

ANEXO 8.3 – PROJETO BÁSICO – MATERIAL RODANTE

1.	Material Rodante.....	5
1.1.	Considerações Gerais	5
1.2.	Características Principais da Rede	5
1.3.	Características Funcionais do Material Rodante.....	7
1.3.1.	Arquitetura e Design do Veículo.....	7
1.3.2.	Dimensões do Veículo	7
1.3.3.	Gabaritos dos Veículos	7
1.3.4.	Capacidade do Veículo	8
1.3.5.	Capacidade de Carga	9
1.3.6.	Desempenho do Veículo.....	9
1.4.	Modo Operacional do Veículo.....	14
1.4.1.	Modo de Condução.....	14
1.4.2.	Operação em Modo Normal.....	15
1.4.3.	Tipos de Marcha	15
1.4.4.	Acoplamento de Veículos	16
1.4.5.	Operação das Portas	16
1.4.6.	Supervisão dos Veículos e Redes de Comunicação	18
1.4.7.	Comandos Remotos	18
1.4.8.	Validação dos Bilhetes.....	18
1.4.9.	Contagem de Passageiros.....	19
1.4.10.	Operação em Modo Degradado.....	19
1.5.	Cabine de Condução.....	22
1.5.1.	Ergonomia e Conforto	22
1.5.2.	Conforto Climático	22
1.5.3.	Conforto Acústico.....	23
1.5.4.	Visibilidade.....	23
1.5.5.	Limpador de Para-Brisa	24



VL T do Rio

1.5.6. Quebra Sol.....	24
1.5.7. Retrovisores.....	24
1.5.8. Console de Comando	24
1.5.9. Armário para Guarda de Pertences do Condutor	25
1.5.10. Ferramentas de Segurança.....	25
1.5.11. Fechamento da Cabine de Condução.....	25
1.6. Acessibilidade e Conforto	25
1.6.1. Acessibilidade	25
1.6.2. Interface com a Plataforma	26
1.7. Requisitos de Circulação	26
1.7.1. Circulação Interna.....	26
1.7.2. Distribuição dos Assentos.....	26
1.7.3. Espaço para Cadeiras de Rodas e Obesos	27
1.7.4. Pega-Mãos:	27
1.8. Conforto dos Passageiros.....	27
1.8.1. Conforto Térmico	27
1.8.2. Conforto Acústico.....	29
1.8.3. Conforto Dinâmico – Vibração	30
1.8.4. Conforto Visual	30
1.9. Sistemas de Informações, Comunicações e Vídeo Vigilância	31
1.9.1. Sistema de Informações aos Passageiros	31
1.9.2. Sistema de Avisos aos Passageiros	31
1.9.3. Sistema de Vídeo Vigilância.....	32
1.9.4. Sistema de Monitoramento e Controle de Dados (Data Bus).....	32
1.9.5. Sistema de Validação e Contagem de Passageiros.....	33
1.10. Requisitos de Segurança.....	33
1.10.1. Segurança Ativa.....	33
1.10.2. Segurança Passiva	36
1.11. Características Técnicas do Material Rodante.....	38

VLT do Rio

1.11.1. Estrutura da Caixa	38
1.11.2. Máscara Frontal	42
1.11.3. Revestimento Interno	43
1.11.4. Assentos	44
1.11.5. Pega-Mãos	45
1.11.6. Janelas	45
1.11.7. Piso.....	45
1.11.8. Sistema de Iluminação.....	46
1.11.9. Conexão entre Módulos – Gangway	47
1.11.10. Dispositivos de Comunicação	47
1.11.11. Portas	52
1.11.12. Sistema de Refrigeração.....	56
1.11.13. Acoplamento	58
1.11.14. Truque	60
1.11.15. Sistema de Tração	63
1.11.16. Sistema de Frenagem.....	66
1.11.17. Dispositivos de Antideslizamento e Antipatinagem.....	68
1.11.18. Sistema de Comando de Tração e Frenagem.....	69
1.11.19. Sistema Suprimento de Energia Auxiliar	70
1.11.20. Concepção dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos.....	72
1.11.21. Sistema de Monitoramento e Controle (Data Bus)	74
1.11.22. Caixa Preta	75
1.11.23. Sistema de Validação de Bilhetes	75
1.11.24. Sistema de Auditagem da Validação de Bilhetes	78
1.11.25. Normas	80
2. Especificações Básicas dos Veículos Ferroviários Auxiliares.....	81
2.1. Caminhão Rodoferroviário	81
2.2. Equipamento de Reencarrilhamento.....	82
2.3. Trator de Manobras	85

VLT do Rio

2.4.	Veículo Rodoferroviário de Limpeza da Via Permanente	86
2.5.	Equipamentos Complementares.....	88
2.6.	Girador de Truques.....	89
2.7.	Macacos Eletromecânicos de Suspensão	90
3.	Especificações Básicas dos Equipamentos de Apoio	92
3.1.	Aquecedor a Gás.....	92
3.2.	Central de ar Comprimido.....	93
3.3.	Empilhadeira Elétrica.....	95
3.4.	Máquina de Lavar Veículos	96
3.5.	Monta Carga.....	98
3.6.	Pontes Rolantes	100
3.7.	Torno de Rodeiro.....	100
3.8.	Sistema de Enchimento de Areia.....	103
3.9.	Cabine de Pintura	103
3.10.	Equipamentos Industriais de Apoio à Manutenção	104

1. MATERIAL RODANTE

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O presente documento tem como objetivo definir as diretrizes, características e funções a serem atendidas pelo material rodante a ser utilizado no **Projeto VLT do Rio**.

As diretrizes aqui definidas estão relacionadas com a qualidade do serviço a ser ofertado e as interfaces com outros sistemas externos ao veículo e, portanto, deverão ser atendidas rigorosamente, salvo quando expressamente indicado. Qualquer necessidade de ajustes em relação a essas diretrizes deverá ser justificada e será objeto de análise e aprovação pela Contratante.

As versões tecnológicas dos sistemas VLT, atualmente em uso, oferecem um transporte de qualidade elevada, baixos consumo energético e impacto ambiental, e apresentam facilidade de integração com os demais modais de transportes (trem, metrô, barcas, ônibus, etc.). As novas tecnologias de sistemas VLT desempenham, de forma eficiente, a função de estruturação, captação e capilaridade dos sistemas de transportes, com a distribuição dos usuários que nelas circulam ou que a elas acessam, utilizando-se de outros modais de grande capacidade (metrô, ferrovia e barcas) ou de média e baixa capacidade (ônibus).

1.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA REDE

Os veículos VLT podem operar em vias segregadas e/ou compartilhadas com veículos em geral. Os veículos servirão estações / paradas com plataformas de comprimento mínimo de 45 m e altura das plataformas será entre 30 e 35 cm acima do topo do boleto dos trilhos de rolamento. A distância média entre estações será da ordem 350 metros.

O sistema VLT prevê a utilização de alimentação elétrica embarcada, sem o uso de rede aérea.

Os veículos deverão ser fornecidos para serem utilizados em via permanente com as seguintes características:

- bitola: 1.435 mm;



VLT do Rio

- raio mínimo de curvas horizontais em vias principais: 25m;
- raio mínimo de curvas horizontais em vias secundárias: 18m;
- curvas de transição em vias principais (clotóides): raio mínimo de 7m;
- raio mínimo de curvas verticais (côncava ou convexa): 350m;
- rampas máximas: 7%;
- trilhos tipo e características: Labiado (*Grooved*) - 54G2;
- sobrelevações de até 150 mm, poderão ser aplicáveis em vias segregadas ou trechos sem previsão de cruzamentos em nível.

Alimentação elétrica do sistema:

A tensão nominal da alimentação elétrica dos veículos será de 750 Vcc, a ser fornecida por subestações retificadoras de tração, implantadas ao longo da via, espaçadas de forma a manter o perfil de tensão em seus valores especificados. Os níveis de tensão de alimentação estarão de acordo com a norma IEC 60850 e EN 50163, ou seja:

- tensão nominal: 750 Vcc;
- tensão máxima: 900 Vcc;
- tensão mínima: 500 Vcc.

O sistema VLT prevê alimentação elétrica dos veículos, por meio alternativo, sem o uso rede aérea, atendendo integralmente às normas ferroviárias vigentes.

Regime de serviço:

A rede do VLT operará continuamente 24 (vinte e quatro) horas por dia, 7 (sete) dias por semana.

Condições ambientais:

Os veículos circularão e ficarão estacionados a céu aberto. Os níveis médios diários de temperatura e umidade existentes na cidade do Rio de Janeiro apresentam grande variação. Para efeito dos cálculos e definição de características dos equipamentos deverão ser considerados ambientes com variação de temperatura entre 0°C a 45°C e umidade relativa do ar entre 10% e 99%, com poluição ambiental e chuvas ácidas.

1.3. CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS DO MATERIAL RODANTE

1.3.1. Arquitetura e Design do Veículo

A arquitetura do material rodante será o resultado da aplicação das exigências funcionais e técnicas da presente especificação e das diretrizes de design e inserção urbanística contidas no Edital de Concessão, principalmente no que se refere a:

- máscara, interior e exterior dos veículos, bancos, pega mãos, áreas especiais (cadeira de rodas/ bicicletas/ carrinhos de bebê), *layout*, etc.;
- o salão de passageiros deverá possuir piso 100% rebaixado e plano, permitindo o deslocamento de cadeiras de rodas;
- o veículo deverá ser constituído por módulos;
- o veículo será bidirecional, com cabina de condução nas duas extremidades.

1.3.2. Dimensões do Veículo

O veículo deverá possuir as seguintes dimensões:

- comprimento máximo: 45 m;
- largura: 2,40;
- altura máxima do veículo de 3,80m.

1.3.3. Gabaritos dos Veículos

O gabarito dinâmico do veículo deverá se inscrever no traçado da rede de VLT, respeitando os obstáculos.

Os desenhos dos gabaritos estáticos e dinâmicos do veículo, o memorial de cálculo completo, os métodos e critérios adotados para esses cálculos, tanto para os trechos de via retos quanto os em curva, deverão ser detalhados no projeto executivo.

O estudo de comportamento dinâmico deverá ser realizado pelo fabricante de acordo com os parâmetros definidos pela norma UIC 505. Esse estudo deverá ser realizado através da

VLT do Rio

simulação dinâmica dos veículos, por meio de *software*, considerando as características reais do projeto executivo da via permanente (geometria, acelerações verticais e laterais, etc.) e os seus limites de desgaste, definidos em norma, e ainda de acordo com a suspensão do veículo e os seus respectivos limites de desgaste.

O estudo do comportamento dinâmico visa comprovar o atendimento:

- da marcha tipo projetada, de acordo com as condições de restrições de velocidade impostas pelo projeto executivo da via permanente;
- o gabarito dinâmico calculado;
- os níveis de conforto.

Deverão ser considerados, entre outros, os seguintes fatores de influência no cálculo dos gabaritos e na simulação dinâmica:

- as condições de movimento dinâmico;
- as folgas e desgastes dos componentes do veículo;
- os limites das tolerâncias, folgas e desgastes dos componentes da via permanente;
- a carga máxima do veículo;
- as falhas totais sobrepostas na suspensão do veículo;
- inserção do veículo nas curvas e nos pontos de inflexão.

As máximas oscilações do veículo em movimento não deverão ultrapassar, mesmo nas piores condições de desgaste da via e do veículo, os limites determinados pelo gabarito de obstáculos. A folga mínima entre o gabarito dinâmico do material rodante e o limite de obstáculos - GLO deveser de 15 cm.

1.3.4. Capacidade do Veículo

A capacidade mínima do veículo deverá ser de 400 passageiros, com taxa de ocupação de 6 passageiros em $\text{pé}/\text{m}^2$, sendo, pelo menos, 64 passageiros sentados e espaço para 2 passageiros em cadeiras de rodas, considerando o peso de cada passageiro igual a 70 kg, com carga por eixo máxima de 12,5 toneladas.

VLT do Rio

1.3.5. Capacidade de Carga

No desenvolvimento do projeto deverão ser consideradas as seguintes cargas:

- CV: carga em vazio (veículo vazio);
- CN: carga nominal (veículo carregado, com 6 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas);
- CM: carga máxima ou sobrecarga (veículo carregado com 8 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas).

O peso médio do passageiro a ser considerado deverá ser de 70 kg.

A carga por eixo não deverá exceder 12,5 toneladas.

1.3.6. Desempenho do Veículo

Considerando que o VLT circulará em zona de convivência com outros tipos de veículos e com pedestres, faz-se necessário garantir as condições de operação, em todo percurso, com carregamento máximo (CM).

1.3.6.1. Desempenho em Regime Normal

Os veículos deverão ser capazes de percorrer uma extensão de 3 km sem paradas intermediárias, nas velocidades permitidas nos diversos trechos, com todos os sistemas principais e auxiliares funcionando em condições normais de conforto e segurança.

Deverão ser definidas na etapa de projeto executivo as seguintes curvas:

- esforço de tração x velocidade;
- aceleração x velocidade;
- variações de velocidade e da aceleração, nas seguintes condições de carga CV (veículo vazio), CN (veículo com carga nominal), com a tensão de alimentação de tração nos valores mínimo (500 Vcc), nominal (750 Vcc) e máximo (900 Vcc), de acordo com o perfil da via.

VLT do Rio

Deverão ser desenvolvidos no projeto executivo os cálculos de dimensionamento do sistema de tração, a simulação de marcha, e os consumos de energia elétrica em toda a linha com o veículo com carga nominal (CN).

As características do veículo, listadas a seguir, foram definidas considerando a carga nominal (CN), a via em linha reta e em nível, os trilhos limpos e secos, as rodas novas e a tensão nominal de alimentação (750 Vcc).

O veículo deverá atender, em regime normal, os níveis de desempenho detalhados a seguir.

Desempenho em tração:

O sistema de tração deverá atender os seguintes valores:

- velocidade operacional máxima: 70 km/h.
- acelerações:
 - média entre 0 km/h e 30 km/h: maior ou igual a 1,15 m/s²;
 - média entre 0 km/h e 70 km/h: maior ou igual a 0,65 m/s²;
 - a variação da aceleração com o tempo (jerk) não deverá ser superior a 1,2 m/s³;
 - em rampas com gradiente de 7%, a aceleração mínima deverá ser 0,3 m/s².

Desempenho em frenagem:

O sistema de frenagem deverá atender os seguintes valores, por tipo:

Frenagem de serviço:

A frenagem de serviço deverá garantir uma desaceleração de 1,2 m/s² em qualquer condição de operação de veículo, com carregamento máximo (CM), com os trilhos secos e em rampas descendentes de 7%. A variação da desaceleração com o tempo (jerk) deverá estar compreendida entre 0,7 e 1,2 m/s³ nessas condições.

O veículo deverá ser equipado com um sistema antideslizamento ativado pela frenagem de serviço.

VLT do Rio

A transição entre o freio elétrico (regenerativo ou reostático) para o freio de atrito não deverá provocar solavancos.

Frenagem de segurança:

A frenagem de segurança deverá garantir uma desaceleração mínima de $1,6 \text{ m/s}^2$, utilizando sistema de frenagem mecânica, com auxílio do freio eletromagnético.

Frenagem de emergência:

A frenagem de emergência deverá garantir uma desaceleração de, no mínimo, $2,8 \text{ m/s}^2$, independente do nível de aderência roda/trilho. O solavanco (jerk) deverá ser de, no máximo, $4,0 \text{ m/s}^3$.

A frenagem de emergência poderá conjugar os freios eletromagnéticos e de fricção (frenagem mecânica), utilizando a frenagem eletrodinâmica. Nesse caso, o sistema antideslizamento deverá permanecer ativo.

1.3.6.2. Desempenho em Regime Degradado

O veículo deverá atender, em regime degradado, os níveis de desempenho detalhados a seguir.

Desempenho em tração:

O sistema de tração deverá atender os seguintes valores:

- com um módulo motor fora de serviço e a tensão de linha igual a 80% da tensão nominal, deverá ser possível movimentar o veículo com carga nominal e rampa de 7%;
- o veículo com carregamento nominal deverá rebocar ou empurrar outro veículo vazio, com a tensão da linha igual a 80% da tensão nominal e rampa de 7%. O comboio formado pelas duas unidades deverá se movimentar com velocidade de 20 km/h até estacionar, em qualquer ponto da linha.

VLT do Rio

Nessas condições, os equipamentos deverão ser dimensionados para suportar as sobrecargas decorrentes dessas manobras, respeitadas os requisitos de segurança. Essas condições deverão ser confirmadas nos cálculos de desempenho de tração e frenagem no projeto executivo.

Desempenho em frenagem:

O sistema de frenagem deverá atender os seguintes valores:

Frenagem de serviço:

Sem uma unidade de freio o desempenho da frenagem de serviço deverá ser mantido até a última estação / parada da linha, sem redução da segurança e da confiabilidade da operação, com o veículo trafegando a 40 km/h.

Frenagem de emergência:

Sem uma unidade de freio a taxa de frenagem de emergência deverá ser no mínimo igual a $2,3 \text{ m/s}^2$, com o veículo trafegando a 40 km/h, sem redução da segurança e da confiabilidade da operação.

Frenagem de segurança:

Sem uma unidade de freio, a taxa de frenagem de segurança deverá ser, no mínimo, de 1 m/s^2 , a partir da velocidade máxima.

Frenagem de estacionamento:

Sem uma unidade de freio mecânico, a frenagem de estacionamento deverá ser capaz de manter parado um veículo com carga máxima, em trecho com rampa máxima de 7%.

A frenagem de estacionamento do veículo deverá ser capaz de manter parado um comboio formado por dois veículos vazios em rampa máxima de 7%.

O freio de estacionamento deverá ter dispositivo que permita sua desativação manual em caso de emergência.

VLТ do Rio

Desempenho do veículo:

O desempenho dos veículos em regime normal não deverá apresentar qualquer restrição, ou seja, todos os seus sistemas principais e auxiliares deverão funcionar em condições nominais de conforto e segurança.

Em condições degradadas os veículos deverão garantir, no mínimo, os seguintes desempenhos:

- considerando que o tempo de percurso entre duas estações, seja igual ao dobro da duração média prevista, o veículo deverá manter os seus sistemas principais e auxiliares funcionando com as condições nominais de conforto e segurança;
- caso os equipamentos embarcados necessitem ser recarregados, o veículo deverá ser dimensionado para suportar uma parada não programada de 5 minutos de duração, entre quaisquer dois pontos de recarga, mantendo seus sistemas principais e auxiliares funcionando em condições nominais de conforto e segurança;
- caso um evento bloqueie a circulação entre 5 minutos e 15 minutos, o veículo deverá ser capaz de permanecer, nesse período, com 50% dos sistemas de refrigeração do salão de passageiros e da cabina de condução em serviço;
- decorridos 15 minutos desde o início da parada do veículo, o condutor desligará todos os sistemas. Após a desobstrução da via deverá ser possível o deslocamento do VLT por tração própria até o próximo ponto de reabastecimento;
- no caso da ocorrência de falha no equipamento alternativo de alimentação elétrica de um dos veículos, que impeça sua circulação, outro veículo com carga máxima (CM) e com todos os seus sistemas principais e auxiliares em condições nominais de conforto e segurança, deverá poder deslocar o veículo imobilizado até o próximo ponto de reabastecimento;
- a instalação de equipamentos embarcados destinados à alimentação elétrica sem rede aérea não poderá reduzir o desempenho do veículo;
- o tempo de parada nas estações será de 20 s. No caso da alimentação elétrica alternativa do veículo necessite de recarga elétrica em algumas paradas, sua recarga total deverá ocorrer durante esse tempo, evitando atrasos na operação e garantindo o pleno desempenho do veículo no trecho subsequente sem rede aérea. Nesse tempo de parada deverá estar incluídos as conexão e desconexão (automáticas) dos equipamentos embarcados de alimentação alternativa.



VLT do Rio

1.3.6.3. Sistemas Antideslizamento e Antipatinagem

Os sistemas antideslizamento e antipatinagem deverão otimizar o desempenho dos veículos em qualquer condição de tração ou frenagem, exceto em frenagem de segurança, garantindo:

- a não ocorrência de patinagem ou bloqueio das rodas;
- que o acréscimo da distância de frenagem em qualquer condição degradada da via, comparada com a distância obtida com os trilhos secos e limpos, não deverá ser superior a 50% na frenagem de serviço e 35% na frenagem de emergência.

O sistema antideslizamento deverá manter sua eficiência mesmo nas condições de rodas usadas.

Todos os truques motorizados deverão ser equipados com dispositivos areeiros para aumentar a aderência das rodas nos trilhos, minimizando o risco de deslizamento ou derrapagem.

Os areeiros deverão ser acionados, pela cabine no sentido de condução, nas condições de deslizamento em tração e frenagem, das seguintes formas:

- manualmente, pelo condutor;
- automaticamente, na condição de tração;
- automaticamente, em todos os rodeiros, no caso de frenagem de emergência ou segurança;
- automaticamente, no rodeiro em deslizamento, na condição de freio de serviço.

1.4. MODO OPERACIONAL DO VEÍCULO

1.4.1. Modo de Condução

O modo de condução do VLT é a marcha à vista. O veículo poderá circular à direita ou à esquerda da via e o serviço das portas poderá ser realizado em ambos os lados.

1.4.2. Operação em Modo Normal

A condução normal do veículo somente poderá ser feita pela cabina dianteira no sentido da condução. O comando simultâneo pelas duas cabines não poderá ser possível.

O comutador da cabine de comando será do tipo multiposições e permitirá realizar as seguintes funções:

- preparação automática do veículo;
- ativação da cabina em serviço em modo normal;
- ativação da cabina em serviço em modo de manobra.

Sem a ocupação de uma das cabinas por um condutor o veículo terá todos os comandos inabilitados, exceto o freio de segurança e os interfonos entre cabinas.

Com a ocupação de uma das cabinas por um condutor todas as funções de segurança deverão ser mantidas ativadas.

A ativação do veículo não liberará o freio de estacionamento, para isso será necessário um comando específico.

1.4.3. Tipos de Marcha

1.4.3.1. *Marcha Avante*

Uma manopla única deverá permitir os comandos de tração e a frenagem do veículo, com ela posicionada neutra e com velocidade nula, será aplicado o freio de estacionamento.

A manopla deverá ter um dispositivo, de comando intermitente, com a função homem morto. Com o veículo em marcha, caso o dispositivo de comando intermitente deixe de ser acionado automaticamente, será aplicada a “frenagem de segurança”.

A aplicação da frenagem de emergência deverá ser irreversível até a parada total do veículo.

VLT do Rio

1.4.3.2. *Marcha em Sentido Contrário*

A condução do veículo no sentido contrário ao da operação normal da via deverá ser limitada em 3 Km/h e todos os procedimentos operacionais de segurança específicos para essa manobra deverão ser rigorosamente cumpridos.

1.4.3.3. *Marcha de Manobra*

Esse modo de condução será utilizado no centro de manutenção, nos desvios e nas áreas de manobra. Nesse caso, a velocidade será limitada a 20 km/h.

1.4.4. *Acoplamento de Veículos*

Na operação de acoplamento deverá existir um comando que limite a velocidade dos veículos a 3 km/h para permitir o acoplamento entre duas unidades. Esse comando será utilizado também na condução do veículo na máquina de lavar.

1.4.5. *Operação das Portas*

Existirão dois modos de operação das portas. Em ambos os casos, a abertura das portas somente será autorizado pelo sistema se a velocidade do veículo for igual ou menor que 3 km/h. Não deverá haver memorização do último lado de abertura selecionado.

Primeiro Modo:

Autorização de comando de abertura pelo condutor do veículo e acionamento pelos passageiros (auto-serviço).

Qualquer porta, do lado autorizado para abertura pelo condutor, poderá ser aberta pelos passageiros, interna ou externamente ao veículo, pela ativação do botão de abertura localizado nas portas.

VLT do Rio

Deverá existir uma sinalização luminosa nos botões de acionamento de porta para indicar que a autorização para suas aberturas foi dada.

O condutor poderá anular a autorização para as aberturas das portas.

O fechamento das portas comandadas pelos passageiros ocorrerá automaticamente após um tempo predeterminado. O condutor, ao término do tempo de parada na estação / parada, deverá comandar o fechamento de todas as portas. Mensagens sonoras pré-gravadas e luminosas indicarão a iminência do fechamento das portas.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento numa ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá (ão) ligeiramente para retirada do obstáculo, tornando a fechar automaticamente.

Caso o obstáculo não seja removido todas as portas do lado comandado serão abertas, e o condutor poderá comandar de novo o fechamento, nesse caso os dispositivos de detecção de presença ficarão inibidos.

Segundo Modo:

Os comandos de abertura e fechamento deverão ser acionados unicamente pelo condutor do veículo.

No caso de detecção de obstáculos durante o fechamento numa ou mais portas, essa(s) porta(s) retrocederá (ão) ligeiramente para retirada do obstáculo, tornando a fechar automaticamente.

Caso o obstáculo não seja removido, todas as portas do lado comandado serão abertas e o condutor poderá comandar de novo o fechamento. Nesse caso, os dispositivos de detecção de presença ficarão inibidos.

Botão nas Portas de Acesso aos Portadores de Necessidades Especiais (PNE):

As portas para acesso dos passageiros portadores de necessidades especiais deverão ser equipadas o dispositivo de abertura instalado em altura adequada para uso de usuário em cadeira de roda.

VLT do Rio

1.4.6. Supervisão dos Veículos e Redes de Comunicação

No veículo serão executadas várias funções pelo acionamento dos diversos comandos que serão supervisionados.

Internamente haverá uma rede estruturada (*data bus*), interna ao veículo, para supervisão, controle e aquisição de dados desses eventos.

A comunicação externa de supervisão, controle e aquisição de dados desses eventos pelo CCO será enviada através de dispositivos / equipamentos do sistema de comunicações móveis (**SCM**) e do sistema de transmissão de dados (**STD**), localizados ao longo da via e no CCO. Nos veículos existirá um rádio móvel, localizado em cada uma das cabines de condução, para envio dessas mensagens.

1.4.7. Comandos Remotos

Os veículos deverão ser dotados com comandos remotos que permitam executar as funções detalhadas a seguir.

Comando Remoto dos Aparelhos de Mudança de Via – AMVs:

As cabinas de condução deverão ser equipadas com dispositivos para comando/ alinhamento da rota do veículo que serão acionados pelo condutor.

Comando Remoto da Sinalização Viária:

As cabinas de condução deverão ser equipadas com dispositivos que permitam a antecipação da solicitação de abertura dos sinais da Rede VLT e do fechamento da sinalização viária, com o VLT ainda parado na estação próxima ao cruzamento, desde que as suas portas já tenham sido fechadas.

1.4.8. Validação dos Bilhetes

Os bilhetes poderão ser validados a bordo dos veículos. Com essa finalidade serão instalados validadores junto às portas de acesso. Esses equipamentos não serão fornecidos

pelo fabricante do material rodante, que, no entanto, deverá instalá-lo e desenvolver a interface do mesmo com o sistema de supervisão do veículo.

1.4.9. Contagem de Passageiros

Um sistema de contagem de passageiros, através de câmeras estereoscópicas de alta definição, deverá ser instalado no interior dos veículos. Associado a esse sistema e ao de validação dos bilhetes haverá um equipamento de gravação de dados e imagens.

Esses equipamentos não serão fornecidos pelo fabricante do material rodante, que, no entanto, deverá instalá-los e desenvolver a interface do mesmo com o sistema de supervisão do veículo.

1.4.10. Operação em Modo Degradado

Deverão ser possíveis as seguintes operações dos veículos em situações degradadas:

- veículo com falha a ser reparada após a operação comercial:

Caso ocorra uma falha leve, que não interfira na segurança dos passageiros e não impacte na operação, o veículo deverá permanecer em operação até a viagem final prevista em sua tabela horária ou após o término do horário de pico, para só então a falha ser reparada.

- veículo com falha a ser retirado da operação comercial na estação/parada final de Linha:

Caso ocorra uma falha que limite o funcionamento do veículo, o mesmo será retirado da operação na estação / parada final da linha, para reparo da falha.

- veículo com falha a ser retirado da operação na próxima estação / parada após ser evacuado:

Corresponde à falha envolvendo a segurança dos passageiros. Nesse caso, os passageiros serão desembarcados na próxima estação / parada e o veículo retirado de operação para reparo.

VLT do Rio

- reboque do veículo:

Corresponde à falha que requeiram o reboque do veículo. Para reboque do veículo em falha, será utilizado o veículo que estiver mais próximo e no mesmo sentido.

Para isso, os passageiros dos dois veículos serão evacuados, antes da operação de acoplamento. O comboio formado pelos dois veículos será conduzido até a estação/parada no final da linha ou ao pátio de estacionamento mais próximo.

A classificação da operação a ser executada após uma falha será determinada pelo CCO, em concordância com o condutor do veículo e de acordo com os procedimentos operacionais.

1.4.10.1. Partida do Veículo

Deve ser possível a preparação do veículo no CIOM através de tomadas de energia ou outro dispositivo de alimentação de energia.

1.4.10.2. Operação das Portas

Quando o comando de fechamento, de uma ou várias portas, não funcionar deverá ser possível fechá-la manualmente. Nesse caso as portas em falha devem ser isoladas e travadas por um dispositivo independente interno ao veículo.

Na porta travada deverá ser utilizada uma das soluções para informação aos passageiros:

- indicação no botão de comando da porta, através de um sinal luminoso vermelho, tanto interno como no externamente informando ao usuário que a mesma está inoperante (defeituosa);
- utilização de dois adesivos, um interno e outro externo na porta travada, informando ao usuário que a mesma está inoperante (defeituosa).

A porta isolada deverá ter seu dispositivo de comando local inabilitado e sinalizado na cabina de condução, e para os passageiros dentro e fora do veículo.

VLT do Rio

Uma porta fechada travada não poderá ser destravada por um passageiro.

Deverá ser possível o recolhimento do veículo sem passageiros, com porta em falha que impeça seu fechamento, o que exigirá também procedimento operacional da operadora para essa manobra.

1.4.10.3. Reboque do Veículo

Deverá ser possível realizar as operações de reboque em qualquer local das linhas, inclusive nas estações. Na condição de reboque, os engates entre os dois veículos deverão estar travados.

Deverá existir um acabamento frontal, integrado a máscara do veículo, para ocultar o engate. Esse acabamento deverá ser solidário a máscara.

Deverá ser possível a realização da operação de acoplamento entre duas unidades de VLT em até 15 minutos. Essa operação deverá ser facilmente realizada pelos dois operadores dos veículos, qualquer que seja o nível de luminosidade no ambiente exterior.

As seguintes funcionalidades deverão estar disponíveis após a operação de acoplamento:

- comunicação por interfone entre cabinas de condução dos dois veículos. Por motivo de segurança deverá ser possível o acionamento das buzinas das cabines;
- comunicações de rádio entre as cabines dos veículos de socorro e socorrido e o CCO;
- desbloqueio dos freios do veículo socorrido através de comando do veículo de socorro. Nesse caso, o veículo de socorro deverá prover a energia para o desbloqueio dos freios do veículo socorrido;
- comando do freio de segurança das duas unidades das cabines de ambos os veículos. Em caso de falha nesse comando, essa função poderá ser inibida, e o desbloqueio deverá ser ativado;
- tração do comboio pela cabine líder (dianteira) do veículo de socorro. Essas operações dependerão de procedimentos operacionais seguros;
- aplicação de freio de segurança no caso de desacoplamento;
- sinalização luminosa dos veículos e comando dos faróis da unidade socorrida;



VLT do Rio

- comando das buzinas pelas cabines dianteiras dos dois veículos;
- comando do limpador de para brisa das cabines extremas dos dois veículos.

1.5. CABINE DE CONDUÇÃO

As cabines de condução obedecerão às exigências básicas detalhadas a seguir.

1.5.1. Ergonomia e Conforto

Deverão ser projetadas de forma ergonômica de acordo com as normas vigentes (ABNT, UIC, CENELEC, etc.).

Deverão ser projetadas de acordo com as medidas antropométricas dos condutores, desde a 5° percentil da mulher até o 95° percentil dos homens do povo brasileiro, para:

- o dimensionamento da cabine de condução;
- a localização dos comandos e dos displays na console, o assento do condutor e suas regulagens, etc.

Deve ser considerado, na concepção das cabinas de condução, que além da presença do condutor, ela poderá receber eventualmente um acompanhante (orientador / treinador ou outro agente de operação), que de seu assento deverá poder ver todos os comandos de operação, a sinalização exterior e acessar ao comando de freio de segurança.

1.5.2. Conforto Climático

Os veículos deverão ser providos:

- De equipamentos de ar refrigerado, com controle acessível ao condutor para regulagem da temperatura interior.
- De equipamentos de aquecimento, com controle acessível ao condutor para regulagem da temperatura interior.

O critério de dimensionamento, configuração e características deverão seguir as normas da UIC 613 e EN 14750 – 1 / categoria B.

VLT do Rio

Os equipamentos de ar condicionado e de aquecimento deverão ser projetados para manter a temperatura interna entre 22° C e 24° C, nas condições de variação de temperatura, ângulo de incidência solar e umidades externas registradas estatisticamente na cidade do Rio de Janeiro.

Deverá ser observada também a radiação solar, de acordo com os valores estatísticos registrados na cidade do Rio de Janeiro, que são variáveis ao longo do dia (tanto os watts / m², como o ângulo de inclinação / incidência).

O sistema de resfriamento deverá ser controlado pelo condutor do veículo, que poderá ajustar a vazão do ar e a temperatura interna.

As cabines poderão ser refrigeradas por equipamentos exclusivos e independentes ou equipamento de ar condicionado do salão de passageiros.

1.5.3. Conforto acústico

O nível de ruído nas cabinas, com o sistema de refrigeração de ar funcionando em potência máxima e o veículo circulando a 60 km/h, deverá ser igual ou inferior a 70 dBA, medido no centro e a 1,2 m do piso interno do veículo.

1.5.4. Visibilidade

Os para brisas e as janelas laterais deverão permitir uma visão de 180° na horizontal, os ângulos mortos deverão ser os mais reduzidos possíveis.

Os pára-brisas da cabina de condução deverão assegurar ao condutor sentado:

- a visão dos transeuntes na rua a uma distancia mínima de 1,0 m diante seu veículo (materializado por um cilindro de 0,3 m de diâmetro e 1,20 m de altura);
- a visão da sinalização viária localizada ao longo do traçado das linhas;
- a visão das placas de presença da tensão de tração, que serão instaladas a uma distancia mínima de 10m da máscara frontal.



VLT do Rio

As janelas laterais não deverão projetar imagens parasitas no para-brisa, com a cabina iluminada.

1.5.5. Limpador de Para-Brisa

A área coberta pelo limpador de para-brisa deverá corresponder no mínimo a 80% da área de visibilidade definida no design final da cabina na condição sem chuva.

1.5.6. Quebra Sol

As cabinas deverão ser equipadas com dois quebra sol.

1.5.7. Retrovisores

O condutor sentado deverá supervisionar, sem dificuldade, o embarque e desembarque dos passageiros durante a operação das portas.

Essa supervisão deverá permanecer disponível até uma distância de 50 m após a saída do veículo da estação / parada. Essa função será possibilitada pela projeção das imagens das câmeras do CFTV a serem instaladas nas laterais dianteiras e traseiras dos veículos nos dois monitores frontais a serem instalados no console de condução.

1.5.8. Console de Comando

Os comandos e controles que deverão ser disponibilizados aos condutores dos veículos deverão ser localizados ergonomicamente na console de condução e o número de comandos e informações deverá ser minimizado.

Os comandos e controles deverão ser instalados nas diferentes zonas de conforto de acesso, em função da importância e da frequência de utilização das mesmas na condução e na operação das portas.

VLT do Rio

As disposições dos comandos e controles da console de condução e da cabina deverão ser consolidadas em uma maquete (*mock up*) de cabina de condução na escala 1:1.

1.5.9. Armário para Guarda de Pertences do Condutor

Um dispositivo deverá estar disponível em cada cabina de condução para permitir ao condutor do veículo a guarda de seus pertences (paletó, documentos, etc.) e um gancho para pendurar paletó.

1.5.10. Ferramentas de Segurança

No interior das cabinas deverá ser instalado um extintor de incêndio, conforme norma da ABNT e suportes específicos para permitir a fixação da alavanca de manobra manual dos AMVs.

1.5.11. Fechamento da Cabine de Condução

Os fechamentos entre o salão de passageiros e as cabines de condução deverão possuir visores de vidro temperado e laminado nos módulos fixos e na porta de vidro deslizante de ligação da cabina com o salão de passageiros.

1.6. ACESSIBILIDADE E CONFORTO

1.6.1. Acessibilidade

Os veículos deverão ser acessíveis a todos os passageiros, com destaque a:

- passageiros portadores de necessidades especiais (PNE);
- passageiros usuários de cadeira de rodas;
- passageiros idosos;
- passageiros menores de 12 anos.



VLT do Rio

1.6.2. Interface com a Plataforma

As folgas entre as soleiras das portas de acesso aos cadeirantes nos veículos e a borda das plataformas das estações / paradas em um trecho reto, qualquer seja a carga do veículo (entre CV e CM) e o nível de desgaste das rodas devem cumprir com as seguintes distâncias definidas a seguir.

- a altura do piso / borda interior do veículo na região das portas não deverá ser superior a + 30 mm com o veículo sem carga e rodas novas e de - 30 mm com os veículos com carga máxima (CM) e rodas com desgaste máximo permitido em relação à altura das plataformas;
- a distância máxima entre a borda da plataforma e o veículo na região das portas não deverá ser superior a 25 mm.

Em nenhum caso será admitido que as portas encostem nas plataformas.

1.7. REQUISITOS DE CIRCULAÇÃO

1.7.1. Circulação Interna

A altura interior do veículo não poderá ser menor que 2.150 mm e a largura dos corredores não poderá ser menor que 480 mm entre os bancos que serão instalados somente sobre os truques. Nas regiões dos *gangways* a largura não poderá ser menor que 1.000 mm.

Não será necessária a livre circulação dos usuários em cadeira de rodas ao longo de todo o veículo, porém, nos locais reservados às cadeiras de rodas a largura do corredor de passagem não poderá ser inferior a 900 mm.

1.7.2. Distribuição dos Assentos

A distribuição dos assentos deverá atender os requisitos das diretrizes de *design* e inserção urbana do Edital de Concessão. Preferencialmente, só serão instalados bancos sobre os truques e, no máximo, 67 assentos.

VLT do Rio

Todos os assentos deverão cumprir as exigências das normas da ABNT, UIC e CENELEC.

1.7.3. Espaço para Cadeiras de Rodas e Obesos

Em cada veículo deverá haver dois lugares especialmente reservados para usuários em cadeira de rodas, próximos às portas e cumprir com as exigências das normas da ABNT, UIC e CENELEC.

Em cada veículo deverá haver um banco especialmente reservado para usuário obeso.

1.7.4. Pega-Mãos:

Deverão ser instalados apoios e suportes (colunas e barras) para uso dos passageiros em pé, ao longo do salão.

A posição dos apoios e suportes deverá considerar a variedade de altura dos passageiros e a sua necessidade específica.

1.8. CONFORTO DOS PASSAGEIROS

1.8.1. Conforto Térmico

O veículo deverá ser projetado para garantir conforto térmico aos passageiros e aos seus condutores nas condições ambientais existentes nas quatro estações meteorológicas da cidade do Rio de Janeiro, nas 24 horas diárias das mesmas nos 7 dias por semana.

Os veículos deverão ter isolamento térmico nas paredes, coberturas e estrados.

Os vidros das portas, dos pára-brisas e das janelas deverão ter proteção para:

- atenuar a irradiação solar;



VLT do Rio

- antivandalismo;
- segurança dos passageiros.

Deverá possuir proteção nos vidros para atenuação da transferência de calor e da irradiação solar.

Os equipamentos de ar condicionado e de aquecimento deverão ser projetados para manter a temperatura interna entre 22°C e 24°C, nas condições das variações da temperatura e da umidade externas registradas estatisticamente na cidade do Rio de Janeiro.

Deverá ser observada também a variação as condições da radiação solar, de acordo com os valores estatísticos registrados na cidade do Rio de Janeiro, ao longo dos dias e períodos do ano (watts / m² e o ângulo de incidência / inclinação).

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para manter a temperatura interna do salão de passageiros dentro dessa faixa exigida, com taxa renovação igual a, no mínimo, de 6 m³ de ar fresco por passageiro / hora, considerando as seguintes ocupações diárias por faixa horária:

- das 4:00 às 6:00 h e s 22:00 às 24:00 h:
 - todos os lugares sentados ocupados;
- das 6:00 às 7:00hs, 10:00 às 12:00h e 20:00 às 22:00h:
 - veículo ocupado com 2 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- das 7:00 às 10:00h e 17:00 às 20:00h:
 - veículo ocupado com 6 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas;
- das 12:00 às 17:00h:

VLT do Rio

- veículo ocupado com 4 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas.

1.8.2. Conforto Acústico

O veículo deverá ser projetado para garantir adequado conforto acústico aos passageiros e condutores, dentro dos limites normalizados.

O conforto acústico deverá também ser garantido aos transeuntes no exterior do veículo, nas plataformas das paradas / estações, e ao longo das ruas e avenidas e aos imóveis das regiões lindeiras à Rede VLT.

Os níveis de ruído emitidos pelo veículo deverão ser no máximo os estabelecidos nas normas ISO 3381 (para o interior do veículo) e ISO 3095 (para o exterior do veículo) considerando-se:

- condições operacionais das medições:
 - veículo vazio (sem passageiros) ;
 - os trilhos em bom estado;
 - que os trilhos serão esmerilhados;
 - que as rodas serão reperfiladas;
 - com o VLT circulando a uma velocidade constante;
 - que os equipamentos de ar condicionado dos salões e das cabinas de condução estejam em funcionamento.
- nível de ruído no interior do veículo:

Os níveis de ruído serão medidos no meio, sobre o eixo horizontal, nas extremidades dos módulos e no *gangway* do veículo e não deverão ser superiores a:

- 64 dBA com o veículo parado ($v = 0$ km/h);
 - 74 dBA com o veículo circulando a velocidade constante de 60 Km/h.
- nível de ruído externo emitido pelo VLT:

VLT do Rio

Os pontos de medição serão localizados a 7,5 m do eixo da via e a 1,2m sobre o topo do boleto dos trilhos. Os níveis de ruído medidos não deverão ser superiores a:

- 62 dBA com o veículo parado ($v=0$ km/h);
- 81 dBA com o veículo circulando a velocidade constante de 60 Km/h.

1.8.3. Conforto Dinâmico – Vibração

Para suavidade de marcha deverão ser obedecidos os requisitos de aceleração, desaceleração e solavancos (jerks) definidos nesse documento.

Atenção especial será importante para assegurar geração mínima com atenuação adequada das vibrações, de modo a não afetar o conforto dos usuários, dos transeuntes e das edificações lindeiras.

As frequências próprias das vibrações deverão ser o máximo possível afastada daquelas prejudiciais à saúde, definidas na Norma ISO 2631.

As acelerações das vibrações no salão de passageiros e nas cabinas do condutor não deverão exceder os seguintes valores indicados na norma ISO 2631:

- aceleração transversal: $\leq 0,5$ m/s² de 0,7 até 10 Hz;
- impactos transversal e vertical: ≤ 1 m/s³

1.8.4. Conforto Visual

As dimensões e a localização das janelas deverão permitir a visão externa de todos os passageiros, em pé ou sentados, principalmente nas plataformas das estações / paradas.

Na ausência ou deficiência de iluminação natural, o nível de iluminamento no interior dos veículos deverá ser de 250 lux \pm 50 lux, em qualquer ponto na altura de 800 mm acima do piso.

VLT do Rio

Um nível de iluminação de 60 lux deverá ser atendido durante 30 minutos, em caso de falta da iluminação normal, pela iluminação de emergência do veículo.

Em cada cabina de condução e em cada porta de acesso deverá haver um ponto de luz de emergência.

1.9. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES, COMUNICAÇÕES E VÍDEO VIGILÂNCIA

1.9.1. Sistema de Informações aos Passageiros

O Sistema de Informações aos Passageiros (PIS) deverá ser composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- painéis de mensagens variáveis internos aos veículos que informarão o destino e a próxima estação (nas duas cabeceiras), e o mapa da linha (em cima de cada porta, dos dois lados);
- monitores de TV para mensagens institucionais e propagandas (dois conjuntos de dupla face em cada veículo);
- painéis de mensagens variáveis externos (um em cada cabeceira e dois em cada uma das laterais) aos veículos que indicarão o destino e a cor da linha na qual o veículo estiver operando;
- painéis de mensagens fixas que transmitirão mensagens operacionais aos passageiros (necessidade de validação dos bilhetes, instrução de uso dos intercomunicadores e dos extintores de incêndio, etc.);

1.9.2. Sistema de Avisos aos Passageiros

O Sistema de Avisos aos Passageiros (PAS) deverá ser composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- equipamentos de sonorização para transmissão de avisos sonoros do condutor do veículo e do CCO aos passageiros;
- sonofletores ao longo do veículo;



VLT do Rio

- intercomunicadores para permitir o acionamento do condutor do veículo pelos passageiros em caso de emergência;
- um terminal de operação, com microfone, em cada cabine de condução;
- alarmes de segurança (buzinas, alarme de portas, etc.).

1.9.3. Sistema de Vídeo Vigilância

O Sistema de Vídeo Vigilância (CFTV) será composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- duas câmeras de TV em cada módulo do veículo para vigilância do salão de passageiros;
- quatro câmeras de TV externas ao veículo, duas de cada lado, para supervisão da entrada e saída dos passageiros no veículo nas estações / paradas e para captação de imagem, durante a viagem, que funcionarão como retrovisores para o condutor do veículo quando esse estiver em movimento;
- gravador de imagens;
- dois monitores instalados na lateral do painel de condução para observação pelo condutor das quatro câmeras externas;
- um monitor instalado na cabine de condução, atrás do condutor, para observação das imagens das câmeras internas do salão de passageiros.
- console de seleção da imagem das câmeras internas do salão de passageiros.

1.9.4. Sistema de Monitoramento e Controle de Dados (Data Bus)

O sistema de monitoramento e controle de dados será composto pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- rede estruturada redundante *fast-ethernet*;
- *switches* redundantes;
- servidor de gestão e registro de eventos.

VLT do Rio

1.9.5. Sistema de Validação e Contagem de Passageiros

O sistema de bilhetagem para validação e contagem de passageiros no interior dos veículos será composto, no mínimo, pelos seguintes dispositivos / equipamentos principais:

- validadores de bilhetes;
- câmeras estereoscópicas de contagem;
- servidores de gestão e gravação de imagens e dados;

1.10. REQUISITOS DE SEGURANÇA

1.10.1. Segurança Ativa

Como segurança ativa do projeto deverá ser consideradas as seguintes funções e equipamentos:

- função de frenagem;
- função de portas;
- dispositivo de advertência de operação de porta;
- função de supervisão;
- buzina, sino e faróis;
- luzes de freio
- sinalização externa e iluminação do veículo;
- função de proteção contra fogo;
- função de iluminação de segurança;
- função de comunicação.

1.10.1.1. Função de Frenagem

Três tipos de frenagem deverão ser utilizados nos veículos:

- frenagem mecânica, através da aplicação de freios a disco;



VLT do Rio

- frenagem elétrica;
- frenagem de eletromagnética de emergência.

1.10.1.2. Portas

As portas de acesso terão os seguintes dispositivos de segurança:

- indicador luminoso em cada porta, que acionará uma luz intermitente durante o seu fechamento, que será acompanhado por um sinal acústico também intermitente;
- uma vez fechadas as portas deverão ser bloqueadas mecanicamente e assim permanecerem enquanto o veículo estiver em movimento. Nenhuma falha nas portas ou em seu sistema de controle, deverá possibilitar o seu desbloqueio ou a sua abertura enquanto o veículo estiver em movimento;
- toda porta deverá ser controlada. O veículo não poderá ser ativado se todas as portas não estiverem fechadas e bloqueadas;
- a abertura de uma porta com o veículo em movimento provocará uma frenagem de emergência;
- as portas terão um dispositivo de detecção que indicará sua obstrução por um passageiro e impedirão seu fechamento enquanto ele estiver ativado;
- as bordas laterais de fechamento das portas deverão ser moles e sensíveis à presença de objetos, de maneira que se durante seu fechamento ela entrar em contato com um objeto que esteja obstruindo-a, ocorrerá a seguinte seqüência: parada, abertura e recomeço do fechamento;
- qualquer objeto com 25 mm de espessura ou maior dará início ao ciclo de reabertura e fechamento das portas;
- deverá possuir um dispositivo manual que permita o desbloqueio e abertura das portas do salão em caso de avaria ou emergência, na parte interna junto as mesmas;
- em caso de falha de uma porta do salão, essa poderá ser fechada e bloqueada internamente na posição fechada, ficando fora de serviço, porém permitindo continuar a operação do veículo;
- deverá possuir um dispositivo manual de cada lado do veículo, que permita a abertura, o fechamento e o travamento de uma porta do salão de passageiros;
- o bloqueio das portas do salão de passageiros só será realizada através de uma chave especial por pessoal da concessionária;

VLT do Rio

- uma vez fechadas as portas não deverá haverá nenhum tipo de folga nas portas que permitam a penetração de água;
- com as portas fechadas, nenhuma parte de seus mecanismos, guias, etc., deve ultrapassar a largura máxima do veículo;
- todas as portas poderão ser bloqueadas manualmente, de maneira que não possam ser abertas nem automaticamente nem com o dispositivo manual de abertura para o caso de avaria ou emergência;
- para permitir que o condutor ou outra pessoa autorizada possa acessar o veículo por uma das portas de acesso do salão de passageiros, os dispositivos de bloqueio/desbloqueio das portas deverão ser acessíveis externamente por meio de chave especial.

1.10.1.3. Dispositivo de Alarme e Evacuação

As funções de alarme e evacuação deverão ser facilmente acessíveis aos passageiros em cada porta de acesso, através da utilização de uma alavanca de alarme e evacuação, com duas posições:

- a primeira posição enviará um alarme, sonoro e luminoso, à cabina de condução, autorizando a comunicação entre o condutor e o passageiro através do intercomunicador. Somente o alto falante localizado no intercomunicador, próximo ao passageiro que acionou a alavanca de alarme, será sonorizado. Nessa posição a alavanca não será travada nessa posição;
 - o primeiro pedido de chamada de passageiros será prioritário e atendido pelo condutor;
 - o condutor pode parar ou finalizar a comunicação quando então o dispositivo será reinicializado automaticamente;
- a segunda posição permitirá o destravamento e a abertura da porta correspondente se a velocidade do veículo for inferior a 3 km/h.

VLT do Rio

1.10.1.4. Função de Vigilância do Condutor

O controle de vigilância do condutor (homem morto) atenderá a norma UIC 641.

1.10.1.5. Detecção de Incêndio

O dispositivo de detecção incêndio deverá atender as normas da ABNT e a legislação brasileira aplicável. A cabina de condução e o salão de passageiros deverão ser equipados com extintores de incêndio.

1.10.2. Segurança Passiva

Para a segurança passiva dos veículos deverão ser consideradas as seguintes funções e equipamentos:

- resistência da caixa aos esforços verticais;
- resistência da caixa aos esforços de compressão e colisão;
- dispositivo antiencavalamento;
- protetor frontal (guarda corpo);
- barras de proteção lateral para os passageiros sentados;
- resistência ao fogo;
- proteção antivandalismo;
- iluminação interior não agressiva;
- registrador de eventos;
- cabina de condução com projeto ergonômico.

1.10.2.1. Dispositivos Antiencavalamentos

As extremidades do veículo e as dos módulos deverão ser projetadas para evitar encavalamento em caso de colisão em velocidades de até 5 km/h, carregados com carga máxima (CM).

1.10.2.2. Dispositivo de Proteção Frontal / Guarda Corpo

As duas extremidades do veículo deverão ser providas de um dispositivo defletor cuja função será evitar a possibilidade de pessoas entrarem em baixo da parte frontal do veículo, por exemplo, nos casos de acidente. Esse dispositivo deverá ser acionado automaticamente pela presença de um corpo estranho sob o veículo ou poderá ser acionado pelo condutor do veículo de sua cabina de comando.

1.10.2.3. Resistência dos Materiais ao Fogo

Todos os materiais utilizados no veículo deverão atender a norma UIC 564-2 para resistência ao fogo e as normas NF F 16-101 e NF F 16-102 para emissão de fumaça.

1.10.2.4. Gravação de Eventos (Caixa Preta)

O veículo deverá ser equipado com gravador, com capacidade para gravar os parâmetros de, no mínimo, os últimos 400 km percorridos pelo veículo.

No mínimo, deverão ser gravados os seguintes parâmetros:

- velocidade do veículo, data e hora;
- distância percorrida em km, frenagem e tipo de sistema de frenagem;
- ativação de botão de emergência;
- ativação do dispositivo de parada de emergência;
- estado do sistema de segurança;
- localização do veículo;
- imagens das câmeras do CFTV interno ao salão e cabinas de condução.

A alteração dos tempos de registro entre dois eventos e dos parâmetros a serem gravados deverá ser de fácil execução, através de simples alterações no módulo operacional do software pela própria concessionária.

1.11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MATERIAL RODANTE

1.11.1. Estrutura da Caixa

A estrutura da caixa deverá atender as características técnicas a seguir detalhadas.

Concepção estrutural da caixa:

O projeto da caixa deverá ser desenvolvido considerando-se as dimensões básicas apresentadas nesta especificação.

A caixa dos módulos que compõe o veículo deverá ser projetada, de forma que se inscreva nas seções de gabarito dinâmico especificado.

O fabricante poderá escolher um dos seguintes materiais para a fabricação da caixa e os elementos estruturais da mesma:

- aço inoxidável do tipo AISI 201, 202 ou equivalente para as partes estruturais não visíveis e do tipo AISI 301, 302, 304 ou equivalente, para partes visíveis. Para a cabeça de estrado, vigas de apoio e travessas intermédias, poderá ser combinado com o aço LAHT (*low alloy high tension*);
- ligas de alumínio com perfis extrudados e chapas de acabamento em alumínio, podendo existir partes em aço inoxidável. Para as áreas mais solicitadas do estrado, como as travessas de apoio da união caixa-truque, travessas de cabeceira e região dos antiencavalamentos, poderão ser utilizados perfis e chapas de aço de baixo carbono, do tipo "Cor-ten".

Deverão ser definidas as especificações de todos os materiais e tratamentos térmicos e/ou de superfície, se houver, e em que partes serão usados, assim como indicar as normas que serão utilizadas.

Independente do tipo de material utilizado da caixa, alumínio ou aço, as caixas deverão obedecer às seguintes normas:

- EN 12663, categoria P - V;
- EN 15227, categoria C - IV.

VLT do Rio

Deverão ser previstos pontos para içamento da caixa por meio de ponte rolante, instalada no bloco de manutenção do pátio e suportes de apoio para levantamento do VLT por macacos eletromecânicos, seja para a composição completa ou para os módulos separadamente.

Deverá ser possível o levantamento da caixa por uma só extremidade, seja para efeito de encarrilhamento ou de manutenção. Nestas regiões de levantamento, deverá haver placas de aço antiderrapante de espessura suficiente para que não ocorra deformação permanente.

O processo de fabricação e montagem das caixas deve ser de uso consagrado em outros veículos semelhantes do fabricante que estejam em operação há mais de 3 anos.

Cálculo estrutural da caixa:

Todos os componentes deverão ser projetados de forma que as tensões admissíveis utilizadas no cálculo da caixa respeitem as definições estabelecidas pelas normas internacionais existentes, desenhos de projetos e testes.

O relatório técnico com os cálculos deverá ser submetido à aprovação da contratante, não sendo transferida a esta qualquer responsabilidade sobre o projeto.

Os cálculos estruturais serão desenvolvidos utilizando o método de elementos finitos e utilizando um software de difusão internacional atualizado e testado em aplicações ferroviárias.

As verificações para estimar a duração da fadiga causada por cargas alternadas devem ser consideradas no projeto e fabricação, considerando uma vida útil mínima de 30 anos.

A distribuição de possíveis esforços assimétricos provocados pela movimentação em curva deverá ser levada em conta no cálculo da estrutura.

A estrutura da caixa deve ser projetada de acordo com a norma EN12663, para um veículo da categoria P – V. A parte frontal da estrutura deverá resistir a uma carga de compressão ou um esforço de tração longitudinal de 200 kN aplicado separadamente.



VLT do Rio

As partes frontais dos veículos e a cabina de condução deverão ser projetadas de acordo com a norma EN 15227, categoria C – IV, para absorver impactos, sem deformações permanentes.

Os esforços de compressão e as deflexões resultantes deverão respeitar as seguintes condições:

- para caixas fabricadas em alumínio, os esforços de flexão deverão respeitar o critério estabelecido no padrão europeu EN 12663 (última versão) considerando um veículo tipo P - V;
- para caixas fabricadas em aço inox, os esforços de flexão deverão respeitar os diagramas de *Goodman* e levar em conta os coeficientes de ponderação em função dos tipos de montagem feita;
- os critérios da norma europeia EN 12663 (última versão) para os limites dos esforços de compressão considerando um veículo da categoria P - V.

Ensaio na caixa:

O ensaio estrutural da caixa deverá ser realizado em um módulo (extremidade), estruturalmente completo, com carga simulada dos equipamentos.

A caixa deverá ser submetida a todos os ensaios de tipo, previstos nesta especificação e na norma EN 12663 devido a esforços dinâmicos.

Após os ensaios não deverá existir na caixa deformações e flechas permanentes, fissuras e trincas.

Os ensaios de tração, compressão, carga vertical e torção poderão ser comprovados através de relatórios técnicos específicos desde que estes tenham sido realizados nas condições de esforços iguais ou superiores aos especificados nos ensaios a seguir descritos (tração e compressão, carga vertical e de torção), não sendo necessária, somente nessa condição, a realização dos referidos testes.

Os ensaios aos quais as caixas deverão ser submetidas são os seguintes:

Ensaio de tração e compressão:

A estrutura da caixa deverá ser submetida ao ensaio de compressão em duas etapas. A primeira deverá ser a aplicação de carga longitudinal por sobre o dispositivo de anti encavalamento. A carga de compressão inicial deverá ser de 20% da carga máxima de 200 kN definida em aplicações sucessivas, sempre acrescidas de 20% da carga máxima, até o limite da mesma.

A segunda etapa do ensaio consistirá nas aplicações de esforços de tração e compressão, alternadamente, em um eixo coincidente com a linha de centro do engate e da barra de ancoragem.

O projeto deverá detalhar as tensões das partes críticas da caixa e dos equipamentos, tais como: vigas, colunas das cabeceiras, longarinas e vigas transversais, colunas das laterais, quadros das portas, áreas adjacentes às janelas, etc.

Ensaio de carga vertical:

O ensaio de carga vertical deverá ser realizado no módulo da extremidade com carga máxima (CM) de 8 passageiros em pé/m², acrescida de 20% devido a condição dinâmica.

A carga de ensaio deverá ser distribuída no piso do módulo, iniciando-se com 20% da carga máxima e nas etapas seguintes acrescidas de 20% até 100% da carga máxima.

Ensaio de torção:

O ensaio de torção a ser realizado na caixa do módulo da extremidade deverá consistir em elevar o módulo vazio sobre quatro apoios, por meio de atuadores hidráulicos localizados nos quatro cantos da caixa e retirando-se, em seguida, um dos apoios, sem que haja deformações permanentes de qualquer natureza.

Nessas condições serão verificadas as tensões e deflexões ocorridas nas diversas partes da estrutura.

VLT do Rio

Ensaio de estanqueidade:

Após a montagem final, em um veículo completo, com os módulos de intercirculação instalados, deverá ser submetido aos ensaios de estanqueidade previstos na norma IEC 165.

O esguichamento da água deverá ser por meio de bocais, em número suficiente para cobrir toda a caixa. Os bocais deverão estar afastados no máximo 2m e com pressão de 3,5 bar. O tempo mínimo de esguichamento para o início da inspeção será de 20 min.

1.11.2. Máscara Frontal

1.11.2.1. Máscara

As partes frontais das cabines de condução do VLT deverão ser projetadas com máscaras moldadas, fabricadas em poliéster reforçadas com fibra de vidro.

As máscaras deverão ter faróis em LEDs e sinaleiras, também em LED, na cor vermelha, para indicar o sentido de marcha.

1.11.2.2. Para-Brisas

A máscara frontal do veículo deverá ser provida de pára-brisa panorâmico e atender aos requisitos das normas NBR 11.548 e UIC 651 OR.

O veículo deverá ser equipado com sistema de limpador de para-brisa com acionamento elétrico. As palhetas deverão ser projetadas para permitir a adequada visão do condutor. Na região de visão do condutor deverá ser instalado quebra sol retrátil, de fácil manejo.

VLT do Rio

1.11.3. Revestimento Interno

Os painéis de acabamento laterais internos deverão ser fabricados em poliéster reforçado em fibra de vidro, sendo aceitas alternativas, desde que apresentem características técnicas, físicas e químicas iguais ou superiores as indicadas.

As arestas e cantos deverão ser arredondados e suas fixações não deverão utilizar parafusos ou rebites aparentes.

Os materiais utilizados no fornecimento do revestimento interno deverão ter características de não propagante a chama, conforme norma ASTM E162, ou equivalente e densidade óptica máxima de fumaça conforme ensaios estabelecidos nas normas NBR-9442 e ASTM-E 662 ou equivalentes.

Os índices de produção de fumaça deverão atender os valores apresentados na Tabela 1.11.3.1, a seguir.

As quantidades máximas de gases tóxicos liberados pelos materiais utilizados no interior dos veículos deverão ser inferiores às estabelecidas pela norma NF F 16-101(item 6.3) ou norma BSS-7239 (*Boeing Specification Support Standard*).

Tabela 1.11.3.1 Índices de Propagação de Chama e Densidade Máxima de Fumaça

Propagação de Chama (máx.)	25
Densidade Máxima de Fumaça	90s – 100
	4 min – 300
	> 4 min – 300

Tabela 3.13.11. 2 Densidade Máxima de Gases Tóxicos

Norma BSS-7239 Gases Tóxicos	Concentração. (máxima)
Monóxido de Carbono (CO)	3.500 ppm
Ácido Fluorídrico (HF)	200 ppm
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	100 ppm
Ácido Clorídrico (HCL)	500 ppm
Ácido Cianídrico (HCN)	150 ppm
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	100 ppm

O revestimento do teto deverá ser fabricado em poliéster ou alumínio pintado e os difusores do ar condicionado deverão ser em alumínio anodizado.

1.11.4. Assentos

A estrutura dos bancos deverá ser reforçada para resistir a uma carga distribuída de 200 daN por assento, sem ocasionar deformação permanente em qualquer de seus elementos.

As dimensões do encosto e assentos dos bancos deverão ser compatibilizadas com os parâmetros estabelecidos na norma NBR 12440.

O assento e encosto dos bancos deverão possuir camada de espuma e tecido de aramida (*kevlar*), revestidos com tecidos de acabamento antichama.

Deverão existir assentos reservados para passageiros portadores de necessidades especiais – PNE, conforme a norma NBR 14021:

- deverá haver dois lugares, especialmente reservados para passageiros usuários de cadeira de rodas, localizados próximos as portas.
- deverá haver um assento, especialmente reservado para passageiros obesos.

VLT do Rio

1.11.5. Pega-Mãos

O salão de passageiro deverá dispor de colunas e barras longitudinais, dispostos nos corredores e na região das portas, que permitirão aos passageiros movimentarem-se com segurança. Na região das portas deverão existir colunas verticais do tipo "tripóide", observando-se as distâncias para circulação de cadeira de rodas.

As colunas e barras de pega mãos deverão ser em tubos de aço inoxidável com partes fotoluminescentes para facilitar a visualização por pessoas com acuidade visual reduzida.

As fixações, colunas e barras deverão ser tais que não existam deformações permanentes em quaisquer dos elementos quando aplicada uma carga vertical de 250 daN nos pontos médios entre suportes de fixação dos pegadores.

As fixações e colunas deverão suportar uma carga horizontal de 180 daN nos pontos médios entre as fixações das colunas, sem que exista deformação permanente em qualquer de seus elementos. O diâmetro externo mínimo dos tubos deverá ser de 32 mm (1 ¼ de polegadas).

1.11.6. Janelas

As janelas deverão ser hermeticamente coladas em rebaixo da estrutura da caixa, de modo que após a colagem dos vidros, estes fiquem alinhados com as chapas de acabamento lateral do veículo. Essa montagem deverá suportar as pressões causadas por esforços definidos por norma.

As janelas deverão ser do tipo panorâmico. Os vidros deverão ser de segurança, resistente a radiações ultravioletas, atendendo a norma NBR 9491 ou equivalente.

1.11.7. Piso

A base estrutural do piso deve ser uma superfície continua plana e lisa.

VLT do Rio

Os materiais da base e do acabamento do piso deverão ser fabricados respeitando as seguintes normas ou equivalentes:

- resistente a chamas: ASTM E 648;
- resistente à abrasão e desgaste: ASTM C 501-66;
- característica antiderrapante: ASTM D 2047;
- resistente a substâncias químicas: DIN 51958;
- baixa emissão de fumaça e gases tóxicos: NF F 16101.

A união entre o material do piso e a parede da caixa deverá ser feita sem a formação de pontas afiadas e sua fixação não deverá ter parafusos ou rebites aparentes. Sobre esta união, deverão ser aplicados rodapés de material e dimensões definidas durante o projeto.

Na região das portas deverá haver soleiras fabricadas em chapa de aço inoxidável com antideslizamento em alto relevo.

O piso acabado do carro deverá ser projetado para resistência ao fogo por 15 minutos, no mínimo, comprovado por conforme a norma ASTM E 119, em amostra que represente o estado final de construção e acabamento, utilizado na produção.

1.11.8. Sistema de Iluminação

O sistema de iluminação do salão de passageiros deverá ser projetado para que tenha 250 ± 50 lux, em qualquer ponto do veículo na altura de 800 mm acima do piso.

A metade das lâmpadas de iluminação normal, instaladas no sentido longitudinal, do veículo deverá ser alimentada por um circuito alimentado por uma fonte de corrente alternada e a outra metade por outro circuito e outra fonte de corrente alternada, de modo que na falha de uma das fontes, permaneça acesa 50% da iluminação do salão de passageiros.

A tensão das luminárias principais deverá ser de 220 Vca.

O sistema de emergência, com no mínimo 60 lux, deverá ser alimentado pela tensão de bateria.

VLT do Rio

O interior dos armários técnicos, caso a iluminação normal não seja suficiente, deverá ser equipado com lâmpadas posicionadas para facilitar as manutenções.

1.11.9. Conexão entre Módulos – Gangway

O veículo deverá ser equipado com *gangway*, de forma a permitir passagem de intercirculação entre todos os módulos, com a máxima abertura possível de forma a facilitar o trânsito de pessoas.

O *gangway* deverá ser hermético e em sua instalação não deverá haver desníveis no piso na região entre módulos e deverá ser evitada a existência de “nichos” que propiciem o acúmulo de poeira.

Na região do *gangway* deverá haver barras de pega-mãos para segurança dos usuários, inclusive na ultrapassagem de um módulo para outro com segurança.

Esta região deve ser dimensionada para suportar a densidade de 8 passageiros em pé por metro quadrado e acomodar a torção e o desnível eventual máximo dos pisos entre módulos adjacentes, em condições normais de operação da via principal e do pátio. A durabilidade dos componentes deverá ser superior a 10 anos.

O nível de ruído interno, na região do *gangway*, não deverá ser superior ao estabelecido para o interior do veículo.

1.11.10. Dispositivos de Comunicação

1.11.10.1. Comunicação Visual Fixa

Deverão ser previstos placas, adesivos e painéis indicativos para a comunicação e orientação dos usuários, tanto no interior do salão de passageiros como no exterior do veículo. As placas indicativas deverão ser bilíngües, em português e inglês.

No mínimo, as seguintes informações deverão ser previstas:

VLT do Rio

- indicações para uso das portas;
- indicação luminosa de fechamento iminente das portas e porta fora de serviço;
- indicação de direção de entrada e saída;
- indicação luminosa de porta aberta no exterior dos módulos;
- indicação de localização e instrução de uso dos extintores de incêndio;
- indicação de abertura das portas de emergência;
- indicação e proibições, de preferências de uso, não fumem e atuações indevidas dos dispositivos, etc.;
- instrução para acionamento do dispositivo de emergência do salão de passageiros;
- número do veículo/módulo;
- indicação de uso do microfone do salão de passageiros
- indicação de uso de dispositivos em geral;
- indicação da existência das câmeras de segurança;
- indicação preferencial de assentos.

1.11.10.2. Comunicação Visual Dinâmica

A comunicação visual dinâmica do veículo será composta por indicador de destino e por painéis de mensagens variáveis.

Os veículos deverão ser dotados de sistema de indicação de destino automático, com displays em LEDs, de alta definição, nas partes frontais e laterais. A matriz de led (diâmetro e espaçamento) que será utilizada deverá ser aprovada em projeto.

Na cabeceira frontal de cada módulo de extremidade deverá ser instalado um indicador de destino, centralizado na parte superior do pára-brisa, pelo lado interno da cabine.

Nas laterais dos módulos, próximo às regiões das portas, na parte superior das mesmas, deverão ser instalados indicadores de destino.

A mudança de destino deverá ser realizada através de um comando localizado no console da cabine, via "*data-bus*". A seleção de destino configurada deverá ser mantida independente da mudança de cabine líder. O indicador frontal ativado deverá ser o da cabine líder.

A alimentação do indicador de destino deverá ser pelo sistema retificador/baterias.

1.11.10.3. Comunicação Sonora

O sistema de sonorização deverá permitir a emissão de mensagens com locução do operador do veículo ou pré-gravadas. Essas mensagens podem ser veiculadas independentes (só áudio) ou em conjunto com comunicação visual escrita nos painéis luminosos instalados no salão de passageiros.

O sistema de sonorização deverá permitir a comunicação bidirecional entre passageiro e o operador do veículo por meio de intercomunicadores instalados em todos os módulos, em locais próximos às portas de saída.

O sistema de sonorização do veículo deverá apresentar características iguais ou melhores do que as relacionadas a seguir:

- inteligibilidade mínima de 90% nas áreas sonorizadas e do intercomunicador, comprovada por ensaio;
- em qualquer sonofletor, apresentar resposta em frequência na faixa de 200 a 8.000Hz \pm 3 dB, sendo permitida uma queda não superior a 6 dB por oitava abaixo de 200 Hz e acima de 8.000Hz;
- nível de pressão sonora mínima de 10 dB acima do nível de ruído ambiente, medido na área a ser sonorizada, estando limitado a um máximo de 105 dB;
- gongo eletrônico anterior a emissão de mensagens de áudio "ao vivo" ou pré-gravadas.

O sistema deverá ser operado, normalmente, a partir da cabine de comando, no módulo líder. No caso de reversão no comando do veículo, de uma cabine para a outra, todas as funções deverão estar disponíveis na nova cabine líder.

Os equipamentos do sistema, presentes nas duas cabines, deverão ser interligados e possuir redundâncias de maneira que, suas funções não sejam interrompidas mesmo em caso de falha de um dos equipamentos.

O sistema deverá tratar e emitir sinais de áudio gerados a partir do:

VLT do Rio

- microfone instalado no console da cabine do veículo;
- equipamento de mensagens digitalizadas pré-gravadas;
- subsistema de intercomunicação e;
- subsistema de radiocomunicação.

O sistema deverá obedecer a prioridades que impeçam a emissão de duas ou mais mensagens ao mesmo tempo. Na ocorrência da emissão de mensagens simultâneas, a mensagem de menor prioridade deverá ser reemitida após o término da mensagem de maior prioridade.

De forma geral, a prioridade na emissão das mensagens, da mais prioritária para a menos prioritária, deverá ser:

- comunicações de rádio do CCO;
- mensagens ao vivo por meio do microfone do console do condutor;
- mensagens digitalizadas pré-gravadas;
- áudio de mensagens institucionais.

Todos os módulos do veículo deverão ser sonorizados.

O condutor deverá ser capaz de emitir avisos “ao vivo”, e para isso, deverá aguardar a sinalização da finalização do gongo eletrônico e iniciar a locução, utilizando o microfone do console.

O microfone deverá ser instalado na console do veículo, de maneira a permitir que as comunicações sejam realizadas com o condutor em posição normal, sem a necessidade de girar a cabeça, o corpo ou curvar-se.

O sonofletor monitor da cabine do veículo deverá atender às necessidades de comunicação do sistema de sonorização, do radiocomunicador e do intercomunicador. Seu controle de volume deverá ser ajustável pelo condutor de forma independente para cada um destes subsistemas.

Em caso de interrupção e restabelecimento da alimentação elétrica, o sistema deverá retornar às condições normais de operação, sem a interferência do condutor.

VLT do Rio

O sistema deverá incorporar recursos para controle dinâmico e automático dos níveis de pressão sonora individual de cada módulo e na cabine do veículo, em função do ruído ambiente nesses locais.

O sistema de sonorização terá ainda os subsistemas de intercomunicação (PAS – *public adress system*) e de rádio.

Intercomunicadores / PAS:

O subsistema de intercomunicadores (**PAS**), composto de dispositivos chamados “intercomunicadores de emergência”, deve permitir a comunicação entre um usuário de qualquer módulo com o condutor do veículo.

Em caso de necessidade, o usuário ao acionar um dos intercomunicadores instalados no módulo fará soar um sinal sonoro e visual na cabine do veículo que, ao ser reconhecido pelo condutor, estabelecerá a comunicação. Caso o condutor esteja ausente da cabine, a comunicação deverá ser transferida ao CCO.

A comunicação deverá ser bidirecional e só o condutor deverá teclar para falar. O usuário, uma vez estabelecida a comunicação, não deverá executar mais nenhum comando, apenas falar.

O intercomunicador do veículo deverá permitir que a comunicação entre o condutor e o usuário seja exclusiva. Durante esta comunicação, qualquer mensagem de áudio que estiver sendo emitida naquele módulo deverá ser suspensa, todos os outros intercomunicadores do veículo deverão ser inibidos e sinalizados como “ocupado”. O condutor do veículo poderá visualizar no monitor de TV, localizado atrás dele na cabine, a imagem da câmera mais próxima ao intercomunicador acionado.

Caberá ao condutor encerrar a comunicação sendo que, a partir deste momento todos os intercomunicadores do veículo deverão estar liberados para uma nova chamada.

As comunicações (dados contemplando o áudio, a data, a hora, minuto, segundo e outras informações pertinentes) realizadas por meio do intercomunicador deverão ser registradas e gravadas, no veículo, em equipamento denominado “caixa preta”.

VLT do Rio

Rádio:

A comunicação de voz, via rádio, deverá ter cobertura em qualquer ponto da via principal e do pátio. O microfone deverá ser integrado com o PAS do veículo.

A comunicação do veículo com o CCO deverá ser privativa.

Os rádios instalados no veículo deverão ser ligados de forma redundante para garantir a disponibilidade do sistema terra-veículo.

A comunicação terra-veículo de voz e dados deverá ser integrada, de forma a garantir a confiabilidade e integridade das informações trocadas entre o veículo e o CCO.

1.11.11. Portas

Deverão ser instaladas 7 (sete) portas de acesso, em cada uma das duas laterais, num total de 14 (quatorze).

As portas deverão ser 4 (quatro) de uma folha e 10 (sete) duplas (duas folhas).

A largura livre das portas de uma folha não deverá ser inferior a 800 mm e instaladas nos módulos com cabine. A largura livre das portas duplas não deverá ser inferior a 1300 mm. A altura livre das portas não deverá ser inferior a 1950 mm.

A interface entre as plataformas de estações / paradas e os veículos, com as portas abertas deverá ser analisada tanto nas condições ideais como nas degradadas (veículos com as rodas desgastadas, problemas na suspensão, etc.).

1.11.11.1. Requisitos Gerais do Sistema de Portas

As folhas de portas deverão ser de face simples e/ou dupla, fabricadas com estrutura rígida, livres de ondulações, e isolamento termo-acústica.

As folhas de portas deverão ser projetadas de forma a resistir a uma carga concentrada de 120 daN, aplicada perpendicularmente à sua face, no centro da borda frontal, quando

VLT do Rio

apoiada nas extremidades, com uma deflexão máxima de 3 mm, sem ocasionar deformação permanente.

Os quadros e as folhas de portas deverão ser projetados de forma a não prender a mão do passageiro durante a abertura/fechamento.

O sistema de portas deverá ser projetado para não indicar porta fechada e não haver travamento enquanto houver um objeto rígido com diâmetro 10 mm, no mínimo, colocado entre os perfis de borracha das folhas, a 1m do piso do módulo. A indicação de porta fechada deverá caracterizar porta fechada e travada, por meio de sensores independentes.

As portas deverão ser do tipo *plug in* ou de deslizamento externo e o acionamento das folhas de portas deverá ser feito por motor elétrico, alimentado em tensão de baterias do veículo.

As folhas das portas deverão ser providas de guarnições de borracha maciça em toda a sua extensão de contato entre elas, com flexibilidade suficiente para não causar lesões aos passageiros.

As portas deverão ser providas de janelas panorâmicas com o vidro de segurança, faceado com a folha do lado interno do carro.

A durabilidade dos componentes mecânicos do sistema de portas deverá ser de, no mínimo, 30 anos, com manutenção periódica de revisão geral a cada 1.000.000 km.

1.11.11.2. Dispositivo de Emergência de Portas

Ao lado de cada porta do carro, no seu lado interno e acessível ao usuário em frente à porta, deverá haver um dispositivo de emergência, convenientemente protegido contra ação indevida dos passageiros.

1.11.11.3. Portas de Serviço

Duas das portas em cada lateral do veículo deverão ter, também, a função de portas de serviço.

VLT do Rio

A abertura dessas portas deverá ser possível com o veículo parado, por meio do acionamento de um dispositivo com uma chave, tanto do lado interno como externo, independentemente de estar a cabina selecionada, porta isolada ou sistema desligado.

A porta aberta pela função da chave de serviço, ela assim deverá permanecer até que seja desativada a função.

Os dispositivos externos deverão ser acessíveis ao condutor em pé, a partir do boleto do trilho.

1.11.11.4. Comando e Sinalização de Portas

O sistema de comando deverá ser eletrônico, de alta confiabilidade, evitando-se circuitos e intertravamentos por meio de componentes eletromecânicos, como relés, contadores, etc.

O sistema deverá monitorar, continuamente, o estado de portas fechadas e travadas, sinais de velocidade do veículo e funcionamento de cada porta do veículo, efetuando diagnósticos automáticos e anunciando os eventos de falhas no monitor do console do operador.

O comando de portas deverá proporcionar a abertura e o fechamento das portas em qualquer modalidade operativa, sempre com o veículo com velocidade abaixo de 3 km/h.

Nas cabinas de comando deverá haver uma chave elétrica com retenção que, quando acionada, derivará a sinalização de portas fechadas e permitirá a movimentação do veículo, que deverá ser evacuado e atender rigorosamente os procedimentos operacionais estabelecidos, independentemente do estado das portas. Esse evento deve ser registrado no gravador de eventos.

Os comandos de abertura e fechamento de portas do veículo somente deverão ser ativos na cabina líder. A reversão de cabina líder ou a alteração de modalidade de condução do veículo não deverá gerar comando ou mudar o estado das portas.

VLT do Rio

A abertura de uma ou mais portas do veículo ou a perda de sinal de portas fechadas e travadas, com o veículo em movimento, deverá implicar em a aplicação de freio de emergência.

Quando uma porta for isolada, deverá inibir o comando de abertura, sinalizar porta fechada e travada e ativar a comunicação visual luminosa interna ao salão de passageiros, indicando “fora de uso / inoperante”, sobre cada porta isolada e fechada.

Independentemente da modalidade operativa, todo fechamento de portas do veículo deverá ser precedido de um sinal sonoro de alerta no salão de passageiros e outro luminoso intermitente, produzido por sinalizadores instalados sob os batentes superiores das portas laterais. A duração dos sinais deverá ser em torno de 3 segundos, podendo ser ajustável de 1 a 5 segundos.

Os circuitos de comando e controle do sistema de portas deverão ser projetados com filosofia de “falha segura”, ou seja, qualquer modo de falha não deverá provocar condições de falhas críticas ou catastróficas.

As funções de segurança executadas por *software* ou *hardware* do sistema de controle de portas deverão ser certificadas por entidade independente, quanto à segurança dos seus modos de falha, obedecendo aos requisitos da norma EN 50126.

Para essas análises, deverão ser consideradas falhas com conseqüências catastróficas se:

- houver abertura indevida de uma ou mais portas com o veículo em movimento;
- houver habilitação indevida da movimentação do veículo com uma ou mais portas abertas.

Da mesma forma, com o veículo parado, considerar falhas com conseqüências críticas se:

- houver abertura indevida das portas do lado oposto ao da plataforma;
- houver abertura de portas sem comando ou liberação do condutor.

As falhas e diagnósticos deverão ser registradas e indicadas na própria unidade de controle das portas e no monitor da cabina do sistema “*data bus*”, sendo as anormalidades registradas juntas com os principais parâmetros de controle do sistema de portas. A unidade de controle das portas deverá registrar pelo menos as 200 últimas ocorrências do sistema.

VLT do Rio

O *software* de controle deverá ser estruturado, de acordo com os requisitos da norma EN 50128.

As portas deverão ser objeto de ensaios, conforme detalhado a seguir.

Ensaio:

Os ensaios dos equipamentos de controle de portas deverão seguir as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 60571 e serão:

Ensaio de tipo:

Os ensaios de tipo devem abranger:

- funcional (desempenho);
- tensão suportável;
- transitórios;
- acréscimo de temperatura;
- vibração.

Ensaio de rotina:

Os ensaios de rotina devem abranger:

- funcional;
- tensão suportável.

1.11.12. Sistema de Refrigeração

Os veículos deverão ser equipados com unidades, em quantidades necessárias para refrigerar todo o veículo e a cabine.

VLT do Rio

As cabines poderão ser refrigeradas por unidade independente ou pelo sistema de refrigeração do salão. As unidades deverão ser alimentadas pelo sistema elétrico, em corrente alternada, trifásica e 60 Hz.

Cada unidade deverá ser ligada por fonte de suprimento elétrico diferente, de forma que o desligamento da fonte de alimentação auxiliar de uma das unidades não deverá afetar o funcionamento normal da outra, ou distribuir as cargas dos equipamentos de forma cruzada e simétrica com os conversores auxiliares.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para que a distribuição do ar de saída seja uniforme ao longo de toda a extensão do veículo.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para operar nas condições ambientais da cidade do Rio de Janeiro, proporcionando conforto térmico de acordo com o estabelecido na norma européia EN14150-1, categoria B.

O dimensionamento dos equipamentos de ar refrigerado e de aquecimento deverão ser projetados para que mantenham a temperatura interna inferior à entre 22° C e 24° C, nas condições de temperatura e umidade externas registradas estatisticamente na cidade do Rio de Janeiro, nos dias em que a temperatura ambiente ultrapassa essa faixa, nas 24 (vinte e quatro) horas dos dias, 7 (sete) dias por semana nas quatro estações do ano.

Deverá ser observada a incidência da radiação solar que, como registrado nos manuais de dimensionamento dos sistemas de ar condicionado, é variável não só ao longo dos dias, mas, também com as estações do ano, tanto em termos de wats/m² como no ângulo de incidência.

O sistema de ar refrigerado deverá ser projetado para manter a temperatura interna do salão de passageiros dentro da faixa exigida, com taxa renovação mínima de 6 m³ de ar fresco por passageiro/hora, considerando as seguintes ocupações diárias nos veículos por faixa horária:

- das 4:00 às 6:00hs e 22:00 às 24:00hs:
 - todos os lugares sentados ocupados.

VLT do Rio

- das 6:00 às 7:00hs, 10:00 às 12:00hs e 20:00 às 22:00hs:
 - veículo ocupado com 2 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e com dois passageiros em cadeiras de rodas.

- das 7:00 às 10:00hs e 17:00 às 20:00hs:
 - veículo ocupado com 6 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas.

- das 12:00 às 17:00hs:
 - veículo ocupado com 4 passageiros em pé/m², com todos os bancos ocupados e dois passageiros em cadeiras de rodas.

Atenção especial, em função dos requisitos especificados, deverá ser dada ao isolamento térmico dos veículos.

O nível de ruído no salão, somente com o sistema de refrigeração de ar funcionando na potência máxima, deve ser no máximo de 70 dBA, a ser medido em seu centro, a 1,2m do piso e com as portas fechadas.

1.11.13. Acoplamento

1.11.13.1. Mecânico

O acoplamento entre dois veículos, através dos módulos das extremidades, deverá ser feito por barra de junção, que ficará alojada dentro do acabamento inferior frontal dos veículos. Esse acoplamento deverá ser executado no tempo máximo de 15 minutos.

Caso seja necessário o acoplamento entre dois veículos, ele será executado pelos condutores dos mesmos, para isso os engates deverão ser dimensionados para possibilitar que um veículo puxe ou empurre outro veículo após a acoplagem.

VLT do Rio

Os engates entre módulos ou entre veículos não deverão possuir elementos de borracha natural ou neoprene, peças ou partes de desgaste para amortecimento ou absorção de energia.

Os engates deverão ser projetados para suportar operações de acoplamento entre um VLT carregado estacionado, contra outro VLT, também estacionado, com freio de emergência aplicado, sem ocasionar deformações permanentes ou danos aos equipamentos instalados nos módulos.

O engate não deverá transferir forças superiores a 200 kN em tração e compressão para a estrutura da caixa na operação de acoplamento.

Os engates deverão ser objeto de ensaios, conforme detalhado a seguir:

- desempenho do acoplamento com o VLT carregado (tipo);
- acoplamento entre VLT (tipo);
- acoplamento com veículo auxiliar de manobra (rotina).

1.11.13.2. Elétrico

As conexões dos sinais dos comandos e dos dados entre módulos deverá ser feita por cabos (*jumpers*) e conectores com bloqueio mecânico, travas e lacres ou caixa de conexões com cabos aparafusados que suportem as vibrações do veículo e os balanços dos cabos e ter proteção IP 68.

Deverá ser prevista uma reserva de, pelo menos, 20% de condutores e de pinos dos conectores dos cabos "jumpers".

A conexão entre módulos dos cabos de bateria deverá ser feita por terminais com parafusos. Os módulos deverão ser interligados de forma que os coletores de energia de um carro estejam sempre no mesmo potencial elétrico que os do módulo adjacente.

Os módulos intermediários deverão ter um terminal para a conexão elétrica de potência em cada cabeceira. A conexão desses cabos aos módulos deverá ser efetuada por conectores

VLT do Rio

robustos, com bloqueio mecânico para evitar erros de conexão e deverão ter travas e lacres para evitar desconexão por vibração e proteção IP 68.

O cabo de aterramento entre caixas deverá ter o mesmo dimensionamento do cabo da conexão de potência entre módulos

Para fins de rebocamento, deverá ser previsto nos engates dos módulos de extremidade conectores para os sinais elétricos de controle e para interligação do sistema de comunicação, acionamento dos freios e sinal de integridade do comboio e os demais definidos anteriormente.

No caso do veículo avariado estiver sendo empurrado a condução dos dois veículos (rebocador e rebocado) deverá ser feita obrigatoriamente pela cabine dianteira do veículo rebocado desde que esses comandos estejam operacionais.

1.11.14. Truque

1.11.14.1. Descrição Geral

Os carros deverão ser equipados com truques de quatro rodas cada um. No projeto do truque deverão ser consideradas as condições de projeto da via permanente.

A flexibilidade do truque deverá permitir que as rodas acompanhem todas as irregularidades da via.

Deverá ser projetado, de modo que apresente limitação do alívio de carga nas rodas, quando transitar sobre os AMVs ou em curvas simples ou reversas, aclives, declives ou em superelevações, com quaisquer que sejam as acelerações e em qualquer direção.

Os truques deverão ser projetados de acordo com as exigências contidas no relatório UIC ORE B55.

1.11.14.2. Armação do Truque

A armação do truque deverá ser fabricada em chapas soldadas de aço ao carbono.

A seleção das cargas para o cálculo da armação do truques deve considerar as seguintes condições:

- condições estáticas devido ao peso da caixa suportada pelo truque;
- condições dinâmicas provocadas pela marcha do veículo sobre os trilhos onde o perfil geométrico é conhecido.

1.11.14.3. Contato Roda Trilho

O perfil da roda deverá ser compatível com o perfil do trilho. O fabricante deverá estabelecer a relação entre as características geométricas do truque e as da via, considerando as seguintes configurações:

- os esforços gerados durante a inscrição em curvas;
- os limites dos descarrilamentos para a relação entre o esforço lateral na roda (Y) e da carga vertical na roda (Q) devem respeitar o estabelecido pela norma UIC 518.

1.11.14.4. Lubrificadores de Trilho

Os veículos deverão ser equipados com lubrificadores de frisos e de rodas.

O sistema de lubrificadores deve operar com lubrificantes de alto teor de sólidos e serem instalados nos rodeiros de ataque do primeiro truque dos módulos com cabine.

Deverá ser adequado para a aplicação de lubrificante específico em quantidade adequada para garantir a formação de um filme lubrificante na região do friso e na lateral dos trilhos, sem provocar contaminação da superfície de rolamento da roda, do topo do boleto do trilho, bem como das partes inferiores dos módulos (por efeito de centrifugação).

VLT do Rio

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

O sistema deverá ser projetado de forma a possibilitar o funcionamento de todo sistema instalado no veículo, através de comando único de liga/desliga, ou o funcionamento parcial em apenas um dos módulos da extremidade.

O sistema deverá prever dispositivos que permitam alterar facilmente a quantidade de lubrificante aplicada. A aplicação deverá ser feita através de ajuste dos intervalos de tempos de aplicação e repouso. O acionamento deverá levar em conta se o veículo está em curva, bem como sua velocidade e direção.

O sistema deverá permitir a interrupção da lubrificação quando o veículo estiver parado.

1.11.14.5. Sistema de Suspensão

O truque deverá utilizar suspensão secundária e rodas super elásticas que permitam:

- que o piso seja 100% rebaixado;
- que tenha um peso menor;
- que apresente maiores facilidades e menores custos de manutenção;
- que as vibrações provenientes do contato trilho/roda sejam minimizadas.

A suspensão secundária poderá utilizar alguma das seguintes tecnologias:

- por borrachas de ação progressiva;
- por molas helicoidais, instaladas entre os laterais dos truques e o estrado do carro, para receber diretamente a carga da caixa. As molas deverão ser instaladas com suas superfícies superiores e inferiores isoladas do contato metálico direto, mediante peças de borracha natural.

O sistema da suspensão será completado com amortecedores horizontais e verticais para evitar as acelerações transversais e verticais provocadas pelas oscilações auto-excitadas durante a marcha dos veículos, eliminando toda possibilidade de sua geração.

VLT do Rio

A suspensão secundária deverá possuir um dispositivo de medição que permita que seja transmitida ao sistema de controle de tração e de frenagem a carga do carro.

A simulação dinâmica deverá comprovar se o tempo de resposta do sistema foi projetado adequadamente e que, portanto, satisfaz as condições de segurança.

Os valores das acelerações e das frequências de oscilações do carro deverão ser testados de acordo com a Norma ISO 2631, considerando o tempo de exposição de 1 h contínua em todas as condições de carregamento.

1.11.14.6. Rodas

As rodas deverão ser do tipo super elástica. O perfil da roda deverá ser adequado ao perfil do trilho especificado.

As rodas do veículo deverão ser de aço forjado e a diferença do diâmetro de uma roda nova em relação a última vida deverá ser no mínimo 75mm e no máximo 80 mm.

1.11.14.7. Areeiro

Os truques motorizados deverão ser equipados com dispositivos areeiros para aumentar a aderência das rodas no trilho para limitar os riscos de deslizamento e derrapagem. Estes dispositivos deverão ser controlados de acordo com a direção de condução.

1.11.15. Sistema de Tração

1.11.15.1. Inversor de Tração

Os inversores de controle de tração e frenagem elétrica deverão ter os semicondutores de potência configurados em circuito de ponte simples. Não deverá haver, no circuito de potência, semicondutores ligados em série ou paralelo para atender aos requisitos de tensão ou corrente elétrica resultante.

VLT do Rio

Não serão aceitos sistemas de arrefecimento onde os semicondutores de potência sejam imersos em câmaras de líquido refrigerante.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser protegido contra interferências eletromagnéticas e, ao mesmo tempo, deverá evitar a geração de interferências eletromagnéticas em outros sistemas do veículo ou instaladas nas estações e via, principalmente na faixa de frequência de operação do equipamento de controle de bordo (CB), conforme as normas ISO 3095 e EN50121.

O inversor estático de tração deverá atender às condições descritas nas normas NBR-8365 e IEC-60077, onde aplicáveis e os ensaios serão de dois tipos:

- ensaios de tipo:
 - funcional;
 - impulso;
 - calor seco;
 - calor úmido;
 - vibrações e choques.

- ensaios de rotina:
 - funcional;
 - tensão suportável.

1.11.15.2: Motor de Tração

Os motores de tração deverão ser de corrente alternada trifásica e balanceados dinamicamente.

Os enrolamentos das bobinas deverão ser isolados com material classe H e, posteriormente, impregnados. A elevação de temperatura não deverá ultrapassar os limites da classe F.

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

VLT do Rio

O motor de tração deverá ser dimensionado mecanicamente para suportar continuamente a rotação equivalente a 15% acima da velocidade máxima do veículo, considerando as rodas no limite de desgaste e às condições de vibração e choque existentes na via.

Os motores de tração deverão ser submetidos aos ensaios de tipo e rotina de acordo com a norma IEC 60349-2 para motores de tração.

Os ensaios deverão ser os seguintes:

- elevação de temperatura (tipo);
- aquecimento de curta duração (rotina);
- curvas características (tipo e rotina);
- sobre velocidade (tipo e rotina);
- ruído (tipo);
- tensão suportável (rotina);
- vibração (rotina);
- valores característicos com tensão nominal (tipo e rotina).

1.11.15.3. Resistores de Frenagem

Os resistores de potência utilizados no equipamento de frenagem elétrica deverão estar dimensionados para suportar frenagens máximas sucessivas, caso não seja possível a regeneração.

Os resistores deverão ser submetidos aos ensaios, de acordo com a norma IEC 60322. Os ensaios de tipo e rotina são:

- verificação do material dos elementos do resistor (tipo);
- elevação de temperatura (tipo);
- vibração e choque (tipo);
- curto-circuito (tipo);
- higroscópico (tipo);
- desempenho sob chuva (tipo), (será realizado ou não, dependendo do local de instalação dos resistores de frenagem no veículo);



VLT do Rio

- verificação da resistência nominal (rotina);
- tensão suportável (rotina).

1.11.15.4. Equipamento de Manobra e Proteção

O equipamento de manobra e proteção de potência terá como finalidade o chaveamento dos circuitos de tração e frenagem elétrica e deverá interromper correntes de curto-circuito ou sobrecargas.

O fusível ou disjuntor de entrada deverá ter capacidade de interromper qualquer corrente operativa de sobrecarga e curto-circuito.

O sistema de tração e frenagem elétrica deverá ser compatibilizado com as retificadoras do sistema de alimentação elétrica.

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

1.11.16. Sistema de Frenagem

1.11.16.1. Freio Elétrico

O sistema de frenagem elétrica deverá considerar motores de tração em corrente alternada, com uso comprovado em sistemas ferroviários de transportes de passageiros com carregamento equivalente ao da presente especificação.

O sistema deverá ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade operacional e para as condições de carro vazio até carregado, considerando os passageiros sentados e 10 passageiros em pé/m² e atendendo ao desempenho de frenagem elétrica especificadas.

O inversor de controle deverá proporcionar frenagem elétrica plena no veículo, sem atuação da frenagem por atrito, em todas as condições de carga, a partir de velocidade máxima de

VLT do Rio

70 km/h até 10 km/h. Entre 10 Km/h e 5 km/h será permitido a função “*blending*”, sendo que a partir de 5 km/h deverá atuar somente a frenagem por atrito.

A frenagem elétrica deverá ser do tipo regenerativo e reostática.

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

1.11.16.2. Freio de Atrito

O freio de atrito deverá ser de uso comprovado em VLT e ser projetado para funcionar em toda a faixa de velocidade máxima até zero, para as condições de carro vazio até carregado, considerando os passageiros sentados e 10 passageiros em pé/m², atendendo ao desempenho especificado.

O sistema de freio por atrito deverá ser compatibilizado com o freio elétrico, para garantir a frenagem segura, suave e isenta de solavancos.

O acionamento do sistema de freio mecânico (de atrito) se fará por meio de um sistema hidráulico.

O projeto do equipamento hidráulico deve considerar as condições especiais de funcionamento inerentes ao material rodante ferroviário em particular:

- as condições operacionais e ambientais (vibrações, temperatura, contaminação);
- as condições de manutenção (redução do tempo de intervenção);
- as condições climáticas.

O sistema será basicamente composto por:

- uma central hidráulica para cada módulo equipado com freio mecânico (de atrito). As centrais hidráulicas receberão os sinais de frenagem que determine a posição de freio selecionada pelo condutor determinando esta o ponto de frenagem já seja de serviço, de emergência ou de segurança;

VLT do Rio

- unidades de frenagem em cada eixo do truque, que estiverem equipados com o correspondente sistema mecânico para o freio de estacionamento;
- acessórios.

Os componentes hidráulicos, incluindo as tubulações e suas conexões, devem ser projetados e fabricados em função das condições de funcionamento da instalação e do tipo de fluido utilizado.

As tubulações e conexões do sistema hidráulico devem estar instaladas de tal modo que não provoquem deformações que possam comprometer a função hidráulica ou mecânica.

A classe de contaminação desejável a alcançar levando em conta as diferentes partes que integram o circuito hidráulico, é de classe 6, conforme a norma NAS 1638. A instalação deve estar equipada com dispositivos de filtragem para garantir o normal funcionamento de todos os componentes do circuito e em particular daqueles que garantem as funções de segurança.

1.11.17. Dispositivos de Antideslizamento e Antipatinagem

Em situação de baixa aderência na via, o sistema deverá controlar o esforço frenante aplicado ao rodeiro, de modo a manter a velocidade periférica das rodas no limite de travamento ou escorregamento, com eficácia superior a 95%, na faixa de velocidade compreendida entre velocidade máxima 70 km/h e 5 km/h.

O equipamento deverá ser projetado com lógica microprocessada, funções de auto diagnóstico, histórico de eventos e sinalização de falha na cabina de condução.

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

Os equipamentos eletrônicos que compuserem o sistema de antideslizamento e antipatinagem deverão ser submetidos a ensaios, conforme normas, NBR 8365 ou IEC 60571 e atender aos requisitos de desempenho citados na norma UIC 541-4.

Os ensaios de tipo deverão ser os seguintes:

VLT do Rio

- funcional.
- tensão suportável;
- transitórios;
- acréscimo de temperatura (seca);
- acréscimo de temperatura (úmida);
- vibração e choque.

Os ensaios de rotina serão os seguintes:

- funcional;
- tensão suportável.

1.11.18. Sistema de Comando de Tração e Frenagem

O equipamento de tração e frenagem deverá receber os sinais de comando do veículo e processar o cálculo do esforço de tração ou frenante dos motores, levando em conta o peso dos passageiros, a tensão da linha, o diâmetro das rodas e a máxima variação de aceleração ("jerk").

Deverá ser microprocessado, possuindo recursos de auto - diagnóstico com os valores dos principais parâmetros e a rotina que detectou as anormalidades de funcionamento, histórico de eventos e sinalização de falhas local e na cabina de condução.

O software de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

O equipamento de comando e controle de tração e frenagem elétrica deverá ser submetido a ensaios, conforme norma NBR-8365 ou IEC 571, a saber:

- ensaios de tipo:
 - funcional;
 - de impulso;
 - de calor seco;
 - de calor úmido;
 - de vibrações e choques.

VLT do Rio

- ensaio de rotina:
 - funcional;
 - de tensão suportável.

Caso o equipamento já tenha sido ensaiado, o fabricante poderá apresentar os certificados de testes de tipo.

1.11.19. Sistema Suprimento de Energia Auxiliar

1.11.19.1. Inversor Auxiliar

O sistema de alimentação elétrica em corrente alternada deverá ser constituído por inversores estáticos com tensão de entrada em 750 Vcc e saída em corrente alternada em tensão de padrão industrial e frequência nominal de 60 Hz, senoidal.

O sistema de suprimento elétrico de energia auxiliar deverá, também, ser compatibilizado com o sistema de alimentação da rede aérea.

A operação de partida dos equipamentos de funcionamento intermitente (ar condicionado, etc.) não deverá causar nenhuma perturbação visível aos os passageiros (ex. queda de iluminação) ou no desempenho do veículo.

O equipamento de controle deverá ser projetado com lógica microprocessada, funções de autodiagnóstico, histórico de eventos e sinalização de falha na cabina de condução.

O *software* de controle deverá seguir os requisitos da norma EN 50128.

Deverão ser previstas facilidades de ajuste dos principais parâmetros de controle do inversor, tais como:

- tensão de entrada;
- tensão de saída;
- frequência de saída;

VLT do Rio

- tempo para religamento;
- regulação do controle;
- parâmetros de proteção.

O inversor deverá ser submetido aos ensaios conforme as condições descritas na norma NBR 8365 ou IEC 1287 onde aplicáveis, e serão de dois tipos:

- ensaios de tipo:
 - funcional;
 - de tensão suportável;
 - de transitórios;
 - de acréscimo de temperatura (seca);
 - de acréscimo de temperatura (úmida);
 - de vibração e choques.
- ensaios de rotina:
 - funcional;
 - de tensão suportável.

Os componentes eletromecânicos que compuserem o sistema de alimentação elétrica auxiliar deverão ser submetidos a ensaios, conforme norma IEC 60077.

Os ensaios serão os seguintes:

- funcional (tipo e rotina);
- de tensão suportável (rotina);
- de acréscimo de temperatura seca (tipo);
- de vibração e choques (tipo).

1.11.19.2. Baterias para Auxiliares

O veículo deverá ser equipado com sistema de baterias dimensionadas com capacidade de alimentar as cargas do veículo em sua condição operacional por 1 hora, no mínimo.

VLT do Rio

As baterias deverão ser submetidas aos seguintes ensaios:

- ensaios de tipo:
 - com a bateria totalmente carregada, efetuar uma descarga, sob corrente nominal, de uma hora. Decorrido este intervalo de tempo, a tensão por elemento deverá ser superior a 1,06Vcc para alcalina e 1,80Vcc para ácida;
 - vibração: realizado segundo as normas ABNT-EB-18 e MB-64 ou IEC equivalente.

- ensaios de rotina:
 - inspeção dos elementos mecânicos: dimensional e de acabamento, conexões, etc.;
 - verificação do nível e da densidade de eletrólito.

1.11.20. Concepção dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão ser projetados para utilização nas condições ambientais da cidade do Rio de Janeiro, e de acordo com os seguintes requisitos a seguir detalhados.

1.11.20.1. Resistência às Sobretensões

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão suportar, sem perturbação, as sobretensões transitórias não repetitivas, provenientes da ligação dos equipamentos com os circuitos externos, conforme as recomendações da IEC 60571.

1.11.20.2. Resistência às Sobrecorrentes

Os componentes deverão resistir às sobrecorrentes:

- repetitivas (ligação dos equipamentos, etc.)
- excepcionais (sobrecarga da cadeia de tração durante as partidas dos veículos em rampa, etc.)

VLT do Rio

- acidentais (corrente de *flash* em um motor).

Deverão também ser protegidos contra sobre corrente acima de valores especificados nas normas, por fusíveis ultras rápidos, micro disjuntores, disjuntores, limitadores eletrônicos de corrente, etc.

1.11.20.3. Rigidez Dielétrica

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão resistir aos testes de rigidez dielétrica conforme recomendação IEC 60077-1 e 2.

1.11.20.4. Compatibilidade Eletromagnética

Todas as providências devem ser tomadas para evitar perturbações eletromagnéticas emitidas pelos veículos sobre:

- os outros sistemas elétricos e eletrônicos que serão utilizados na Rede VLT (sistemas de sinalização, radio, etc.);
- os sistemas de televisão, radio, telecomunicações, etc., nas regiões de abrangência do VLT;
- Os sistemas metro-ferroviários locais (metrô e trem de subúrbio);
- Os equipamentos eletrônicos utilizados pelos passageiros (celulares, marca-passos cardíacos, etc.).

Os veículos deverão ser protegidos dos riscos das perturbações gerados por esses equipamentos.

Os limites de proteção que deverão ser considerados serão os indicados nas normas EN 50121 – 1 a 5.

1.11.20.5. Proteção contra Choques Elétricos

Os equipamentos deverão cumprir as exigências contra choques elétricos estabelecidas pela norma EN 50 153.

VLT do Rio

1.11.20.6. Resistência a Choques Mecânicos e Vibrações

Os equipamentos deverão cumprir as exigências contidas na IEC 60077-1 e 2.

1.11.20.7. Temperaturas

Os equipamentos eletrônicos de comando deverão funcionar corretamente na faixa de temperatura definida na norma EN 50155, e compatível com as características ambientais da cidade do Rio de Janeiro.

1.11.20.8. Umidade Relativa

Os equipamentos elétricos e eletrônicos deverão funcionar 7 (sete) dias por semana, 24 horas por dia, num ambiente e compatível com as características ambientais de umidade da cidade do Rio de Janeiro.

1.11.21. Sistema de Monitoramento e Controle (Data Bus)

O *data bus* deverá ser constituído, basicamente, por uma rede local de comunicação de dados com a finalidade de transmitir comandos, indicações e sinais de falhas dos principais equipamentos dos veículos.

O meio físico de transmissão e os módulos de interface com os equipamentos deverão ser duplicados e redundantes, para garantir a disponibilidade de 99,5%.

A rede de comunicação de dados deverá operar com protocolo aberto, conforme a norma IEC 61375.

O *hardware* e *software* do sistema *data-bus* deverão ser submetidos à análise de segurança, de acordo com os critérios estabelecidos nas normas EN 50126, caso haja tráfego de informações críticas de segurança.

VLT do Rio

O sistema *data-bus* deverá atender às condições descritas nas normas NBR-8365 ou IEC-60571.

1.11.22. Caixa Preta

A caixa preta deverá gravar os eventos, dados, informações e sinais do veículo, como:

- comando de tração e freio;
- comando e estado das portas;
- velocidade;
- modo de condução;
- pressão do sistema de frenagem;
- tensão de alimentação da tração das últimas 72 horas, com o mínimo de 3 amostras por segundo.

O equipamento deverá também gravar as imagens internas das últimas 2 horas de operação do veículo com o mínimo de 3 quadros por segundo. Esse equipamento deverá atender aos requisitos da norma BS/GO/OTS 203 ou IEEE 1482.1.

1.11.23. Sistema de Validação de Bilhetes

Nas estações de integração será necessária a implantação de um controle de acesso de passageiros através de bloqueios.

Em princípio, devido às características das vias e locais de circulação do VLT, não será possível o controle de acesso de passageiros através da instalação de bloqueios ou outras formas de controle físico de acesso nos pontos de parada, nesses locais o acesso dos usuários ao interior do VLT deverá ser livre. A validação dos bilhetes pelos usuários, nesses casos, será realizada nos validadores existentes no interior dos veículos ou nas paradas.

Ao ingressar no veículo o usuário deverá ou já ter validado seu bilhete na estação de integração, ou na parada ou fazê-lo em um dos equipamentos de validação instalado no veículo.



VLT do Rio

O número de equipamentos de validação que serão instalados em cada veículo será função dos tipos e quantidades de portas dos mesmos. Estes validadores deverão possuir as seguintes características mínimas:

- carcaça externa em material plástico anti-vandalismo, com desenho integrado e harmônico em relação ao mobiliário interior do veículo, sem partes afiadas ou cortantes que representem perigo aos usuários ou técnicos;
- deverá ser compatível com os equipamentos em utilização para leitura de cartões sem contato já utilizados no sistema de transportes públicos da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro;
- possuir interface com a rede local padrão *Ethernet* para comunicação de dados, utilizando protocolos padrão TCP/IP;
- sinal sonoro com volume regulável, diferenciado para indicação de sucesso ou insucesso na validação;
- possuir display de mensagens para o usuário.

Em cada porta deverão ser instalados:

- 2 (dois) equipamentos, um em cada lateral das portas duplas;
- 1 (um) na lateral das portas simples.

Os equipamentos de validação deverão ser obrigatoriamente produtos de mercado com fornecimento, instalação e operação comprovados em aplicações similares às descritas.

Estes equipamentos de validação dos meios de pagamento deverão ser homologados pela *cleaning house*, de acordo com as regras de negócio, modelos de operação e a segurança dos dados.

Os equipamentos e programas de validação de bilhetes, instalados nos veículos, nas estações e nas paradas do VLT, deverão permitir a identificação precisa da origem dos dados (veículo, estação / parada, data, hora, valor da transação, etc.).

A identificação à distância dos cartões deverá ser realizada com a utilização de tecnologia híbrida MIFARE e RFID.

VLT do Rio

Os cartões que serão utilizados na bilhetagem eletrônica do VLT deverão possuir tecnologia híbrida, permitindo sua utilização como cartão de bilhetagem MIFARE tradicional, seguindo as especificações dos cartões sem contato já utilizados no sistema de transportes públicos da cidade e da região metropolitana do Rio de Janeiro, e como TAG identificador, através do circuito RFID.

A identificação à distância deverá possuir as seguintes características mínimas:

- utilizar circuitos com tecnologia passiva;
- estar fisicamente integrado ao cartão de transporte;
- operar em UHF, com frequência em torno de 900MHz;
- a leitura deste circuito RFID embutido no cartão MIFARE deverá ser realizada através de antenas de leitura instaladas no interior dos trens;
- estas antenas deverão enviar os dados coletados a um servidor embarcado no veículo, que centralizará essas informações e, através da infra-estrutura de telecomunicações (sistema de comunicações móveis – SCM e sistema de transmissão de dados – STD), as transmitirá ao CCO;
- cada registro de detecção de um circuito RFID deverá possuir as informações de data, hora, minuto, segundo, identificação do veículo, identificação da antena, da linha em que o veículo trafega, e seu sentido de tráfego;
- as antenas de leitura deverão estar instaladas de forma integrada ao acabamento do veículo, não permitindo acesso dos passageiros a seus componentes.

As antenas no interior dos veículos deverão ser instaladas de modo a minimizar a detecção de cartões que não estejam no interior do veículo. O algoritmo de detecção, por sua vez, deverá ser ajustado para, mesmo em caso de detecção de um cartão que esteja fora do veículo, realizar uma série de cruzamentos nos dados de detecção para determinar de aquele cartão detectado realizou uma viagem no VLT ou não; esses dados a serem cruzados podem ser o número de vezes em que o cartão é detectado por uma mesma antena em um determinado intervalo de tempo, se o veículo está em movimento ou não, e qual a localização do veículo em cada detecção.

Um registro de detecção de um cartão com circuito RFID só deverá ser gerado caso o algoritmo determine que o cartão realizou uma viagem em um VLT.



VLT do Rio

Deverá ser utilizada a infra-estrutura de telecomunicações da rede do VLT para envio dos dados de validação dos bilhetes obtidos nos veículos ou nas estações / paradas ao CCO, através de protocolos TCP/IP.

No CCO deverão ser implantados dois servidores ativo / ativo (*hot stand by*) e periféricos associados para gestão dos dados e das aplicações do sistema de controle de acesso dos passageiros do VLT.

A partir do CCO, esses dados deverão ser retransmitidos ao centro de gestão da *clearing house*, de acordo com as regras e definições acordadas entre a concessionária e a mesma.

Cada equipamento de validação deverá possuir memória interna suficiente para armazenar, no mínimo, 7 (sete) dias de 24:00 horas de operação contínua, sem a necessidade de descarga desses dados para qualquer outro meio, garantindo a integridade dos dados mesmo que ocorra falha na transmissão dos mesmos para o CCO. A memória onde os dados serão armazenados deverá ser “não-volátil”, para permitir a manutenção e a recuperação dos mesmos nos casos onde ocorra defeito ou falha em algum componente.

1.11.24. Sistema de Auditagem da Validação de Bilhetes

A auditagem no processo de validação dos bilhetes deve permitir manter sob controle e sob gestão constante o nível de evasão dos usuários. Para tanto, ele deverá contar com, no mínimo, as funcionalidades de contagem dos passageiros por câmera estereoscópica, instaladas nas portas dos veículos.

No interior dos veículos deverá ser instalado, sobre o vão de cada porta, um equipamento de contagem por imagem, através de câmeras estereoscópicas, que possua uma precisão mínima de 97%.

Esses equipamentos deverão contar os passageiros que acessarem o veículo, em ambos os sentidos (entrada e saída), enviando os dados para um servidor embarcado no veículo, que centralizará essas informações e, através da infra-estrutura de telecomunicações, as transmitirá ao CCO.

VLT do Rio

O servidor embarcado em cada veículo deverá possuir memória interna suficiente para armazenar, no mínimo, 7 (sete) dias de operação contínua, sem a necessidade de descarga desses dados em qualquer outro meio. Essa memória deverá ser do tipo “não-volátil” para permitir a manutenção e a recuperação dos dados mesmo nos casos onde ocorra defeito ou falha em algum componente.

O servidor de cada veículo deverá possuir um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) relacional de mercado, que utilize o padrão de linguagem SQL, para transacionar e armazenar, de forma estruturada, os dados provenientes de cada equipamento de contagem de passageiros. Esse requisito será válido apenas para os dados das contagens e não se aplica aos streamings de vídeo.

No CCO, os dados das contagens dos passageiros que acessarão os veículos, em ambos os sentidos, serão tratados e comparados para permitir a avaliação e o controle da quantidade de não validação de bilhetes pelos clientes.

O programa de tratamento desses dados no CCO deverá permitir a identificação das quantidades de passageiros por minuto, por sentido de entrada e de saída, por porta, por carro, por veículo, com marcação da data/hora/minuto/segundo de registro do dado. O relógio do sistema de comando centralizado - **SCC** deverá sincronizar a hora do sistema de controle de acesso dos passageiros do VLT.

O programa de tratamento desses dados, no CCO, deverá possuir uma camada de segurança que permita a configuração dos seus perfis de acesso, associando os perfis às funcionalidades, aos objetos e aos usuários do sistema de auditoria.

O programa de tratamento desses dados, no CCO, deverá possuir senhas de acesso individuais para os usuários, com complexidade configurável, que deverão ser armazenadas de forma criptografada, com prazo de expiração configurável, controle de repetição de senhas recentes e bloqueio por tentativas.

O programa de tratamento desses dados, no CCO, deverá manter na base de dados a rastreabilidade (log de auditoria) de todos os acessos e operações realizadas no sistema, com data/hora/minuto/segundo da ocorrência e o usuário que realizou a operação.



VLT do Rio

O programa de tratamento desses dados, no CCO, deverá ser desenvolvido, com interface gráfica, utilizando plataforma WEB.

O programa de tratamento desses dados no CCO deverá permitir o gerenciamento e a visualização remota da configuração dos equipamentos de validação e de contagem e dos servidores embarcados.

1.11.25. Normas

O fabricante deverá desenvolver o projeto do veículo, atendendo aos requisitos das normas referenciadas neste documento. Os acrônimos dos órgãos normatizadores são os seguintes:

- ASTM - *American Society for Test and Materials*;
- BS - *British Standard*;
- CENELEC - *European Committee for Electrotechnical Standardization*;
- DIN - *Deutsche Norm (Deutsches Institut für Normung)*;
- EN - Norma da União Européia (*European Standard*);
- IEC - *International Electrotechnical Commission*;
- IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers*;
- ISO - *International Standards Organization*;
- NBR - Norma Brasileira;
- NF - Norma Francesa (*Norme Française*);
- UIC - *Union Internationale des Chemins de Fer*;

2. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS VEÍCULOS FERROVIÁRIOS AUXILIARES

2.1. CAMINHÃO RODOFERROVIÁRIO

O caminhão rodoferroviário é um veículo com características especiais para transporte de carga e passageiros (veículo base), que trafega tanto nas linhas ferroviárias quanto nas vias terrestres.

O caminhão rodoferroviário deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Características básicas:

O veículo básico é um caminhão rodoviário, com motor diesel classe Euro IV (Proconve 6), tração 4x2, potencia mínima de 210 CV, seis marchas sincronizadas a frente e uma a ré, cabine para três pessoas equipada com ar condicionado. As dimensões aproximadas serão as seguintes:

- largura – 2.500 mm;
- altura - 2.700 mm;
- distância entre eixos - 4.800 mm;
- comprimento total – 8.900 mm;
- peso bruto total máximo do veículo deverá ser - 16.000 kg.

Sistema de controle rodoferroviário:

O sistema rodoferroviário deverá permitir o tráfego com absoluta segurança sobre os trilhos instalados nos pátios de manobras e em todas as vias ferroviárias com bitola de 1.435 mm e velocidade máxima de 50 km/h, em ambos os sentidos (frente e ré).

O raio mínimo de curva horizontal onde o veículo circulará será de 18 metros.

A elevação e a descida das rodas ferroviárias deverão ser realizadas através de cilindros hidráulicos acionados através da tomada de força do caminhão (PTO).

VL T do Rio

O sistema deverá possuir trava mecânica para impedir a movimentação acidental das rodas em caso de falha do sistema hidráulico.

O veículo deverá receber uma caixa de reversão entre o cambio e o diferencial, acionada pneumáticamente para permitir o trafego a ré em modo ferroviário.

As rodas ferroviárias devem ser fabricadas em aço fundido SAE 4140 com perfil UIC-ORE-510-2.

Guindaste hidráulico:

Deverá ser instalado na parte traseira do veículo, um guindaste hidráulico veicular, com capacidade de 10 toneladas de momento de carga, capacidade de giro de 360°, comandos hidráulicos bilaterais e sapatas estabilizadoras extensíveis acionadas hidraulicamente. O equipamento deverá ser acionado através da tomada de força do caminhão.

Carroceria metálica:

Deverá ser fornecida e instalada uma carroceria metálica entre a cabine do veículo e o guindaste hidráulico com as seguintes características:

- altura: 450 mm (mínimo);
- largura: 2.500 mm (mínimo);
- comprimento: compatível ao veículo fornecido.

O piso deverá ser em chapa de aço antiderrapante e as laterais deverão ser basculantes e pintura anticorrosiva.

2.2. EQUIPAMENTO DE REENCARRILHAMENTO

O equipamento deverá ser constituído de cilindros hidráulicos, bombas hidráulicas, mesa de comando e perfis (régua) de deslocamento e acessórios, para possibilitar o levantamento

VLT do Rio

do veículo descarrilhado e sua movimentação no sentido horizontal, para permitir sua recondução, com rapidez e segurança, à posição normal de tráfego (sobre os trilhos).

O equipamento de recarrilhamento deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Cilindros:

Os cilindros deverão ser telescópicos do tipo dupla ação, fabricados em liga leve de alumínio.

Deverá ser dotado de engates rápidos, válvula de proteção de sobrecarga e dispositivo de bloqueio para segurança em casos de perda de pressão (ex.: rompimento de mangueiras, etc.).

Os cilindros deverão ser fornecidos conforme a configuração descrita na tabela a seguir:

Tabela 2.2.1- Características dos cilindros

Função	Capacidade mínima (no limite do curso) [KN]	Curso Total (Valor mínimo) [mm]	Altura Retraído (Valor máximo) [mm]	Peso Máx. [Kgf]	Quantidade necessária [peças]
Levantamento Frontal I	200	635	470	48	2
Levantamento Frontal II	200	230	250	31	2
Deslocamento Horizontal	120 / 60	350	575	16,5	1
Levantamento lateral Cilindro tipo Unha	350	825	1150	70	2

Base para deslocamento horizontal:

Deverá ser dotada de roletes na parte inferior e de um prato giratório na parte superior, e fixação adequada para os cilindros na sua parte superior.

VLT do Rio

Cada base deverá ter capacidade de carga de pelo menos 150 kN e seu peso próprio não deverá ultrapassar 30 kgf.

Réguas de encarrilhamento:

Deverão ser fornecidos dois conjuntos de réguas, fabricadas em material de liga leve extrudado, do tipo dupla viga "I" com largura mínima de 280 mm.

Cada um dos conjuntos deverá ser composto por duas peças, utilizáveis individualmente, ligadas por talas de montagem rápida e rígida.

Uma das peças deverá ter comprimento de 2.250 mm e outra deverá ter 1.200 mm.

Mesa de comando:

Centralizará o comando de todas as operações dos atuadores hidráulicos que fazem parte do conjunto de recarrilhamento e deverá permitir a montagem à distância de até 10 metros da régua de recarrilhamento.

Bomba hidráulica:

A bomba hidráulica será montada em um conjunto compacto, contendo motor, reservatório e válvula de alívio.

O motor de alimentação da bomba deverá ser diesel com partida elétrica.

Bomba manual:

Fará parte do conjunto uma bomba hidráulica de pistões, de acionamento manual, cujo objetivo é servir de reserva para eventuais falhas da bomba motorizada.

Esta bomba será montada num conjunto compacto com reservatório e válvulas para acionamento dos atuadores.

2.3. TRATOR DE MANOBRAS

O trator de manobras é um veículo rodoferroviário, cuja função é efetuar manobras rebocando composições de VLT, metroviárias, vagões e veículos ferroviários em áreas energizadas e desenergizadas nas vias principais e pátios de manutenção e de estacionamento.

Quando transitar como veículo rodoviário, deverá ser capaz de vencer aclives, declives e desníveis característicos dos arruamentos existentes nos pátios de manutenção e de estacionamento.

O trator de manobras deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Motor:

Será a diesel, com base na norma Euro IV (Proconve 6), refrigerado a água, com potência mínima adequada para atender as condições de carga e, simultaneamente, manter todos os sistemas auxiliares acionados por ele em carga máxima.

Transmissão:

A transmissão será do tipo *power-shift* automática e deverá ter, no mínimo, quatro velocidades à frente e uma à ré, permitindo que o veículo atinja pelo menos 30 Km/h. Deverá ter chave seletora manual ou automático, e dispositivo que impeça o acionamento de marcha reversa com o veículo em movimento.

Tração:

Deverá ser dotado de sistema automático de controle de tração, eletrônico, para impedir que suas rodas patinem sobre os trilhos.

A tração do veículo poderá ser feita no modo ferroviário através das rodas ferroviárias (neste caso os pneus ficam suspensos) ou através dos pneus (com as rodas ferroviárias abaixadas para guiar o veículo), desde que atendam a capacidade de tração sem a utilização de transferência de peso pelo engate dos veículos.



VLT do Rio

O veículo deverá ter capacidade suficiente para rebocar e freiar, sem utilizar o sistema de freio do veículo a ser rebocado, um veículo de 100 toneladas de peso, numa via plana com raio de curva de 18 m, em condições de baixa aderência (trilho molhado).

Engates:

O trator de manobra deverá estar equipado com dois engates, tipo automático, um na traseira e outro na dianteira, ambos com articulações para deslocamento vertical e transversal, acionados hidráulicamente, além de um engate fixo para cambão em cada cabeceira.

Cabine:

A cabine deverá possuir espaço interno para transportar três pessoas com conforto, o operador e mais dois acompanhantes sentados.

A cabine deverá ser equipada com ar condicionado, ter visibilidade total de 360°, ser vedada, e à prova de intempéries.

Controle remoto:

O equipamento deverá possuir acionamento por controle remoto no mínimo com as seguintes funções: aceleração; frenagem; buzina; desacoplamento dos engates; e movimentação horizontal e vertical do engate.

2.4. VEÍCULO RODOFERROVIÁRIO DE LIMPEZA DA VIA PERMANENTE

O veículo rodoferroviário é composto por um veículo para transporte de carga e passageiros (veículo base), adaptado para trafegar tanto em linhas ferroviárias quanto em vias terrestres através de um sistema chamado rodo-ferroviário.

O veículo será usado para realizar a limpeza através de aspiração da via permanente, incluindo os trilhos do tipo labial (*groove*)

VLT do Rio

O veículo rodoferroviário deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Veículo base:

O veículo base será um caminhão rodoviário com motor a diesel, classe Euro IV (Proconve 6), tração 4x2, potencia mínima de 210 cv, seis marchas sincronizadas a frente e uma a ré, cabine para três pessoas equipada com ar condicionado. As dimensões gerais serão as seguintes:

- largura: 2.500 mm;
- altura: 2.700 mm;
- distancia entre eixos: 4.800 mm;
- comprimento total: 8.900 mm;
- peso bruto total máximo admissível pelo veículo: 16.000 kg.

Sistema rodoferroviário:

O sistema rodoferroviário deverá permitir o tráfego com absoluta segurança sobre os trilhos instalados nos pátios de manobras e em todas as vias ferroviárias, na bitola de 1.435 mm, velocidade máxima de 50 km/h, em ambos os sentidos (frente e ré). O raio mínimo de curva horizontal onde o veículo circulará será de 18 metros.

A elevação e a descida das rodas ferroviárias deverão ser realizadas através de cilindros hidráulicos acionados por tomada de força do caminhão (PTO).

O sistema deverá possuir trava mecânica para impedir a movimentação acidental das rodas em caso de falha do sistema hidráulico.

O veículo deverá receber uma caixa de reversão entre o cambio e o diferencial acionada pneumáticamente para permitir o trafego a ré em modo ferroviário.

As rodas ferroviárias devem ser fabricadas em aço fundido SAE 4140 com perfil UIC-ORE-510-2.



VLT do Rio

Sistema de limpeza da via:

O veículo deverá ser equipado com um sistema de limpeza de via através de lavagem com água e aspiração imediata dos resíduos úmidos.

O sistema deverá ser equipado com um ventilador com capacidade de 19.000 m³ / h, uma bomba para pressurização de água de 6 bar para retirada automática da sujeira, uma bomba para pressurização de água de 50 bar com capacidade de 70 l/min para limpeza manual equipada com carretel de mangueira e bocal de sucção manual e bocal para limpar o reservatório de sujeira.

O volume do reservatório de sujeira será no mínimo de 6,0 m³ e o do reservatório de água será no mínimo 2,0 m³. Todos os reservatórios deverão ser fabricados em aço com característica anticorrosiva.

2.5. EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

O fabricante do VLT deverá fornecer as gigas de teste e os equipamentos necessários para diagnóstico das falhas nos diversos sistemas e equipamentos integrantes dos VLT, e também as ferramentas especiais para, no mínimo, os seguintes sistemas / equipamentos componentes do VLT:

- motor de tração;
- controlador / inversor de tração;
- inversor auxiliar de energia;
- ar condicionado;
- engates;
- sistema de freio – bancadas (válvulas, controladores, *calipers*);
- sistema de portas;
- computador de bordo (*data bus system*);
- sistema de telecomunicações de bordo (PA, PIS, mapa dinâmico).

2.6. GIRADOR DE TRUQUES

O girador de truque deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Dados técnicos:

- diâmetro: 3.500 mm;
- bitola: 1.435 mm;
- arranjo das linhas de movimentação: 90 graus;
- profundidade do poço de instalação: 500 mm;
- rotação: motor elétrico com redutor;
- travamento: em cada uma das posições através de pino acionado por solenóide;
- velocidade de giro: 1 rpm.

Características construtivas e operacionais:

O girador de truque deverá ser construído em aço estrutural rígido e com piso antiderrapante na sua parte superior.

O rolamento central e as rodas de giro deverão ser pré-lubrificadas e do tipo que não requerem manutenção.

O girador deverá ficar embutido no piso da oficina e está alinhado com o mesmo.

O girador deverá ser acionado por um sistema elétrico composto por um motor elétrico girando na roda de atrito do girador.

O girador deverá parar em cada uma das 4 posições de trabalho e ser travado por meio de um pino acionado através de solenóide.

O girador deverá suportar um peso por eixo de 7,5 toneladas e um peso total sobre ele de 11 toneladas.

VLT do Rio

O motor que controlar a rotação do girador deverá ser acionado por inversor de frequência para garantir aceleração e desaceleração suaves.

Em caso de falha de energia elétrica, o girador deverá permitir sua operação manual.

Para garantir que o girador não possa ser eletricamente operado, durante o uso em modo manual, o girador deverá possuir dispositivo de corte de energia quando seu uso for selecionado para a operação manual.

2.7. MACACOS ELETROMECÂNICOS DE SUSPENSÃO

Os requisitos técnicos do conjunto de macacos eletromecânicos que permitirão o levantamento dos VLTs e a quantidade necessária de macacos para realização desse fim deverão ser compatíveis com as características dos veículos, permitindo o levantamento simultâneo e sincronizado de todos os módulos.

O equipamento de reencarrilhamento deverá possuir, dentre outras, as características técnicas detalhadas a seguir.

O conjunto de elevação deverá possuir macacos moveis com capacidade mínima de 10 (dez) toneladas em cada macaco.

A operação dos macacos poderá ser feita das seguintes formas:

- individual pelo painel de comando de cada macaco;
- individual pelo painel de comando central;
- conjunto pelo painel de comando central.

Para evitar acidentes, deverá ser fornecido um sistema de intertravamento, que impeça o acionamento pelos outros modos após a escolha do modo de operação.

O acionamento pelo comando local de qualquer macaco só será habilitado se o mesmo tiver sido desbloqueado pela mesa de comando.

VLT do Rio

- velocidade mínima de levantamento e abaixamento: 200 mm/minuto;
- posição mais baixa do braço de carga em relação ao piso: 300 mm (máximo);
- curso mínimo de levantamento: 1.800 mm;
- nível máximo de ruído: 70 dB (A).

Cada macaco deverá possuir:

- painel de controle de acionamento individual, fixado na estrutura de cada macaco, com interruptores (chave de intertravamento), botões liga e desliga, luzes indicadoras de operação e de falhas e botoeira de emergência;
- limitadores e/ou interruptores de segurança (fim de curso) para limitar o levantamento ou abaixamento do braço de carga;
- rodas revestidas com material amortecedor para movimentação do macaco, que deverá ser equipado com dispositivo de travamento das rodas para evitar a movimentação acidental do macaco. as rodas deverão ficar suspensas quando o macaco estiver em posição de trabalho;
- acionamento do conjunto por motor elétrico equipado com freio elétrico;
- ajuste longitudinal do braço de carga compatível com o tamanho e peso dos veículos

O console de operação deverá possuir as seguintes características:

- agrupar todos os controles e comandos dos equipamentos;
- ficar posicionado a permitir total visibilidade da área de trabalho;
- possuir indicadores audiovisuais de falhas dos equipamentos;
- possuir cabos de controle, um para cada macaco, com conexões e terminais compatíveis;
- possuir conexões e comandos para a operação de até 20 macacos simultaneamente;
- possuir chaves ou botões seletores que permitam o acionamento simultâneo dos macacos, individualmente, e em conjuntos pares de 2 macacos até o número possível máximo de macacos (20).



3. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DOS EQUIPAMENTOS DE APOIO

3.1. AQUECEDOR A GÁS

O aquecedor a gás deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

Corpo interno do aquecedor:

O corpo interno do aquecedor poderá ser vertical ou horizontal conforme sua necessidade de instalação, e deverá ser construído para uma temperatura máxima de 90° C e pressão de 4 kgf/cm².

Deverá ser fabricado em chapas de aço inoxidável, AISI 304, soldadas, com espessura compatível à pressão requerida.

Conexões:

As interligações ao corpo interno deverão ser feitas através de conexões do tipo luva rosqueadas, fabricadas em aço inox AISI 304, com rosca BSP, com diâmetros compatíveis com a vazão de utilização.

Isolação térmica:

O espaço entre o corpo interno e a sobre capa deverá ser preenchido com mantas de lã de vidro, com espessura mínima de 2" e densidade adequada para isolação térmica do equipamento, e maximização do rendimento térmico e minimização do consumo de energia.

Combustível:

O equipamento trabalhará com gás do tipo GLP (gás liquefeito de petróleo) ou gás canalizado.

VLT do Rio

Termostato:

O equipamento deverá ser provido de termostato e que permita regulação da temperatura na faixa de 40° C a 90° C.

O termostato deverá atuar sobre o circuito de alimentação de gás desligando o aquecedor automaticamente quando for atingida a temperatura escolhida, e religando-o quando a temperatura da água abaixar 5° C.

Painel de controle:

O equipamento deverá ser possuir um painel de controle que abrigará os circuitos de comando e proteção do aquecedor.

Circulação do gás:

O equipamento incorporará em seu esquema de circulação de gases os seguintes elementos:

- queimadores;
- câmara de combustão;
- controlador de chama;
- feixe de tubos;
- câmara de gases;
- regulador de descarga;
- chaminé e elementos de proteção.

3.2. CENTRAL DE AR COMPRIMIDO

A central de ar comprimido a ser instalada no centro de manutenção será constituída por dois compressores.

A central de ar comprimido deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.



VLT do Rio

Motocompressor:

Os motocompressores deverão ser do tipo rotativo de parafuso, de um estágio, com injeção de óleo, com uma unidade de resfriadores de ar comprimido e de óleo, totalmente arrefecidos a ar.

Os motocompressores devem atender as seguintes condições de trabalho:

- pressão nominal de trabalho: 12 bar;
- pressão máxima: 15 bar;
- capacidade requerida: 6,7 m³ /min, nas condições de aspiração.

Elementos dos compressores rotativos de parafuso, de um estágio, com injeção de óleo, serão equipados com:

- filtro de admissão de ar, tipo seco, com elemento de papel substituível;
- indicador da condição do filtro;
- dispositivo de alívio, com válvula de estrangulamento na admissão;
- termostato de ar / óleo;
- válvulas de retenção de ar e de óleo.

Reservatório de ar:

- quantidade de reservatórios 02 unidades;
- tipo de serviço em uso geral;
- formato do cilindro vertical com calotas abauladas e saia com aberturas;
- capacidade (mínima): 1,0 m³;
- altura total (máxima): 2,4 m;
- o reservatório deverá ser fornecido com os seguintes acessórios:
 - olhais para suspensão;
 - manômetro com torneira;
 - válvula de segurança;
 - purgador equipado com filtro tipo "y" e boca de visita;

Seletor de seqüência de partidas:

Deverá permitir a seleção do compressor que entrará em operação para suprir a instalação com a vazão requerida, e ligar o segundo no caso de falha do compressor que estiver operando ou caso haja aumento do consumo acima do disponível em um compressor.

Unidade purificadora:

- filtragem requerida no sistema: "ar para pintura";
- constituição de cada unidade:
 - um filtro para retenção de partículas até 1 micrômetro e remoção da água condensada e óleo até o residual de 0,5 ppm, equipado com um manômetro diferencial;
 - um filtro para retenção de partículas até 0,01 micrômetro e remoção de óleo até o residual de 0,01 ppm, equipado com um manômetro diferencial.

Esses filtros deverão ser ligados em série.

3.3. EMPILHADEIRA ELÉTRICA

Os requisitos mínimos da empilhadeira elétrica contrabalanceada com capacidade de 3,0 toneladas serão:

- capacidade mínima de carga: 3.000 kg;
- altura total de elevação (mínima): 7.000 mm;
- altura mínima de "free lift" : 2.100 mm;
- tipo: contrabalanceada ou frontal;
- equipada com quatro rodas;
- pneus convencionais;
- velocidade mínima, sem carga: 7 km/h;
- sistema de tração equipado com motores AC;
- possuir assento para o operador;
- sistema de direção assistida hidráulica ou elétrica;

VLT do Rio

- nível máximo de ruído: 70 dB(a);
- tipo de bateria: tracionaria ;
- autonomia da bateria: mínima de 8 horas;
- deslocamento lateral dos garfos;
- painel de comando com sinaleiros indicadores de falhas;
- alarme de nível mínimo de bateria;
- sinais sonoros de advertência (ré) e buzina;
- luzes de segurança;
- função de ajuste do consumo de energia, para adaptação as condições de trabalho.
- garfos com ajuste mínimo entre 200 mm e 630 mm.

A empilhadeira deverá ser fornecida com os seguintes acessórios:

- carregador de bateria;
- bateria adicional para rodízio com a bateria existente na empilhadeira.

3.4. MÁQUINA DE LAVAR VEÍCULOS

A máquina de lavar VLTs deverá ser estacionária ou móvel, operada através de mesa de comando instalada em cabine própria. O acionamento e desligamento de cada estágio deverá ser feito automaticamente pela passagem do veículo.

O veículo a ser lavado será conduzido até o 1º pórtico da máquina pelo operador do mesmo. Neste ponto será engatada a uma máquina tracionadora / posicionadora do veículo do VLT que o conduzirá durante o processo de lavagem a uma velocidade entre 2 a 3 km/h.

A máquina deverá lavar completamente a carcaça externa do veículo, o que compreende a cobertura, as paredes laterais (onde se encontram as portas e janelas), as máscaras (faces anterior e posterior) e as ligações articuladas entre os módulos do veículo.

A máquina de lavar deverá possuir, dentre outras, as características técnicas descritas a seguir.

VLT do Rio

Posto de pré-resfriamento:

Será composto por um arco seccionado, executado em material não oxidável, provido de bicos aspersores que terão a função de pulverizar água sobre o teto e as laterais aquecidas do veículo. Este posto de pré-resfriamento só será utilizado em dias de intenso calor.

Estágio de pré-lavagem:

São os arcos de aspersão de água para pré-lavagem e pulverização da solução de detergente necessária na pré-lavagem.

Pré-escovamento:

Após a aplicação do detergente deverá ser feito um pré-escovamento do veículo, preparando-o para lavagem final

Nesse pré escovamento serão utilizadas as escovas verticais das laterais e as horizontais bipartidas e inclinadas do teto

Existirá ainda um dispositivo de escovamento da parte de articulada entre módulos.

Posto de lavagem:

Após a pré-lavagem o veículo passará pelo posto de lavagem final cuja finalidade será a retirada das partículas soltas de sujeira que ainda se encontrem na superfície dos veículos.

Deverá haver um guia ou controle para que as escovas horizontais, as inclinadas e as verticais não sofram impactos ao passarem de um modulo ao outro, devido às reentrâncias entre os módulos.

Essa proteção deverá ser realizada nas fases de pré-lavagem e de lavagem.

Sistema de tratamento e reaproveitamento de água:

A máquina de lavar veículos deverá ser equipada com sistema de tratamento e reaproveitamento de água composto de flutuadores e reservatórios biológicos que

VLT do Rio

proporcionarão a reutilização de 95 % do total da água utilizada na operação de lavagem e enxágüe.

Esse sistema de tratamento deverá ser dimensionado de acordo com o volume de água consumida na lavagem e será constituído por reservatórios e caixas de decantação, flutuadores, painel elétrico de comando, e sistemas de bombas de alimentação.

3.5. MONTA CARGA

Os requisitos mínimos do monta carga que terá capacidade de 300 kg serão os descritos a seguir.

Cabine:

- dimensões: 1,50 x 1,50 x 1,50 m;
- capacidade: 300 kg;
- painéis em chapa de aço pintada.

Porta dos pavimentos:

- tipo guilhotina;
- material e acabamento em chapa de aço pintada;
- acionamento manual segura;
- soleiras em alumínio extrudado.

Máquina de tração:

- deverá ser do tipo de engrenagem redutora e com polia de tração para cabos, com contrapeso, sendo o funcionamento suave;
- a caixa de engrenagem, suporte do motor e mancal externo deverão formar um só bloco, montado sobre base metálica inteiriça;
- o conjunto de acionamento deverá ser montado na casa de máquinas.

Acionamento:

VLT do Rio

O acionamento deverá ser do tipo “corrente alternada com uma velocidade”, ou seja, o monta-cargas partirá diretamente da velocidade zero até a sua velocidade nominal, e inverterá o processo para sua frenagem.

Nivelamento automático:

O sistema de controle deverá governar o nivelamento dos carros com os pavimentos, depois da cabina ter alcançado a zona de nivelamento, acima ou abaixo deste, quando o carro estiver descendo ou subindo respectivamente. O nivelamento deverá ser automático independente da carga.

Comando:

Deverá ser instalado em cada pavimento uma botoeira com botões para expedir ou chamar o monta-cargas, bem como fazer soar uma cigarra no pavimento oposto, quando a respectiva porta estiver aberta impedindo o funcionamento do monta-cargas. As paradas nos pavimentos serão feitas automaticamente.

Sinalização nos pavimentos:

- os botões das botoeiras dos pavimentos deverão ser luminosos. Quando a cabine estiver no pavimento inferior, os botões inferiores de ambos os pavimentos estarão acesos;
- quando a cabine estiver no pavimento superior, os botões superiores é que estarão acesos;
- estando a cabine em movimento ambos os botões nos pavimentos inferior e superior, estarão apagados;
- simultaneamente com essa sinalização ótica deverá ser dado um sinal acústico por meio de cigarra, no instante da chegada da cabine no pavimento, permanecendo, porém o sinal luminoso.



3.6. PONTES ROLANTES

A ponte rolante deverá possuir, dentre outras, as seguintes características técnicas:

- capacidade de levantamento do gancho: 15,0 t;
- velocidade de elevação do gancho da ponte rolante (dupla): 0,8 e 8,0 m/min;
- velocidade da ponte rolante (dupla): 13,5 e 40 m/min;
- velocidade do carro da ponte rolante (dupla): 4/5 e 16/20 m/min.
- ponte rolante sem cabina, em viga dupla, tipo caixa, com carro trole. Ao longo de uma das vigas, deverá ser instalado passadiço com guarda-corpo e piso em chapa antiderrapante.

Deverão ser previstos 4 (quatro) batentes de borracha na ponte rolante para amortecimento desta nos pára-choques que deverão ser instalados nas extremidades do caminho de rolamento.

O equipamento de levantamento de carga (talha) deverá ser equipado com todos os dispositivos de segurança necessários ao perfeito desempenho do equipamento, um micro de segurança e um micro limitador de curso (subida e descida do gancho).

A ponte rolante deverá ter um sistema de comando por botoeira pendente, fixa na extremidade da viga da ponte rolante, e um sistema por botoeira com comando remoto.

Deverá ser instalada, no painel ou no carro da ponte rolante, uma sirena para aviso da sua movimentação.

A ponte deverá ser dotada de dispositivo anticolisão, intertravado eletricamente com o movimento de translação longitudinal da ponte rolante, de forma a impedir aproximação da mesma de obstáculos.

3.7. TORNO DE RODEIRO

Trata-se de um torno rodeiro para usinagem e correção do perfil das rodas ferroviárias dos truques, com bitola 1.435mm, do VLT, a ser instalado no pátio de manutenção. O torno

VLT do Rio

rodeiro será do tipo móvel, que se movimentará longitudinalmente sob o veículo durante a operação de usinagem das rodas.

Durante a operação de usinagem, o veículo deverá estar suspenso por macacos eletromecânicos.

O torno rodeiro móvel terá tração elétrica própria para movimentação sob o veículo, para poder corrigir o perfil das rodas ferroviárias nas seguintes condições:

- com os truques montados nos carros;
- com os truques desmontados dos carros;
- com os rodeiros desmontados dos truques.

Deverá permitir a usinagem simultânea das duas rodas do rodeiro e a usinagem dos frisos das rodas, com diferentes espessuras no mesmo rodeiro.

O torno de rodeiros deverá avaliar o estado do perfil das rodas e automaticamente definir a profundidade do corte para otimizar a vida útil das rodas. Toda a operação de usinagem deverá ser automatizada.

Deverá permitir a usinagem mínima de 8 rodeiros por turno (8 horas de serviço), incluídos os tempos gastos para posicionamento dos truques no torno.

Sua concepção deverá ser suficientemente robusta que mesmo sob condições críticas de usinagem ele não apresente vibrações indesejáveis.

A velocidade de deslocamento do torno de rodeiros móvel sobre os trilhos, para o posicionamento do truque a ser usinado, deverá ser de no mínimo 1,2 km/h, com o comando do deslocamento realizado externamente ao carro.

O torno deverá permitir a usinagem de diferentes áreas diferentes dos rodeiros, ou seja, somente na banda de rodagem e/ou no flange, deverá permitir também que a operação possa ser interrompida, em qualquer fase da usinagem, e ser retomada a seguir.

A profundidade do corte e o número de passes necessários para usinagem das rodas deverá ser obtido, por cálculo realizado pelo software de gestão do torno, após a

VLT do Rio

determinação do desgaste de cada roda obtido por inspeção. Esse procedimento permitirá otimizar a vida útil das rodas, que após a usinagem não poderão apresentar quaisquer vibrações ou deficiências operacionais e rugosidade máxima de $R_z = 60 \mu\text{m}$ sobre a superfície usinada.

O torno deverá ser possuir um eficiente sistema de medição do desgaste das rodas, fundamental para definição da operação de reperfilamento, para permitir o cálculo do desbaste mínimo necessário em cada passe para igualar os diâmetros das rodas de um mesmo rodeiro.

O equipamento de medição deverá atuar em conjunto com a roda de atrito e o desvio máximo das medições deverá ser de 0,5 mm.

O equipamento de medição de perfil deverá emitir relatórios de medição da usinagem, que registrarão os valores antes e após a usinagem.

A ferramenta de corte deverá minimizar ou eliminar a formação de cavacos contínuos durante a usinagem.

Para transmissão do movimento de rotação às rodas do rodeiro, o torno deverá utilizar rolos acionadores para movimentação das rodas por atrito. Esses rolos deverão suportar as cargas impostas pelo próprio rodeiro e as adicionais impostas pelos contrapontos da máquina.

Os rolos deverão ser movidos por motores elétricos montados sobre dispositivos que permitirão o deslocamento do conjunto, por atuação hidráulica nas direções vertical e transversal, para posicionamento e carregamento do rodeiro.

Deverá ser assegurada a compatibilização de velocidades angulares de acionamento das duas rodas dos rodeiros.

O torno deverá possuir proteção para evitar o deslizamento entre os rolos e as rodas durante o processo de usinagem.

3.8. SISTEMA DE ENCHIMENTO DE AREIA

Deverá ser instalado um sistema para recarga das caixas de areia dos veículos. Essas recargas serão feitas com os veículos parados, através de pontos de distribuição equipados com pistolas de recarga. Serão instaladas pistolas de recarga, em dobro ao número de caixas de areia de cada veículo.

O sistema terá, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- um silo de areia com volume ajustado para, no mínimo, uma frota de 45 veículos;
- um tanque de distribuição de areia;
- uma rede de tubulação;
- pontos de recarga de areia;
- um compressor de ar totalmente dedicado a esse sistema;
- equipamentos de secagem e de calibração do abastecimento das caixas de areia.

3.9. CABINE DE PINTURA

Deverá ser instalado um sistema de pintura composto, no mínimo, por:

- uma área de armazenamento dos produtos necessários à pintura;
- uma área de preparação de peças;
- uma área de preparação das misturas;
- equipamentos e instalações de ar comprimido, água e eletricidade necessários ao sistema;
- exaustores e equipamentos de tratamento de partículas e resíduos industriais de acordo com a legislação existente;
- todos os equipamentos e instalações implantados deverão ser resistentes ao fogo.

3.10. EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS DE APOIO À MANUTENÇÃO

A seguir, apresenta-se as características técnicas de diversos equipamentos industriais de apoio à manutenção, a saber:

- bomba de vácuo para refrigeração com capacidade 10 cfm e de vácuo de 0,01 mbar;
- bombona para água desmineralizada composta por tanque cilíndrico fundo cônico para capacidade de 1.000 litros e fundo cônico com 4 pés com tubo de polipropileno PN 10 com sapatas para fixação no piso;
- carregador / flutuador para baterias microprocessado, com controle de carga por corrente constante ou tensão constante, alimentação em 220 Vca - 60 Hz, e saída ajustável entre 0 à 150 Vcc e 0 à 30 ;
- apagador de Eprom, com capacidade para apagar até 12 componentes, de 28 pinos ou de 32 pinos, e de 6 componentes de 40 pinos, com timer eletrônico ajustável entre 10 e 60 minutos para desligamento automático por dispositivo de segurança da luz ultravioleta se a gaveta for aberta;
- estação de soldagem / dessoldagem; temperatura de soldagem entre 200 a 480 °C estabilizada em +/- 1°C; dessoldagem à vácuo de 600 mmHg e 15 l/min com variação de temperatura entre 350 a 450 °C; ferro de solda, pistola de dessoldagem e retrabalho em SMD (2,4 mm);
- fonte de tensão/corrente corrente contínua; chaveada / estabilizada; de 0 à 100 Vcc e 0 à 15^a, alimentação de 220 Vca - 60 Hz;
- fonte de tensão/corrente corrente contínua; chaveada / estabilizada; de 0 à 150 Vcc e 0 – 5 A, alimentação de 220 Vca - 60 Hz;
- esmerilhadeira angular 4 ½ / 750W / 220 Vca - 60 Hz; capacidade dos discos de corte para desbaste e lixa de 115 mm; 11.000 RPM; eixo M14;
- furadeira de bancada; manual; capacidade 25 mm em aço SAE 1020; 440 Vca; com morsa horizontal 115 mm (CM-3 X B-18); mandril de 16 mm pesado cone B-18; com haste cônica para mandril CM-3 X B-18;
- lixadeira orbital 330 watts em 127 e 220Vca;
- prensa hidráulica; vertical; capacidade: 15 toneladas; um estágio; curso de 150 mm; estrutura construída em chapa de aço laminado soldadas; travessas superiores fixas com alojamento para o cilindro hidráulico; travessas inferiores que se desloquem verticalmente por meio de cabo de aço; acionamento por manivela; mesa apoiada sobre pinos de escora amplamente dimensionados;

VLT do Rio

- cilindro hidráulico do tipo de dupla ação, retorno hidráulico, fixado por meio de flange frontal nas travessas superiores da estrutura, haste revestida com camada de cromo duro;
- unidade motriz óleo hidráulica posicionada lateralmente (ou superior) a estrutura da prensa, com reservatório de óleo com volume útil de 30 litros, filtros, indicador de nível, dreno e toda tubulação e conexões necessárias ao reservatório de óleo montadas e testadas funcionalmente;
- válvula direcional manual de 4 vias, 3 posições, motor elétrico trifásico de 3 CV, 220/380 V, 60 Hz;
- retificadeira reta; em 127 Vca - 60 Hz; 500 W; capacidade das pontas montadas de \varnothing 1/4" e 27.000 rpm;
- aquecedor indutivo, 440Vca – 60 Hz, 20 a 250 mm de diâmetro interno;
- analisador de vibração microprocessado com programas e funções para: balanceamento, análise de rolamentos com filtros de 5 Hz a 40 kHz, análise de motores elétricos AC/CC, envelope, FFT, *trigger*, análise de múltiplos pontos, e software operacional;
- estufa com ventilação forçada; temperatura máxima de 150°C; 40 kW; dimensões internas (A x L x P) de 1,60 x 1,35 x 1,6 m; aplicação em estufa industrial para motores.
- controlador de temperatura digital microprocessado programável; sensor de temperatura, porta de abertura frontal em duas folhas; painel acoplado à estufa; um exaustor; acionamento do ventilador indireto;
- gabinete de jateamento por sucção; multiabrasivo; pressão de trabalho 80 psi; câmara blindada com visor e iluminação interna; sistema de exaustão para reaproveitamento total do abrasivo;
- máquina de lavar peças, com pia industrial; bomba de profundidade 150 mm (dimensões 820x520x950mm); 22 litros com rodas de 3"(duas fixas e duas giratórias);
- máquina de corte, por disco abrasivo, para materiais ferrosos (policorte ferroso).
- máquina de solda - corrente de solda 75 a 430 A; potência nominal de 23,4 kVA; tensão de alimentação 220 / 380 / 440 Vca, corrente máxima de solda 430 A; faixa de ajuste de corrente 75 / 430 A;
- serra de fita com sistema de transmissão por meio de redutor fechado e imerso à óleo; guias de fita em metal duro conjugado com rolamentos; controle hidráulico de avanço de corte; sistema de aproximação rápida da fita; sistema de refrigeração por moto bomba; painel de comando com proteção contra sobrecarga e parada automática no fim de corte;

VLT do Rio

- aspirador de pó industrial de 2.800 W de potência de sucção / reservatório de 80 litros / 220 Vca;
- torno mecânico paralelo universal, com 2.200 mm de comprimento entre pontas;
- macaco, tipo jacaré, 10 toneladas;
- máquina para curvar tubos manual com coluna de perfil redondo, cabeçote superior em ferro fundido, cabeçote inferior e base da coluna em chapa de aço laminado, com 7 matrizes e 7 réguas fundidas, para tubos de 3/8" a 1.1/4";
- talha com braço giratório; com talha elétrica; trólei elétrico, raio 5 m; altura 6m; capacidade 2.500 kg e giro de 360°;
- ferramentas de uso geral (jogos de alicates, jogos de chaves de fendas, jogos de chaves fixas, etc.);
- instrumentos de uso geral (osciloscópios, multímetros, amperímetros, ohmímetros, etc.).