial, cada veículo funcionará num regime invisível ao controlo da fiabilidade, em período de graça. Este regime não exime a responsabilidade de o Fornecedor acompanhar e analisar as avarias que ocorram durante este período. Porém, durante este período de graça, todos os veículos que apresentarem uma fiabilidade inferior a 5.000km, deverá o Fornecedor apresentar uma análise da relação de avarias, e reparações associadas, dos sistemas em causa e apresentar um plano de melhorias que tenham como objetivo melhorar a fiabilidade dos veículos.

Os valores de fiabilidade da frota serão apresentados mensalmente, estabelecendo uma relação clara entre o sistema/componente em falha, identificação do veículo, data-hora e relação.

O controlo da fiabilidade deverá prever mecanismos de observação de aproximação a um patamar de risco de fiabilidade abaixo das suas obrigações contratuais. Assim o Fornecedor deverá reconhecer um patamar de alarme (110% do valor teórico MDBF já referido) a partir do qual o Fornecedor deverá identificar os sistemas, equipamentos ou componentes que mais contribuem para as avarias do veículo. A persistência de valores de fiabilidade abaixo dos referidos 110% do MDBF contratual em mais de 2 meses consecutivos deverá despoletar ações de análise detalhada das condições de avaria, das reparações efetuadas e elaborar um estudo que conduza à análise e implementação de melhorias.

O incumprimento da fiabilidade acontece se, num determinado mês, a fiabilidade de serviço for inferior à fiabilidade mínima. Uma vez detetado o incumprimento da fiabilidade, os efeitos deste incumprimento estarão em vigor até que esta fiabilidade mínima seja alcançada ou excedida, de acordo com os critérios que se expõem mais adiante. Em incumprimento da fiabilidade, o Fornecedor 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 tipo diverso, ou diferente, em resultado do elevado número de avarias dos originais, deverão cumprir o estipulado neste capítulo para os equipamentos originais.

A degradação da fiabilidade da frota abaixo do valor de MDBF contratual deverá lançar prontamente, em menos de 1 mês, um estudo de todas as avarias e reparações ocorridas nesse mês de forma identificar causas específicas, modos de falha, e um plano de implementação de melhorias.

29.2.6 Cálculo da Fiabilidade de Serviço

O valor de MDBF mensal calculado sobre a frota que se encontra nas condições indicadas anteriormente, dividindo a quilometragem total comercial realizada pela frota nesse período pelo número de falhas ocorridas nesse mesmo período.

$$MDBF = \frac{Km \text{ comerciais da frota}}{n^{\circ} \text{ total de avarias na frota}}$$

A fiabilidade (FF) será calculada mensalmente e apresentada como média dos últimos dois meses, conforme fórmula seguinte.

$$FF_n = \left(\frac{Km \text{ comerciais frota}_{n-1} + Km \text{ comerciais da frota}_n}{n^{\circ} \text{ total de avarias na frota}_{n-1} + n^{\circ} \text{ total de avarias na frota}_n} \right) / MDBF_{contratual}$$

em que:

n mês em avaliação

n-1 mês anterior ao da avaliação

$MDBF_{contratual}$ MDBF apresentado na Proposta, também designado por fiabilidade mínima

Caso não ocorram avarias no período dos dois meses a considerar, e desde que a produção quilométrica desses dois meses seja superior ao $MDBF_{contratual}$ apresentado na Proposta, FF_n toma o valor de 100% para o mês em análise.

Caso a produção quilométrica desses meses seja inferior ao valor de MDBF apresentado pelo Concorrente na sua Proposta, a fiabilidade (FF) será calculada por expansão do período de observação por mais meses até que se verifique haver pelo menos uma produção quilométrica igual ao valor do MDBF apresentado pelo Concorrente na sua Proposta:

$$FF_n = \left(\frac{\sum_{i=0}^{m-1} Km \text{ comerciais frota}_{n-i}}{\sum_{i=0}^{m-1} n^{\circ} \text{ total de avarias}_{n-i}} \right) / MDBF_{contratual}$$

m – número mínimo de meses necessários para perfazer uma produção quilométrica superior ao $MDBF_{contratual}$ apresentado na Proposta

O resultado do cálculo deste Indicador é apresentado com 4 casas decimais (xx,xx%).

Para efeitos de gestão de manutenção são consideradas como avarias todas as falhas (incluindo as classificadas como NFF – *Not Found Failure*). Porém, para o cálculo do MDBF e da Fiabilidade, como indicador contratual (FF), serão apenas consideradas as avarias que motivem a impossibilidade do veículo para realizar serviço de operação regular ou paragens em linha superior a 6 minutos.

Para melhor compreensão das regras de operação vigentes na rede SMLAMP, apresentam-se nos Anexo 17 (“Condições de Retirada de Veículos de Linha”) e Anexo 18 (“Condições de Disponibilização de Veículos para Serviço Comercial”).

29.2.7 Demonstração da Fiabilidade do Projeto

A demonstração da Fiabilidade do Projeto é um exercício realizado pelo Fornecedor, com representatividade contratual, e servirá para definir a fiabilidade intrínseca dos veículos entregues à Empresa como âmbito do Fornecimento. A fiabilidade intrínseca da frota é vinculada pela fiabilidade mínima apresentada pelo Concorrente.

A demonstração terá em linha de conta a história de todas as avarias, mês a mês, dos veículos e fiabilidade de serviço.

O período de demonstração da fiabilidade dos veículos iniciar-se-á no dia 1 do mês M+4, sendo M o mês em que ocorre a receção provisória do 10º (décimo) veículo.

À medida que os restantes veículos sejam rececionados provisoriamente, passarão a contribuir para o cálculo da demonstração da fiabilidade nos mesmos moldes que contribuem para o cálculo da fiabilidade de serviço (iniciar-se-á no dia 1 do mês M+4 após a sua receção provisória).

O período de demonstração terminará volvidos 6 meses inteiros, inclusive, e consecutivos de operação dos veículos. Findo o período de demonstração, a fiabilidade intrínseca dos veículos será calculada pela divisão entre a distância percorrida pelos veículos da frota em serviço comercial (quilometragem total comercial) dividida pelo número de avarias ocorridas nesse período, conforme especificado no capítulo 29.2.3 [“Conceito de Avaria”], ou seja:

$$MDBF_{real} = \frac{Km \text{ comerciais da frota}_{\text{período de demonstração da fiabilidade}}}{n^{\circ} \text{ total de avarias na frota}_{\text{período de demonstração da fiabilidade}}}$$

Findo o período de seis meses de demonstração da Fiabilidade de projeto, caso não tenha sido atingido o valor apresentado na Proposta para este indicador, será aplicada a penalidade conforme definido em 30.3.2 [“Incumprimento da Fiabilidade do Projeto”] e será iniciado de imediato novo ensaio de seis meses, aplicando-se de novo todas as regras quer a nível de cálculo de Fiabilidade quer de aplicação de sanções e assim sucessivamente até ser alcançado o valor da Proposta.

29.3 DISPONIBILIDADE

29.3.1 Definições

A Disponibilidade da Frota de Material Circulante é um indicador da existência diária de Material Circulante, em quantidade suficiente e em condições adequadas para efetuar o serviço comercial.

Assim, em cada dia deverão estar disponíveis para Operação:

- **às 7 (sete) horas:** a quantidade máxima de veículos necessários para Operação no período de ponta da manhã, até ao limite da totalidade dos veículos com receção provisória efetuada;

- às 17 (dezassete) horas: a quantidade de veículos necessários para Operação no período de ponta da tarde, até ao limite da totalidade dos veículos com receção provisória efetuada descontada de um veículo.

A quantidade de veículos considerados necessários para Operação é a resultante do Plano de Operação programado para esse dia, acrescido de uma reserva.

A real afetação dos veículos para utilização em Operação será obtida dos registos de Autorizações de Trabalho e Autos de Transferência de Operação para Manutenção, e vice-versa, em moldes a acordar com a Empresa, ou de registos feitos pela Empresa quando realize ações de fiscalização.

Deverão ser deduzidos os veículos que estiverem imobilizados, devido a acidentes causados por terceiros, à quantidade de veículos indisponíveis, sendo que:

- o a imobilização e respetiva dedução do veículo não poderá ser superior a 48 (quarenta e oito) horas; e
- o em caso(s) excecional(ais), que implique(m) trabalhos de reparação estruturais deverá ser submetido um plano de trabalhos alternativo dentro de 48 (quarenta e oito) horas, o qual terá que ser aprovado pela Empresa para ser considerada a dedução do veículo.

O Fornecedor deverá apresentar, numa tabela, para cada observação (às 7h e às 17h) em cada dia do mês, os valores programados (quantidade de veículos necessários, incluindo reservas) e realizados (quantidade de veículos efetivamente disponíveis para serviço comercial), bem como as deduções de veículos a considerar, abrangendo todos os dias e períodos do mês em causa.

29.3.2 Conceito de Indisponibilidade

Os veículos disponíveis para Operação devem estar isentos de avarias e em perfeito estado de funcionamento e conservação.

Para melhor compreensão das regras de operação vigentes na rede de metro do Porto, apresentam-se nos Anexo 17 (“Condições de Retirada de Veículos de Linha”) e Anexo 18 (“Condições de Disponibilização de Veículos para Serviço Comercial”).

Conquanto o Fornecedor demonstre uma ação diligente para a reparação de todos os veículos indisponíveis, independentemente da causa, poderão não se considerar para efeitos do cálculo da disponibilidade os veículos cuja a imobilização é exclusivamente motivada por, pelo menos, uma pelas seguintes causas:

- o Sobrecargas não garantidas;
- o Acidentes não atribuíveis ao veículo;
- o Uso indevido;
- o Operação indevida;
- o A exigência de prestações fora dos limites, desde que essa exigência não seja devida a outro equipamento do próprio veículo;
- o Vandalismo;

29.3.3 Cálculo da Disponibilidade de Frota

Com base nos dados da tabela acima referida será calculado o indicador Disponibilidade de Frota de Material Circulante, tendo por base a média mensal (calculada com base nos valores dos dias úteis, utilizando a seguinte fórmula:

$$DF = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{\text{Mínimo} \left(1; \frac{x_i}{y_i} \right) + \text{Mínimo} \left(1; \frac{z_i}{w_i} \right)}{2} \right]}{n}$$

em que,

i = dia do mês;

n = número de dias úteis do mês;

x_i = número observado de veículos disponíveis às 7 (sete) horas no dia i;

y_i = número previsto de veículos necessários na hora de ponta da manhã no dia i;

z_i = número observado de veículos disponíveis às 17 (dezassete) horas no dia i; e

w_i = número previsto de veículos necessários na hora de ponta da tarde no dia i.

O resultado do cálculo deste Indicador é apresentado com 4 casas decimais (xx,xx%).

29.3.4 Controlo da Disponibilidade

O apuramento da Disponibilidade da Frota iniciar-se-á com a receção provisória do décimo veículo, devendo, no entanto, o Fornecedor desenvolver as ações necessárias para que estejam disponíveis para operação comercial o maior número de veículos possível.

A partir desse dia o Fornecedor determinará o valor do Indicador de Disponibilidade da Frota, integrando no cálculo os veículos que já tenham realizado a receção provisória.

O Fornecedor deverá reconhecer um patamar de alarme para o nível de Disponibilidade da Frota. Desta forma, quando o nível de Disponibilidade Mensal da Frota estiver abaixo de 98%, o Fornecedor deverá identificar os fatores, sejam recursos, sistemas, equipamentos ou componentes, que mais contribuem para a indisponibilidade.

A persistência de valores de Disponibilidade da Frota dentro do patamar de alarme em mais de 3 meses consecutivos deverá despoletar ações de análise detalhada das condições que levaram à indisponibilidade e proceder à implementação de um plano de melhorias.

29.4 REGISTO DE DADOS

As avarias deverão ser registadas em documento próprio, e em tempo útil, cujo formato terá que ser acordado, e enviado á Empresa, no qual o Fornecedor deverá descrever total e fielmente a reparação realizada, se houve substituição ou não de componentes/equipamentos e quais os componentes/equipamentos substituídos (com o respetivo registo de identificação), tempo de reparação, número de pessoal utilizado e competência técnica.

Deverá haver o preenchimento dos seguintes campos:

- Causas das avarias;
- Reparação das avarias;
- Tempos de reparação;
- Pessoal implicado;

As avarias e sua reparação, serão registadas em software de manutenção da Empresa, por técnicos do Fornecedor. Para isto, a Empresa providenciará a ligação a esse

software. Atualmente, o software em uso na Empresa é o NexBITT, apresentado no Anexo 30 – Software NextBITT.

O Fornecedor deverá ainda manter registo em sistema próprio, que permita registar todas as incidências/veículo e análise estatística das mesmas. Deverá ainda ser possível obter análise histórica de dados de Fiabilidade e Disponibilidade.

29.5 RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO

O Fornecedor, produzirá mensalmente um relatório das atividades de manutenção, dedicado à manutenção preventiva e corretiva, devidamente separadas.

Na manutenção corretiva será incluída toda a informação contida no registo das avarias em formato a acordar com a Empresa.

Na manutenção preventiva, estará incluída informação sobre o planeamento de manutenção e o seu grau de concretização real em formato a acordar com a Empresa.

Serão também incluídos neste relatório os seguintes pontos:

- Fiabilidade alcançada.
- Disponibilidade alcançada.
- Hierarquização das causas de avaria em número e impacto.
- Quilómetros percorridos.
- Proposta de melhoria para aumentar a fiabilidade e disponibilidade da frota.
- Estudos de seguimento e melhoria da fiabilidade.
- Passagens em pórtico de lavagem (por veículo) com indicação de intervalos de passagem, por veículo.
- Reengenharia de sistemas e/ou componentes.
- Eventuais propostas de alteração.

Para além disto, o Fornecedor deverá entregar mensalmente um relatório mais pormenorizado, com particular incidência nas avarias ocorridas em exploração, bem como as causas e as ações para evitá-las. A estrutura deste documento será definida entre o Fornecedor e a Empresa.

Os relatórios começarão a emitir-se logo que o primeiro veículo entre em operação comercial.

Adicionalmente, e por ocasião das reuniões de seguimento do Projeto, analisar-se-ão a evolução, as causas das avarias, as modificações propostas e as melhorias dos procedimentos, caso seja necessário.

29.5.1 Seguimento de Equipamentos

Todos os equipamentos dos veículos deverão ter uma placa externa, facilmente visível e perene, com as características principais do equipamento. O conteúdo dessa placa será acordado com a Empresa.

Caso a identificação seja feita pela tecnologia RFID ou equivalente, o Fornecedor deverá providenciar todas as ferramentas necessárias para a sua execução, designadamente, para a leitura e registo.

Dado que um dos objetivos subjacentes do seguimento da fiabilidade é verificar o fabrico adequado dos equipamentos, é absolutamente necessário que, para além da reparação efetuada no veículo, se indique o número de série do aparelho montado e do desmontado.

Os equipamentos reparados deverão ser entregues com relatório detalhado de reparação que permita identificar a(s) causa(s) da avaria por forma a melhorar a fiabilidade do equipamento e, caso se justifique, do veículo.

29.5.2 Avarias Repetitivas ou Sistemáticas

Serão consideradas avarias repetitivas ou sistemáticas as que impliquem que um equipamento ou subgrupo funcional absorva mais de 30% das avarias do grupo a que pertence, independentemente do valor absoluto alcançado no grupo.

Este tipo de análise será efetuado para os veículos, grupos e principais equipamentos, como valor mensal e acumulado desde a origem dos registos.

No caso de ocorrerem este tipo de avarias, ter-se-á em conta o seguinte:

- Poder-se-á exigir a substituição sistemática das peças, aparelhos ou equipamentos, ficando por conta do Fornecedor, para além do custo destes, as despesas de desmontagem/montagem e os efeitos adicionais da paralisação dos veículos.

29.5.3 Avarias que Reduzem a Vida dos Aparelhos

Nas avarias ou defeitos cuja completa reparação implique uma redução evidente da vida útil da peça, equipamento ou sistema, serão imputadas ao Fornecedor, para além da repercussão da imobilização, as despesas originadas na reparação e na avaliação da redução da vida útil.

29.5.4 Avarias que Repercutem na Segurança

Quando uma avaria afetar peças, aparelhos ou sistemas que repercutam na segurança da circulação dos veículos, como por exemplo: fissuras ou defeitos no bogie, nos elementos de rolamento e guiamento, captação de energia, gripagem das transmissões, comando, mecanismos e segurança das portas, engates, equipamento de frenagem, sistema de homem-morto, sinais de alarme e, em geral, todas aquelas de natureza similar, serão consideradas sistemáticas ou repetitivas, sem necessidade de alcançar os valores citados no ponto 29.5.2, salvo que se demonstre de forma fidedigna que a deficiência se encontra exclusivamente no elemento avariado, facto que será verificado através da inspeção dos demais elementos existentes.

Nesta situação, exige-se do Fornecedor a máxima prontidão para realizar as seguintes ações:

- Análise do estado do veículo à entrada na oficina, manipulações efetuadas, pessoal implicado, comunicações a realizar, etc.;
- Realização urgente de uma campanha de inspeção dos elementos da frota e preenchimento do registo correspondente;
- Análise da informação registada nos sistemas de armazenamento de dados;
- Emissão do relatório técnico, com causas e medidas a tomar para evitar novos casos;
- Realização atempada das modificações oportunas;
- Se para a análise minuciosa dos elementos que estão na origem deste tipo de avaria for preciso enviá-los à fábrica do Fornecedor, este envio deverá ser sempre autorizado pela Empresa, sendo todos os custos suportados pelo Fornecedor;

29.5.5 Avarias sem Reparação ou Causa Diagnosticada

Este tipo de avaria será objeto de uma análise particular, tanto pelos prejuízos ao serviço como pela presunção das causas reais, e, conseqüentemente, será objetivo fundamental a sua redução e a incorporação de equipamentos ou sistemas capazes de memorizar estas situações, com o fim de conhecer as circunstâncias da sua ocorrência e prever as possíveis soluções.

A partir da receção provisória do primeiro veículo, o Fornecedor deverá realizar seguimentos específicos deste tipo de avaria, nos aspetos de:

- Unidade concreta e grupo funcional afetado;
- Circunstâncias;
- Possível repetição da avaria no veículo, com efeitos similares ou afins;
- Qualquer outra circunstância ou procedimento para determinar as causas da produção deste tipo de avaria;

Feito isso, o Fornecedor exporá as conclusões e proporcionará os meios técnicos necessários para reduzir o número deste tipo de avarias.

30 SANÇÕES E PENALIDADES

30.1 INCUMPRIMENTO DAS PASSAGENS EM PÓRTICO

Caso não seja assegurada a lavagem em pórtico a cada três dias, para cada um dos veículos e por razões imputáveis ao Fornecedor, a Empresa reserva-se ao direito de sancionar os atrasos que se venham a verificar. As sanções a aplicar regem-se pelas seguintes condições:

- Até ao 7º dia de atraso: 250 euros, por veículo e por cada dia de atraso;
- Após o 7º dia de atraso: 500 euros, por veículo e por cada dia de atraso;

30.2 INCUMPRIMENTO DA DISPONIBILIDADE CONTRATUAL

Se não se tiver cumprido os valores de disponibilidade diária estabelecidos, a Empresa reserva-se ao direito de, na faturação mensal da manutenção, deduzir o montante apurado de acordo com a metodologia abaixo.

Assim, serão calculados diariamente os veículos em falta para cada dia do mês e para os extratos horários estabelecidos (7 (sete) horas – período da manhã e 17 (dezassete) horas – período da tarde) e sancionado o deficit conforme estipulado na seguinte tabela:

ID	Descrição do Evento	Dedução por Evento (Euro)	Tipo
DMCP1	veículo indisponível às 07 horas (1º a 3º veículos)	500,00	por evento, por veículo
DMCP2	veículo indisponível às 17 horas (1º a 3º veículos)	750,00	por evento, por veículo
DMCP3	veículo indisponível às 07 horas (4º veículo ou mais)	1.000,00	por evento, por veículo
DMCP4	veículo indisponível às 17 horas (4º veículo ou mais)	1.500,00	por evento, por veículo

30.3 INCUMPRIMENTO DA FIABILIDADE CONTRATUAL

30.3.1 Incumprimento da Fiabilidade de Serviço

Se FF_n for inferior a 100%, a Empresa reserva-se ao direito de, reduzir a faturação mensal da manutenção desse mês, proporcionalmente ao desvio verificado nesse mês, de acordo com a seguinte fórmula:

Se: $(1 - FF_n) \leq 0,2$

$$\text{Penalidade Mensal } MDBF_n = (1 - FF_n) * \text{Faturação Mensal Manutenção [EUR]}$$

Se: $(1 - FF_n) > 0,2$

$$\text{Penalidade Mensal } MDBF_n = 0,2 * \text{Faturação Mensal Manutenção [EUR]}$$

30.3.2 Incumprimento da Fiabilidade do Projeto

Se no final da demonstração da fiabilidade do projeto, conforme definido em 29.2.7 ("Demonstração da Fiabilidade do Projeto"), o valor MDBF alcançado for inferior ao apresentado pelo Concorrente na sua Proposta, MDBF contratual há lugar à aplicação de uma penalidade calculada conforme a fórmula abaixo:

Se $MDBF_{real} < 20\,000\text{ km}$

$$\text{Penalidade Fiabilidade} = \frac{MDBF_{contratual} - MDBF_{real}}{5\,000} \times 1\,000\,000\text{ [EUR]}$$

Se $MDBF_{real} \geq 20\,000\text{ km}$

$$\text{Penalidade Fiabilidade} = \frac{MDBF_{contratual} - MDBF_{real}}{10\,000} \times 1\,000\,000\text{ [EUR]}$$

No final da primeira demonstração da Fiabilidade de Projeto, e só nesta, caso não se tenha alcançado o valor de MDBF apresentado na Proposta, a penalidade associada a esse teste é reduzida em 50%. Todas as eventuais falhas nas demonstrações subsequentes são penalizadas de acordo com a regra geral definida neste Procedimento.

Esta penalidade é independente da Penalidade associada ao Incumprimento da Fiabilidade de Serviço, medida mensalmente calculada durante a fase de Manutenção e como tal poderá ser cumulativa para os meses que se sobreponham, nos moldes definidos em 29.2 ("Fiabilidade").

30.4 EXCESSO DE CONSUMO ENERGÉTICO

Atendendo às condições de ensaio definidas no capítulo 26.5.2 ("Ensaio de Consumo Energético"), será apurada a diferença percentual entre o consumo energético real e o consumo energético anunciado na Proposta (ΔCET).

Se ΔCET for negativo não há lugar à aplicação de qualquer penalidade ou bónus.

Se ΔCET resultar positivo poderá o Fornecedor solicitar a realização de um novo teste para confirmação do valor obtido, até ao máximo de cinco. Todos os encargos associados à repetição do teste são da responsabilidade do Fornecedor.

A Penalidade PCET é igual a:

Se $\Delta CET \leq 10,00\%$

$$PCET = \Delta CET \times 3\,000\,000\text{ [EUR]}$$

Se $\Delta CET > 10,00\%$

$$PCET = 300\,000 + (\Delta CET - 10\%) \times 6\,000\,000 \text{ [EUR]}$$

em que:

PCET – é o valor da Penalidade por incumprimento do Consumo Energético por passageiro, em euros;

A Penalidade PCET é aplicada uma única vez, ocorrendo o teste até à receção provisória do décimo veículo.

30.5 INCUMPRIMENTO DO PESO

Atendendo às condições definidas em 33.1 (“Excesso de Peso”), será apurada a diferença de peso real de cada um dos veículos, face ao peso apresentado na Proposta.

Se $\Delta P_{eso} \leq 500kg$ não há lugar à aplicação de qualquer penalidade ou bónus.

Se $\Delta P_{eso} > 500kg$ fica o Fornecedor exposto à seguinte penalidade:

$$PP_{eso} = \frac{\Delta P_{eso}}{P_{eso_proposta}} \times 3\,000\,000 \text{ [EUR]}$$

Em que:

PP_{eso} – é o valor da Penalidade por incumprimento do Peso proposto

Esta penalidade é independente para cada um dos veículos.

31 Documentação

31.1 ÂMBITO E CONTEÚDO

Toda a documentação será entregue na sua forma definitiva em língua portuguesa, admitindo-se que as versões de trabalho para aprovação possam ser entregues em língua inglesa, sem prejuízo da Empresa poder solicitar a tradução de documentos entregues como versões de trabalho que considere necessárias, fixando um prazo para a sua entrega, sem que isso possa ser invocado como razão para não cumprimento de

prazos em curso:

O Fornecedor entregará à Empresa todos os documentos, desenhos de conjuntos, subconjuntos, pormenores e esquemas elétricos, eletrônicos, de implantação de componentes, listas de cablagem e listas de material, descritivos do projeto e fabrico do veículo, em formato editável.

Entregar-se-á também, em suporte informático no formato EXCEL, ACCESS ou outro considerado adequado e editável, a arborescência de todos os desenhos do veículo: gerais, conjuntos, subconjuntos e conteúdo, todos eles até a última peça montada no veículo.

O conteúdo desta informação incluirá: número de desenho da Empresa, símbolo, posição no desenho, construtor, número de desenho do construtor, fabricante, número de desenho do fabricante, referência do fabricante, número de elementos por aparelho, número de elementos por veículo, situação no veículo, peso e observações.

Os documentos de informação e manuais de manutenção de todos e cada um dos equipamentos/aparelhos montados no veículo serão entregues em suporte informático e em formato WORD. O conteúdo destes será o mais completo possível, de modo a facilitar a atividade de manutenção e reparação de todos os equipamentos/aparelhos.

Identifica-se como fazendo parte da documentação a fornecer, sem prejuízo da entrega de outros documentos ou conteúdos que a Empresa identifique como necessários, os seguintes:

- Descrição Técnica do Veículo (características técnicas chave).
- Manual de Operação e Condução.
- Manual de Formação de Condutores.
- Manual de Manutenção – estruturado por sistema:
 - a. Descrição Funcional (memória descritiva, desenhos, esquemas de funcionamento, esquemas elétricos) dos vários Sistemas.
 - b. Procedimentos de Manutenção Preventiva:
 - i. Objetivo.
 - ii. Passos a executar e informação associada, incluindo desenhos, esquemas ou fotografias necessárias à correta e inequívoca ação a realizar.

- iii. Lista de peças envolvida (substituição sistemática e condicional), incluindo critérios de aceitação/rejeição dos componentes a substituir).
 - iv. Lista de ferramentas específicas a usar.
 - v. Lista de testes a realizar de comprovação da operacionalidade do componente, ou sistema, se aplicável.
 - vi. Lista de EPIs a usar.
- c. Instruções de diagnóstico e análise de falhas:
- i. Objetivo.
 - ii. Passos a executar, medições a efetuar e conclusões.
 - iii. Lista de peças envolvida (substituição condicional), incluindo critérios de aceitação/rejeição dos componentes a substituir).
 - iv. Lista de ferramentas específicas a usar.
 - v. Lista de EPIs a usar.
- d. Lista de Peças (catálogo eletrônico):
- i. Designação curta.
 - ii. Designação longa.
 - iii. Referência.
 - iv. Desenho/esquema individual.
 - v. Desenho/esquema de implantação.
 - vi. Quantidade por veículo.
- e. Ferramentas especiais aplicáveis, manual de utilização de cada ferramenta e respetivos certificados CE, se aplicável.
- f. Softwares e aplicações informáticas, manual de instalação e utilização e respetivas licenças.
- Plano de Manutenção (atividades preventivas e respetivas periodicidades, calendarização macroscópica do plano RCM).
 - Manual de Histórico do Veículo (retrofits, alterações de HW e SW) e descrição da causa que motivou a alteração.
 - Procedimentos de monitorização de funções, localização de falha, e ajustes;
 - Instruções de manutenção em oficina de componentes substituíveis e reparáveis e dos respetivos subcomponentes reparáveis, incluindo procedimentos de monitorização de funções, localização de falha e ajustes.
 - Documentos, cálculo, certificados, relatórios de ensaio e todos os outros documentos referidos ao longo deste Procedimento.

Sempre que a Empresa identifique a inexistência de informação necessária para a realização de uma determinada atividade, a mesma será solicitada ao Fornecedor, devendo este assegurar a disponibilização da mesma dentro de prazo fixado para o efeito.

Entregar-se-á à Empresa, em suporte informático, no formato Excel, Access ou outro considerado adequado e aprovado pela Empresa, o *Plano de Manutenção* de todos os equipamentos/aparelhos do veículo, com periodicidade e conteúdo das operações (a referenciar como procedimento de manutenção do *Manual de Manutenção*).

Toda esta informação será gerada pelo Fornecedor e terá que ser entregue à Empresa três meses antes da receção provisória do primeiro veículo (exceto plano RCM). Este Plano de Manutenção deverá ser otimizado no decorrer do exercício da manutenção contratada e em função da experiência adquirida, sendo necessário apresentar à aprovação da Empresa o novo Plano antes do final da mesma.

Um mês antes da receção provisória de cada veículo, entregar-se-á à Empresa uma lista identificando os números completos de série e fabrico dos equipamentos principais que estão montados em cada um dos veículos. Exemplos dos equipamentos principais enumeram-se por: caixa, bogie, motor de tração, eixos, cofre disjuntor, cofre motor, conteúdo cofre motor, conversores, inversores, carregador de baterias, (grupo compressor de ar, motor para compressor de ar), grupo de freio hidráulico, engates, intercirculação, unidade de ar condicionado, equipamentos de comunicações, videovigilância, contagem de passageiros, ATP/CBTC, etc. Esta lista deverá ser coerente com os elementos de rastreabilidade constantes na ferramenta de gestão de manutenção da Empresa. Esta relação de equipamentos principais, e associação a cada veículo, constituirá condição necessária para que os veículos iniciem a contagem do período de garantia.

Qualquer modificação que se produza posteriormente à entrega do veículo, e que dê lugar à modificação dos desenhos, deverá ser garantidamente executada a atualização e entrega dos referidos desenhos, especificações técnicas ou outros documentos envolvidos na alteração, no prazo de um mês.

A Empresa poderá exigir os desenhos que considere oportunos para a compreensão do projeto do veículo, sua operação e manutenção. A entrega dos mesmos será feita em suporte informático, em papel e em língua portuguesa.

O atraso na entrega de desenhos, o incumprimento das regras de entrega de informação, ou qualquer outro inconveniente relacionado com a entrega de informação, motivará um prolongamento na garantia do veículo igual ao atraso na entrega da documentação.

A Empresa deverá poder fazer a manutenção adequada dos veículos a todos os níveis de manutenção, designadamente, reparação de acidentes. Para isso, o Fornecedor deverá entregar todos os documentos e informações necessárias de modo à Empresa dispor para a sua utilização de toda a informação necessária, projeto, especificações técnicas, listas de materiais e equivalências, identificação de fornecedores para aquisição de qualquer tipo e materiais, componentes e peças usadas no veículo, protocolos de ensaios, etc., sendo possível utilizar a dita informação em seu proveito ou para disponibilizar a seus subcontratados, mediante acordo de confidencialidade, a fim de adquirir/contratar com eles fornecimentos ou serviços a quaisquer fornecedores que considere oportuno, fabricar e reparar as peças.

31.2 REQUISITOS DE GESTÃO DA QUALIDADE

De modo a controlar o fluxo, e qualidade da documentação, gerada pelo Fornecedor, no âmbito do cumprimento dos seus requisitos contratuais, os seguintes procedimentos mínimos serão necessários:

- **Plano de Qualidade** específico à execução do Contrato.
Deve ter em conta que parte das tarefas serão executadas nas instalações da Empresa enquanto que as restantes serão nas do Fornecedor.
- **Plano de Inspeção e Ensaios (PIE)**
Todos os ensaios tais como Série, Tipo, de Endurance, simples e integrados terão de constar nesta listagem bem como referência ao Procedimento e Relatório de Ensaio, Desenhos e outros Documentos necessários, Data e Local do ensaio e indicação do Pessoal Responsável. Durante os ensaios, caso seja solicitado, deverá ser

disponibilizada documentação de validade da certificação dos instrumentos utilizados.

- **Codificação da Documentação**

Toda a documentação gerada pelo Fornecedor, seja de origem técnica ou não, terá de ser codificada conforme Manual de Códigos - Anexo 19 ("Manual de Códigos") e o envio da mesma cumprirá com o referido no Anexo 24 ("Orientações Funcionais"). Não será aceite documentação que não venha de acordo com este procedimento.

- **Procedimentos Gerais**

Entende-se com Procedimentos Gerais todos aqueles que forem desenvolvidos pelo Fornecedor para equipamentos que venham a ser empregues no veículo sem haver alteração ao mesmo. Portanto será o caso de equipamentos existentes e que serão utilizados sem haver alteração à sua especificação.

- **Procedimentos Específicos**

Entende-se com Procedimentos Específicos os que serão criados "especificamente" no desenvolvimento do veículo para a Empresa. Como exemplo destes procedimentos temos:

- Instruções de montagem, segurança e de manutenção.
- Ensaio Tipo.
- Ensaio Série.
- Ensaio de Endurance
- Ensaio simples (ou de equipamentos isolados).
- Ensaio integrados (de equipamentos ou sistemas e destes com os restantes do veículo, como um todo).

- **Outros Documentos**

Em complemento aos documentos anteriormente mencionados a necessidade de codificação e controlo estende-se a toda a documentação como Cartas, Notas de Cálculo, Relatórios, Planeamentos, Manuais, etc.

Para cumprimento das Normas de Segurança EN 50126, EN 50128 e EN 50129 o Fornecedor deve cumprir escrupulosamente o estipulado desde a fase de Projeto até à implementação da Manutenção, incluindo:

- Elaboração, por entidade independente, do Relatório ISA.
 - Elaboração do Relatório "Safety Case".
 - Elaboração do Estudo de Libertação de Energia e respetiva compatibilidade em túnel no SMLAMP – "Heat Release Rate Curve".
 - Participação na preparação dos documentos de Homologação/Registo junto do IMT.
- **Fluxo de Documentação**
Serve para regular o controlo dos documentos entregues e recebidos pelo Fornecedor. Assim, de modo a haver leitura do estado da documentação emitida pelo Fornecedor, torna-se obrigatório que este mantenha o registo, em tabela, deste fluxo contendo como mínimo a seguinte informação:
- Nome do documento.
 - Referência (Codificação).
 - Data de emissão (e de reenvios).
 - Estado de Aprovação.

Esta tabela será entregue pelo Fornecedor sempre que lhe for solicitado em qualquer fase de execução do Contrato de fornecimento e manutenção.

O Plano da Qualidade terá que ser entregue 3 meses após a data de entrada em vigor do Contrato enquanto que o PIE será entregue 3 meses antes do primeiro ensaio. Ambos os documentos serão submetidos à aprovação da Empresa.

O PIE será o documento de referência central utilizado pelas partes para controlo da realização dos ensaios e, durante a execução do projeto, será devidamente atualizado para acomodar alterações que possam ocorrer.

32 Custo de Ciclo de Vida (LCC - "Life Cycle Cost")

Tomando como base uma vida útil de 30 anos, o Fornecedor apresentará em fase de projeto a análise LCC. O entendimento relacionado com manutenção preventiva, e corretiva, deverá ser ajustado em função do paradigma do modelo de manutenção proposto pelo Fornecedor. Num contexto de manutenção de base RCM, entende-se que poderá permanecer um conceito de realização de atividades de manutenção preventiva, dependendo do grau de implementação da manutenção de base RCM.

O modelo LCC dever-se-á basear na norma IEC 60300-3-3, e apresentado o modelo de custo associado às fases de natureza variável, ou seja, de Operação e Manutenção. De forma a limitar a variabilidade intrínseca da operação do veículo, divide-se o estudo e modelação do custo desta fase pelos seguintes vetores base:

- **Operação:** deverá o Fornecedor considerar o consumo de energia histórico, dos veículos, à data.
- **Manutenção:** deverá o Fornecedor considerar os seguintes elementos de custo (CBS – Cost Breakdown Structure) a modelar:
 - o Suporte logístico (peças sobressalentes);
 - o Manutenção Preventiva de base quilométrica;
 - o Manutenção Preventiva de base temporal;
 - o Manutenção Corretiva;
 - o Melhorias e Renovações;
 - o Programa de gestão de obsolescência programada.

Deverão ser considerados pelo menos os seguintes custos associados à manutenção preventiva, seja de base quilométrica ou temporal:

- Custos não-recorrentes, como por exemplo, custos de aquisição de equipamento e ferramentas de teste, peças sobresselentes iniciais e consumíveis, formação inicial de pessoal, documentação inicial e instalações iniciais;
- Custos recorrentes, como por exemplo, custos de trabalho, peças sobresselentes consumíveis, formação e documentação contínuas;
- O conceito de consumível aplica-se materiais de substituição, ou desgaste, sejam óleos, filtros, rodas, pastilhas de freio, escova de pantógrafo, entre outros. O Fornecedor deverá apresentar a lista detalhada de todos estes consumíveis, definir a previsão de vida útil expectável e critérios de substituição no veículo;
- Substituição de componentes com tempo de vida útil limitado (podem ser recorrentes ou não recorrentes). O tempo de vida útil dos componentes deverá ser apresentado pelo Fornecedor, deverá ser justificado e apresentado critérios de aceitação de continuação/remoção em serviço;
- Separação de custos de manutenção dependentes da distância percorrida e tempo decorrido.

Deverão ser considerados pelo menos os seguintes custos associados à manutenção corretiva:

- Custos não-recorrentes, como por exemplo, custos de aquisição de equipamento e ferramentas de teste, peças sobressalentes iniciais e consumíveis, formação inicial de pessoal, documentação inicial e instalações iniciais;
- Custos recorrentes, como por exemplo, custos de trabalho, peças sobressalentes consumíveis, formação e documentação contínuas;
- Custos de consequências devidas a perda de produção ou capacidade, provocadas por avaria de veículos, incluindo custos de compensação e perda de rendimento [deve ser adotado como valor de referência 5 euros/km, e um valor médio de 15km/avaría].

De acordo com a EN 60300-3-3:2004, o cálculo de custos de manutenção preventiva e corretiva pode ser determinado da seguinte forma:

- **Custo Preventivo:**

- o Custo do material base tempo (PMCT): periodicidade (T) medida em unidade de tempo, quantidade de equipamento (Qi), custo do material (Mi).

$$PMCTi = T \times Qi \times Mi$$

- o Custo do material base quilométrica (PMCK): distância percorrida (D) medida em unidade de tempo, quantidade de equipamento (Qi), custo do material (Mi).

$$PMCKi = D \times Qi \times Meqi$$

- o Custo de pessoal de base tempo (PCT): periodicidade (T), custo de hora/homem (Ch), quantidade de pessoal (Qh), quantidade de material (Qi) e tempo para manutenção (TTMi).

$$PPCTi = T \times Ch \times Qh \times Qi \times TTMi$$

- o Custo de pessoal de base quilométrica (PCK): distância percorrida (D), custo de hora/homem (Ch), quantidade de pessoal (Qh), quantidade de material (Qi) e tempo para manutenção (TTMi).

$$PPCKi = D \times Ch \times Qh \times Qi \times TTMi$$

- **Custo Corretivo:**

- o Custo de material: taxa de falha do equipamento (λ_i), quantidade de equipamento (Q_i), custo de manutenção de cada ação (C_{eqi}).

$$CMC_i = \lambda_i \times Q_i \times C_{eqi}$$

- o Custo de pessoal: taxa de falha do equipamento (λ_i), custo de hora/homem (Ch), quantidade de pessoal (Q_h) e tempo para reparação (TTR_i).

$$CMP_i = \lambda_i \times Ch \times Q_h \times Q_i \times TTR_i$$

Na fase de projeto, relativamente ao custo do ciclo de vida de um veículo, nos moldes aqui apresentados, deverão ser apresentados os seguintes dados:

- **Custo em 30 anos de:**

- o Manutenção corretiva.
- o Manutenção preventiva.
- o Custos energéticos.
- o Renovações (seja por fim de vida útil ou obsolescência).
- o Custo total.

Nota: para este efeito deverá ser tomado um custo de hora/homem de 50€ e o custo da energia estipula-se em 0,135 [eur/kWh] ou outros valores a acordar com a Empresa, à data da elaboração do estudo em causa.

32.1 ENTREGÁVEIS LCC

A apresentação do LCC constitui a referência do custo previsto da manutenção do veículo, a partir do qual desenrolar-se-á a atividade recorrente de análise LCC. Os resultados das análises LCC devem ser documentados em formato de relatório – de emissão anual – deverá permitir à Empresa compreendê-los claramente, bem como as suas implicações, incluindo todas as limitações e incertezas associadas aos resultados, bem como a evolução temporal dos mesmos.

Em qualquer momento de emissão do referido relatório, deverá estar expresso em valor, e gráfico, a projeção inicial do custo de manutenção previsto e realizado acumulado. Sobre o custo previsto, deverá ser – em cada momento – traçada a margem

de incerteza prevista do custo final ao fim de 30 anos. A margem de incerteza será de natureza estatística a qual o Fornecedor deverá fundamentar qual a função probabilística considerada e parâmetros da referida.

O plano deverá ser ajustado no decorrer da vida do veículo e os relatórios deverão apresentar dados, abaixo enumerados, que evidenciem a diferença entre o plano inicial, o plano em vigor e os resultados obtidos no exercício da manutenção do veículo.

Deverá ainda o Fornecedor identificar e analisar tendências, definir critérios de alarme para definição e implementação de ações mitigantes ou de contingência:

- Objetivo.
- Abordagem.
- Impacto expetável.
- Custo de implementação.

A utilização de um subconjunto de componentes do veículo, como sendo os mais representativos no modelo de custo projetado na vida do veículo, deverá ser definido, estudado e classificado, considerando:

- A disponibilidade requerida do veículo.
- A manutenibilidade do componente em questão (seja taxa de falha ou tempo ou tempo necessário a reparar o componente).
- Processo de compras e logística (gestão de fornecedores, tempos de aprovisionamento, existências em armazém, consumos programados e desvios, etc).
- Risco de falha associado à avaria do componente, ou sistema.

O Fornecedor deverá partilhar a base de dados de manutenção, e modelos estatísticos, específicas ao exercício de LCC.

Os relatórios deverão conter, pelo menos, o seguinte:

- **Sumário**: resumo dos objetivos, resultados, conclusões e recomendações da análise. Pretende-se que o sumário seja uma visão geral da análise para tomadores de decisão, utilizadores e outras partes interessadas.

- **Finalidade e Âmbito:** Declaração dos objetivos da análise, da descrição do produto, incluindo o uso expectável do entorno do produto, dos cenários de operação e assistência; hipóteses, restrições que tenham sido consideradas na análise.
- **Análise de modelos LCC:** Resumo do modelo LCC, incluindo os pressupostos mais importantes, descrição da composição da estrutura dos LCC, explicação dos elementos de custos e como são estimados.
- **Discussão:** Discussão e interpretação de resultados da análise, incluindo
 - o Incertezas associadas aos resultados e projeção do custo acumulado ao final da vida do veículo.
 - o Análise de tendências.
 - o Revisão dos alarmes de tomada de ação.
 - o Definição da estratégia de resolução, ou mitigação, de tendências que excedam os níveis de alarme.
 - o Quantificação dos parâmetros de natureza operacional desviantes da projeção inicial que possa justificar desvios das previsões de custos.
 - o Análise estatística da degradação do ativo como base para definição, e implementação, de ações de manutenção.
 - o Qualquer outro aspeto que possa ajudar tomadores de decisão ou utilizadores na compreensão de resultados.
- **Conclusões ou Recomendações:** Apresentação de conclusões relacionadas com os objetivos da análise e lista de recomendações relativas às decisões, que serão baseadas nos resultados obtidos com a análise, bem como a identificação de qualquer necessidade para trabalhos futuros ou revisão da análise.

32.2 DEMONSTRAÇÃO LCC

A análise do LCC será feita em duas fases, com a entrega dos respetivos relatórios:

- No mês seguinte ao da demonstração da fiabilidade do projeto.
- No final do período de prestação da manutenção contratada com a demonstração dos dados apurados à data.

33 Aprovação do Projeto e Inspeção ao Fabrico

Os projetos dos veículos terão que ser necessariamente aprovados pela Empresa, embora esta aprovação não elimine, ou reduza, a plena responsabilidade do Fornecedor

em relação ao projeto, sendo este, por conseguinte, totalmente responsável pelos erros ou omissões que possam existir, tanto na elaboração e cálculos como nos materiais escolhidos, e pelo bom funcionamento do veículo.

Submeter-se-á à Empresa, para a sua aprovação, todos os desenhos gerais de construção, relativos ao veículo e às suas partes, de modo que a Empresa possa formar uma ideia perfeitamente clara do veículo que se vai construir e dos seus componentes, por forma a julgar da sua eficácia teórica.

Como condição imprescindível para a mencionada aprovação de desenhos, deverá ser entregue à Empresa, com antecedência, ou o mais tardar simultaneamente com os desenhos, os cálculos e estudos fundamentais que tenham servido de base para a elaboração dos mesmos.

Nos cálculos deverá ficar demonstrado que o projeto de cada um dos elementos do veículo está desenhado para o seu perfeito funcionamento como conjunto com o resto, quer dizer, que o projeto do veículo não é a união de elementos separados, mas que a caixa, o bogie e todos os outros elementos estão perfeitamente adaptados entre eles para o serviço a prestar. Deverá ainda ficar demonstrado as condições de projeto e cumprimento normativo.

Para facilitar a tarefa de aprovação do projeto e posterior verificação da construção, a Empresa poderá deslocar para as diversas fábricas do Fornecedor, um ou vários dos seus técnicos com carácter pontual ou permanente, para o que o Fornecedor porá à sua disposição um local de trabalho.

A missão principal dos técnicos da Empresa, nesta fase, será a de seguimento da execução do Projeto e dos ensaios que o Fornecedor deverá realizar, para verificar que o projeto responde às exigências dos serviços a prestar.

A Empresa aprovará, comentará ou rejeitará a documentação e materiais submetidos a aprovação pelo Fornecedor, no prazo desejável de quinze dias úteis desde a sua receção.

A correção de todos os erros ou omissões que manifestem na aprovação de desenhos e cálculos será obrigatória para o Fornecedor, tanto sobre a documentação como sobre os próprios veículos.

A Empresa não considerará feita a entrega e, portanto, não efetuará receção provisória nem definitiva, de nenhum veículo a que falte realizar as correções em questão, salvo acordo entre as partes em contrário.

Também, dever-se-á facilitar à Empresa os desenhos das ferramentas especiais que sejam necessárias para a manutenção posterior dos veículos, considerando igualmente que os moldes, modelos, ferramentas específicas para desmontagem/montagem e calibres deverão ser conservadas.

Estas ferramentas, e respetivos desenhos, deverão ser entregues com antecedência ou simultaneamente com a entrega do primeiro veículo, sem o qual não se procederá à respetiva receção provisória, salvo outro acordo entre o Fornecedor e a Empresa.

Os moldes e modelos atrás referidos serão armazenados pelo Fornecedor durante um período mínimo de 20 anos. Se por qualquer motivo após este período o Fornecedor pretender cessar o respetivo armazenamento terá que os entregar à Empresa sem qualquer custo.

A Empresa efetuará a inspeção do projeto, fabrico, ensaios, etc., por meio de técnicos inspetores que livremente designará entre o seu pessoal ou fora dele. Tal inspeção não comprometerá à Empresa nem libertará total, ou parcialmente o Fornecedor da plena e exclusiva responsabilidade sobre a qualidade, prestações e condições contratadas. O Fornecedor fica obrigado a estabelecer um plano de controlo de qualidade, tanto para a receção de materiais como para o fabrico, que será entregue para a sua aprovação e seguimento, que será entregue à Empresa até 3 (três) meses após a assinatura do Contrato.

O Fornecedor facilitará ao serviço de inspeção pela Empresa todo o tipo de facilidades para o desempenho da sua missão, permitirá o livre acesso tanto nas suas próprias oficinas como nas de outras fábricas que fabriquem materiais ou elementos para os veículos, colocará à sua livre disposição todos os dados necessários para chegar ao conhecimento da qualidade dos produtos, assim como os ensaios a que se deve submeter o material para demonstrar, à priori, que cumpre com as especificações.

De modo a gerir a relação contratual o Fornecedor, sem prejuízo do referido em outros capítulos deste Procedimento, durante as fases de Engenharia, Fabrico e Ensaios, deve cumprir o seguinte Procedimento sequencial de emissão e aceitação da documentação:

Fases de Projeto:	Documentação a Emitir:	Comentários:
Engenharia de Conceção do Veículo	<ul style="list-style-type: none"> Especificação Preliminar dos Equipamentos e Veículo. Estudos de Conceção do veículo e Interface com o SMLAMP. Cálculos e Desenhos de Conceção. Gabarit. 	Pretende-se, nesta fase, verificar/confirmar as características técnicas apresentadas na Proposta.
Engenharia de Equipamentos/Veículo	<ul style="list-style-type: none"> Especificações Finais dos Equipamentos e Veículo. Estudos Finais do veículo e da Interface com o SMLAMP. Cálculos e Desenhos Finais. Cálculo Final do Gabarit. 	Pretende-se aceitar as características técnicas finais dos equipamentos e do veículo. Aceite para produção após confirmação pela Empresa.
Ensaios Tipo dos Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> Especificação do Ensaio Tipo de cada equipamento no veículo. Protocolo do Ensaio Tipo de cada equipamento no veículo. Relatório do Ensaio Tipo de cada equipamento no veículo. 	Nesta fase procede-se aos ensaios Tipo dos equipamentos e sua aceitação pela Empresa para montagem nos veículos.
Ensaios Tipo do Veículo	<ul style="list-style-type: none"> Comissionamento do veículo. Especificações dos Ensaios Tipo no veículo. Protocolos dos Ensaios Tipo no veículo. Relatórios dos Ensaios Tipo no veículo. 	Esta é a fase de verificação e aceitação do desempenho do veículo e respetiva confirmação com os requisitos contratuais.
Ensaios Série dos Equipamentos/Veículo	<ul style="list-style-type: none"> Protocolos dos Ensaios Série dos equipamentos e do veículo. Incluindo Relatórios comprovativos da sua realização. 	Acompanhamento da conformidade dos equipamentos e veículo.
Validação e Homologação/Registo no IMT	<ul style="list-style-type: none"> Ensaios de Endurance do veículo. Documentação de acordo com a EN 50126, EN 50128 e EN 50129. Dossier de suporte para registo no IMT. 	Fase de Validação do veículo e Registo no IMT.

Outra Documentação	<ul style="list-style-type: none">• Manual de Condução.• Plano de Manutenção.• Manuais de Manutenção.• Procedimentos de Segurança, Qualidade e Operacionais.• Etc.	Para suportar a Fase de Garantia e Manutenção-
--------------------	--	--

Toda a documentação emitida pelo Fornecedor, incluindo Atas de Reunião de Revisão de Projeto, terão de ser comentadas e aprovadas pela Empresa (deverá ser prevista várias interações até à aceitação pela Empresa). Os documentos acima referidos só se dão como aceites após confirmação pela Empresa. Até lá serão documentos de trabalho.

33.1 PESO DO VEÍCULO

Será indicado na Proposta o valor da tara do veículo sendo que o peso total do veículo não poderá exceder a carga por eixo admissível pela Via.

O Concorrente indicará na sua Proposta o peso global de cada veículo e as cargas de cada um dos seus eixos, ou rodas, que deverão ser o mais uniformemente distribuídas e cumprir as Normas vigentes.

O peso que resulte em excesso, ou em defeito que resulte por qualquer modificação proposta pela Empresa, ou pelo Fornecedor com aprovação da Empresa, repercutirá diretamente no peso teórico estabelecido neste capítulo, desde que justificado.

33.1.1 Cálculo do Peso

Calcula-se o desvio entre o valor constatado e o valor anunciado na Proposta:

$$\Delta P_{eso} = P_{eso_real} - P_{eso_proposta}$$

Em que:

ΔP_{eso} – é a variação de peso que um dado veículo apresenta, face ao peso com que o Concorrente se comprometeu em fase de proposta

P_{eso_real} – é peso efetivo que o veículo apresenta

$P_{eso_Proposta}$ – é peso do veículo com que o Concorrente se compromete em fase de proposta (peso teórico)

Admitir-se-á uma tolerância no peso indicado de + 500 kg por veículo, sem haver lugar a penalizações. Caso esta tolerância seja ultrapassada, será determinada uma penalidade por excesso de peso, nos moldes definidos em 30.5 ("Incumprimento do Peso").

34 Programas Informáticos (Software)

O Concorrente garante que o HW (Hardware) embarcado suportará, sem quaisquer custos para a Empresa, as versões de SW (Software) e que vierem a ser necessárias instalar durante o período de 10 (dez) anos contados a partir de receção definitiva do último veículo. Depois deste período deverá ser garantido o suporte e continuidade das soluções dos equipamentos e software durante a vida útil do veículo.

Os HW e SW de manutenção e dos equipamentos de testes fornecidos têm que ser compatíveis pelo menos com versão 64 bits e com o Windows 10 – Professional.

As versões do SW deverão ser instaladas depois de testes conclusivos e integrados que permitam garantir a compatibilidade com as restantes versões.

Todos os desenvolvimentos específicos para o Projeto da Metro do Porto, respetivo código fonte e parametrizações serão propriedade da Metro do Porto.

Todos os Software devem ter menus de interface com o utilizador em língua portuguesa.

35 Garantias

Todos os fornecimentos propostos, para execução do objeto do concurso, terão que obedecer às condições de garantia especificadas nos documentos do Concurso.

36 SAFETY CASE E ISA PARA TODOS OS VEÍCULOS

O processo de conceção, validação, verificação, montagem, testes e colocação do serviço deve seguir as normas CENELEC em vigor, nomeadamente, EN50126, 50128 e 50129.

Tomando como referência a conceção do veículo, o Concorrente deve realizar a sua própria identificação de Perigos, análise de riscos e requisitos de segurança devendo criar, conseqüentemente, o seu próprio Registo de Perigo(s), onde indicará os riscos (causas e conseqüências dos mesmos) pelos quais é responsável.

Na fase inicial do projeto o Fornecedor deve especificar os requisitos de segurança usados nos subsistemas e seus componentes, incluindo requisitos SIL (*Safety Integrity Level*) para as funções de segurança do veículo. O relatório de alocação dos requisitos SIL deverá ser disponibilizado pelo Fornecedor para validação da Empresa.

Assim, o Concorrente é responsável pela análise de risco do veículo e seus subsistemas, devendo para isso desenvolver o *Safety Case* em fase de projeto e *Safety Case* em fase de fabrico, testes e comissionamento e integração na rede da Metro do Porto.

Na fase de projeto o Fornecedor deverá preparar com a devida antecedência o processo de *Safety Case* e relatório ISA relativo ao projeto (design) do veículo.

É da responsabilidade do Fornecedor:

- Avaliar o impacto na segurança de qualquer alteração de projeto, de fabrico ou de *retrofit* nas instalações da Empresa.
- Assegurar que qualquer alteração quer seja funcional, de hardware ou de software) não afeta negativamente o nível de segurança.
- Propor, se necessário, medidas de mitigação de minimização dos riscos.
- Registrar e documentar a avaliação do impacto das alterações na segurança.

Na fase de fabrico, teste e comissionamento dos veículos o Fornecedor deverá preparar com a devida antecedência o processo de *Safety Case* e relatório ISA relativo á fase de fabrico, montagem, teste e comissionamento e integração na rede da Metro do Porto do veículo.

Os *Safety Case* e relatórios ISA atrás referidos devem abranger todos os veículos.

As condições de Aplicação de Segurança (*Safety Related Application Cases*) que resultem do projeto, montagem, Testes, Comissionamento e Colocação ao Serviço dos veículos devem ser apresentadas em tempo oportuno com mínimo de 30 dias úteis de antecedência relativamente à data da colocação em serviço dos veículos. Estas serão sujeitas à análise, verificação e aceitação pela Metro do Porto e subconcessionária da Metro do Porto, sempre que aceites e aplicáveis serão integradas nos respetivos procedimentos operacionais e de manutenção da rede da Metro do Porto.

É da responsabilidade do Concorrente a Avaliação Independente de Segurança de todo o processo, esta deve ser realizada por uma entidade independente (ISA), independente da organização do Concorrente e acreditada segundo as normas EN ISO/IEC 17020 e 17065.

O Concorrente deve previamente propor para aceitação da Metro do Porto a entidade ISA com respetiva evidencia de cumprimento das normas atrás referidas.

37 SAFETY CASE E ISA DE INTEGRAÇÃO NA REDE METRO DO PORTO

A Avaliação de Segurança global de integração dos veículos no Sistema Metro, incluindo o respetivo ISA, com identificação de riscos e medidas de mitigação a adotar, para reduzi-los a um nível de tolerável ou baixo, será efetuado por entidades contratadas pela Metro do Porto.

Neste âmbito, o Concorrente obriga-se a colaborar, efetuar os ensaios, prestar todas as evidencias e esclarecimentos e, fornecer toda a documentação necessária para a correta integração dos veículos deste fornecimento, no processo global do Sistema Metro, tendo em consideração os fornecedores e entidades intervenientes na completa integração dos veículos.

É da responsabilidade do Concorrente a análise das interfaces de segurança do veículo e seus subsistemas com os restantes sistemas do sistema Metro na fase de projeto e na fase de testes e comissionamento evidenciando e disponibilizando todos os documentos, informações e planos de validação e verificação solicitados pela entidade responsável pela avaliação global do sistema referida atrás.

No “Anexo 29 – Integração dos veículos” apresenta-se, como orientação com origem em processo semelhante, a indicação dos interfaces e requisitos documentais necessários em fase de projeto e teste e comissionamento

37.1.1 Ensaios de comprovação de compatibilidade

Todos os ensaios necessários para assegurar a compatibilidade com a rede de metro do Porto serão responsabilidade do Fornecedor. Destes, farão parte, entre outros, os de integração na rede, incluindo compatibilidade com circuitos de via e contadores de eixos.

Os ensaios serão submetidos a especificação técnica, protocolo de ensaios e decorrerão a expensas do Fornecedor. No final serão elaborados pelo fornecedor os respectivos relatórios para aprovação da Metro do Porto.

37.1.2 Ensaios requeridos pelo ISA e Safety Case

São responsabilidade do Fornecedor, para além dos ensaios referidos neste Caderno de Encargos, todos os outros que sejam necessários efetuar para cumprimento dos processos ISA, Safety Case ou outros necessários para a homologação dos veículos,

38 HOMOLOGAÇÃO DOS VEÍCULOS

O IMT atuará como autoridade para revisão e decisão de aceitação da documentação de segurança realizada e submetida pelas diferentes entidades (Concorrente, Fornecedor do sistema ATP/CBTC, avaliação de segurança do sistema e ISA) envolvidas na conceção, fabrico, testes e comissionamento dos veículos no sistema metro, assim, o processo de homologação dos veículos cumprirá todos os requisitos legais e normativos em vigor e/ou exigidos pelo IMT, designadamente, mas não se limitando, aos referidos na EN50125 e apresentados no “Anexo 29 – Requisitos para ISA e Safety Case”.

Faz parte do dossier de homologação a seguinte documentação a ser providenciada pelo Fornecedor:

- Safety Case do projeto do veículo e respetivo relatório ISA
- Safety Case cobrindo o fabrico e ensaios do veículo e respetivo relatório ISA para toda a frota
- Safety Case e relatório ISA de Integração do Veículo na rede da Metro do Porto
- Safety Case e relatório ISA para toda a frota do sistema ATP ou CBTC (Responsabilidade Fornecedor do Sistema ATP/CBTC)
- Descrição Funcional do Veículo
- Lista dos manuais de manutenção

- Plano de Manutenção
- Manual do Condutor
- *Vehicle History Book* de cada veículo
- Lista dos Ensaios de Tipo e de Série efetuados
- Matriz de software instalados
- Declaração de aptidão para transporte de passageiros na rede de metro do Porto
- Outros requisitos indicados na Legislação caso exista.

Com a entrega de toda a Documentação e a aprovação dos *Safety Case* e relatórios ISA finais, o MP solicitará ao IMT que dê autorização para iniciar a Operação Comercial dos veículos na rede Metro do Porto.

39 CIBER SEGURANÇA

A cibersegurança apresenta como objetivos a proteção dos dados, dos sistemas, das interfaces e das redes contra ameaças.

As ações de cibersegurança previstas neste caderno de encargos procuram mitigar os riscos cibernéticos. Esta mitigação passa pela gestão de riscos, da elaboração da matriz de riscos, da gestão de vulnerabilidades, da resposta a incidentes, de parcerias com fornecedores especialistas em segurança, de atualizações de segurança, de formação em cibersegurança, da adoção da criptografia de dados em repouso e em movimento e através de sistemas de proteção e deteção de ameaças.

39.1 ENQUADRAMENTO DA CIBERSEGURANÇA NO SMLAMP

O Sistema de Metro Ligeiro da Área Metropolitana do Porto (SMLAMP) é um sistema de transporte de pessoas em modo ferroviário constituído por infraestruturas civis e técnicas, sistemas / subsistemas / equipamentos e veículos de material circulante.

Este ponto pretende enquadrar os fornecimentos de material circulante no quadro legal e regulamentar em vigor, perspetivando o conjunto de obrigações e responsabilidades do fornecedor e da sua cadeia de fornecimento. De seguida são indicadas as principais obrigações que resultam no quadro legal e regulamentar em vigor e que se aplicam a este fornecimento.

- No cumprimento das obrigações da Lei n.º 46/2018, de 13 de agosto (Regime Jurídico da Segurança no Ciberespaço, transpondo a Diretiva (UE) 2016/1148) - NIS, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 65/2021 de 30 de julho, o Regulamento n.º 183/2022 que configura a instrução técnica relativa a comunicações entre as entidades e o Centro Nacional de Cibersegurança, a Metro do Porto, SA e a sua cadeia de fornecimento, na sequência da notificação do Centro Nacional de Cibersegurança, de 15 de junho de 2021, foi identificada como Operador de Serviço Essencial, inserida no setor Transportes, subsetor de Transporte Ferroviário.
- A Diretiva (UE) 2022/2555 – NIS2, de 14 de dezembro de 2022, relativa a medidas destinadas a garantir um elevado nível comum de cibersegurança, estabelece que a Metro do Porto e a sua cadeia de fornecimento, como Entidade Essencial, sendo que:
 - a. Para Fornecedores e as Cadeias de Abastecimento, a Diretiva prevê a exigência de qualidade e conformidade ligada aos controlos e processos dos serviços a estabelecer e a manter, e os controlos para gerir os riscos de cibersegurança e da segurança da informação.
- A adoção das medidas de segurança da informação e cibersegurança adequadas do fornecedor torna-se imperativa, em conformidade com as melhores práticas e padrões do mercado, incluindo, mas não se limitando a, normas mais gerais como a serie ISO 2700x, a IEC 62443 series, a IEC 63452, a CLC/TS-50701 Railway applications – Cybersecurity, a EN 50126, e NIST, e os guias específicas do material circulante TN2312 Iss 1 Rolling stock – cyber security essentials, RIS-2700-RST - *Rail Industry Standard for Verification of Conformity of Engineering Change to Rail Vehicles* and RIS-0745-CCS *Client Safety Assurance of High Integrity Software-Based Systems for Railway Applications*. e do setor Transporte Ferroviário como o *ENISA Railway Cybersecurity - Security measures in the Railway Transport Sector*, *ENISA Railway Cybersecurity Good practices in cyber risk management* e *UIC-Guidelines for CyberSecurity in Railways*.

39.2 MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Neste ponto indicam-se as principais medidas que o Fornecedor deverá adotar no sentido de cumprir as obrigações e minimizar os riscos.

Para garantir o cumprimento os requisitos, o Fornecedor deve fornecer e colocar ao serviço, as soluções, os meios, os serviços e as ferramentas para garantir a segurança cibernética, principalmente a disponibilidade, a integridade e a confidencialidade da informação, dos dados, dos sistemas, das interfaces e das redes, contra potenciais ameaças e tentativas de intrusão, e que permitam minimizar os riscos cibernéticos.

As medidas de gestão dos riscos de cibersegurança devem ser implementadas e concretizadas pelo Fornecedor através de metodologias que passam obrigatoriamente por:

- 1) A identificação, análise, avaliação e mitigação de riscos;
- 2) A elaboração da Matriz de Riscos;
- 3) A avaliação de *Cybersecurity Cases* (para demonstrar a minimização dos riscos e das ameaças);
- 4) Os procedimentos de gestão de incidentes e de respostas aos incidentes;
- 5) A segurança no desenvolvimento, na aquisição e na manutenção de sistemas, software, hardware, interfaces, redes, no tratamento da informação e dos dados.
- 6) A formação em cibersegurança aos diversos intervenientes;
- 7) A avaliação da eficácia das medidas de cibersegurança implementadas;

É importante garantir que a segurança da informação, a gestão do risco, a resiliência dos sistemas, a continuidade de serviço, a cibersegurança, a segurança dos dados e a criptografia nos serviços prestados, de modo a minimizar possíveis riscos de segurança cibernética e garantir a confidencialidade, integridade e a disponibilidade dos dados, da informação e dos sistemas.

39.3 DOCUMENTAÇÃO

Para cumprir de forma objetiva os requisitos de cibersegurança e segurança da informação, deverá ser entregue à Metro do Porto, no âmbito deste fornecimento, os seguintes documentos, concretizam a aplicação das medidas e dos requisitos normativos:

- 1) Manual de Cibersegurança do veículo e dos sistemas conexos;

- 2) Políticas, processos e procedimentos de segurança da informação e de cibersegurança implementados pelo Fornecedor;
- 3) Gestão de riscos (matriz de risco/controles/risco residual)
- 4) Gestão de ativos, mudanças e configurações;
- 5) Gestão de identidade e acesso;
- 6) Gestão de ameaças e vulnerabilidades;
- 7) Partilha de informações e comunicações;
- 8) Caracterização da segurança das interfaces externos e internos;
- 9) Resposta a eventos e incidentes para a continuidade de operações;
- 10) Análise da Cadeia de Fornecimento e Gestão de Dependências.

39.4 GESTÃO DO RISCO

Na gestão de risco, prevista no ponto anterior o Fornecedor, deverá de forma detalhada responder aos seguintes pontos:

- 1) Identificar de ativos críticos que podem ser alvo de ameaças cibernéticas;
- 2) Elaborar uma matriz de risco com a análise das ameaças e vulnerabilidades, identificar possíveis cenários de riscos e avaliar a probabilidade de um ataque cibernético afetar a segurança e a operação do sistema ferroviário;
- 3) Implementar controlos de segurança cibernética adequados, incluindo medidas técnicas, organizacionais e de gestão, para mitigar os riscos identificados;
- 4) Avaliar as interfaces internas e externas, com o objetivo de minimizar os riscos para um risco residual;
- 5) Prever a revisão e melhoria contínua através de revisões regulares do programa de segurança cibernética e implementar melhorias contínuas para garantir que os riscos cibernéticos sejam geridos de forma eficaz e eficiente;
- 6) Fornecer soluções informáticas que deverão preferencialmente automatizar a deteção de vulnerabilidades, de tentativas de intrusão ou outros riscos, e a proteção e recuperação dos dados, da informação, dos sistemas e das redes fornecidas;

- 7) Realizar formação e documentação adequada em segurança cibernética para os funcionários e contratados envolvidos na operação e manutenção do sistema, para garantir a conscientização e adesão às políticas e procedimentos de segurança cibernética.
- 8) Promover nas soluções entregues o suporte em práticas de *security by design e by default*.

39.5 RESPONSABILIDADES GERAIS

O Fornecedor de Material Circulante deve tomar medidas adequadas para gerir os riscos cibernéticos colocados à segurança.

O Fornecedor de Material Circulante deve tomar medidas para prevenir e minimizar o impacto de incidentes cibernéticos, com vista a garantir a continuidade desses serviços, a segurança dos bens, dos veículos e das pessoas.

40 Anexos

Anexo 1 – Referência de Veículos Semelhantes e Dados Históricos

Anexo 2 – Manual de Condução

Anexo 3 – Gabarit Dinâmico

Anexo 4 – Interface entre Cais e Estribo da Porta de Passageiros

Anexo 5 – Traçado e Perfil Longitudinal da Via

Anexo 6 – Critérios de Projeto

Anexo 7 – Modelos de Para-choques de Linha

Anexo 8 – Engates MP

Anexo 9 – Descrição da Rede Wi-Fi Atual e os Requisitos da Nova Rede Wi-Fi
Embarcada

Anexo 10 – Sistema de Sinalização Embarcada (Onboard)

Anexo 11 – Lista de Equipamentos a Submeter a Ensaio Tipo

Anexo 12 – Equipamentos Oficiais

Anexo 13 – Procedimento Existente de Trabalhos nas Oficinas

Anexo 14 – PMO de VdE

Anexo 15 – Lote de Sobresselentes 1

Anexo 16 – Lote de Sobresselentes 2

Anexo 17 – Condições de Retirada de Veículos de Linha

Anexo 18 – Condições de Disponibilização de Veículos para Serviço Comercial

Anexo 19 – Manual de Códigos

Anexo 20 – Perfil de Velocidade da Linha E

Anexo 21 – Contagem de Passageiros

Anexo 22 – Sistema de Gestão da Qualidade, do Ambiente e da Segurança

Anexo 23 – Curvas de Consumo MP

Anexo 24 – Orientações Funcionais

Anexo 25 – Manual Básico de Identidade Corporativa

Anexo 26 – Características de Design Consideradas “Essenciais”

Anexo 27 – Descrição do Sistema de Metro Ligeiro

Anexo 28 – Normas

Anexo 29 – Integração dos veículos

Anexo 30 – Software NextBITT

Porto, 29 de agosto de 2024

A ADMINISTRAÇÃO

