



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160

Fone: 3350-9022

80.510.140

São Francisco

Curitiba - PR

[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

## **ANEXO III**

# **DIRETRIZES BÁSICAS DO PROJETO**

**VOLUME IV - PROJETO DE ENGENHARIA E MATERIAL RODANTE**

**ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO MATERIAL RODANTE**



## Sumário

<b>3.2.13. Especificações Técnicas do Material Rodante.....</b>	<b>3</b>
3.2.13.1. Características das Composições.....	4
3.2.13.2. Gabarito Dinâmico de Referência .....	6
3.2.13.3. Dimensional e Arranjo dos Salões de Passageiros .....	8
3.2.13.4. Conforto e Segurança - Térmico .....	11
3.2.13.5. Climatização.....	12
3.2.13.6. Conforto e Segurança - Acústico.....	14
3.2.13.7. Janelas .....	16
3.2.13.8. Iluminação .....	17
3.2.13.9. Conforto e Segurança - Marcha .....	19
3.2.13.10. Comunicação Visual.....	20
3.2.13.11. Comunicação Sonora .....	21
3.2.13.12. Caixa do Carro .....	23
3.2.13.13. Acabamento Externo do Carro .....	27
3.2.13.14. Sistema de Portas.....	28
3.2.13.15. Engates.....	30
3.2.13.16. Registrador de Eventos (“Caixa-Preta”).....	32
3.2.13.17. Pantógrafos e Para-raios.....	33
3.2.13.18. Truques .....	34
3.2.13.19. Sistemas de Tração e Frenagem Elétricas .....	36
3.2.13.20. Sistema de Frenagem por Atrito .....	39
3.2.13.21. Sistemas Auxiliares .....	41
3.2.13.22. Sistema de Suprimento de Ar Comprimido .....	42
3.2.13.23. Sistema de Comunicação.....	44
3.2.13.24. Equipamento de Sinalização e Controle a Bordo .....	47
3.2.13.25. Rede de Dados do Trem - RDT (“Data Bus”).....	48



### **3.2.13. Especificações Técnicas do Material Rodante**

Está apresentado neste item a especificação do material rodante que será utilizado na linha do Metrô de Curitiba.

Este documento tem um duplo objetivo:

- Caracterizar o tipo de material rodante para atingir os objetivos de desempenho desejado com base à operação prevista da linha 1 do Metrô de Curitiba;
- Oferecer um nível de detalhamento técnico do material rodante adequado em relação ao mercado existente de fornecedores do mesmo, com a finalidade de permitir inovações tecnológicas e otimizações de custos para o PODER CONCEDENTE.



### **3.2.13.1. Características das Composições**

As composições para circular na linha 1 do metrô, serão formadas inicialmente por 3 carros, com capacidade mínima para 750 passageiros (calculada para uma densidade máxima de 6 passageiros por m<sup>2</sup> e com 14% dos lugares com assentos).

O comprimento do trem no início da operação, incluindo as conexões e engates entre carros, será de 68 m, com uma largura máxima de 3 m, respeitando na condição dinâmica o gabarito de livre passagem do Metrô de Curitiba.

A CONCESSIONÁRIA cobrirá, também, as seguintes exigências técnicas e operacionais:

- O projeto obterá a melhor relação “tara/lotação” com o objetivo de racionalizar o consumo de energia de tração;
- O peso médio do passageiro será considerado de 70 daN e a carga máxima por eixo será, aproximadamente, de 15.000 daN (já incluída a lotação máxima dos passageiros);
- A altura do salão de passageiros sobre o corredor central do carro será de no mínimo 2.100 mm, e a largura mínima deste corredor, entre bancos, será de 1.000 mm;
- A altura entre o piso do salão de passageiros e o boleto do trilho da via permanente será, aproximadamente, de 1.100 mm;
- Serão projetadas quatro portas em cada lado do carro de forma que a soma dos seus vãos correspondam, no mínimo, a 25% do comprimento útil do salão de passageiros que seja garantida para cada lateral, uma largura de 1 m para cada 40 passageiros embarcados, quando da lotação máxima definida nessa especificação;
- A largura de cada porta será de no mínimo 1.400 mm e de no máximo 1.600 mm;



- Uma das portas em cada lado do carro, localizada fora da região dos truques, será também de serviço e de emergência, contando com escada de acesso à direita e com pega-mão embutido.

No quadro, a seguir, está apresentada a composição dimensional do trem.

Item	Material Rodante	Dimensão
01	Comprimento inicial do trem	68 m
02	Peso por eixo - com lotação máxima (6 passageiros/m <sup>2</sup> )	15.000 daN
03	Largura da caixa	(no máximo) 3.000 mm
04	Altura máxima da caixa (a partir do boleto do trilho)	(sem pantógrafo) 3.900 mm
05	Altura mínima do salão sobre o corredor central	2.200 mm
06	Largura mínima do corredor central entre bancos	1.000 mm
07	Altura do piso em relação ao boleto do trilho	1.100 mm



### **3.2.13.2. Gabarito Dinâmico de Referência**

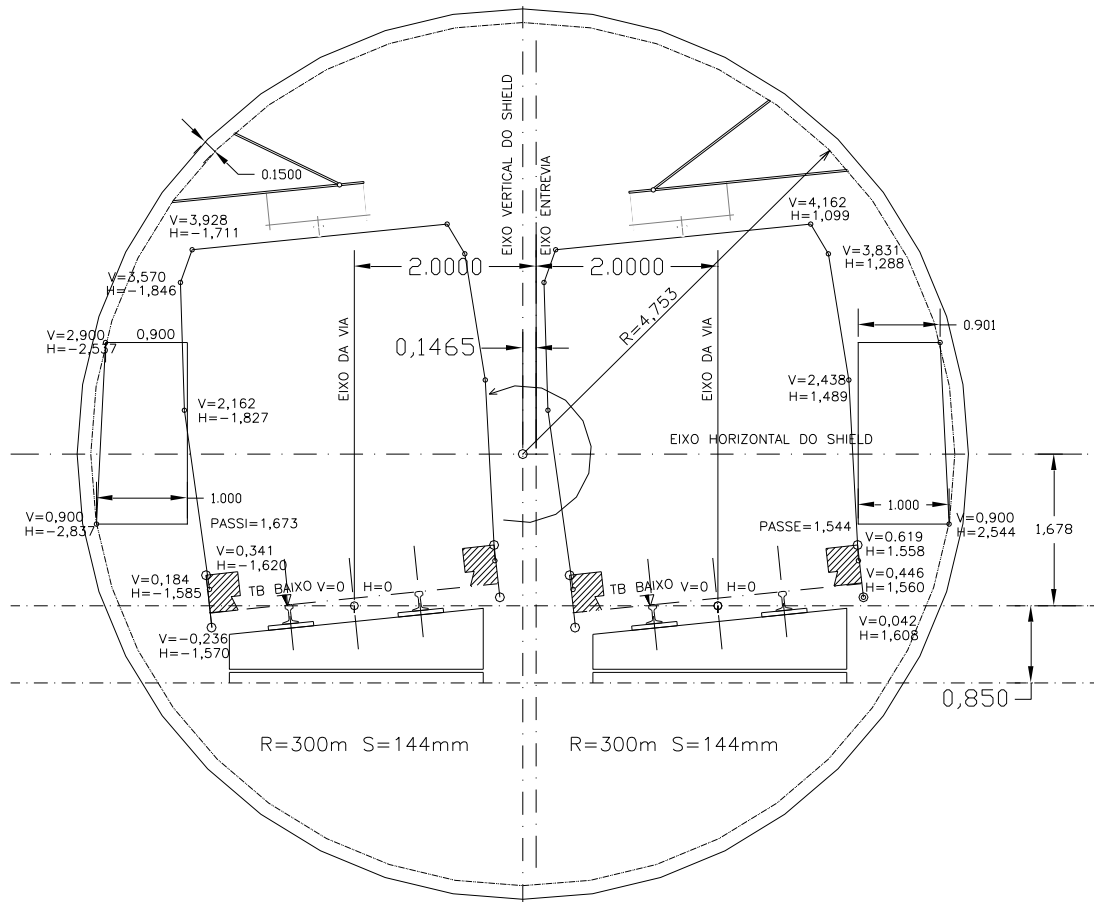
No gabarito do trem será considerada a altura do piso do salão de passageiros na cota de 1,1 m e para o pantógrafo foi reservado o vão de 0,7 m.

Para a definição do gabarito dinâmico serão consideradas as seguintes componentes de deslocamentos no gabarito estático do trem:

- Afastamentos dos pontos críticos da caixa (extremidades e centro) em função do raio de curvatura da via;
- Tolerâncias na folga da bitola da via permanente e no truque do trem (já considerando os desgastes permissíveis);
- Deslocamentos horizontais máximos provocados por eventuais falhas no sistema de suspensão do trem (primária e secundária);
- Deslocamentos verticais máximos provocados por curvas verticais, considerando inclusive o movimento de “galope” do trem.

O espaço abaixo da passarela de emergência, entre a parede do túnel e o gabarito da parte inferior do trem, será utilizado para a fixação dos dutos para cabos elétricos dos sistemas.

A seguir, está apresentado, o gabarito dinâmico utilizado nos estudos para determinação do diâmetro interno do túnel em Shield.





### **3.2.13.3. Dimensional e Arranjo dos Salões de Passageiros**

O dimensional das caixas dos carros é fator decisivo no comportamento dinâmico do trem, tanto em relação ao desempenho operacional (peso total x capacidade de tração e frenagem), como em relação à inserção no desenvolvimento geométrico da via permanente incluindo as interfaces com as seções dos túneis, com as plataformas de embarque e desembarque de passageiros das estações e com as passarelas de emergência ao longo das vias elevadas e túneis.

O arranjo do salão de passageiros é fator decisivo na determinação da capacidade de transporte de passageiros, com reflexo direto na definição da frota do material rodante e no “head way” da linha.

Influi ainda no conforto, comodidade e segurança dos passageiros, com relação à capacidade de passageiros sentados, quantidade de passageiros em pé por metro quadrado, espaço na região das portas, espaços reservados para deficientes físicos (especificamente para cadeira de rodas) e vãos entre o piso do salão de passageiros e o da plataforma das estações.

O fornecedor terá a liberdade de propor alternativas desde que atenda a capacidade de transporte e as exigências e normas de conforto e segurança.

#### **a) Dimensionais da caixa do trem**

Será adotado o comprimento de aproximadamente 21 m para os carros com cabine (extremidades) e o de aproximadamente 20 m para os carros sem cabine (intermediários).

A PROPONENTE comporá esse dimensional não ultrapassando os limites entre 62 a 68 m para o comprimento do trem no início da operação (entre a parte mais





saliente da máscara das extremidades do trem) e entre 2,8 e 3 m para a largura da maior seção de cada carro do trem, desde que a capacidade do trem resulte em pelo menos 750 passageiros, considerando o critério de dimensionamento dessa especificação.

Em síntese, o dimensional proposto das caixas dos carros do metrô será compatível com a evolução mundial dos metrôs e com o comprimento das plataformas de embarque e desembarque de passageiros definido para as estações da linha 1 do Metrô de Curitiba.

#### **b) Arranjo do salão de passageiros**

Os critérios de projeto a serem considerados para o dimensionamento do salão de passageiros do trem serão os seguintes:

No mínimo, 14% da capacidade do trem para passageiros sentados;

No máximo, 86% da capacidade do trem para passageiros em pé, com 6 (seis) passageiros por m<sup>2</sup>;

Obter o maior espaço possível na região das portas, livres de bancos e colunas;

No mínimo, dois espaços destinados para cadeiras de rodas por carro de extremidade, o mais próximo possível da cabine do trem (aos demais portadores de deficiência física, idosos, senhoras grávidas, serão destinados bancos convencionais indicados por comunicação visual adequada);

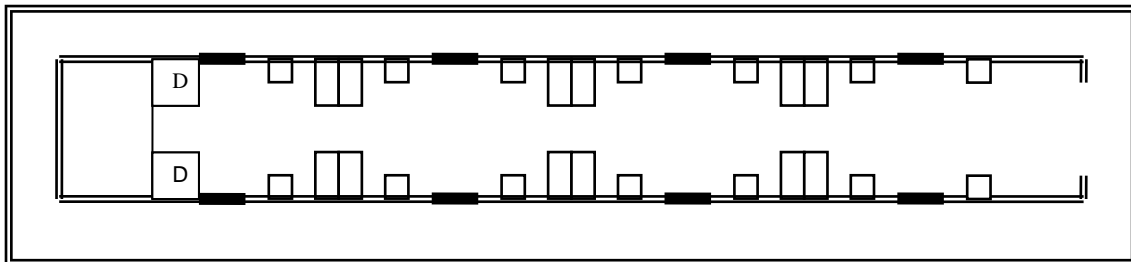
Espaço mínimo do corredor entre bancos de 1 m;

Intercomunicação ampla e direta entre os salões de passageiros de forma a considerar esta área como útil para o dimensionamento da capacidade dos trens.



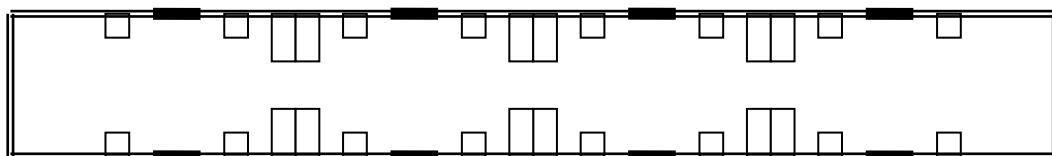
### c) Cálculo da capacidade do salão de passageiros

O layout, apresentado a seguir, ilustra o interior do salão de passageiros do carro com cabine - extremidade.



O espaço entre a divisória, da cabine e o salão de passageiros, e o alinhamento das portas, será destinado a portadores de deficiência física que utiliza cadeira de rodas, onde serão demarcadas duas vagas (as cadeiras de rodas serão posicionadas no sentido transversal do carro), com espaço reservado de 1 x 1 m cada uma, resultando em 2 m<sup>2</sup>.

O layout, apresentado a seguir, ilustra o interior do salão de passageiros do carro sem cabine intermediário.



A disposição das portas nas laterais dos carros minimizará o alongamento do espaço entre o piso dos carros e a plataforma de embarque e desembarque de passageiros da estação.



### **3.2.13.4. Conforto e Segurança - Térmico**

O projeto das caixas dos carros, em aço inoxidável, será provida de isolamento térmico entre o revestimento interno e a caixa metálica.

Da mesma forma os materiais utilizados na composição do piso do salão de passageiros deverão inibir qualquer tipo de transmissão de calor para o interior do carro, evitando condensação de umidade no interior do veículo.

Os materiais aplicados serão antichama, autoextinguível não emissor de fumaça e gases tóxicos, podendo suportar temperaturas de até 150°C e resistente a ação de bactérias e fungos.

Todos os materiais serão aplicados nas laterais, teto, cabeceiras e piso, sobre produto anti vibração.

O tipo de lâmpadas utilizadas na iluminação e as cores dos revestimentos do salão de passageiros serão adequados para otimização do conforto térmico do ambiente.

Os vidros das janelas do salão de passageiros (inclusive os das janelas das portas automáticas) terão coloração e tratamento de forma a inibir a entrada de raios ultravioletas no interior do carro.



### **3.2.13.5. Climatização**

As caixas serão projetadas prevendo um duto longitudinal, em toda a extensão dos carros, para a distribuição de ar resfriado, ao qual serão conectadas duas unidades de resfriamento independentes, de forma que em qualquer situação (com uma das unidades ou com as duas unidades em funcionamento) o ar seja distribuído em toda a extensão do carro.

Os evaporadores serão instalados em cada uma das extremidades do duto de distribuição de ar no teto do carro e os compressores e condensadores sob o estrado dos carros. Estes equipamentos serão idênticos em todos os carros (de extremidades e intermediários) e intercambiáveis.

Nas caixas dos carros de extremidades será projetada uma terceira unidade de resfriamento de ar independente para a cabine de condução.

A CONCESSIONÁRIA cumprirá, também, os seguintes critérios quanto aos equipamentos de climatização:

- Sensores termostatos convenientemente localizados detectarão as temperaturas interna e externa ao carro e fornecerão as informações para a regulação automática da temperatura interna;
- Na cabine o ar refrigerado terá uma derivação para desembaçador do pára-brisa e um comando com as posições de baixa, média e alta velocidade;
- A capacidade de resfriamento de cada uma das unidades do salão de passageiros será dimensionada considerando o tempo médio de percurso com as portas fechadas e, o tempo de parada de 20" (vinte segundos) nas plataformas de embarque e desembarque com as portas abertas;
- O dimensionamento da unidade de resfriamento da cabine considerará o tempo todo com as portas e janelas fechadas;



- O elemento químico de refrigeração não será tóxico nem agressivo ao meio ambiente.

No quadro a seguir está apresentado o dimensionamento das unidades de climatização dos carros.

Item	Climatização	Dimensionamento
01	Quantidade de unidades de resfriamento por carro	2 (duas)
02	Quantidade de unidades de resfriamento por cabine	1 (uma)
03	Queda de temperatura em relação ao ambiente externo	7°C
04	Temperatura para desligamento do resfriamento	22°C
05	Fluxo de ar no salão - ar externo	1/3 do volume insuflado
06	Fluxo de ar no salão - ar recirculado	2/3 do volume insuflado
07	Número de trocas de ar	50 por hora
08	Umidade relativa do ar	>40%
09	Motores elétricos	Indução trifásico - 220 V/60 hz
10	Medição da temperatura interna	Corredor central a 1 m do piso
11	Norma exigida	UIC 553



### **3.2.13.6. Conforto e Segurança - Acústico**

Para o isolamento acústico do salão de passageiros serão utilizados materiais em composição com os do isolamento térmico, observando as características de anti chama, de auto extinção e de não emissor de fumaça e gases tóxicos.

O nível de ruído provocado pelo material rodante, para os passageiros (dentro do trem parado ou em movimento e nas plataformas de embarque e desembarque), para o operador do trem, e também para as pessoas nas proximidades das instalações metroviárias ao longo da linha, será controlado para atender a melhor condição de conforto acústico possível.

A CONCESSIONÁRIA atenderá, também, as exigências no dimensionamento dos equipamentos de conforto e segurança (acústico):

- As janelas do salão de passageiros e das cabines de condução serão fixadas na caixa dos carros com guarnições especiais de forma a evitar vibrações, ruídos e entrada de água;
- Os equipamentos de ar condicionado, não provocarão ruídos audíveis no interior do salão de passageiros ou na cabine do operador do trem;
- A emissão de ruídos pelo trem completo, interagindo com a via permanente e com a rede aérea de tração, no salão de passageiros, nas plataformas e na faixa ao longo da linha do metrô, assim como o método de medição, obedecerá às normas NBR 13067 e NBR 13068.

No quadro a seguir está apresentado o dimensionamento do conforto acústico dos carros.



Item	Conforto Acústico	Dimensionamento
01	Ruídos eletromagnéticos	Normas CISPR 11 e 19
02	Ruído máximo no salão - vazio até 8 km/h	71 dBA (norma APTA)
03	Ruído máximo no salão - parado com equipamento funcionando	68 dBA (norma APTA)
04	Ruído externo máximo - a 15 m do carro parado	60 dBA (norma APTA)
05	Ruído externo máximo - a 15 m do carro em movimento	78 dBA (norma APTA)

O ruído eletromagnético e a rádio interferência oriundos do trem obedecerão aos limites definidos nas normas CISPR 11 e 16 (Central Office 19 - atualização da Norma CISPR 11).

Blindagens e filtros serão utilizados nos módulos, cabos, conectores, chaveamentos, máquinas rotativas, e outros, para reduzir as interferências eletromagnéticas.

O projeto do trem levará em conta o espectro de frequência utilizado pelos sistemas de sinalização e telecomunicações do Metrô de Curitiba de forma a não provocar perturbações no seu funcionamento.



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160  
Fone: 3350-9022  
80.510.140  
São Francisco  
Curitiba - PR  
[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

### **3.2.13.7. Janelas**

Em cada carro, duas janelas fixas serão de emergência (removíveis para propiciar uma rota de fuga no caso de acidente), uma em cada lateral do carro.

Os vidros das janelas serão do tipo laminado de segurança, com espessura mínima de 6 (seis) mm.

As janelas das portas laterais da cabine serão corrediças de forma a facilitar a visualização da plataforma pelo operador do trem.

As janelas das portas automáticas do salão serão de vidro.





### **3.2.13.8. Iluminação**

A iluminação do salão de passageiros utilizará lâmpadas fluorescentes comuns (de uso comercial) com difusores anti ofuscamento, oferecendo um nível mínimo de 320 LUX medido a uma altura de 800 mm acima do piso do carro em qualquer ponto do corredor central do salão de passageiros.

As lâmpadas contíguas serão ligadas a circuitos diferentes para se obter balanceamento de cargas e eliminação do efeito estroboscópico.

A CONCESSIONÁRIA atenderá, também, às seguintes especificações no dimensionamento do sistema de iluminação:

- A metade da alimentação da iluminação em 220 V/60 Hz será pela fonte do inversor do próprio carro e a outra metade pela fonte do inversor do carro adjacente, de forma a garantir 50% de iluminação no caso de falha em um dos inversores;
- Uma parte destas luminárias se integrarão a um circuito de alimentação especial (por inversores eletrônicos em 48 Vcc) para funcionar como iluminação de emergência e de balizamento, instaladas na região das portas, no caso de falha na iluminação principal;
- Esse circuito permanecerá em funcionamento durante toda a operação comercial do trem;
- A iluminação externa nos carros de extremidades contará com dois faróis e duas luzes de cauda com lentes na cor vermelha.

Alimentada automaticamente, por tensão de 48 Vcc, sempre que a chave geral do trem for acionada, implicará na energização dos faróis da cabine líder e das luzes de cauda da cabina oposta.



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160

Fone: 3350-9022

80.510.140

São Francisco

Curitiba - PR

[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

A operação de reversão de cabinas inverterá automaticamente a energização dos faróis e luzes de cauda.

O interruptor de comando dos faróis terá apenas duas posições - forte e fraco - não existindo a posição desligado.



### **3.2.13.9. Conforto e Segurança - Marcha**

Para conforto e segurança dos passageiros serão obedecidos os limites de aceleração, desaceleração e solavancos definidos no item requisitos de desempenho operacional.

Colunas, barras e pega mãos, serão instalados nos corredores e áreas adjacentes às portas automáticas, de forma que em qualquer localização no salão os passageiros que estiverem viajando em pé possam se apoiar confortavelmente.

Particularmente nestes equipamentos o projeto assegurará um mínimo de vibrações, evitando desconforto aos passageiros.



### 3.2.13.10. Comunicação Visual

O projeto de comunicação visual para orientar os passageiros será compatível com os requisitos de conforto e segurança do ambiente do salão de passageiros, inserindo placas, adesivos e painéis, em harmonia com os padrões do revestimento interno dos carros.

Este projeto também observará a utilização de materiais anti chama, auto-extinção e não emissor de fumaça e gases tóxicos, compatíveis com os demais materiais aplicados na caixa do carro.

No quadro, a seguir, estão apresentadas as especificações de comunicação visual aos passageiros.

Item	Comunicação Visual	Especificação
01	Comunicação Visual - fechamento de portas	Luminoso
02	Comunicação Visual - portas abertas	Luminoso - externo ao carro
03	Comunicação Visual - indicador de destino	Luminoso - nos salões e nas cabeceiras
04	Comunicação Visual - indicação do uso das portas	Adesivos - nas portas
05	Comunicação Visual - indicação de extintores de incêndio	Adesivos
06	Comunicação Visual - indicação de janelas de emergência	Adesivos
07	Comunicação Visual - indicação de alertas e proibições	Adesivos
08	Comunicação Visual - indicação de acionamento de freios	Adesivos
09	Mapa da linha	Luminoso - nas portas



### **3.2.13.11. Comunicação Sonora**

Cada composição será dotada de um sistema de comunicação sonora para atender aos passageiros no interior do salão de passageiros e nas plataformas de embarque e desembarque, assim como para alertar a passagem do trem.

Para a comunicação no interior do salão de passageiros será assegurada a emissão dos seguintes tipos de avisos gerais sonoros (gravados ou ao vivo):

- Do operador do trem ou do CCO, para os passageiros;
- A comunicação direta e individual de passageiro com o operador do trem ou com o CCO;
- A resposta seletiva, do operador do trem ou do CCO, ao chamado do passageiro;
- Música ambiente.

Para a comunicação tanto no interior do salão de passageiros como no exterior do mesmo (plataformas das estações), o sistema de portas automáticas emitirá sinalização sonora para avisar aos passageiros a operação de fechamento das portas.

Para alertar ao ambiente externo o início da movimentação do trem ou simplesmente a sua passagem, em qualquer ponto das vias principais, nos pátios de manobras e nas oficinas, todas as composições contarão com buzinas pneumáticas em suas cabines de condução.

A comunicação terra-trem utilizará o subsistema de rádio-comunicação e do subsistema de transmissão de dados, do sistema de telecomunicações do metrô de Curitiba, para estabelecer a ligação CCO - trem e vice-versa.

Esta ligação viabilizará as comunicações entre o operador do trem e CCO, CCO e operador do trem, e CCO e passageiros.



A comunicação cabine-salão de passageiros se utilizará do sistema de sonorização próprio do trem. A comunicação do operador do trem com os passageiros utilizará o sistema de sonorização do trem, enquanto que a comunicação de passageiros com o operador do trem utilizará interfonos especiais para esta finalidade.

No quadro a seguir está apresentado a especificação da comunicação sonora aos passageiros.

Item	Comunicação Sonora	Especificação
01	Comunicação Sonora - fechamento de portas	Alarmes
02	Comunicação Sonora - próxima estação	Sistema de sonorização
03	Comunicação Sonora - operador do trem – passageiros	Sistema de sonorização
04	Comunicação Sonora - passageiros – operador do trem	Sistema de interfonos
05	Comunicação Sonora - CCO/operador do trem (vice-versa)	Radiocomunicações
06	Comunicação Sonora - CCO/salão de passageiros	Radiocomunicações/sonorização do trem
07	Comunicação Sonora - alerta ao ambiente externo	Buzina



### **3.2.13.12. Caixa do Carro**

A concepção do projeto das caixas levará em consideração os requisitos de conforto e segurança (acústico e térmico) apresentados nesta especificação.

A CONCESSIONÁRIA, atenderá, também, os seguintes requisitos de projeto:

O projeto da caixa, desenho industrial, terá como foco principal a segurança do passageiro;

Especificará materiais com baixo risco de quebra, que não propagem o fogo, que não produzam fumaça e gases tóxicas, que não apresentem cantos vivos, saliências, reentrâncias ou pontas em qualquer parte do salão ou na parte externa da caixa, e que, no caso dos pisos e bancos que não sejam escorregadiços, tanto quando secos como quando molhados;

Eliminará qualquer possibilidade de penetração de poeiras, sujeiras ou água nas partes internas da caixa;

Eliminará, também, a exposição de parafusos ou rebites no acabamento externo da caixa, adotando parafusos embutidos para fixações de elementos externos;

Para efeito de projeto as caixas serão dimensionadas para suportar carga de 10 (passageiros) por metro quadrado, com peso médio de 70 daN, por tempo indeterminado;

O projeto preverá uma distribuição equilibrada dos equipamentos instalados na caixa, tanto no eixo transversal como no eixo longitudinal, e facilidades e segurança para a execução dos serviços de acoplamento ou desacoplamento entre os carros da composição.

A estrutura da cobertura, integrada ao monobloco da caixa, suportará a fixação de pantógrafos, para raios, resistências do freio reostático, equipamentos de climatização, iluminação, revestimentos, suportes de colunas e pega mãos, entre outros.



O projeto dimensionará adequadamente a carga vertical que a cobertura irá suportar, de forma a inibir qualquer tipo de deformação permanente durante a vida-útil da caixa. As chapas utilizadas na cobertura serão únicas, do comprimento do carro, soldadas continuamente na extensão longitudinal, formando um conjunto único.

Na “cabeça de estrado” o projeto preverá um alojamento para a montagem do aparelho de choque e do dispositivo de anti encavalamento.

Em cada longarina lateral serão previstos reforços com placas antiderrapantes para apoio das caixas em macacos, pórticos ou elevadores de truques.

As caixas de alta tensão serão protegidas com travamento de segurança com chaves que somente serão liberadas após o aterramento dos pantógrafos e a descargas de todos os capacitores.

Na primeira caixa com cabine a ser fabricada serão realizados os ensaios de aplicação de esforços e carregamento, conforme norma UIC 566.

Em todas as caixas as cabeças de estrado serão inspecionadas conforme plano de amostragem estabelecido nas normas NBR 5426, 5428 e 5430.

#### **a) Estanqueidade**

O fornecedor executará e apresentará a documentação dos seguintes ensaios:

Ensaio preliminar, antes de receber o revestimento: através de bocais cobrindo toda a superfície da caixa, afastados 2 m, pressão da água de 3 bar, duração de 10 minutos;

Após a montagem final do carro, submeter aos ensaios previstos nas normas ABNT ou IEC 165.





## **b) Ensaio**

Serão realizados os seguintes ensaios:

- Ensaio estrutural da caixa - ensaio de tipo;
- Ensaios de compressão e de carga vertical;
- Ensaio de torção.

## **c) Acabamento interno da caixa do carro**

O projeto de acabamento externo das caixas levarão em consideração os requisitos de conforto e segurança, acústico e térmico, apresentados nesta especificação.

Todos os carros serão identificados com números do carro e do trem em ambas as laterais e no interior.

## **d) Colunas e pegadores**

O salão de passageiros contará com colunas e pegadores de mão em quantidade necessária para que o passageiro possa se deslocar dentro do carro em movimento ou simplesmente se apoiar quando estiver viajando em pé, com conforto e segurança.

## **e) Banco de passageiros**

Os bancos serão modulados e intercambiáveis, e serão de dois tipos, com assento duplo e com assento simples.

As conchas terão formato ergonômico e suas superfícies não deverão conter bordas afiadas, bolhas, marcas, trincas ou riscos.



O banco resistirá a uma carga distribuída de 150 daN em uma área de 50 cm<sup>2</sup> em qualquer parte do assento e a base de fixação do banco resistirá a uma carga de 100 daN por assento.

#### **f) Cabine de condução**

Os carros de extremidade terão uma cabine de condução ocupando toda a largura do carro, um único parabrisa, uma porta em cada lateral do carro (com escada e pega-mão para acesso à cabine a partir da via), uma porta de comunicação com o salão de passageiros, um banco para o operador, um banco escamoteável para o instrutor e um armário para o operador.

Terá projeto ergonômico atendendo à norma UIC 651 OR, será equipada com quebra-sol em toda a largura da cabine, resistente a vibrações e obedecerá à norma UIC 564-2 Classe B.

O projeto preverá que todos os equipamentos e instalações da cabine de condução, inclusive as paredes divisórias e armários, poderão ser removidos no futuro, para a implantação de novos equipamentos.

Neste caso a área da cabine de condução seria integrada ao salão de passageiros. O console da cabine abrigará todos os recursos de controle.

#### **g) Armários elétricos**

Serão destinados à instalação de equipamentos, relés, interruptores, fusíveis e equipamentos de bordo da sinalização.

A ventilação nos armários será natural e as portas terão fechaduras padrão do Metrô de Curitiba.



### **3.2.13.13. Acabamento Externo do Carro**

O projeto de acabamento externo das caixas levará em consideração os requisitos de conforto e segurança, acústico e térmico, apresentados nesta especificação.

O projeto do acabamento externo da caixa, desenho industrial, terá como foco principal a segurança do passageiro e as facilidades de manutenção, em conformidade com o que já está descrito.

Os vidros serão do tipo laminado de segurança, com espessura mínima de 14 mm, em conformidade com a norma NBR 11548.

#### **a) Indicador de destino**

Será instalado na cabeceira frontal de cada carro de extremidade, centralizado na parte superior do pára-brisa, lado interno da cabine.

O indicador de destino será comandado pelo RDT “data bus” e será alimentado com tensão de 48 Vcc.

#### **b) Identificação do carro**

Todos os carros serão identificados com números do carro e do trem em ambas as laterais e no salão de passageiros, sendo que os carros extremidades serão identificados também na máscara e no interior da cabine.



### **3.2.13.14. Sistema de Portas**

Serão projetadas quatro portas em cada lado do carro de forma que a soma dos seus vãos correspondam, no mínimo, à 25% do comprimento útil do salão de passageiros.

A largura de cada porta será de no mínimo 1.400 mm e de no máximo 1.600 mm e atenderá às seguintes especificações de projeto:

As folhas serão intercambiáveis;

As guias instaladas nas soleiras das portas serão de fácil substituição, de fácil limpeza e não interferirão na circulação dos passageiros;

Cada porta automática será fabricada com isolamento térmica e acústica.

O comando das portas utilizará um único contato elétrico para detectar a porta na posição fechada como para sinalizar esta condição.

O comando dos motores elétricos de acionamento dos mecanismos de portas será executado a partir da cabine de condução do trem (pelo operador do mesmo ou pelo ATO).

#### **a) Portas de serviço e de emergência**

Uma das portas em cada lado do carro, localizada fora da região dos truques, será também de serviço e de emergência, e será acionada por dispositivo elétrico de comando paralelo, interno ou externo, e por um dispositivo mecânico, externo ao carro, acionado por chave padrão do Metrô de Curitiba, permitindo a abertura da porta de serviço e de emergência, independentemente de estar ou não com a cabine selecionada.



## **b) Comando e sinalização de portas**

O comando de portas proporcionará a abertura ou o fechamento em qualquer modalidade operativa, pelas botoeiras no console ou nas laterais da cabine (próximo às portas), atendendo ao que segue:

A operação das portas será realizada pelo ATO mas o operador terá prioridade sobre o equipamento automático no que se refere à manutenção de portas abertas. Assim, se o operador mantiver a botoeira de abertura de portas pressionada, as portas não poderão fechar por comando do ATO;

No caso de uma ou mais folhas não se fecharem completamente, será executado um novo comando de abertura seguido do fechamento, somente nestas portas;

A abertura de uma ou mais portas ou a perda de sinalização de portas fechadas com o trem em movimento, a tração será cortada e o freio de serviço máximo será aplicado, independentemente do dispositivo de emergência.

Em qualquer dos modos de operação, todo fechamento de portas será precedido de sinal de alerta acústico e luminoso, por um tempo ajustável de 1 a 5 segundos, além da sinalização luminosa pulsante no lado externo de cada porta do salão de passageiros.

## **c) Motor elétrico de acionamento do mecanismo de portas**

O regime de serviço do motor irá mantê-lo energizado apenas durante o movimento das folhas de portas. Após a abertura ou fechamento da porta o motor será desenergizado e o sistema será travado mecanicamente.



### **3.2.13.15. Engates**

Os carros de extremidade terão engates automáticos no lado da cabine, com altura de 600 +/-10 mm entre o pino do engate e o topo do boleto do trilho e serão atendidas as seguintes especificações de projeto:

Os engates automáticos farão o acoplamento mecânico, pneumático e elétrico, por simples encosto entre trens;

O desacoplamento será manual, através de mecanismo localizado no próprio engate ou automaticamente através do acionamento de dispositivo pneumático disponível na cabine;

Em ambas as laterais dos engates automáticos serão previstos conectores para interligar a comunicação entre trens durante uma operação de reboque;

Serão previsto um dispositivo de centralização do engate para facilitar o acoplamento e, em local bem visível, um dispositivo indicador para visualizar e garantir o perfeito acoplamento.

O acoplamento entre carros da composição utilizará engate semi permanente, constituído por duas semi barras iguais fixadas nas extremidades dos carros intermediários e na extremidade traseira do carro com cabine e serão atendidas as seguintes especificações de projeto:

O acoplamento semi permanente também executará o acoplamento pneumático;

O acoplamento e o desacoplamento dos engates semi permanentes entre carros será executado manualmente.

Todos os engates do trem (automáticos e semi permanentes) serão montados em aparelhos de choque e tração para absorver toda a energia gerada na tração, frenagem, choques de acoplamento entre trens a velocidade de até 15 km/h, transmitindo os esforços às caixas dos carros através de elementos resilientes, sem ocasionar deformações permanentes.



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160

Fone: 3350-9022

80.510.140

São Francisco

Curitiba - PR

[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

Quando houver colisão, o engate romper-se-á antes de causar danos à estrutura da caixa (fusível mecânico).

Serão instalados os seguintes Jumpers:

Jumpers de baixa tensão;

Jumpers de potência - 1,5 kVcc;

Jumpers de corrente alternada - 440 Vca trifásica;

Jumpers digitais - sistema RDT ("data bus").



### **3.2.13.16. Registrador de Eventos (“Caixa-Preta”)**

Redundante ao equipamento de sinalização de bordo e a outros registradores de dados existentes nos sistemas do trem, monitorará digitalmente e analogicamente as funções vitais de velocidade real do trem, quilometragem percorrida, níveis de propulsão e de frenagem, pressão no cilindro de freio durante as aplicações, aplicação de freios de emergência, tensão na rede aérea de tração, sentido de marcha (frente ou ré), cabine comando e estados das portas do salão de passageiros.





### **3.2.13.17. Pantógrafos e Para-raios**

Será instalado um pantógrafo em cada carro, interligados, de forma que na operação comercial do trem apenas dois deles estarão em contato com a rede aérea de tração.

A base do pantógrafo será instalada sobre isoladores, com propriedades de não propagar chamas e não emitir fumaça e gases tóxicos e propiciar um isolamento elétrico.

Os cabos de alimentação que ligam o pantógrafo aos equipamentos de tração sob o estrado do carro serão também protegidos.

O dispositivo de segurança preverá que o acesso a cofres e caixas com interligação de alta tensão somente sejam liberados após o aterramento do pantógrafo e dos circuitos de potência do trem.

Em todos os carros, serão instalados na cobertura, próximo ao pantógrafo, os para-raios, que propiciarão proteção adequada aos equipamentos de tração e frenagem elétrica e inversores auxiliares.

Serão instalados os seguintes dispositivos:

Acionamento do pantógrafo;

Aterramento do pantógrafo e chave de segurança;

Para-raios.



### **3.2.13.18. Truques**

Os truques terão projeto homologado, com demonstração de qualificação em uso comercial em sistemas de transporte de passageiros urbanos de altíssima capacidade.

Genericamente, o projeto será atual, consolidado, com qualificação específica e com garantia de assistência técnica e fornecimento de partes/componentes e serão atendidas as seguintes especificações do projeto:

Os truques terão capacidade de inscrição radial visando melhor adaptação nas curvas horizontais de menor raio;

A concepção do projeto do truque priorizará a compensação de esforços decorrentes do desequilíbrio sobre a base rígida do truque, suspensão primária, a suspensão secundária e a caixa do trem, quando da passagem por rampas compostas com curvas e com sobre-elevações;

A suspensão secundária além de supervisionar o nível da altura do piso do carro e de fornecer referência do carregamento do carro para os sistemas de propulsão e frenagem, garantirá a estabilidade do carro nos pontos mais críticos do traçado (rampas compostas com curvas e com sobre-elevações) evitando inclinações anormais que provoque esforços imprevistos e desconforto aos passageiros, mesmo que o trem pare em um destes trechos;

Os acessórios do truque serão montados na estrutura principal de forma a facilitar a execução de ajustes, regulagens, lubrificações, medições, verificações, trocas de peças ou componentes, desmontagens e remontagens, e que não necessitem da sua remoção, ou da desmontagem de partes não envolvidas com a ação desenvolvida;

Todos os truques serão com dois eixos motorizados e serão projetados para velocidade máxima de 100 km/h e suportar a caixa do carro com todos os seus equipamentos, lotação máxima (10 passageiros/m<sup>2</sup>) e esforços dinâmicos (30%), permitindo a rotação da caixa sobre o mesmo e possibilitando a inscrição correta



nas vias dos traçados da linha 1, do Metrô de Curitiba, além de boa estabilidade a qualquer velocidade (até 80 km/h e inclusive parado) em qualquer ponto dos percursos.

Todas as soldas serão executadas em conformidade com a AWS (American Welding Society) ou ASME (American Society of Mechanical Engineers), ou EM (Euronorma), ou equivalente.

O projeto e cálculos do truque serão apresentados ao Metrô de Curitiba antes da fase de fabricação, para aprovação, constando dos cálculos e desenhos estruturais e dos cálculos e desenhos de desempenho.

Os truques serão compostos dos seguintes elementos:

- Suspensão do truque - válvula de nivelamento;
- Eixos e rodas;
- Mancais de rolamento dos rodeiros;
- Caixa redutora;
- Freio dos truques;
- Freio de estacionamento;
- Aterramento dos truques;
- Ligação entre truque e caixa;
- Soldas no truque.



### **3.2.13.19. Sistemas de Tração e Frenagem Elétricas**

Os sistemas de tração e frenagem atenderão plenamente o desempenho operacional apresentados nesta especificação considerando o traçado da linha do Metrô de Curitiba.

O fornecedor apresentará uma simulação de marcha, considerando os dados operacionais e das instalações fixas apresentados nesta especificação, utilizando as características técnicas e operacionais dos trens de sua fabricação.

Os sistemas de tração e frenagem elétrica deverão ser constituídos pelos:

Motores de tração: (um em cada eixo - quatro por carro - vinte por trem);

Inversores estáticos de tração: (um por truque - dois por carro - dez por trem);

Resistores de frenagem reostática: (um conjunto por carro - cinco conjuntos por trem);

Equipamento de manobra e proteção: (um conjunto por carro - cinco conjuntos por trem);

Comando e controle de tração e frenagem: (um/duplicado, por carro - cinco por trem);

Controlador mestre: (um por cabina de condução - dois por trem).

#### Funcionamento

Os sinais de comando de tração e de frenagem serão gerados no console da cabine de condução (unidade de comunicação do operador com o sistema) selecionada pelo operador do trem (através do console/controlador mestre) e/ou pelo equipamento de sinalização de bordo, e serão transmitidos aos equipamentos dos carros pela rede interna da transmissão de dados RDT (“data bus”).



Estes sinais serão decorrentes do programa operacional, como alívio de freio e tração para partida dos trens, comandos de velocidade/velocidade imposta pelo operador, corte de tração e aplicação de freios para parada do trem, reversão de cabine de comando, e corte de tração e frenagem nos casos de emergência (previstos e descritos nesta especificação).

Serão também atendidas as seguintes especificações de projeto:

- Em cada carro os sinais de comando de tração ou de frenagem serão lidos, decodificados e enviados como solicitações de esforços de tração ou de frenagem aos motores de tração;
- Outros sinais serão gerados no próprio sistema ou serão enviados por outros sistemas (anti patinagem, anti deslizamento, carga no carro, tensão na rede aérea de tração, entre outros), que também serão lidos, decodificados e enviados como solicitações de esforços de tração ou de frenagem nos motores de tração;
- Em caso de falha no controlador mestre da cabine selecionada, será feita a transferência automática para o controlador da cabine oposta, permanecendo os comandos pelo console da cabine selecionada e/ou pelo equipamento de sinalização de bordo;
- O sistema executará as mudanças tração-frenagem, e vice-versa, e inversão no sentido de marcha, sendo que a transição de tração máxima para freio elétrico máximo, e vice versa, ocorrerá em aproximadamente 3 (três) segundos, respeitando o limite de solavanco;
- Na faixa de velocidade entre 80 e 60 km/h, quando for necessária a frenagem o freio elétrico será composto com o freio de atrito, na faixa de 60 a 10 km/h, atuará somente o freio elétrico, e abaixo de 10 km/h o freio elétrico será substituído pelo de atrito até a parada total do trem;
- A energia elétrica gerada nos motores de tração quando atuam como geradores será encaminhada para a rede aérea, sendo que somente no caso de esta não estar receptiva é que a energia gerada será desviada para os



resistores do freio reostático (a passagem automática da frenagem regenerativa para a reostática, e vice-versa, não alterará o valor da desaceleração);

- Esta operação de desvio de energia será realizada quantas vezes forem necessárias, em função da receptividade da rede aérea de tração, e de forma totalmente automática;
- Os resistores do freio reostático dissiparão somente a energia gerada no próprio carro, e em nenhuma hipótese dissiparão energia de outro carro ou de outro trem;
- Diante do comando de frenagem, ambos os freios serão acionados e no caso de não entrar o elétrico será mantido o de atrito, caso contrário este será aliviado;
- Falhas no freio elétrico não afetarão o funcionamento normal do freio de atrito, e vice-versa;
- Quando for detectado o deslizamento de rodeiros em frenagem elétrica, esta será aliviada até cessar a irregularidade, quando será novamente acionada;
- Quando ocorrer a patinação de rodeiros, o procedimento automático será idêntico ao do deslizamento.



### **3.2.13.20. Sistema de Frenagem por Atrito**

O sistema de freio por atrito será de tecnologia comprovada em trens metropolitanos e do tipo que opera em conjunto com o freio elétrico (regenerativo ou reostático) para fornecer as taxas de frenagens exigidas no programa operacional do Metrô de Curitiba.

No caso de falha do freio elétrico em um ou mais carros, fornecerá, em conjunto com o freio elétrico dos demais carros, as taxas de frenagem especificadas.

A frenagem de emergência, mesmo em condições normais, será totalmente de freio por atrito, podendo ser aplicada manualmente pelo operador do trem, pelo dispositivo “homem-morto”, através do botão “soco” do console e pelo sistema de sinalização de bordo.

Após a parada do trem depois da aplicação de frenagem de emergência, somente será permitido retomar o comando do trem após 15 segundos.

No caso de aplicação de emergência pelo sistema de sinalização de bordo, não haverá esta restrição desde que as condições da sinalização de via estejam restabelecidas.

Serão também atendidas as seguintes exigências de projetos:

- Haverá dispositivos que permitam a isolação do freio de serviço de cada carro, localizados em locais de fácil acesso, um em cada lateral externa do carro, possibilitando o seu acionamento pela plataforma da estação ou ao nível da via;
- O sistema de freio permitirá a atuação do freio de emergência por qualquer de seus comandos, mesmo com o freio de serviço isolado;



O sistema de frenagem por atrito será supervisionado pelo sistema de anti-deslizamento para proteger as rodas;

O projeto considerará o limite de aderência, mesmo quando trabalhando em sobrecarga em função da inoperância de algum módulo de freio.

Serão cumpridas também as seguintes exigências:

Na operação normal se comportará com o freio elétrico na faixa de velocidade entre 80 e 60 km/h, e abaixo de 10 km/h substituirá o freio elétrico até a parada total do trem.

O sistema de frenagem por atrito será interligado com:

- Equipamento de controle pneumático;
- Equipamento eletrônico de comando de freio de atrito;
- Sistema de anti deslizamento e patinação;
- Torneira de isolamento do cilindro de freio;
- Dispositivo de acionamento de freio de emergência.





### **3.2.13.21. Sistemas Auxiliares**

Os sistemas auxiliares incluirão:

Sistema de alimentação elétrica em corrente alternada;

Inversor estático auxiliar;

Sistema de alimentação auxiliar em baixa tensão (cc);

Baterias para alimentar todos os equipamentos vitais do trem.



### **3.2.13.22. Sistema de Suprimento de Ar Comprimido**

Para o suprimento de ar comprimido dos freios de atrito, suspensão secundária, pantógrafo e chaves eletro pneumáticas, será projetado uma central de geração de ar comprimido com tecnologia recente e que incorpore melhorias com relação a rendimento, ruído, vibrações, confiabilidade, flexibilidade de comando e controle, facilidades de manutenção e redução de umidade nas tubulações.

Estão apresentadas a seguir as características de projeto do sistema de suprimento de ar comprimido:

Funcionalmente, alimentará vários sistemas sem que venham a ocorrer interferências de funcionamento entre eles, e ter capacidade e configuração que permita a alimentação de todo o trem mesmo que uma das fontes de ar comprimido se torne inoperante, e que permita a isolação de partes do sistema sem que isto acarrete a paralisação da operação do trem;

O sistema será único para alimentar todos os consumidores de ar comprimido, ou poderá haver equipamento específico para um ou mais sistemas, como é o caso do pantógrafo;

A central de ar será instalada sob o estrado de cada carro do trem e abrangerá os equipamentos para gerar, tratar, distribuir e armazenar o ar comprimido para ser consumido pelos sistemas pneumáticos do trem;

O sistema será dimensionado para, a partir da pressão mínima do encanamento principal que leva o trem a emergência, atender simultaneamente variações rápidas de pressão nas bolsas da suspensão secundária dos truques (trem vazio para trem carregado), dois ciclos completos de alívio e aplicação de freio de atrito, um ciclo completo de levantamento e abaixamento de pantógrafos, e suprir perdas de ar devidas a vazamentos, conforme a norma IEC 1133;

Componentes do tipo, retenção, restrição, válvulas, do circuito pneumático não provocarão ruídos.



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160  
Fone: 3350-9022  
80.510.140  
São Francisco  
Curitiba - PR  
[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

As válvulas de escape terão abafadores de ruído.

O tempo máximo de carregamento do sistema do trem, de vazio até a pressão máxima de trabalho, será de 8 minutos.

O sistema de suprimento de ar comprimido será composto por:

- Comando e controle do sistema de ar comprimido;
- Grupo motor-compressor;
- Unidade de tratamento de ar;
- Reservatórios;
- Encanamento principal;
- Acessórios do sistema de ar comprimido.



### **3.2.13.23. Sistema de Comunicação**

O sistema de comunicação integrará os subsistemas de rádio comunicação terra-trem, de sonorização e as linhas de interfonia que serão disponibilizadas na composição do trem, para realizar as seguintes funções:

Emissão de avisos da cabine de condução do trem para o salão de passageiros dos carros da composição, diretamente por microfone ou através de mensagens pré-gravadas, para um determinado carro ou geral para toda a composição;

Emissão de avisos do CCO para o salão de passageiros através da interligação do sistema de rádio-comunicação terra-trem com o sistema de sonorização interno do trem, com o auxílio do operador do trem;

Comunicação direta e bidirecional entre o operador do trem e o CCO através do sistema de rádio-comunicação;

Comunicação direta e bidirecional entre o salão de passageiros e a cabine de condução através de linha de interfone, onde a iniciativa sempre será do passageiro cabendo ao operador reconhecer a chamada e iniciar a comunicação; no caso de chamadas simultâneas será formada uma fila por ordem de chamada;

Emissão de sinal de alerta de fechamento de portas, utilizando o sistema de sonorização do trem;

Transmissão de música ambiente para o salão de passageiros;

Comunicação entre as cabines do trem (líder e liderada) através de linha de interfone, e na operação de reboque, entre a cabine do trem rebocador e a cabine do trem rebocado.

O projeto considerará as características de alimentação elétrica provida pelo trem, sujeitas a surtos de tensão, ruídos elétricos, vibrações e choques mecânicos.

Os dois módulos de comando das comunicações de áudio, abrangendo a sonorização, a radiocomunicação e os inter comunicadores, serão instalados um em cada cabine de condução.



Serão redundantes, habilitado para o comando apenas na cabine selecionada, permitindo o comando do sistema de comunicação a partir da cabine oposta no caso de defeito (durante a reversão de cabina a habilitação do comando do sistema de comunicação será transferida automaticamente).

O fornecedor do trem fará a integração dos subsistemas de comunicação do trem, considerando que o de rádio comunicação, por exemplo, não será do seu fornecimento.

Isto significará definir a localização, a ergonomia, a hierarquia e a imunidade entre eles para evitar interferências.

O projeto, a construção e os ensaios, obedecerão as normas NBR 7428, NBR 8365, NBR 13067, NBR 13068, NBR 13728, NBR 13884 e IEC 571 (1, 2 e 3).

#### **a) Subsistema de sonorização**

Com módulo de comando integrado aos demais sub-sistemas de comunicação, será constituído por amplificadores, rede de auto-falantes, dispositivo de gongo eletrônico, dispositivo de emissão de aviso de fechamento de portas, dispositivo de mensagens pré-gravadas digitalizadas e dispositivo de emissão de música ambiente.

O sistema de sonorização funcionará da seguinte forma:

- Amplificadores;
- Rede de alto-falantes;
- Dispositivo de gongo eletrônico;
- Dispositivo de emissão de aviso de fechamento de portas;
- Dispositivo de mensagens pré-gravadas digitalizadas;
- Dispositivo de emissão de música ambiente.



## **b) Subsistema de intercomunicação**

Terá como objetivo possibilitar a comunicação entre cabines de um mesmo trem, entre a cabine de um trem e a de outro trem que estiver sendo rebocado e entre passageiro e a cabine de comando selecionada.

## **c) Subsistema de rádio-comunicação**

Este subsistema estará vinculado diretamente ao sistema de telecomunicações fixo do Metrô de Curitiba e será objeto de fornecimento de outro fornecedor.

Mesmo assim, o fornecedor do material rodante considerará as suas características técnicas para integrá-lo com eficiência ao projeto do trem, principalmente com relação à alimentação elétrica.

## **d) Características técnicas de instalação do sistema de telecomunicações**

O aterramento dos equipamentos será único e conectado à carcaça do trem, e as blindagens dos cabos de áudio serão aterradas em apenas uma das extremidades.

O sistema será projetado para funcionar normalmente com alimentação elétrica na faixa de 70 a 125% da tensão nominal, fornecida pelo conjunto retificador bateria.

A alimentação elétrica será protegida por um disjuntor de entrada que alimentará todos os módulos do sistema.

No salão de passageiros serão instalados apenas os sonofletores, os intercomunicadores e os sensores CAG (controle automático de ganho), com as devidas proteções contra vandalismos, intempéries e lavagens dos trens.



Prefeitura Municipal de Curitiba

Secretaria Municipal de  
Planejamento e Administração

Rua Solimões, 160

Fone: 3350-9022

80.510.140

São Francisco

Curitiba - PR

[www.curitiba.pr.gov.br](http://www.curitiba.pr.gov.br)

### **3.2.13.24. Equipamento de Sinalização e Controle a Bordo**

Este equipamento será especialmente fabricado pelo fornecedor do sistema de sinalização levando em consideração as características técnicas do material rodante, principalmente com relação aos comandos automáticos e manuais, e controles dos dispositivos de tração e frenagem.



### **3.2.13.25. Rede de Dados do Trem - RDT (“Data Bus”)**

A RDT executará as funções de transmissão de dados de diagnóstico, gravação de parâmetros de operação e comando/controlado dos equipamentos do trem, como: (frenagem, tração, portas de salão, ar condicionado, iluminação, central de ar comprimido, painéis de destino, comunicação de áudio e interfaces com outros sistemas).

A RDT se estenderá pelos carros da composição, e na operação especial de reboque será duplicada para todos os carros apenas as funções de interfonia entre cabines e avisos aos passageiros.

Em cada carro será instalada uma unidade remota, onde serão concentrados e processados os sinais de entrada e saída para todos os sistemas controlados e comandados.

Em cada carro de extremidade será instalado um módulo principal que recebe, processa e transmite os comandos gerados no console (pelo operador do trem ou pelo sistema de sinalização de bordo) para as unidades remotas, recebe, processa e transmite os dados enviados pelas unidades remotas para o console da cabine de operação.

A própria rede (linha ao longo de todo os carros) é duplicada e a redundância do sistema é garantida através da comutação entre os módulos principais, que em caso de falha o da cabine oposta assume as funções do da cabina selecionada.

Cada uma das unidades remotas de entrada e saída se interligará com a rede de transmissão de dados RDT através de uma ligação serial (RS 485/Ethernet).





### **a) Função diagnóstico da rede de dados do trem - RDT**

Os diagnósticos serão apresentados “on-line” no console da cabine de condução selecionada e, simultaneamente, transmitidos para o posto de tráfego do CCO e para o posto de manutenção do CCO.

### **b) Gravação de dados para comando e controle**

Haverá dois níveis para a gravação de dados para comando e controle, um para os equipamentos vitais e outro para os não vitais.

### **c) Ensaio e testes**

A rede RDT atenderá a norma NBR 8365 e a transmissão/recepção de sinais digitais atenderão as normas ANSI, ISO, EIA, IEEE e MIL.

O fornecedor incluirá na sua proposta de fornecimentos um equipamento de teste portátil para verificação do desempenho da rede RDT, incluindo a integração com os equipamentos do trem, análises sobre a operação do protocolo e pesquisas de defeitos.